

TEXTE

146/2025

Abschlussbericht

Umweltrechtliches Regulierungskonzept für algorithmenbasierte Entscheidungssysteme

Potenziale des Umweltrechts für die ökologische Ausrichtung Künstlicher Intelligenz und autonomer Systeme

von:

Dr. Peter Gailhofer, Andreas Hermann
Öko-Institut e.V., Berlin/Darmstadt

Tom Grünberger
UfU e.V., Berlin

Prof. Dr. Martin Führ
sofia, Darmstadt

Dr. Johannes Franke
UfU e.V., Berlin / Rechtsanwälte Günther

unter Mitwirkung von:

Dr. Frederic Theodor Stahl
DFKI, Kaiserslautern

Prof. Dr. Lars Nolle
Jade Hochschule, Wilhelmshaven

Prof. Dr. Oliver Zielinski
DFKI, Kaiserslautern / Leibniz-Institut für Ostseeforschung, Rostock

Herausgeber:
Umweltbundesamt

TEXTE 146/2025

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3721 17 101 0
FB001903

Abschlussbericht

Umweltrechtliches Regulierungskonzept für algorithmenbasierte Entscheidungssysteme

Potenziale des Umweltrechts für die ökologische
Ausrichtung Künstlicher Intelligenz und autonomer
Systeme

von

Dr. Peter Gailhofer, Andreas Hermann
Öko-Institut e.V., Berlin/Darmstadt

Tom Grünberger
UfU e.V., Berlin

Prof. Dr. Martin Führ
sofia, Darmstadt

Dr. Johannes Franke
UfU e.V., Berlin / Rechtsanwälte Günther

unter Mitwirkung von:

Dr. Frederic Theodor Stahl
DFKI, Kaiserslautern

Prof. Dr. Lars Nolle
Jade Hochschule, Wilhelmshaven

Prof. Dr. Oliver Zielinski
DFKI, Kaiserslautern / Leibniz-Institut für Ostseeforschung,
Rostock

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Borkumstr. 2
13189 Berlin

Abschlussdatum:

Juni 2025

Redaktion:

Fachgebiet I 1.3 Rechtswissenschaftliche Umweltfragen
Dr. Nadja Salzborn

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-8126>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, November 2025

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen*Autoren.

Kurzbeschreibung: Umweltrechtliches Regulierungskonzept für algorithmenbasierte Entscheidungssysteme

Algorithmenbasierte Entscheidungssysteme (ADS) gewinnen, zunehmend auf der Basis von Systemen Künstlicher Intelligenz, an gesellschaftlicher Bedeutung und werden in allen umweltrechtlich relevanten Sektoren eingesetzt – mit positiven oder negativen, jedenfalls aber absehbar erheblichen Umweltauswirkungen. Der vorliegende Projektbericht analysiert die Herausforderungen und Potenziale einer umweltrechtlichen Regulierung zur ökologischen Ausrichtung von ADS. Die Untersuchung zeigt, dass das bestehende Umweltrecht nicht ausreichend auf die besonderen Eigenschaften und Risiken von ADS ausgerichtet ist und erhebliche Regelungslücken bestehen. Komplementär hierzu ignorieren Digitalpolitik und technologiespezifische Regulierungsansätze wie die KI-Verordnung ökologische Risiken und Potenziale von ADS weitgehend.

Die Studie rekonstruiert umfassend die begrifflichen und technologischen Herausforderungen im Zusammenhang mit ADS und analysiert eine Vielzahl umweltrechtlicher Instrumente auf ihre „Passung“ zur rechtlichen Bearbeitung dieser Herausforderungen. Sie entwickelt einen sektorspezifischen Regulierungsansatz, der sowohl die Risiken als auch die Potenziale von ADS für den Umweltschutz berücksichtigt. Dabei werden vielversprechende Steuerungsansätze des Umweltrechts aufgegriffen und zugleich technologiespezifische Ansätze in die Logik sektorspezifischen Umweltrechts integriert.

Der Ansatz zielt darauf ab, durch adaptive Regulierung und regulatorisches Lernen eine effektive Integration von Umweltzielen in die Entwicklung und den Einsatz von ADS zu gewährleisten, ohne deren Innovationspotenzial für Umwelt und Klima zu behindern.

Abstract: Environmental Regulation of Algorithmic Decision-Making Systems: A Legal Framework

Algorithmic decision-making systems (ADS) are gaining increasing societal importance and are being deployed across all environmentally relevant sectors – with positive or negative, but in any case, significant environmental impacts. This project report analyses the challenges and opportunities of environmental regulation for the ecological alignment of ADS. The study demonstrates that existing environmental law is insufficiently adapted to the specific characteristics and risks of ADS, revealing fundamental regulatory gaps. Complementarily, digital policy and technology-specific regulatory approaches such as the AI Act largely ignore ecological risks and potentials.

The study comprehensively reconstructs the conceptual and technological challenges associated with ADS and analyses a wide range of environmental law instruments. It develops a sector-specific regulatory approach that considers both the risks and potentials of ADS for environmental protection. This approach draws upon promising steering mechanisms from environmental law while integrating technology-specific approaches into the logic of sector-specific environmental law.

The approach aims to ensure effective integration of environmental objectives into ADS development and deployment through adaptive regulation and regulatory learning, without hampering their innovation potential for environment and climate protection.

Inhaltsübersicht

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Zusammenfassung.....	13
Summary	31
1 Einleitung.....	47
2 Herausforderungen und Ziele einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS	53
2.1 Regulierungsgegenstand: ADS als algorithmenbasierte Steuerungssysteme.....	54
2.2 Konkretisierung des Regulierungsproblems: Umweltrisiken und Umwelteffekte	86
2.3 Regulierungsproblem aus normativer Perspektive: Verfassungs- und umweltrechtlicher Regulierungsbedarf	103
2.4 Ziele einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS	118
2.5 Bewertung von Instrumenten zur umweltrechtlichen Steuerung von ADS	131
2.6 Zusammenfassung: Regulierungsgegenstand und Regulierungsproblem einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS	144
3 Daten-Governance und Datenregulierung	147
3.1 Einleitung	147
3.2 Begriff, Funktionen und Akteure einer Daten-Governance.....	147
3.3 Regulierungsziele und Interventionslogiken einer Daten-Governance	159
3.4 Gestaltungsoptionen einer umweltrechtlichen Daten-Governance de lege ferenda	180
3.5 Zusammenfassung	184
4 Regulierungsansätze.....	187
4.1 Regulierung von ADS im öffentlich-rechtlichen Umweltrecht.....	187
4.2 Technosteuerung durch indirekte Verhaltensbeeinflussung.....	217
4.3 ADS-Regulierung und Rechte der Zivilgesellschaft: Informationszugang, Öffentlichkeitsbeteiligung und Rechtsschutz	288
4.4 Umweltfreundliche Ausgestaltung von ADS durch Produkt- sowie Sachmangel- und Gewährleistungsrecht	312
4.5 Haftung für Umweltschäden durch ADS.....	353
5 Einsatz von ADS in der Umwelt-Governance	372
5.1 Einsatzzwecke und -aufgaben von ADS im öffentlichen Sektor.....	372
5.2 Fallbeispiele für den Einsatz von ADS im Umweltkontext	373
5.3 Vorteile und Gefahren des Einsatzes von ADS.....	374
5.4 Zusammenfassung	377

6	Umweltrechtliches Regulierungskonzept für ADS	378
6.1	Vorüberlegungen zu Modell und Struktur einer umweltrechtlichen Regulierung	378
6.2	Bausteine für einen Allgemeinen Teil	390
6.3	Bausteine für einen Besonderen Teil	395
6.4	Formulierungsbeispiel zur Umsetzung des Regulierungsziels 1 im Immissionsschutzrecht.....	406
6.5	Schrittweises Vorgehen zum Ausbau einer lernenden umweltbezogenen Regulierung....	408
7	Quellenverzeichnis	410

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Beispiel für Risikokategorien für KI-Systeme.....	64
Abbildung 2:	An Artificial Intelligence Life Cycle	69
Abbildung 3:	Kartierung algorithmischer Verzerrungen über den Lebenszyklus hinweg	81
Abbildung 4:	Kontext und komplexe Interaktionen maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens.....	82
Abbildung 5:	Zielmatrix: rechtlich geforderte menschliche und maschinelle Verhaltensbeiträge	131
Abbildung 6:	Kombinierte Regulierungs- und Technikfolgenbewertung für die umweltrechtliche Regulierung von ADS	133
Abbildung 7:	Transdisziplinäre Technikfolgenabschätzung: Beschreibung zielabweichenden maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens	138
Abbildung 98:	Data Value Chain	149
Abbildung 109:	„Schichten“ einer Daten-Governance	150
Abbildung 1110:	Unterscheidung zwischen automatischer Entscheidung und automatischer Entscheidungsunterstützung	220
Abbildung 1211:	Wirksamkeit des Nudging nach Art des Nudging	230
Abbildung 1312:	Wirksamkeit verschiedener Nudging-Instrumente nach Lebensbereichen	231
Abbildung 1413:	Die Gewohnheitsschleife veranschaulicht, wie eine Gewohnheit allmählich verstärkt wird durch eine belohnende Assoziation zwischen Reiz und Handlung.....	232
Abbildung 1514:	Funktionsweise prädiktiver Analytik im Kontext von Social- Media-Daten.....	238

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	KI-Lösungen für Greenwashing	98
Tabelle 22:	Überblick über Maßgeblichen Zeitraum für Sachmangelfreiheit, Verjährung und Beweislastumkehr	337

Abkürzungsverzeichnis

ABIDA	Assessing Big Data (Forschungsprojekt)
Abs.	Absatz
Art.	Artikel
ACM	Association for Computing Machinery
ADS	Algorithmenbasierte Entscheidungssysteme (engl.: Algorithm-based decision systems)
ADSI	ADS-Interface
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
AGB	Allgemeine Geschäftsbedingungen
AI	Artificial Intelligence (Künstliche Intelligenz)
AK	Aarhus-Konvention
AMCIS	Americas Conference on Information Systems
ADS	Algorithmenbasiertes Entscheidungssystem
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz)
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BVT	Beste verfügbare Technik
CDU	Christlich Demokratische Union Deutschlands
CEN	Europäisches Komitee für Normung
CENELEC	Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung
DFB	Deutscher Fußball-Bund
DGA	Data Governance Act
DGV	Daten Governance Verordnung
DG-ENV	Directorate-General for Environment
DIN	Deutsches Institut für Normung
DRL	Richtlinie (EU) 2019/770 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Mai 2019 über bestimmte vertragsrechtliche Aspekte der Bereitstellung digitaler Inhalte und digitaler Dienstleistungen
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik
DMA	Digital Markets Act
DNG	Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (Datennutzungs-gesetz)
DSA	Digital Services Act
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung

DUH	Deutsche Umwelthilfe
EAIO	European Artificial Intelligence Office
ECHA	European Chemicals Agency
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien
EG	Europäische Gemeinschaft
EGBGB	Einführungsgesetz zum Bürgerlichen Gesetzbuche
EMAS	Eco Management and Audit Scheme
ENISA	European Network and Information Security Agency
EPVG	Gesetz über die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation (Ökodesign-Verordnung)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EU	Europäische Union
EUDDD	Europäische-Due-Diligence-Gesetzgebung
EUV	Vertrag über die Europäische Union
EVPG	Gesetz über die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte
GCD	Green Claims Directive
GDPR	General Data Protection Regulation
GG	Grundgesetz
GPAI	General purpose AI
GPT	Generative Pre-trained Transformer
GRCh	Charta der Grundrechte der Europäischen Union
GRUR	Deutsche Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
HCI	Human-computer interaction
IR-RL	Industrieimmissionsrichtlinie
IT	Informationstechnik
i.V.m.	in Verbindung mit
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KI	Künstliche Intelligenz
KI-VO	KI-Verordnung (Vorschlag der Kommission)
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
LCE	Life Cycle Engineering
LKSG	Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten zur Vermeidung von Menschenrechtsverletzungen in Lieferketten (Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz)
ML	Machine Learning

MMR	Multimedia und Recht (Zeitschrift)
NAP	Nationaler Zugangspunkt
NGO	Nichtregierungsorganisation
NJOZ	Neue Juristische Online-Zeitschrift
NLP	Natural Language Processing
NVwZ	Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht
OBT	Online Behavioural Targeting
ÖBRL	Öffentlichkeitsbeteiligungsrichtlinie
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Parl-KI-VO	KI-Verordnung (Vorschlag des EU-Parlaments)
PDT	Personal Digital Twin (Persönlicher digitaler Zwilling)
PKW	Personenkraftwagen
ProdSG	Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz)
Rat-KI-VO	KI-Verordnung (Vorschlag des Rates der EU)
REACH-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission
RL	Richtlinie
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
TAB	Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
TAIG	Technical AI Governance
UBA	Umweltbundesamt
UCPD	Unfair Commercial Practices Directive
UGP-RL	Richtlinie 2005/29/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2005 über unlautere Geschäftspraktiken im binnenmarkinternen Geschäftsverkehr zwischen Unternehmen und Verbrauchern und zur Änderung der Richtlinie 84/450/EWG des Rates, der Richtlinien 97/7/EG, 98/27/EG und 2002/65/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 2006/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates (Richtlinie über unlautere Geschäftspraktiken)
UI	User Interface
UIG	Umweltinformationsgesetz des Bundes
UIRL	Umweltinformationsrichtlinie
UN	Vereinte Nationen
UmwRG	Umweltrechtsbehelfsgesetz

UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPg	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UWG	Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb
UX	User Experience
VDuG	Gesetz zur gebündelten Durchsetzung von Verbraucherrechten (Verbraucher-rechtedurchsetzungsgesetz)
VIG	Gesetz zur Verbesserung der gesundheitsbezogenen Verbraucherinformation
VLOP	Very Large Online Platform
WKRL	Richtlinie (EU) 2019/771 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Mai 2019 über bestimmte vertragsrechtliche Aspekte des Warenkaufs, zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/2394 und der Richtlinie 2009/22/EG sowie zur Aufhebung der Richtlinie 1999/44/EG (Warenkauf-Richtlinie)
ZPO	Zivilprozessordnung
ZUR	Zeitschrift für Umweltrecht

Zusammenfassung

Der vorliegende Projektbericht untersucht, wie das bestehende Umweltrecht an die zunehmende Verbreitung algorithmenbasierter Entscheidungssysteme (ADS) und deren absehbare Umweltauswirkungen angepasst werden kann. Angesichts der vielfältigen Einsatzbereiche und der immer deutlicher hervortretenden ökologischen Effekte dieser Systeme entwickelt der Bericht rechtlich fundierte Vorschläge für eine umweltrechtliche Regulierung, die **ADS effektiv an Umweltzielen ausrichtet**.

Nach der einleitenden Erläuterung dieser Fragestellung (Kapitel 1) erarbeitet **Kapitel 2** die Grundlagen für die Analyse und Bewertung umweltrechtlicher Instrumente für die Regulierung von ADS. Die zentrale Funktion des Kapitels besteht darin, eine präzise begriffliche und methodische Basis zu schaffen, die es ermöglicht, die besonderen Herausforderungen und Wirksamkeitsbedingungen einer solchen Regulierung zu erfassen.

Das Kapitel beginnt mit einer Definition des Regulierungsgegenstands: ADS werden in Anlehnung an Wolfgang Hofmann-Riem und andere als **Instrumente einer „Technosteuerung“** verstanden – als technologische Systeme mit dem Zweck, ihre analogen oder digitalen Umwelten im Sinne impliziter oder expliziter Ziele zu beeinflussen. Diese funktionale Betrachtung, die sich auf die sozio-technische Wirkungsweise von ADS konzentriert anstatt primär auf technische Spezifika, erlaubt es, den Fokus auf die rechtlich maßgeblichen Eigenschaften dieser Systeme zu legen, nämlich ihr Potenzial zur gezielten Einflussnahme auf menschliches Verhalten und die natürliche Umwelt. Die begrifflichen Weichenstellungen werden unter anderem in Auseinandersetzung mit der rechtspolitischen Debatte um entsprechende Definitionen der KI-Verordnung entwickelt. Der Bericht bleibt hier beim Begriff „ADS“, stellt aber klar, dass im weiteren Verlauf ein Schwerpunkt der Bearbeitung auf solche Systeme gelegt wird, die auch unter die Definition von „Systemen Künstlicher Intelligenz“ in der KI-Verordnung fallen können.

Im Anschluss daran setzt sich das Kapitel mit in der Forschung entwickelten Maßstäben zur Bewertung potenzieller Auswirkungen des Einsatzes von ADS auseinander. Aufbauend hierauf werden **„Risiko- und Potenzialfaktoren“** rekonstruiert, die abstrakte Charakteristika der Steuerung durch ADS beschreiben. Diese Faktoren sollen helfen, insbesondere **Ausmaß und Gewicht zukünftiger Risiken und Potenziale** zu bewerten, beispielsweise im Hinblick auf zeitliche oder räumliche Dimensionen ihrer Verwirklichung. Ein Alleinstellungsmerkmal des hier entwickelten Ansatzes liegt darin, dass die beschriebenen Faktoren – etwa die Skalierung, Zentralisierung, Persistenz, oder Dynamisierung der Einflussnahme von ADS auf Personen, soziale oder natürliche Zusammenhänge – nicht nur Risiken, sondern auch Potenziale von ADS bewerten helfen sollen. Dies scheint angesichts der begrifflichen Einordnung von ADS als „Technosteuerung“ plausibel: diejenigen Eigenschaften oder typischen Wirkungsweisen solcher Technologien, die für Gewicht und rechtliche Relevanz potenzieller negativer Auswirkungen ausschlaggebend sind, machen unter Umständen – nämlich, wenn die Ausrichtung an umweltrechtlichen Zielen gelingt – auch einen Unterschied im Hinblick auf Gewicht und Relevanz ökologischer Potenziale. Durch diese Weichenstellung wird zudem eine einseitig prohibitive Regulierungsperspektive vermieden und das Erfordernis einer differenzierten Abwägung bei rechtlichen und rechtspolitischen Entscheidungen betont.

Ein weiterer zentraler Strang des Kapitels widmet sich der Auseinandersetzung mit den Ansatzpunkten und Hürden einer regulatorischen Ausrichtung von ADS am Umweltrecht. Hier werden die **Determinanten maschineller Entscheidungen** – also technologiespezifische Faktoren wie Methoden/Modelle, Rechenkapazitäten und Daten – beschrieben, die typischerweise wesentliche Einflussfaktoren für eine Technosteuerung darstellen, sowie die Akteure identifiziert, die diese Einflussfaktoren kontrollieren. Gleichzeitig werden grundlegende Herausforderungen für

die gezielte Einwirkung auf diese Determinanten benannt, etwa die oft beschriebenen Probleme der Opazität und Komplexität von KI-Systemen. Die Klärung dieser Aspekte ist notwendig, um zu verstehen, an welchen Punkten im Lebenszyklus der Systeme eine Regulierung effektiv ansetzen kann und welche Hindernisse hierfür zu erwarten sind.

Diese allgemeinen Aspekte und Eigenschaften von ADS werden sodann auf spezifische Umweltaspekte übertragen. Die beschriebenen Funktionalitäten, Einflussfaktoren, Grenzen und Herausforderungen einer Einflussnahme auf ADS erweisen sich dabei als relevant für das Verständnis und die Analyse absehbarer Umwelteffekte. Das Kapitel beschreibt anhand zahlreicher Beispiele aus der wissenschaftlichen Literatur, in welcher Form Umwelteffekte typischerweise im Zusammenhang mit den Steuerungsfunktionen von ADS auftreten können, etwa bei Anwendungen zur „prädiktiven Instandhaltung“, wo Kosteneinsparungen und Umweltziele in Konflikt geraten können. Das Kapitel verdeutlicht einerseits, dass die zuvor dargestellten Funktionen, Risiko-/Potentialfaktoren und Determinanten algorithmenbasierter „Technosteuerung“ einen Beitrag dazu leisten können, spezifische Umweltwirkungen von ADS in relevanten Anwendungsfeldern abzuschätzen und zu bewerten. Andererseits verweist es darauf, dass die wissenschaftliche Beschreibung und (insbesondere) die Quantifizierung solcher Effekte – trotz eines wachsenden Forschungsstands – noch am Anfang ist.

Im nächsten übergeordneten Abschnitt beleuchtet das Kapitel wichtige normative Implikationen der identifizierten Charakteristika von ADS, insbesondere den **umweltverfassungsrechtlichen Bedarf für eine Regulierung**. Das so verstandene normative Regulierungsproblem zeigt sich primär in – positiven oder negativen – Umwelteffekten von ADS, die verfassungsrechtlich geschützte Rechtsgüter betreffen und somit einen Regulierungsbedarf begründen. Die besonderen Eigenschaften und Wirkfaktoren einer Technosteuerung untermauern und konkretisieren diese Annahme. So wird argumentiert, dass potenzielle umweltschädigende Auswirkungen aufgrund von Pfadabhängigkeiten und Lock-in-Effekten schwer oder gar nicht mehr rückgängig zu machen sein könnten. Dies unterstreicht die Relevanz des Vorsorgeprinzips (Art. 20a GG, Art. 191 Abs. 2 Satz 2 AEUV) im vorliegenden Zusammenhang und die Notwendigkeit einer frühzeitigen Risikosteuerung durch den Gesetzgeber – auch zum Schutz der intertemporalen Dimensionen grundrechtlich geschützter Freiheiten, wie sie das BVerfG in seinem Klimabeschluss thematisiert hat. Ein normativer Regulierungsbedarf gründet sich auch auf weitere Überlegungen, die auf die Betrachtung von ADS als „Technosteuerung“ rekurrieren. Die mit fortschreitender Verbreitung einhergehenden Machtverschiebungen zu privaten Anbietern und/oder Betreibern von ADS verweisen auf die zentrale regulatorische Herausforderung, private Handlungsintentionen am Gemeinwohl auszurichten – eine Aufgabe, die durch algorithmische Eigendynamiken erheblich komplexer wird. Marktdominante Anbieter können aufgrund ihrer gesellschaftlichen Machtposition staatsähnliche Funktionen einnehmen, was wiederum signifikante Eingriffe in ihre Wirtschaftsgrundrechte (Art. 12, Art. 14 GG) im Gemeinwohlinteresse rechtfertigen könnte. Im Ergebnis zeigen die umfangreichen Überlegungen in Kapitel 2.3, dass die staatliche **Gewährleistungsverantwortung**, die **Grundrechte** – insbesondere in ihrer intertemporalen Dimension – wie auch das in Art. 20a GG verankerte **Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzip**, eine **vorsorgliche Lenkung der gemeinwohlrelevanten gesellschaftlichen Prozesse im Zusammenhang mit der Entwicklung und Nutzung von ADS** fordern.

Schließlich setzt Kapitel 2 die methodischen Weichen für die Bewertung umweltrechtlicher Instrumente in den nachfolgenden Kapiteln des vorliegenden Berichts. Es orientiert sich hierfür an Ansätzen einer **Regulierungsfolgenbewertung**, die mit Blick auf die Besonderheiten von ADS angepasst und ergänzt werden. Eine solche analysiert die Fähigkeiten vorhandener oder neuer rechtspolitischer Handlungsoptionen, die durch die Risiken und Potenziale von ADS aufgeworfenen Regulierungsprobleme zu bewältigen. Das hierfür entworfene Bewertungsraster wird – im

Einklang mit der Aufgabenstellung des Forschungsprojekts – ausgehend von den **Anforderungen umweltrechtlicher Instrumente** entwickelt, deren Inhalte als **Regulierungsziele für ADS** rekonstruiert werden. Dieses Vorgehen steht im Einklang mit Bewertungsansätzen, etwa der EU „Better Regulation Toolbox“ und soll insbesondere helfen die „ADS-Fitness“ des Umweltrechts zu bestimmen.

Umweltrechtliche Regulierungsziele erfüllen innerhalb dieser Methodik diverse Funktionen: Sie etablieren explizite, (verfassungs-)rechtlich begründete Bewertungsmaßstäbe, spezifizieren rechtlich intendierte Umweltwirkungen von ADS und ermöglichen die Ableitung konkreter operativer Zielvorgaben für das „Verhalten“ der Systeme. Diese Zielarchitektur bildet die Grundlage für die Analyse der Interventionslogik regulatorischer Maßnahmen im Kontext algorithmischer Entscheidungssysteme.

Für die systematische Bewertung umweltrechtlicher Instrumente in den folgenden Kapiteln skizziert Kapitel 2 eine mehrstufige Vorgehensweise: Zunächst wird ein umweltrechtliches „Verhaltenssoll“ für ADS im Anwendungsbereich des betrachteten Instruments präzisiert, indem dessen regulatorische Wirkmechanismen rekonstruiert werden – es wird also herausgearbeitet, durch welche Durchsetzungs- oder Anreizmechanismen die betrachteten Instrumente das gesetzlich geforderte Verhalten bei ihren Adressaten erreichen sollen. Im zweiten Schritt wird die „Passung“ dieser Wirkmechanismen auf ADS-spezifische Umwelteffekte und ihre Ursachen untersucht. Hierfür sind plausible Szenarien für normabweichendes (Entscheidungs-)Verhalten von ADS zu entwickeln. Dieses von Regulierungszielen abweichende „Ist-Verhalten“ der Systeme kann durch verschiedene Faktoren bedingt sein: Als Ursachen hierfür kommen, wie zuvor beschrieben, unterschiedliche Determinanten maschineller Entscheidungen, wie Data-Biases, Inkompatibilitäten zwischen menschlichen und maschinellen Anreizstrukturen, technologische Limitationen (Opazität, Verantwortungsdiffusion) sowie strukturelle Rahmenbedingungen in Betracht. Aus dem Delta zwischen normativem Soll und antizipiertem Ist-Verhalten sollen schließlich konkrete regulatorische Hebelpunkte für die effektivere umweltrechtliche Ausrichtung von ADS abgeleitet werden.

Kapitel 3 untersucht, inwieweit und in welcher Weise eine Daten-Governance als ein Instrument des Umweltrechts zur (maschinellen) Verhaltenssteuerung eingesetzt werden kann. Diese Forschungsfrage ist aufgrund der unter 2.1.4.1 dargestellten Bedeutung von Daten als Ressource und Fehlerquelle (s.a. 2.2.3) algorithmenbasierter Entscheidungen plausibel: ADS benötigen große Mengen an Daten für Training, Betrieb und Optimierung. Fehlerhafte oder lückenhafte Daten können zu falschen Prognosen, Diagnosen oder zu schädlichen maschinellen Entscheidungen führen. Es liegt daher nahe, solche Instrumente in den Blick zu nehmen, durch die das Umweltrecht demgemäß auf datenspezifische Einflussfaktoren im Lebenszyklus von ADS einwirken kann, das ökologisch adäquate (Entscheidungs-)Verhalten der Systeme gefördert wird.

Daten-Governance wird abstrakt definiert als die Gesamtheit der Regeln, Prinzipien, Standards, Qualitätskriterien, Ziele, Indikatoren, Verfahren und Verantwortlichkeiten, nach denen sich die Erhebung, das Teilen und die Nutzung von Daten bestimmen. Bei der weiteren Ausdifferenzierung dieser begrifflichen Frage betont die Untersuchung, dass rechtliche, wie auch technische Fragen auf allen Ebenen der Datenwertschöpfungskette eine entscheidende Rolle für den Zugang und die Nutzung von Daten spielen. Daher wird ein umfassendes Verständnis von Daten-Governance befürwortet, das neben technischen und organisatorischen auch rechtliche Dimensionen berücksichtigt. Wesentliche Funktionen einer Daten-Governance umfassen das Management von Datenqualität und die – häufig als Element der Datenqualität betrachtete – Compliance mit datenrechtlichen Vorgaben. Auch die Datenqualität wird nicht nur durch technische Eigenschaften und funktionale Notwendigkeiten bestimmt, sondern zunehmend auch durch ethische Maßstäbe und rechtliche Vorgaben für die Erhebung und Nutzung von Daten.

Die Begriffsklärung beleuchtet sodann verschiedene Akteure und Funktionen einer Daten-Governance, wobei ältere Definitionen primär auf ein intraorganisatorisches Management von Daten fokussierten. Ein solches betrachtet den Umgang mit Daten als „asset“ einer Organisation und zielt auf die Maximierung deren Werts und die Minderung datenspezifischer Risiken für die betreffende Organisation ab. Wichtige Akteursrollen sind auf die Bedarfe einer solchen „intra-organisatorischen“ Daten-Governance zugeschnitten. Neuere Ansätze betonen demgegenüber die interorganisatorischen Dimensionen einer Daten-Governance, also den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Organisationen und die Vorteile der gemeinsamen Nutzung zwischen verschiedenen Akteuren. Die KI-Verordnung übernimmt zwar einen intraorganisatorischen Governance-Begriff im Hinblick auf das Risikomanagement von KI-Systemen – fokussiert also nicht den Austausch von Daten oder die gemeinsame Nutzung –, erweitert die Betrachtung der Risiken aber um externe Risiken für Dritte und die Gesellschaft.

Die Frage, durch wen und nach welchen Anreizen über die Erhebung, das Teilen und die Zwecke der Nutzung von Daten entschieden wird, ist von zentraler Bedeutung für die Ausrichtung von ADS. Unterschiedliche Akteurskonstellationen und Rollenverständnisse einer Daten-Governance haben unterschiedliche, v.a. auch ökonomische Implikationen, die sich auf diese Frage auswirken. Die Untersuchung analysiert vier idealtypische Modelle oder Regulierungstypen einer Daten-Governance, um solche Unterschiede zu verdeutlichen. Idealtypen sind keine Abbilder der Realität, sondern heuristische Reinformen, die unterschiedliche Steuerungslogiken sichtbar machen. Durch ihre Zuspitzung ermöglichen die Idealtypen, Rollenmodelle, Anreize, technische und organisatorische Umsetzungsformen systematisch zu vergleichen. Damit wird es auch möglich „Realtypen“ im geltenden Recht hinsichtlich ihrer erwartbaren Wirkungen zu bewerten

- **Intraorganisatorische Daten-Governance als Element risikobasierter Selbstregulierung:** Dieser Typus (am Beispiel der KI-VO) definiert bestimmte Qualitätskriterien für Trainings-, Validierungs- und Testdatensätze und schafft datenbezogene Pflichten, die die Berücksichtigung dieser Kriterien definieren. Dieser Regulierungstypus zielt auf eine gesteigerte Aufmerksamkeit und ein vorsorgliches Verhalten im Hinblick auf datenspezifische Risiken. Dies soll durch staatliche Organisationsvorgaben für die Betreiber und ggf. auch Anwender von risikoträchtigen KI-Systemen bewirkt werden, wobei erhebliche Entscheidungsspielräume zur Konkretisierung und Umsetzung der Vorgaben bei diesen privaten Akteuren liegen. Die KI-VO fordert die Einrichtung von Verfahren, die sicherstellen sollen, dass die genutzten Datenbestände für die Zwecke der zu schaffenden Anwendung geeignet sind, etwa deren Untersuchung auf möglicherweise schädliche Verzerrungen, oder die Identifikation von Datenlücken. Solche Pflichten beziehen sich auf Problemkonstellationen, die – wie die Szenarien umweltschädlicher Anwendungsfälle für ADS zeigen – auch in den Anwendungsbereichen des Umweltrechts relevant sein können (s. Kapitel 2.2). Vergleichbare Regelungen scheinen damit grundsätzlich geeignet auch für die Regulierung umweltbezogener Risiken jenseits des eigentlichen Anwendungsbereichs der Verordnung.
- **Allokation von Daten durch Datenmärkte:** Dieser Ansatz behandelt Daten als handelbare Güter oder Leistungen. Er hat konkrete Folgen für die Anreizkonfiguration und das Rollenmodell einer Daten-Governance: So liegt die Entscheidung darüber, welche Akteure welche Daten für welche Zwecke nutzen können, nach diesem Modell bei den Dateninhabern bzw. den Trägern datenbezogener Verwertungsrechte. Ökonomische Anreize zur Datenverwertung sollen deren Bereitschaft zum Teilen von Daten fördern. Wer datengetriebene Innovationen entwickeln will, soll sich auf Datenmärkten mit den hierfür notwendigen Daten versorgen können. Datenmärkte haben also absehbar Auswirkungen auf die verfügbaren Daten und auf die über deren Einsatz und Qualität entscheidenden Akteure: Wenn Dateninhaber ihre Daten

gewinnbringend verkaufen wollen, wird typischerweise die Nachfrage – letztlich die zahlungskräftigsten Käufer – darüber bestimmen, wofür die Daten verwendet werden. Die Datenqualität richtet sich an deren spezifischen Bedürfnissen aus. Rechte Dritter werden unter solchen Anreizstrukturen als Transaktionshindernisse betrachtet. Allgemeinwohlinteressen spielen tendenziell eine nachrangige Rolle.

- ▶ Daten als rechtlich allokierte „Infrastruktur“ für evidenzbasierte Entscheidungen und technologische Innovationen (Datenteilungspflichten, Open Data): Hier werden Daten als öffentliche Güter oder Investitionsgüter betrachtet, deren breite Nutzungsmöglichkeiten durch Datenteilungspflichten, Zugangs- und Nutzungsrechte zu öffentlich oder privat gehaltenen Daten gefördert werden sollen. Entscheidungen über Nutzern und Nutzungszwecke sollen idealiter dezentral erfolgen, Maßstäbe für die Datenqualität sind – im Idealtyp – tendenziell nachrangig. De lege lata können aber datenbezogene Rechte dem ungehinderten Teilen von Daten entgegenstehen, Regelungen zu zulässigen Nutzungszwecken und Datenqualitätsstandards spielen eine relevante Rolle.
- ▶ Partizipative/ altruistische Daten-Governance: Der vierte Ansatz betrachtet Daten als „demokratisches Medium“ und grenzt sich von rein ökonomischen Verwertungsmodellen ab. Dieser Ansatz geht davon aus, dass Datenanalysen sowohl Einzelpersonen als auch die Allgemeinheit betreffen können, auch wenn keine personenbezogenen Daten verwendet werden, da Datennutzungen oft auf aggregierten Bevölkerungsdaten basieren. Anstatt Datenrechte als individuelle Verfügungsrechte zu verstehen, werden sie als politische Gestaltungsrechte konzipiert, bei denen Bürger aus altruistischen oder politischen Motiven über die Ziele der Datennutzung mitentscheiden sollen. Da einzelne Bürger diese komplexen Entscheidungen nicht allein treffen können, sind vermittelnde Organisationen (Intermediäre) erforderlich, die partizipative Verfahren organisieren, die gemeinsamen Interessen der Betroffenen artikulieren und Zielkonflikte bei der Datennutzung moderieren. Als „realtypische“ Umsetzung führt das Kapitel datenaltruistische Organisationen nach dem Data Governance Act an, die einen rechtlichen Rahmen für die gemeinwohlorientierte Nutzung von Daten schaffen und durch Vertrauensbildung dazu beitragen sollen, dass Daten für Zwecke wie die Gesundheitsversorgung, den Klimaschutz oder die wissenschaftliche Forschung bereitgestellt werden.

Aufbauend auf diesen Überlegungen werden drei allgemeine Regulierungsziele einer umweltrechtlichen Daten-Governance umrissen:

- ▶ Verbesserung der Verfügbarkeit und Weiternutzung von Daten im Sinne umweltrechtlicher Ziele: Es sollten organisatorische, technische und rechtsförmige Mechanismen geschaffen werden, die die Produktion und den interorganisatorischen Austausch von Daten ermöglichen, insbesondere ausgerichtet an den Bedarfen von Anwendungen, die mit umweltrechtlichen Regulierungszielen im Einklang stehen.
- ▶ Kanalisierung von Datenflüssen im Sinne umweltrechtlicher Regulierungsziele: Datenflüsse sollten so allokiert werden, dass der Datenzugang und die Weiterverwendung für umweltrechtlich wünschenswerte Anwendungen priorisiert und ein hinreichender Datenzugang für öffentliche und andere gemeinwohlorientierte Akteure sichergestellt wird.
- ▶ Sicherstellung der Datenqualität für die Ausrichtung von ADS an umweltrechtlichen Zielen: Datenqualitätsstandards sollten gewährleisten, dass Nachhaltigkeitsaspekte, wie ökologische Risiken und Potenziale datengetriebener Anwendungen hinreichend durch die verwendeten Daten repräsentiert werden. Dies kann durch verbindlich geregelte Qualitätskriterien wie in der KI-VO erfolgen, aber auch bedeuten, dass Anreize für die Erhebung und das Teilen ökologisch relevanter Daten entsprechend konfiguriert werden

Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass eine umweltrechtliche Daten-Governance de lege lata unter hochgradig hybriden Rahmenbedingungen operiert, da je nach Datentyp und -

provenienz unterschiedliche Rechte, Akteursrollen und Anreizmechanismen bestehen. Dies stellt Herausforderungen an die hinreichende Datenversorgung, die Kanalisierung von Datenflüssen und die Schaffung ökologischer Qualitätsmaßstäbe. Die Frage, durch wen und nach welchen Anreizen über die Datennutzung entschieden wird, ist entscheidend für die Ausrichtung an Umweltzielen.

Die Handlungsempfehlungen für eine umweltrechtliche Daten-Governance folgen einem zweigleisigen Ansatz. Kurzfristig können bereits bestehende Datenrechte strategisch für Umweltzwecke eingesetzt werden: Das neue Recht der Gerätenutzer nach Art. 5 Data Act ermöglicht es z.B. Kommunen, von Herstellern Daten aus vernetzten Geräten (z.B. ÖPNV-Fahrzeugen) anzufordern, während altruistisch motivierte Verbraucher ihre Rechte für nachhaltige Zwecke einsetzen können. Öffentliche Stellen könnten zudem durch differenzierte Bepreisungsmodelle für ihre Daten Anreize schaffen und über "Gegenseitigkeitsvereinbarungen" den Austausch hochwertiger Daten für ökologische Zwecke fördern. Datentreuhänder als spezialisierte Intermediäre können dabei Vertrauen schaffen und bei Zielkonflikten vermitteln.

Langfristig bedarf es jedoch spezifischer gesetzlicher Regelungen. Umweltrechtliche Vorschriften sollten konkrete Datenqualitätskriterien für KI-Anwendungen in ihrem Anwendungsbereich definieren – Kriterien oder Metriken zur Eignung von Daten („fitness for use“) für das Training von ADS in umweltrechtlich relevanten Bereichen wäre dann an den gesetzlichen Regelungszwecken auszurichten wäre. Gesetze sollten die verpflichtende Beteiligung unabhängiger Expertinnen und Experten bei der Entwicklung solcher Standards vorsehen, die dynamisch an technische Entwicklungen angepasst werden können. Ordnungsrechtliche Vorgaben und ökonomische Anreize durch Regulierung sind bei alldem kein Gegensatz: So können Datenteilungspflichten oder Transparenzpflichten (z.B. im Bereich der Corporate Social Responsibility) eine Nachfrage nach entsprechenden Daten auf Datenmärkten schaffen.

Kapitel 4 analysiert fünf Regulierungsansätze für ADS im Hinblick darauf, welche Beiträge sie dazu leisten können, Umwelt- und Klimaschutzziele zu verwirklichen. Die Darstellung orientiert sich an den umweltrechtlichen Regulierungszielen aus Abschnitt 2.4. und damit an den folgenden Leitfragen:

1. Inwieweit erfasst der bereits bestehende Rechtsrahmen im jeweiligen Handlungsfeld die in plausibler Weise zu erwartenden Auswirkungen von ADS auf Umwelt, einschließlich des Klimas?
2. Inwieweit ergeben sich aus den Befunden zu den beiden vorgenannten Fragen Regelungslücken zum Schutz von Umwelt- und Klimaschutz bei ADS?
3. Welche Regelungsansätze innerhalb der sektoralen und funktionalen Logik im Handlungsfeld kommen in Betracht, diese Lücken zukünftig zu schließen?

Die Analyse soll Bausteine Elemente für ein effektives umweltrechtliches Regulierungskonzept für ADS erarbeiten.

Die Analyse der **Vorgaben für ADS im öffentlich-rechtlichen Umweltrecht (Kapitel 4.1.)** zeigt, dass bestehende umweltrechtliche Regelwerke bislang ADS *als solche* nicht adressieren; als expliziter Regelungsgegenstand befinden sich ADS also in den „blinden Flecken“ des Umweltrechts (Abschnitt 4.1.1). Sie können aber in öffentlich-rechtlich regulierten Regelungsgegenständen zum Einsatz kommen. Schon nach geltendem Recht ist der Antragsteller im Genehmigungsverfahren (oder später im laufenden Anlagenbetrieb im Rahmen der Anlagenüberwachung nach §§ 52 f. BImSchG) verpflichtet, gegenüber der Behörde oder von ihr beauftragten Sachverständigen die für den Anlagenbetrieb maßgeblichen Steuerungsparameter offenzulegen. Hier besteht eine Analogie zur Steuerung der Abgasminderungsssysteme im Rahmen der Typenzulassung für

Kraftfahrzeuge. Festzuhalten ist insoweit, dass die jeweiligen gesetzlichen Grundpflichten grundsätzlich auch einen ADS-unterstützten technischen Betrieb erfassen.

Die eigentliche Herausforderung besteht daher – sowohl im Industriebauanlagenrecht als auch in der Typzulassung für Kraftfahrzeuge – darin, die rechtlichen Vorgaben in den Vollzugsalltag zu integrieren: In beiden Rechtsgebieten fehlt es bislang allerdings an untergesetzlicher Konkretisierung und Operationalisierung. Solange das Regelwerk diese Lücke nicht schließt, ist nicht zu erwarten, dass die Adressaten ihr Handeln von sich aus an dem in den Grundpflichten geforderten Verhaltens-Soll ausrichten. Dies gilt sowohl für Akteure in der Industrie als auch bei den Vollzugsbehörden.

Für die Frage, wie sich neue indirekte Umwelteffekte infolge der ADS-Anwendung regulatorisch bewältigen lassen (Abschnitt 4.1.2), fehlt es bislang weitgehend an belastbaren Informationen dazu, wo solche Effekte auftreten können und inwieweit sie sich dem Verantwortungsbereich der jeweiligen Anbieter und Betreiber zurechnen lassen, weil die Effekte für die adressierten Personen vorhersehbar und beeinflussbar sind. Daher sind zunächst kontextuelle Instrumente im Sinne von Regulierungsziel 4 zu etablieren: Besonders relevant sind in diesem Zusammenhang Vorgaben, die auf eine anwendungsbegleitende Beobachtung setzen. Zusätzlich bietet es sich an, Ansätze auf der Meso-Ebene zu etablieren, um so auch einen (fach-)öffentlichen Diskurs und entsprechende technische, organisationale und regulative Lernprozesse zu ermöglichen.

Direkte Umwelteffekte aus dem Einsatz von ADS sind bislang nur punktuell geregelt (Abschnitt 4.1.3). Dies gilt vor allem für die Rechenzentren, die die energieintensive IT-Infrastruktur beherbergen, was zu immensen Mengen an Abwärme führt. Eine auf diese Problemlage abzielende Regulierung, mit dem Ziel „klimaneutraler Rechenzentren“ findet sich seit November 2023 in den §§ 11 ff. EnEfG. Es ist davon auszugehen, dass neu errichtete Rechenzentren diese Vorgaben im Sinne von Regulierungsziel 3 einhalten. Bei bereits vorhandenen Rechenzentren fehlt es in der Regel an Möglichkeiten, die anfallende Wärme sinnvoll an anderer Stelle – etwa in einem lokalen Wärmenetz – zu nutzen. Hier scheitert eine Minderung direkter Umwelteffekte dann an den tatsächlichen Gegebenheiten, was sich allenfalls im Rahmen einer kommunalen Wärmeleitplanung angehen ließe.

Will man Regulierungsziele „zweiten Grades“ bzw. intermediäre Ziele erreichen, kommen Anknüpfungspunkte im UVP-Recht, in der REACH-Verordnung sowie in den Governance-Strukturen der KI-Verordnung in Betracht (Abschnitt 4.1.4). In diesen auf außergewöhnlich komplexe, hochgradig dynamische und intransparente Regelungsgegenstände zugeschnittenen Regelwerken finden sich instrumentelle Ansätze, die sich für die Einhegung der Umweltwirkungen von ADS fruchtbar machen lassen. Diese Instrumente können materieller, prozeduraler oder organisationaler Natur sein.

Im Hinblick auf das UVP-Recht bietet es sich an, weitere Überlegungen dazu anzustellen, wie sich durch methodische Erweiterungen eine vorausschauende Umweltfolgenprüfung für ADS etablieren ließe. Der REACH-Verordnung lassen sich Anregungen entnehmen, wie sich das Problem der Ungewissheit über die Umweltfolgen („toxic ignorance“) durch Vorgaben zur Gewinnung, Dokumentation und Bewertung entsprechender Informationen angehen und einen „inclusive governance“-Rahmen einordnen lässt, um daran angelehnt die „ADS ignorance“ im Hinblick auf Wirkungszusammenhänge und ihre möglichen Umweltwirkungen in Angriff zu nehmen.

Die KI-Verordnung lässt bislang Umweltaspekte weitgehend außer Betracht. Sie stellt daher kein adäquates Instrumentarium bereit, um Umweltwirkungen zu adressieren. Immerhin lassen sich Organe und Einrichtungen, die die KI-Verordnung etabliert, als eine Governance-Struktur verstehen, die es grundsätzlich erlaubt, auch Umweltaspekte in das im Entstehen begriffene untergesetzliche Regelwerk einzubringen.

Die im Rahmen der Analyse identifizierten Lücken fasst abschließend Abschnitt 4.1.5 zusammen. In der Gesamtschau zeigt die Analyse, dass das ADS-spezifische Technikrecht Umweltaspekte weitgehend unberücksichtigt lässt. Die daraus resultierende Regelungslücke vermag das Umweltrecht aufgrund seiner „technologiespezifischen Blind Spots“ bislang nicht zu kompensieren.

In materiell-rechtlicher Perspektive lassen sich in Anlehnung an das bestehende Umweltrecht problemadäquate generelle Grundpflichten formulieren, die aber einer untergesetzlichen Ausfüllung bedürften, wozu es bislang aber an passenden Governance-Mechanismen mangelt. Es ist daher zu befürchten, dass negative Umweltfolgen von ADS unerkannt und ADS-unterstützte Umweltentlastungspotentiale ungenutzt bleiben. Zu konstatieren ist somit eine „Umweltblindheit“ des KI-Rechts (auf materieller Ebene) und eine „KI-Blindheit“ des Umweltrechts (vor allem auf Governance-Ebene). Daraus resultiert ein doppelter Ergänzungsbedarf:

Im eigentlichen Umweltrecht braucht es technikspezifische Lern-, Um- und Durchsetzungsmechanismen (einer „Technik-Governance“). Komplementär ist das Technikrecht umweltorientiert auszurichten; etwa in Gestalt technikspezifischer Verfahren zur Abschätzung möglicher Umweltfolgen.

Den damit identifizierten Ergänzungsbedarf, sowie die hierfür herausgearbeiteten Handlungsansätze greift dann – unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den folgenden Abschnitten – die Synthese in Kapitel 6 auf.

Das Kapitel 4.2 analysiert die rechtlichen Rahmenbedingungen für umweltbezogenes Nudging. Im Fokus steht dabei das „Hypernudging“ – die Verbindung klassischer Nudging-Techniken mit ADS, das durch Skalierbarkeit und Personalisierung neue Dimensionen effektiver Verhaltensbeeinflussung eröffnet. Nudging wird als subtiles – in seiner Wirksamkeit häufig unterschätztes – Lenkungsinstrument verstanden, das Verhalten beeinflusst, ohne auf klassische Verbote oder Gebote zurückzugreifen. ADS-gestütztes „Hypernudging“ ermöglicht durch die datengetriebene Analyse und Instrumentalisierung individueller Persönlichkeitszüge und Präferenzen neue Beeinflussungstechniken mit hoher Umweltrelevanz – etwa durch dynamische und individuell angepasste Platzierung umweltschädlicher Konsumangebote oder durch Empfehlungssysteme, die zu ressourcenintensivem Verhalten anregen.

Die rechtliche Analyse bestehender Regulierungsrahmen zeigt erhebliche Lücken im Hinblick auf das damit umrissene Regulierungsproblem auf. Digitalpolitische Instrumente wie die Digitale Dienste Verordnung (Digital Services Act – DSA), die Verordnung über Künstliche Intelligenz (KI-VO) und der Data Act adressieren Umweltaspekte nur als Reflex. Trotz Ansätzen wie Art. 25 DSA zur Eindämmung manipulativer Dark Patterns oder dem Verbot manipulativer Praktiken in Art. 5 Abs. 1 a) KI-VO werden neuartige Beeinflussungsformen wie Hyper-Nudging oder Manipulationen durch persuasive Sprachassistenten gerade in ihren ökologischen Bezügen nur unzureichend erfasst. Auch datenschutz- und lauterkeitsrechtliche Regelungen bieten nur begrenzte Anknüpfungspunkte für die Regulierung der Umwelteffekte von Nudging und Dark Patterns.

Nachdem die Untersuchung den regulatorischen Rahmen *de lege lata* für potenziell schädliches Hyper-Nudging durch Private beleuchtet hat, richtet sich der Blick auf die Rahmenbedingungen für den staatlichen Einsatz von Hyper-Nudging. Hierfür ist zu klären, unter welchen Bedingungen solche Maßnahmen in Grundrechte eingreifen – und damit auch, ob sie einer gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage bedürfen oder als „informelles Verwaltungshandeln“ auch ohne eine solche möglich sind. Die Steuerungswirkung durch ADS-gestütztes Nudging kann maßgeblich die Entscheidungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) beeinträchtigen. Unter Umständen ist auch das allgemeine Persönlichkeitsrecht (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 Abs. 1 GG) eröffnet. Bereits die Konfrontation mit Nudges kann die negative Informationsfreiheit und das „Recht auf Nichtwissen“ berühren, während das Recht auf Nichtbefassung bei „Sustainability by Default“ oder „Prompted

Choice“ betroffen ist, die Individuen zur Auseinandersetzung zwingen. In Abhängigkeit vom Schutzbereich derjenigen Freiheitsrechte, die auch die „äußerliche“ Willensbetätigung vor staatlicher Einflussnahme schützen, können auch speziellere Freiheitsverbürgungen betroffen sein, etwa die Meinungsfreiheit (Art. 5 Abs. 1 S. 2 GG), die Versammlungsfreiheit (Art. 8 Abs. 1 GG), oder – typischerweise bei vielen alltäglichen umweltrelevanten Entscheidungen: die allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG).

Die Frage der Eingriffsqualität von staatlichem Hyper-Nudging ist umstritten. Während rein sachliche und zutreffende Informationen nach einer Ansicht keinen Eingriff darstellen, liegt ein Eingriff nahe, wenn eine "gewisse Intensitätsschwelle" überschritten wird, etwa durch besonders suggestive Mittel oder eine hohe Frequenz der Konfrontation mit entsprechenden Maßnahmen. Die jüngere Literatur lehnt eine generelle „Intensitätsschwelle“ teilweise ab und befürwortet, dass jegliche *Steuerungswirkung* zu einem Eingriff führt. Die vorliegende Untersuchung befürwortet mit Blick auf die besonderen Eigenschaften von ADS einen differenzierten Eingriffsmaßstab, der den spezifischen Eigenschaften der Technosteuerung (s.o. 2.1.2) gerecht wird. Deren Spezifika wie Automatisierung, Personalisierung, Adaptivität, Ubiquität und die Erzeugung struktureller Abhängigkeiten können die Steuerungsintensität erheblich verstärken. Selbst scheinbar neutrale Maßnahmen können unter diesen Bedingungen eine starke Steuerungswirkung entfalten. Ein Grundrechtseingriff liegt danach nahe, wenn die staatliche Maßnahme gerade aufgrund solcher Spezifika eine erhebliche nachteilige Beeinträchtigung der Willensentschlussfreiheit oder anderer Grundrechte bewirkt. Transparenz und die Möglichkeit der Nutzer, die Steuerung zu kontrollieren und zu modifizieren, können die Eingriffsintensität mindern.

§ 10 des Umweltinformationsgesetzes (UIG) kann eine Rechtsgrundlage für ADS-gestütztes umweltbezogenes Nudging bieten, solange dieses primär informationsvermittelnd bleibt. Die Norm verpflichtet Behörden zu einer „aktiven und systematischen“ Unterrichtung der Öffentlichkeit und fordert eine „verständliche Darstellung und leicht zugängliche Formate“, was Techniken zur Förderung des Verstehens legitimiert. Personalisierte informationelle Nudges sind unter § 10 UIG zwar grundsätzlich zulässig, sind allerdings gemäß § 9 UIG rechtlichen Grenzen unterworfen. Bei der rechtlichen Bewertung ggf. einzusetzender informationeller Nudges sollten Behörden den Schweregrad der Persuasion, die Einseitigkeit und mögliche Verkürzungen der Argumentation sowie ihr Auftreten mit staatlicher Autorität berücksichtigen. Nudges im Rahmen des § 10 UIG könnten vor diesem Hintergrund als rechtlich zulässig zu beurteilen sein, sofern sie den Hauptzweck des UIG, nämlich die Sensibilisierung und Information der Öffentlichkeit in Bezug auf Umweltbelange, unterstützen und fördern. Solche Nudges sollten darauf abzielen, das Bewusstsein für ökologische Fragen zu schärfen, die Verständlichkeit und Zugänglichkeit von Umweltinformationen zu erhöhen. Zulässig können Techniken sein, die das Verstehen und die Aufmerksamkeit fördern, unzulässig sind dagegen solche, die über Informationsvermittlung hinaus direkt verhaltenssteuernd wirken. Maßnahmen, die Verhalten durch die Architektur der Entscheidungssituation selbst steuern sollen, nicht über den „Umweg“ besserer Information oder Bewusstseinsbildung, sind also nicht aufgrund von § 10 UIG zulässig.

Ökologische Standardvorgaben wie „Sustainability by Default“ fallen also nicht unter § 10 UIG und bedürfen bei entsprechender Eingriffsintensität einer eigenen gesetzlichen Ermächtigungsbasis. Diese weisen grundsätzlich eine höhere Eingriffsintensität auf, da sie den „Status-quo-Bias“ nutzen und oft als normativ wahrgenommen werden. Die Eingriffsqualität ist differenziert zu beurteilen: Kein Eingriff liegt typischerweise vor, wenn eine Voreinstellung mit bestehenden Erwartungen und dem „durch die Rechtsordnung geprägten Normalfall“ übereinstimmt und zugleich modifikationsoffen und transparent ausgestaltet ist. Die Nutzerautonomie durch

einfache, nachvollziehbare und wirksame Abweichungsmöglichkeiten ist entscheidend für die Frage, ob ein Eingriff vorliegt.

Die Analyse de lege ferenda identifiziert zwei übergeordnete Regulierungsziele: die Eindämmung privater, umweltschädlicher Nudging-Praktiken und die rechtssichere Ermöglichung staatlichen, umweltförderlichen Nudgings. Für unmittelbares staatliches Nudging werden verfassungsrechtliche Argumente für neue gesetzlichen Regelungen für intensivere Nudging-Instrumente angeführt, da die ökologische Transformation eine Neuausrichtung individueller Verhaltensweisen erfordern kann. Der Klimabeschluss des Bundesverfassungsgerichts stellt klar, dass heutige Freiheit dort an Grenzen stoßen kann, wo sie die Freiheitsausübung künftiger Generationen unverhältnismäßig beschränkt. Dies kann „steuerungsintensive Instrumente“ rechtfertigen, die mit Blick auf Nudging bislang noch nicht eingesetzt werden. Rechtliche Regelungen bedürften einer sorgfältigen Verhältnismäßigkeitsprüfung, die nicht nur die Eingriffsintensität gegenüber ihren gegenwärtigen Adressaten, sondern auch das verfassungsrechtlich geschützte Interesse zukünftiger Generationen berücksichtigt. Staatliche Nudges müssten sich zudem durch erhöhte Transparenz auszeichnen, indem die Steuerungsziele erkennbar kommuniziert werden.

Beim mittelbaren staatlichen Nudging entfaltet sich ein komplexes grundrechtliches Spannungsfeld. Der Staat greift als Regulierer in privatwirtschaftliche Entscheidungssysteme ein, um deren Entscheidungsarchitekturen an ökologischen Zielen auszurichten und negative ökologische Externalitäten zu adressieren. Hierbei sind drei Grundrechtsdimensionen betroffen: Die Unternehmensfreiheit (Art. 12 GG) der regulierten Akteure, die Entscheidungsautonomie (Art. 2 Abs. 1 GG sowie ggf. andere betroffene Grundrechte) der Nutzer – wobei eine Regulierung sowohl eine Schutzpflicht gegenüber „Dark Patterns“ erfüllen, als auch die Entscheidungsautonomie der Nutzer berührt – und die intertemporalen Dimensionen der durch umweltschädliches Verhalten beeinträchtigten Grundrechte, die den Staat insbesondere zur Vorsorge gegenüber „Carbon Lock-ins“ verpflichten. Die Lösung dieser komplexen Spannungslage liegt in der Herstellung „praktischer Konkordanz“. Diese beschreibt ein den Gesetzgeber verpflichtendes grundrechtliches Optimierungsgebot, die verschiedenen Grundrechtspositionen so aufeinander zu beziehen, dass sie sich jeweils möglichst weitgehend entfalten können. Die intertemporale Dimension der Konkordanzbildung verbietet es dem Gesetzgeber, gegenwärtige Handlungsfreiheiten auf Kosten künftiger Freiheitsräume zu priorisieren. Vielmehr ist dieser gehalten, schonend einzugreifen, um etwa durch ADS stabilisierte Routinen-Biases zu verhindern. Entsprechende Eingriffe wie etwa transparente und reversible umweltfreundliche Voreinstellungen hätten die gegenwärtige Autonomie der Nutzer zu wahren und gleichzeitig präventiv für intertemporale Freiheitsdimensionen zu wirken.

Das Kapitel 4.3 befasst sich mit Informations-, Beteiligungs- und Klagerechten im Kontext der umweltrechtlichen Regulierung algorithmischer Entscheidungssysteme. Die Analyse untersucht zunächst grundlegende Steuerungspotenziale dieser hier so bezeichneten Aarhus-Rechte, identifiziert dann die bestehenden Regelungslücken hinsichtlich ADS und entwickelt schließlich Lösungsvorschläge zur Schließung dieser Lücken.

Die drei Säulen der Aarhus-Konvention – Zugang zu Umweltinformationen, Öffentlichkeitsbeteiligung und Zugang zu gerichtlicher Überprüfung – bieten theoretisch beachtliche Governance-Potenziale für die Adressierung ökologischer Risiken und Potenziale von ADS.

Rechte auf Informationszugang ermöglichen es unter Einbindung der Öffentlichkeit und Umweltverbänden, Informationsasymmetrien zwischen Wirtschaftsunternehmen, staatlichen Akteuren und Zivilgesellschaft abzubauen. Dadurch können schädliche Praktiken identifiziert und Anreizstrukturen für umweltverträglicheres Handeln geschaffen, Wissenslücken zu Umweltwir-

kungen geschlossen und komplementäre Erkenntnisse über komplexe und/oder diffuse Verursachungszusammenhänge geschaffen werden. Beteiligungsrechte helfen, auch ökologische Gesichtspunkte in Entscheidungsprozesse zu integrieren. Die gerichtliche Überprüfung staatlichen Handelns und unternehmerischer Praktiken kann schließlich zur Überwindung von Vollzugsdefiziten beitragen, insbesondere bei diffusen Umweltschäden und hinsichtlich der Interessen künftiger Generationen – Konstellationen, in denen individuelle Klagen regelmäßig an prozessualen Hürden scheitern.

In ihrer Gesamtheit bilden die drei Säulen kohärente Elemente einer „lernenden“ Umwelt-Governance. De lege lata lassen sich die Regulierungspotenziale dieser Rechte im ADS-Kontext allerdings bestenfalls in Ansätzen verwirklichen. So existieren nur sehr bedingt Zugangsrechte zu umweltrelevanten Daten und Modellen von ADS-Anbieter. Die in der KI-Verordnung normierten Transparenzpflichten fokussieren primär auf Hochrisiko-KI-Systeme und „Systeme mit allgemeinem Verwendungszweck“, für deren Einordnung Umweltrisiken praktisch keine Rolle spielen. Umweltrelevante Parameter wie der kontextabhängige Energieverbrauch unterliegen keiner Offenlegungspflicht. Die Komplexität von ADS sowie geschützte Interessen wie der Schutz von datenbezogenen Geschäftsgeheimnissen stellen faktische und normative Hindernisse für die Ausübung von Zugangsrechten dar. Im Bereich der Öffentlichkeitsbeteiligung ist zu konstatieren, dass die etablierten Instrumente der Umweltverträglichkeitsprüfung konzeptionell auf physische Vorhaben ausgerichtet sind und sich für immaterielle, softwarebasierte Systeme kaum als anwendbar erweisen dürften. Die Komplexität indirekter Umwelteffekte (s.o. 2.2) stellt signifikante Hindernisse für eine effektive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern und Verbänden dar, da für eine solche ein fundiertes technisches Verständnis erforderlich ist, das häufig (noch) nicht vorliegt. Auch hinsichtlich des Zugangs zu Gericht ist festzustellen, dass die praktische Wirksamkeit der Umweltverbandsklage im ADS-Kontext erheblichen Limitationen unterworfen ist. Komplexität und mangelnde Transparenz von ADS erschweren den Nachweis umweltrechtlicher Verstöße. Umweltverbände verfügen häufig über unzureichende Expertise und Ressourcen im Bereich der Digitalisierung, um komplexe Rechtsstreitigkeiten gegen finanzstarke Anbieter von ADS effektiv führen zu können.

Das Kapitel skizziert schließlich eine Reihe möglicher Anpassungen der betrachteten Instrumente, die zur Minderung der identifizierten Defizite beitragen könnten.

So wird die Etablierung eines Transparenzregisters für ADS erwogen, das die Offenlegung grundlegender Informationen über Funktionsweise, intendierte und/bekannte ökologische Aus- oder Nebenwirkungen (etwa Energieverbrauch oder den Einfluss auf Konsumverhalten) zumindest für besonders umweltsensible Anwendungen oder Anwendungstypen verbindlich vorschreibt. Eine Ausweitung von UIG-Pflichten auf relevante, insbesondere sehr große ADS-Anbieter könnte den Zugang zu umweltrelevanten Daten verbessern. Die Einführung spezifischer Dokumentations- und Offenlegungspflichten für (bestimmte) ADS-Anbieter bezüglich der Umweltauswirkungen entlang des gesamten Lebenszyklus ihrer Systeme erscheint empfehlenswert, um die Transparenz zu erhöhen und behördliche Wissenslücken zu schließen.

Zur Verbesserung der Öffentlichkeitsbeteiligung erscheint es zudem plausibel, innovative, auf die Spezifika von ADS zugeschnittene Beteiligungsformate zu entwickeln, die auch jenseits klassischer Zulassungsverfahren Anwendung finden können. Die Bearbeitung schlägt vor, sich bei der Konzeption solcher Beteiligungsformate an Instrumenten der KI-Regulierung zu orientieren, die die Risikoeinstufung von „Hochrisikosystemen“ (Art. 6 Abs. 4, 5 KI-VO) bzw. systemisch risikanten „Systemen mit allgemeinem Verwendungszweck“ (Art. 51 f. KI-VO) betreffen. Entsprechende Einstufungsregelungen könnten auf nationaler Ebene im sektorspezifischen Umweltrecht implementiert und um partizipative Elemente der Aarhus-Konvention erweitert werden.

Die systematische Einbeziehung qualifizierter Umweltorganisationen als "Anwältinnen der Umwelt" in solche Prozesse könnte in Betracht gezogen werden, um die identifizierten Wissensdefizite zu adressieren und deren Verarbeitung durch entsprechende Klagerechte zu flankieren. Zur Überwindung von Komplexitätsbarrieren sind Maßnahmen wie die Bereitstellung allgemeinverständlicher Informationsmaterialien, der Einsatz neutraler Sachverständiger und interaktiver Tools erwägenswert.

Zur Stärkung des Rechtsschutzes erscheint eine Weiterentwicklung der Umweltverbandsklage angezeigt, um den spezifischen Herausforderungen im Kontext von ADS Rechnung zu tragen und Vollzugsdefizite zu überwinden, auch in Fällen ohne klassisches Zulassungsverfahren. Die prozessuale Position von Umweltverbänden könnte durch eine Erleichterung der Beweisführung gestärkt werden, etwa durch eine konsequentere Anwendung des Amtsermittlungsgrundsatzes und die systematische Hinzuziehung unabhängiger ADS-Expertise im Verwaltungsverfahren und vor Gericht. Eine substantielle Verbesserung der finanziellen und fachlichen Ressourcenausstattung anerkannter Umweltverbände könnte die Chancen einer effektiven Rechtsdurchsetzung verbessern. Die Einführung eines spezifischen verwaltungsrechtlichen Rechtsbehelfs zur behördlichen Prüfung und zur Verhängung von Maßnahmen gegen umweltschädliche ADS-basierte Produkte oder Services wird als ergänzendes Instrument erwogen, um den besonderen Herausforderungen bei der gerichtlichen Kontrolle von ADS zu begegnen. Auch für ein derartiges Instrument bietet die KI-VO, insbesondere mit Artikel 79 KI-VO einen – um umweltbezogene Informationsansprüche, Beteiligungsrechte und Rechtsmittel zu ergänzenden – Ansatzpunkt.

Kapitel 4.4 untersucht eine Reihe produkt- und zivilrechtlicher Regelwerke – der Ökodesign-Verordnung (ESPR) des Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetzes (EVPG), des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG), der Marktüberwachungsverordnung, des zivilrechtlichen Sachmangel- und Gewährleistungsrechts, des Lauterkeitsrechts, sowie der KI-Verordnung. Es analysiert relevante Instrumente dieser Regelwerke im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit und ihr Regulierungspotenzial zur umweltrechtlichen Regulierung von ADS und smarten Produkten.

Die Analyse ergibt folgendes Bild:

- Das **öffentliche-rechtliche Umweltproduktrecht (EVPG/ESPR)** setzt auf – grundsätzlich auch für eine Regulierung von ADS geeignete – Informationspflichten und Gestaltungsvorgaben für energieverbrauchsintensive Produkte, vernachlässigt aber immaterielle Produkte wie Software und dürfte damit für eine Vielzahl von ADS nicht einschlägig sein. Während ADS als eigenständige („Standalone-“)Software nicht in den Anwendungsbereich des EVPG fällt, unterliegt ADS-Software, die in „smarte“ Produkte eingebettet ist, dem EVPG. Die im Rahmen des EVPG aufgestellten Ökodesign-Anforderungen an das Gesamtprodukt betreffen also auch bestimmte ADS. Direkte Umweltauswirkungen wie der Energieverbrauch solcher Produkte können also beispielsweise durch Mindestanforderungen, etwa als verbindliche Default-Einstellungen, adressiert werden. Defizite des Regelungsmechanismus mit Blick auf ADS liegen auch in der auf Durchführungsverordnungen angewiesenen Konkretisierungs- und Weiterentwicklungsmechanismen des EVPG/ESPR, die die gesetzliche Reaktion auf die hohe Entwicklungsgeschwindigkeit von ADS und smarten Produkten erheblich erschweren dürfte.

Auch indirekte Umwelteffekte, die durch oder in Wechselwirkung mit individuellem Nutzerverhalten¹ entstehen, sind angesichts der mangelnden Transparenz und Komplexität ihres Zustandekommens schwer durch solche Vorgaben greifbar. Harmonisierte Normen und Umweltzeichen für besonders prominente oder typische Schadensverläufe könnten hier Abhilfe schaffen. Auch im Gesetz geregelte Produktinformationspflichten der Hersteller bei der

¹ S.o. 2.1.4.1.

Markteinführung könnten für ein besseres Verständnis wahrscheinlicher Umwelteffekte von ADS/KI relevant sein. Allerdings sieht das EVPG solche Pflichten nur beim Inverkehrbringen „Downstream“ vor, die Informationsbereitstellung „Upstream“, d.h. von den Nutzern von ADS (z.B. den Herstellern smarter Produkte) an die Hersteller der ADS, ist hingegen nicht geregelt. Dies schränkt die Wirksamkeit des Instruments zur Sicherung des Informationsflusses bezüglich emergenter oder in sonstiger Weise in unvorhergesehener Weise entstehender Umwelteffekte erheblich ein.

- ▶ Das **Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)** ist angesichts einer offenen „Grundnorm“, bzw. dem Verweis auf technische Standards und Sicherheitsanforderungen im Gegensatz zu der eher schwerfälligen Regelungstechnik des EVPG/ESPR besser zur Regulierung dynamischer Sachverhalte und unvorhergesehener Risikoverläufe in der Lage. Zumindest gravierenden Umweltrisiken von ADS könnte durch den Erlass umweltschützender Rechtsverordnungen auf der Grundlage von § 8 Abs. 2 ProdSG Rechnung getragen werden. Im Gegensatz zum Produktrecht wird „Standalone“-Software als Produkt definiert und unterfällt dem Anwendungsbereich des Produktsicherheitsrechts. Ein wirksamer Vollzug der ordnungsrechtlichen Vorgaben des Gesetzes könnte an den begrenzten Kapazitäten der Marktüberwachungsbehörden scheitern.
- ▶ Das **zivilrechtliche Sachmängel- und Gewährleistungsrecht** ist nicht auf die Setzung konkreter Umweltstandards ausgerichtet, ermöglicht es Verbrauchern aber, die Nichteinhaltung vereinbarter oder verkehrsüblicher Umweltstandards durch ADS als Mangel geltend zu machen. Solche Ansprüche gelten grundsätzlich sowohl für digitale Produkte (Software) als auch für smarte Produkte (Sachen mit digitalen Elementen). Allerdings fehlt es noch an Standards, die eine Verkehrsanschauung (z.B. als Stand der Technik) im Hinblick auf ADS definieren würden. Die Untersuchung identifiziert erste Ansätze, aus denen sich ein solcher Standard herausbilden könnte. Hindernisse für die Wirksamkeit des Regelungsmechanismus könnten insbesondere aufgrund der Komplexität des „Produktlebenszyklus“² von ADS bestehen. So dürfte es schwer zu klären sein, ob fehlerhafte Empfehlungen, Prognosen etc. auf die – von den Verbrauchern veranlasste – Adaption der Systeme aufgrund ihrer Präferenzen, oder auf fehlerhafte Weichenstellungen bei der Programmierung der ADS zurückgeht.
- ▶ **Zivilrechtliche Informationspflichten** (EGBGB/UWG), die Green Claims Directive (GCD) und die Empowering Consumers Directive (EmpCo) zielen darauf ab, informierte Konsumentscheidungen zu ermöglichen und irreführende Umweltaussagen zu verhindern. GCD und EmpCo sollen die Rechte von Verbrauchern in Bezug auf die Begründung, den Nachweis und die Verständlichkeit von Umweltaussagen schützen, die angesichts ihres breiten Anwendungsbereichs auch für Softwareprodukte und ADS gelten dürften. Dafür müssen die Hersteller Daten bereitstellen und nachvollziehbare Bewertungskriterien schaffen; Umweltaussagen müssen durch eine Konformitätsbewertungsstelle geprüft werden. Zudem können die Produktbeobachtungspflicht und die Pflicht zur Aktualisierung der Umweltaussage durch den Hersteller dazu beitragen, indirekte Umwelteffekte aufzudecken. Allerdings greifen diese Vorgaben nur bei freiwilligen Umweltaussagen der Hersteller. Daneben weist die Bearbeitung auf die – zumindest denkbare – präventive und repressive Wirkung lauterkeitsrechtlicher Ansprüche hin, falls getroffene oder unterlassene Äußerungen über wesentliche umweltbezogene Produktmerkmale als irreführend zu betrachten sind.
- ▶ Schließlich werden die dargestellten Instrumente einschlägiger Regelungen der KI-VO diskutiert, die etwa eingreifen könnten, wenn ADS als Sicherheitskomponente in einem Produkt – etwa einer Maschine, einem Spielzeug – verwendet werden, das unter EU-Produktsicherheitsvorschriften fällt. Wenngleich diese Regelungen nur begrenzte Umweltbezüge aufweisen, könnten insbesondere die den Artikeln 11, 53 bzw. den Anhängen IV und XI der KI-VO

² Vgl. 2.1.4.1.

geregelten Dokumentationspflichten *de lege ferenda* auch Orientierung für die Weiterentwicklung des produktbezogenen Umweltrechts bieten. Diese Pflichten beziehen sich *de lege lata* auf den Energie- und Ressourcenverbrauch von Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck,³ könnten aber absehbar vor allem auch zur Entwicklung belastbarer Methoden und Instrumente zur Quantifizierung direkter Umwelteffekte beitragen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass eine effektivere umweltrechtliche Regulierung von ADS eine Kombination und Weiterentwicklung bestehender Instrumente erfordert. Das kann einerseits erfolgen, indem beispielsweise die KI-VO um umweltproduktspezifische Anforderungen erweitert wird. Andererseits könnte das Umweltproduktrecht Pflichten integrieren, die auf die spezifischen Lebenszyklen von umweltrelevanten ADS zugeschnitten sind. So scheint es z.B. denkbar, den digitalen Produktpass aus der Ökodesign-Verordnung als Instrument zu nutzen, um umweltrelevante Informationen über ADS transparent zu machen. Dieser könnte etwa Angaben zum Energieverbrauch oder zu den Bedingungen umweltadäquater Nutzung der Systeme enthalten. Die informatorische Grundlage hierfür könnten wiederum erweiterte Dokumentationspflichten, ähnlich denen für KI-Modelle zur allgemeinen Verwendung (gem. Art. 53 KI-VO) und für Hochrisiko-KI (gem. Art. 11 KI-VO), herstellen, die allerdings spezifisch auf Umweltaspekte von ADS und smarten Produkten zugeschnitten sein müssten.

Kapitel 4.5 widmet sich – anknüpfend an die in Kapitel 2 erarbeiteten Grundlagen – der Bewertung des Haftungsrechts als ein umweltrechtliches Regulierungsinstrument für ADS. Im Fokus steht die Frage, inwieweit haftungsrechtliche Regelungen geeignet sind, umweltrelevantes (Entscheidungs-)Verhalten von ADS zu beeinflussen und Umweltschäden, die durch deren Einsatz entstehen könnten, effektiv zu vermeiden. Das Kapitel arbeitet die spezifischen Herausforderungen von ADS für dieses Rechtsgebiet heraus, analysiert die Stärken und Schwächen des bestehenden Rechtsrahmens und zeigt potenzielle Ansätze auf, um eine effektivere Steuerung umweltschädlichen Verhaltens von ADS durch das Haftungsrecht zu gewährleisten.

Es fragt also, inwieweit grundlegende Regulierungsfunktionen (die Interventionslogik) des Haftungsrechts, insbesondere die Schaffung von Anreizen zur Prävention durch die Internalisierung externer Kosten, mit Blick auf die Spezifika algorithmischer Entscheidungen greifen können und welche Herausforderungen sich dabei ergeben. Anschließend wird geklärt, in welchem Umfang umwelthaftungsrechtlichen Grundsätzen ein Sorgfaltsmaßstab als ADS-spezifisches „Verhaltens-Soll“ entnommen werden kann. Dabei zeigt sich, dass die Verschuldenshaftung im Grundsatz gut geeignet erscheint, einen Sorgfaltsmaßstab zu entwickeln, der den komplexen und dynamischen Risiken von ADS gerecht wird. Dieser Sorgfaltsmaßstab ist ein flexibler, risikobasierter Mechanismus, der sich an der Wahrscheinlichkeit und dem Ausmaß potenzieller Schäden orientiert. Die Offenheit des Sorgfaltsmaßstabs für – vergleichsweise dynamisch an technologische Entwicklungen adaptierte – technische und andere spezifische Standards wird hervorgehoben.

Die Analyse des bestehenden Umwelthaftungsrechts (*de lege lata*) wirft die Frage auf, ob sich bereits aus dem geltenden Recht ein problemadäquates „Verhaltenssoll“ für ADS (s.o. 2.4.1) ableiten lässt und ob das Instrument die spezifischen Herausforderungen von ADS adressieren kann. Dabei werden mögliche Ursachen für eine fehlende Passung des Haftungsrechts auf die Spezifika von ADS identifiziert, wie etwa eine suboptimale Allokation haftungsrechtlicher Anreize i.S. einer unzureichenden Zuordnung von Haftungsrisiken auf die verschiedenen Akteure, die im Lebenszyklus Einfluss auf ADS nehmen können. Zudem werden Probleme fehlender normativer Spezifizierung des Sorgfaltsmaßstabs und Beweisschwierigkeiten aufgrund der „Black Box“-Problematik und der Komplexität vernetzter Systeme erörtert. In diesem Zusammenhang

³ S.u. 2.1.1.

wird auch auf die Auswirkungen der KI-VO auf das nationale Haftungsregime eingegangen, insbesondere in Bezug auf die dort erfolgte Konkretisierung KI-spezifischer Verkehrssicherungs- und Organisationspflichten, sowie Informationspflichten. Die „doppelte“ Komplexität des Regelungsgegenstands (technologiespezifische Risiken von ADS) als auch des Schutzguts (Umwelt) könnten die Zurechnung und den Kausalitätsnachweis hinsichtlich solcher Umweltschäden, die durch ADS verursacht werden, allerdings erheblich verschärfen.

Abschließend werden Regulierungspotenziale für eine effektivere Berücksichtigung von Umweltschäden im Haftungsrecht durch ADS (*de lege ferenda*) umrissen. Es wird argumentiert, dass die deskriptiven, prädiktiven und präskriptiven Fähigkeiten von ADS (s. Abschnitt 2.1.1) potenziell dazu beitragen könnten, Informationsdefizite bei Geschädigten und Gerichten hinsichtlich der Verursachung von Umweltschäden zu vermindern und somit die Effektivität des Umwelthaftungsrechts zu verbessern. Dieselben Fähigkeiten könnten mittelfristig zu einer Verschärfung des anzulegenden Sorgfaltsmaßstabs führen. Die – jüngst allerdings zunächst zurückgezogenen – Vorschläge der EU-Kommission zur KI-Haftung, insbesondere in Bezug auf die Einführung einer Kausalitätsvermutung und den Zugang zu Beweismitteln, zeigen konkrete Ansätze zur Schließung der identifizierten Regelungslücken auf.

Kapitel 5 skizziert wichtige Aspekte der Nutzung von ADS im Bereich der Umwelt-Governance, worunter hier sowohl Gesetzgebung als auch Vollzug umweltrechtlicher Regelungen verstanden werden. ADS werden zunehmend etwa zur Identifikation oder Prognose von relevanten Ereignissen oder zur Effizienzsteigerung in Verwaltungen genutzt. Auch wenn es bislang an systematischen Erkenntnissen zu Potenzialen und Risiken fehlt, erscheint die Annahme plausibel, dass ADS erhebliches Potenzial für ein besseres Verständnis der Ursachen und Auswirkungen von Umweltproblemen sowie für die Entwicklung effektiverer behördlicher Handlungsmöglichkeiten besitzen. So kann die Auswertung großer Umweltdatenmengen neue Muster und Zusammenhänge, etwa bei Rechtsverstößen, sichtbar machen und zur Überprüfung bestehender Lösungsansätze führen. Digitale Zwillinge ermöglichen die Simulation komplexer Strategien und Maßnahmen – beispielsweise in der behördlichen Planung –, wodurch eine „reflexive Governance“ unterstützt werden kann.

Gleichzeitig sind jedoch signifikante Risiken zu berücksichtigen: Die Wahrnehmung von ADS als „neutrales Werkzeug“ oder „wertfreie Lösung“ kann dazu führen, dass menschliche Einflüsse und Verzerrungen bei der Datenerhebung und -interpretation übersehen werden. Zudem besteht die Gefahr, dass die Nutzung von ADS sukzessive die Handlungskompetenzen menschlicher Akteure einschränkt, die für ein fundiertes und kritisches Verständnis von Prognosen, Handlungsvorschlägen, etc. erforderlich sind. Fundierte Fähigkeiten und Kenntnisse behördlicher Nutzer sind wiederum etwa unverzichtbar, wenn normative Entscheidungen bei der Entwicklung von ADS nicht transparent gemacht werden. Eine kritische „AI-Literacy“ ist daher unerlässlich, wie auch in Artikel 4 der KI-Verordnung (KI-VO) betont wird, der Betreiber von KI-Systemen dazu verpflichtet, für ausreichende KI-Kompetenz ihres Personals zu sorgen.

Aus den Überlegungen zum Einsatz von ADS in der Umwelt-Governance lassen sich mehrere **regulatorische Implikationen** ableiten:

So erscheint es erstens empfehlenswert, gesetzliche oder untergesetzliche Regelungen zu schaffen, die öffentliche Stellen zur Transparenz beim Einsatz von ADS in umweltrelevanten Entscheidungsprozessen verpflichten. Dies sollte die Offenlegung genutzter Datenquellen, grundlegender Funktionsweisen der Algorithmen und deren spezifischer Limitationen umfassen. Zweitens sollten Anforderungen an die KI-Kompetenz für Umweltbehörden in Orientierung an Artikel 4 der KI-VO konkretisiert werden, etwa durch nationale Regelungen im Umweltverwaltungsrecht oder in Ausbildungsordnungen. Drittens sollten behördliche Bewertungsrahmen für den Einsatz von

ADS in umweltbezogenen Entscheidungen von Behörden erarbeitet werden, um sicherzustellen, dass dieser den verwaltungsrechtlichen Grundsätzen entspricht, etwa hinsichtlich der Vermeidung von Ermessensfehlern. Viertens könnte das in der KI-VO enthaltene Instrument des „Real-labors“ (Art. 57 ff. KI-VO) genutzt werden, um ein evidenzbasiertes regulatorisches Lernen zu ermöglichen, die Rechtssicherheit zu verbessern und den Austausch zwischen Behörden zu fördern. Schließlich erscheint es plausibel, die potenziellen Auswirkungen von ADS auf die Wahrnehmung und das Verständnis von Umweltproblemen in Umweltbildungs- und Öffentlichkeitsarbeitsstrategien berücksichtigt werden, um für mögliche Filter und Verzerrungen zu sensibilisieren. Insgesamt sollte ein umweltrechtliches Regulierungskonzept die Governance-Potenziale von ADS berücksichtigen und gleichzeitig sicherstellen, dass deren Einsatz im Einklang mit umweltpolitischen Zielen und rechtsstaatlichen Prinzipien erfolgt.

Kapitel 6 bildet das Synthesekapitel, bündelt die Befunde und Handlungsempfehlungen der vorherigen Arbeitsschritte und überführt diese in die Grundzüge eines umweltrechtlichen Regulierungskonzepts. Das Kapitel versteht sich als konzeptioneller „Instrumentenkasten“ und Impulsgeber für die weitere rechtspolitische Entwicklung, nicht als einheitliche Vorlage für ein Gesetz. Ziel ist es, auf Grundlage der in den vorherigen Kapiteln erarbeiteten Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen konkrete Bausteine für eine künftige Regulierung zu entwickeln.

Zunächst fasst das Kapitel grundlegende Überlegungen zu den Herausforderungen, Modellen und Struktur einer umweltrechtlichen Regulierung zusammen: Dabei erscheint einerseits ein „sektorspezifischer Regulierungsansatz“ vorzugswürdig, der bestehende Umweltgesetze erweitert, anstatt eine übergreifende horizontale Regelung wie die KI-VO zu schaffen. Mehrere Argumente stützen diese Schlussfolgerung: So haben Ergänzungen bestehender Fachgesetze (wie das Immissionsschutzgesetz, Gentechnikgesetz, etc.) vermutlich höhere Umsetzungschancen als ambitionierte neue Querschnittsgesetze. Zudem werden Kollisionen oder Redundanzen mit der bereits existierenden KI-VO vermieden. Zudem spricht die auch im vorliegenden Bericht dokumentierte Vielfalt umweltrechtlicher Probleme, Anwendungskontexte und Akteurskonstellationen im Zusammenhang mit den Umweltwirkungen von ADS für maßgeschneiderte Regelungen mit konkreten Zielen und spezifischen Anreizmechanismen für die jeweiligen Sektoren. Schließlich können sektorspezifische Ansätze die vorhandene Expertise spezialisierter Fachbehörden nutzen und weiterentwickeln, um der in der Analyse identifizierten Komplexität und Dynamik von KI-Systemen besser zu begegnen.

Die besonderen Herausforderungen, vor denen eine umweltrechtliche Regulierung von ADS steht, lassen ebenfalls Rückschlüsse auf Struktur und grundlegende Stoßrichtung einer Regulierung zu.

So setzt die hohe Komplexität der sozio-technischen Zusammenhänge der Umweltwirkungen von ADS das für das Umweltrecht so zentrale „Vorsorgeprinzip“ unter Druck. Die fast schon sprichwörtlichen Schwierigkeiten der algorithmischen „Black Box“ verstärken sich, wo es um die Umweltwirkungen geht, noch durch die bereits bestehende Komplexität, Unsicherheit und Dynamik ökologischer Systeme. Ein zusätzliches Dilemma entsteht durch die „Janusköpfigkeit“ von ADS: Ökologische Risiken und Potenziale liegen oft nah beieinander. Dieselbe Technologie kann sowohl umweltschädlich als auch umweltfördernd wirken. Eine Regulierung sollte daher Innovationen für potenziell sinnvolle Anwendungen nicht pauschal behindern.

Unter den beschriebenen Unsicherheitsbedingungen wird ein effektiver institutioneller Rahmen für „regulatorisches Lernen“ unerlässlich. Dieser sollte sowohl vorhandenes Risikowissen mobilisieren als auch zur Schaffung neuen Wissen beitragen. Da sich die Wissensgenerierung nicht allein auf die technologisch versierten Anbieter und Betreiber von ADS stützen sollte, bedarf es

eines „multiperspektivischen Ansatzes“, der verschiedene Wissensquellen und Perspektiven integriert.

Die Analyse identifiziert verschiedene Elemente eines „Policy Mix“ für regulatorisches Lernen: Die Mobilisierung unternehmerischen und technikspezifischen Wissens durch Organisations-, Dokumentations- und Informationspflichten entlang des gesamten Lebenszyklus von ADS, kann sich an bewährten Regelungen im Immissionsschutz- und Gentechnikrecht orientieren. Behördliche Expertise sollte durch die sukzessive Konkretisierung verbindlicher Maßstäbe mittels behördlicher Kontrolle und Durchsetzung sowie durch Förderung behördlicher Fachkompetenz via Reallabore und Experimentierräume gestärkt werden.

Naheliegende Instrumente, um diese Perspektiven auf Risiken und Potenziale zu ergänzen, sind systematische Technologie- und Folgenabschätzungen, sowie die Einbeziehung wissenschaftlicher und zivilgesellschaftlicher Perspektiven, etwa durch Datenzugangsrechte, oder erweiterte Verbandsklagerechte. Partizipative Verfahren sollten die Perspektiven direkt Betroffener in Risikobewertungen integrieren. Ein solcher multiperspektivischer Mechanismus, der unterschiedliche Interessen und Expertisen integriert, verbessert die Chancen, Umweltrisiken vorsorglich zu identifizieren und zu mindern.

Ein zentrales Problem, das die vorangegangene Analyse offengelegt hat, besteht in der Abgrenzung und Kategorisierung regulierungsbedürftiger ADS. Auch ohne detailliertes Wissen über emergente Risiken und zukünftige Potenziale müssen Entscheidungen über den Regulierungsbedarf getroffen werden. Eher unproblematisch ist dies im Hinblick auf die – in dieser Untersuchung nur am Rande betrachteten – direkten Umwelteffekte, die Systeme mit einem hohen Ressourcen- und Energieverbrauch bei Herstellung und Betrieb in den Blick zu nehmen hat. Hier sind Art und Ursachen negativer Effekte meist klarer erkennbar und Handlungsansätze naheliegender. Um die potenziell schwerwiegenden indirekten und systemischen Risiken regulatorisch zu berücksichtigen, wird demgegenüber eine „zweistufige, risikobasierte Abstufung“ vorgeschlagen, die zunächst risikoadäquat fehlende Wissensbestände adressiert, um Ungewissheit zu reduzieren, und darauf aufbauend den Rechtsrahmen zur Ausrichtung an Gemeinwohlzielen gestaltet. Die erste Stufe erfasst ADS-Anwendungen mit grundsätzlicher Umweltrelevanz, bei denen aber noch nicht per se von schweren oder tiefgreifenden Auswirkungen auszugehen ist. Hierunter könnten ADS fallen, die bestimmungsgemäß im Regelungsbereich bestehender umweltrechtlicher Gesetze eingesetzt werden sollen. Das Risiko liegt hier im potenziellen Verstoß gegen bestehende anlagen- oder verhaltensbezogene Ge- oder Verbote durch die Systeme. Die Regulierungsnotwendigkeit ergibt sich nicht nur aus möglicherweise unzureichenden materiellen Regeln, sondern aus der fehlenden "Passung" des regulatorischen Rahmens für neue Akteursstrukturen und der mangelhaften Aufdeckung neuer Schadensverläufe oder Umweltentlastungspotenziale.

Für diese erste Stufe sieht das Konzept weniger belastende, indirekte Regulierungsansätze vor, die primär Wissen generieren sollen. Dazu gehören interne Dokumentations- und Organisationspflichten, Mechanismen zur Wissensgenerierung wie eine öffentlich finanzierte Datengenerierung oder niedrigschwellige Anzeige- und Anmeldepflichten als erster Schritt der Interaktion zwischen Behörden und Anbietern oder Nutzern von ADS.

Die „zweite Stufe“ betrifft ADS-Anwendungen mit höherem oder eklatant hohem Potenzial zur Beeinträchtigung der Umwelt- und Klimaschutzziele. Die Studie schlägt diesbezüglich eine prozedurale Lösung zur dynamischen Einstufung solcher ökologischer Hochrisikosysteme vor, die sich an Struktur und Verfahren der EU-KI-Verordnung zur Einstufung von KI-Modellen mit systemischem Risiko orientieren könnte. Hier wären entsprechende Kriterien für die Einstufung sektorspezifisch auszugestalten, die sich im Gegensatz zur KI-VO nicht nur an Modellparametern

oder Trainingsaufwand, sondern an Kontext und Schutzgütern im Anwendungsbereich orientieren. Das Verfahren sollte mehrstufig ausgestaltet sein und reflexive Mechanismen zur Einbeziehung umweltrelevanter Perspektiven beinhalten. Für dessen konkrete Ausgestaltung könnte das Instrument der Umweltverträglichkeitsprüfung Orientierung bieten: Ein „Screening“ entscheidet, ob ADS-Anwendungen weitergehend geprüft werden müssen, wobei Daten gesammelt und bewertet werden und eine Einstufung initiiert werden kann. Folgt hieraus eine höhere Risikostufe, legt ein „Scoping“ fest, wie spezifische Risiken und Potenziale identifiziert und Maßnahmen zur Risikobeherrschung definiert werden, wobei zivilgesellschaftliche Perspektiven und umweltwissenschaftliche Expertise einbezogen, Transparenz und Datenzugang sichergestellt werden sollten.

Die konkreten Bausteine, die das Kapitel im Anschluss an die grundlegenden Überlegungen vorschlägt, gliedern sich in einen „Allgemeinen Teil“ (AT) mit grundlegenden Strukturelementen einer Regulierung und einen „Besonderen Teil“ (BT) mit spezifischen Pflichten und institutionellen Elementen.

Mit Blick auf den AT wird betont, dass spezifische Risiken und Potenziale von ADS bereits in der Zweckbestimmung umweltrechtlicher Gesetze berücksichtigt werden sollten. Dies ermöglicht eine präzise Ausrichtung auf umweltbezogene Regulierungsziele im Sinne von Art. 191 AEUV, betont die nationale Regelungskompetenz und grenzt das Umweltrecht von der primär anthropozentrisch ausgerichteten KI-VO ab. Sektorale Gesetze, etwa im Pflanzenschutz, könnten gezielt technologische Potenziale zur Umweltentlastung in ihrer Zweckbestimmung adressieren. Als weitere Elemente des AT werden Begriffsdefinitionen für ADS, Risikokategorien und Adressaten, sowie die Festlegung des sachlichen und personalen Anwendungsbereichs vorgeschlagen.

Kernstück des BT ist eine materielle Sorgfaltspflicht, verstanden als Bemühenspflicht zur Identifikation und Handhabung von Risiken und Potenzialen gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik. Diese Pflicht sollte in einen institutionellen Rahmen eingebettet werden, etwa durch die Einführung eines „Umwelt-KI-Beauftragten“ mit spezifischer Fachkunde. Als weitere organisatorische Anforderungen in einem BT könnten vorgesehen werden: Daten-Governance-Vorgaben zur Qualitätssicherung und Berücksichtigung von Umweltrisiken in Trainings- Test- und Validierungsdaten, Dokumentations-, Beobachtungs- und Informationspflichten über den gesamten Lebenszyklus, sowie Nachweispflichten für ADS-Parameter bei genehmigungsbedürftigen Anlagen (z. B. im BImSchG-Bereich). Für eine inklusive Umwelt-Governance werden niedrigschwellige Anzeige- und Anmeldepflichten, und hierauf aufbauend ggf. umfassende Transparenz- und Datenzugangsrechte sowie partizipative Elemente einer Umweltfolgenabschätzung vorgeschlagen. Ergänzend werden Möglichkeiten für gesetzliche Vorgaben zu umweltrechtlichen Zielfunktionen („Sustainability by Design“) sowie indirekte Instrumente wie die Privilegierung oder Förderung von ADS aufgezeigt. Die notwendige untergesetzliche Konkretisierung der Grundpflichten sollte unter systematischer Einbeziehung von Experten und Stakeholdern erfolgen. Parallel sollten sektorspezifische Gesetze einen Rahmen für den Einsatz von ADS im Umweltvollzug schaffen, der qualitative und quantitative Leistungsanforderungen (Datenqualität, Genauigkeit, Transparenz) definiert und Rechtsschutzmöglichkeiten sicherstellt. Die Governance-Mechanismen der KI-Verordnung können als Vorbild für Plattformen zum systematischen Wissensaustausch im Bereich des umweltrechtlichen ADS-Einsatzes dienen.

Angesichts noch fehlender nationaler Regelungen empfiehlt das Konzept zudem eine pragmatische Strategie zur Implementierung umweltrechtspolitischer Ziele, die zunächst die Nutzung bestehender Strukturen der EU-KI-Verordnung (z. B. das KI-Gremium, Reallabore) für regulatorisches Lernen vorsehen könnte, um dann eine sektorspezifische Gesetzgebung mit klaren Anforderungen an Datenqualität, Transparenz und Rechtsschutz umzusetzen.

Summary

In light of the growing and increasingly widespread use of algorithmic decision-making systems (ADS) and their now more clearly discernible environmental impacts, this project report investigates how the current body of environmental law must be adapted. It presents proposals for legally viable modifications to the environmental governance of these systems in order to align them with environmental objectives.

Following an introductory explanation of the research question (Chapter 1), **Chapter 2** lays the groundwork for the analysis and evaluation of environmental regulatory instruments applicable to ADS. Its primary function is to establish a precise methodological basis that enables a systematic understanding of the specific challenges and requirements associated with the regulation of such systems.

The chapter begins with a definition of the regulatory subject matter: ADS are understood, drawing on scholars such as Wolfgang Hofmann Riehm, as instruments of “Techno-Steering” (“Technosteuerung” – English-speaking scholars often use the term “algorithmic regulation”) that is, as technological systems designed to influence analogue or digital environments in line with implicit or explicit goals. This *functional perspective*, which focuses on the effects of ADS rather than their technical specifics, directs legal and regulatory attention toward those characteristics of these systems that are relevant for legal governance – in particular, their potential to influence human behaviour and natural environments in a targeted manner. This conceptual framing is developed in part based on an analysis of the regulatory-policy debate surrounding definitions in the EU Artificial Intelligence Act (AI Act). While this report retains the term “ADS,” it makes clear that its focus lies on systems that may also fall within the definition of artificial intelligence systems under the AI Act.

The chapter then turns to evaluation criteria developed in the academic literature to assess the potential effects of ADS. Based on this, it reconstructs “risk and potential factors” – abstract characteristics of ADS-based steering that serve as analytical tools for identifying the specific nature of both risks and opportunities associated with such systems. These factors are intended to help evaluate the scale and significance of future risks and potentials, particularly in terms of their temporal or spatial realization. A distinctive feature of this approach is its effort to capture **not only risk factors** – such as the scaling, persistence, and dynamic reinforcement of influence on social or environmental contexts – but also factors for assessing potentially beneficial uses of ADS. This is plausible given the characterization of ADS as “technological steering”: the very features or mechanisms of these technologies that determine the gravity and legal relevance of negative impacts may also be central to assessing their value in environmental governance – provided that the “regulation of regulatory technologies” is effective. Thus, a one-sided prohibitionist regulatory approach is avoided, and the necessity of a balanced and differentiated regulatory assessment is emphasized.

Another core section of the chapter addresses approaches and obstacles to regulation. Here, it identifies the determinants of machine-based decisions – that is, the technology-specific factors such as models/methods, computational capacity, and data – along with the key actors who typically shape these forms of technological steering. At the same time, it highlights the core challenges of influencing these determinants, particularly the widely discussed issues of opacity and complexity in AI systems. Clarifying these aspects is essential to understanding where in the lifecycle of such systems regulation can effectively intervene and what kinds of resistance might be encountered.

The chapter also forms an essential conceptual bridge by applying general insights about ADS characteristics to specific environmental dimensions. It demonstrates, through numerous examples from the scientific literature, how typical environmental impacts may emerge in relation to the steering functions of ADS – for instance, in the context of "predictive maintenance," where cost-saving and environmental protection objectives may come into conflict. On the one hand, the chapter shows that the previously introduced functions, risk/potential factors, and determinants of algorithmic "technological steering" can contribute to assessing and evaluating environmental effects of ADS in legally relevant application areas. On the other hand, it points out that scientific descriptions and (in particular) quantification of such effects – despite a growing body of research – remain in their early stages.

A subsequent section examines **key normative implications** of the identified characteristics of ADS, particularly the constitutional need for regulation in the context of environmental law. The normative regulatory challenge, so understood, manifests primarily in the – positive or negative – environmental impacts of ADS that affect constitutionally protected legal interests, thereby creating a regulatory imperative. The distinctive properties and mechanisms of technological steering reinforce and specify this claim. It is argued that potentially path-dependent or "lock-in" effects of environmentally harmful ADS applications may be difficult or impossible to reverse. This underscores the relevance of the precautionary principle (Article 20a of the German Basic Law, Article 191(2), sentence 2 TFEU) and the need for early-stage risk governance by the legislature – also in light of the intertemporal dimension of fundamental rights protections, as emphasized in the German Federal Constitutional Court's climate ruling. A further basis for normative regulatory need arises from the functional characterization of ADS: the increasing prevalence of these systems results in shifts of power to private actors and/or operators of ADS, making it a core regulatory challenge to align private intentions with the public interest – a task that is rendered significantly more complex by the autonomous dynamics of algorithmic systems. Market-dominant actors may assume quasi-sovereign functions due to their societal influence, which may justify significant intrusions into their economic freedoms (Articles 12 and 14 GG) in the interest of the common good. Ultimately, the detailed considerations in Section 2.3 show that the state's responsibility to safeguard fundamental rights – particularly in their intertemporal dimension – and the precautionary and sustainability principles anchored in Article 20a GG require a proactive governance approach to socially relevant processes linked to the development and deployment of ADS.

Finally, Chapter 2 lays out the methodological foundations for evaluating environmental legal instruments in the subsequent chapters. It draws on approaches to regulatory impact assessment, which are adapted and expanded with regard to the specificities of ADS. The capacity of existing or new regulatory policy instruments to address the regulatory challenges posed by ADS is examined. The resulting preliminary evaluation framework is derived – in line with the project's objectives – from the requirements of environmental law instruments, whose contents are reconstructed as regulatory goals for ADS. This approach is consistent with assessment methods such as the EU Better Regulation Toolbox and is designed to help determine the "ADS fitness" of environmental law.

Within this methodology, environmental legal regulatory objectives serve several functions: they establish explicit, constitutionally grounded evaluation standards; they specify legally intended environmental effects of ADS; and they enable the derivation of concrete operational targets for the systems' "behaviour." This goal architecture forms the basis for analysing the logic of intervention behind regulatory measures in the context of algorithmic decision-making systems.

To facilitate the systematic assessment of environmental legal instruments in the following chapters, Chapter 2 outlines a multi-step approach: First, it defines a normative “behavioural target” for ADS within the scope of each instrument by reconstructing the intended regulatory mechanisms – that is, the enforcement or incentive mechanisms through which the instrument aims to achieve legally mandated behaviour among its addressees. Second, the “fit” of the instrument with the determinants of machine-based decision-making is analysed. This involves developing plausible scenarios of deviant (decision) behaviour by ADS. Such behavioural deviations may arise from various factors, including data biases, mismatches between human and machine incentive structures, technological limitations (opacity, diffusion of responsibility), and structural or economic conditions. From the delta between the normative target and the anticipated actual behaviour, concrete regulatory leverage points are to be derived.

The analysis of data governance in the context of environmental law in **Chapter 3** builds on the environmental risks and potentials of algorithm-based decision systems (ADS) outlined in Chapter 2. This research question is plausible in light of the significance of data as both a resource and a potential source of error in algorithmic decision-making, as previously discussed (see 2.1.4.1 and 2.2.3). ADS require large volumes of data for training, operation, and optimization; faulty or incomplete data can lead to incorrect predictions, diagnoses, or harmful decisions. It is thus reasonable to examine those instruments through which environmental law can influence data-specific factors within the lifecycle of ADS in order to promote ecologically appropriate system behaviour. Accordingly, Chapter 3 is devoted to the question of the extent to which data governance can serve as an instrument of environmental law for (machine-driven) behavioural control. Data governance is abstractly defined as the entirety of rules, principles, standards, quality criteria, objectives, indicators, procedures, and responsibilities that determine how data is collected, shared, and used.

In elaborating on this conceptual question, the analysis emphasizes that both legal and technical issues play a decisive role at all levels of the data value chain in determining access to and use of data. Therefore, a comprehensive understanding of data governance is advocated—one that considers legal dimensions alongside technical and organizational aspects. Key functions of data governance include the management of data quality and, often seen as a subset thereof, compliance. Data quality is increasingly shaped not only by technical characteristics and functional requirements, but also by ethical standards and legal requirements concerning data collection and use.

The analysis highlights various actors and functions within data governance. Older definitions focused primarily on intra-organizational data management. This approach treats data as an “asset” of an organization, aiming to maximize its value and minimize data-specific risks to that organization. Key actor roles are tailored to the needs of such “intra-organizational” data governance. In contrast, more recent approaches emphasize the inter-organizational dimensions of data governance—focusing on data sharing among different organizations and the benefits of joint data use among various actors. The AI Regulation (AI Act) adopts an intra-organizational understanding of governance with respect to risk management in AI systems—thus not focusing on data sharing or joint use—but expands the consideration of risks to include external risks for third parties and society.

The question of who decides, and based on what incentives, about the collection, sharing, and purposes of data use is central to the design and orientation of ADS. Different constellations of actors and understandings of data governance roles have various, especially economic, implications that influence this question. The analysis distinguishes four ideal types or regulatory models of data governance to clarify such differences. These models are not empirical realities but ideal types, designed to highlight different governance logics and enable systematic comparison:

- ▶ Intra-organizational data governance as a component of risk-based self-regulation: This type (e.g., as seen in the AI Act) defines certain quality criteria for training, validation, and test datasets and specifies data-related obligations to ensure these criteria are met. It aims to enhance awareness and encourage precautionary behaviour among operators of high-risk AI systems regarding data-specific risks. These outcomes are to be achieved via governmental organizational requirements, while private actors retain significant discretion in how these requirements are implemented. The AI Act mandates procedures to ensure that the datasets used are suitable for the intended application, for example through analysis of harmful biases or identification of data gaps. These obligations relate to problem scenarios relevant to environmentally harmful ADS applications (see Section 2.2) and may therefore be suitable for regulating environmental risks beyond the scope of the regulation itself.
- ▶ Allocation of data via data markets (data as economic goods): This approach treats data as tradable goods or services. Decisions about which actors may use which data for what purposes should lie with data holders or the bearers of data-related exploitation rights. Economic incentives for data use are intended to promote data sharing. Innovators are to obtain the necessary datasets via data markets. These markets foreseeably influence both data availability and the actors who decide on its use and quality: if data holders wish to profit from selling data, then ultimately the wealthiest buyers determine how data is used, and data quality is aligned with their specific needs. Under such incentive structures, third-party rights are seen as transaction costs, and public interest concerns tend to be secondary.
- ▶ Data as legally allocated "infrastructure" for evidence-based decision-making and technological innovation (data sharing obligations, open data): Here, data is viewed as a public good or investment good. Broad utilization is promoted through obligations to share data and through access and usage rights to data held by public or private entities. Ideally, decisions about users and purposes of use should be made in a decentralized manner, while data quality standards may be of secondary importance. However, as the law currently stands, data-related rights may hinder unrestricted sharing. Where conflicting rights or interests exist in the data to be shared, a purpose-means assessment may be necessary: data should then be shared and used only for particularly important or socially relevant purposes.
- ▶ Participatory/inclusive/altruistic data governance: The fourth approach to data regulation regards data as a "democratic medium" and distances itself from purely economic models of exploitation. It is based on the assumption that data analyses can affect both individuals and the public, even without the use of personal data, as decisions are often made based on aggregated population data. Instead of interpreting data rights as individual property rights, they are conceived as political shaping rights, whereby citizens can participate in deciding on data use objectives out of altruistic or political motives. Because individual citizens cannot make such complex decisions on their own, intermediary organizations are required to organize participatory processes, articulate the shared interests of affected groups, and mediate conflicts over data use. As a practical implementation, the text cites data altruism organizations under the Data Governance Act, which provide a legal framework for the public-interest-oriented use of data and are intended to build trust to encourage data provision for purposes such as healthcare, climate protection, or scientific research.

Based on these considerations, three general regulatory objectives of environmental data governance are identified:

- ▶ Improvement of data availability and reuse in line with environmental legal objectives: Organizational, technical, and legal mechanisms should be created to enable data production and inter-organizational exchange, especially for applications aligned with environmental regulatory goals.

- ▶ Channelling of data flows in accordance with environmental regulatory objectives: Data flows should be directed so that access and reuse of data for environmentally desirable applications is prioritized, and sufficient access is ensured for public and other public-interest-oriented actors.
- ▶ Ensuring data quality to align ADS with environmental objectives: Data quality should be ensured so that sustainability aspects, ecological risks, and potentials are adequately reflected in the datasets used. This may involve binding quality criteria, as in the AI Act, or economic incentives for the collection and sharing of ecologically relevant data.

The chapter concludes that environmental data governance under current law (*de lege lata*) operates under highly hybrid conditions, as different data types and origins are subject to different rights, actor roles, and incentive mechanisms. This creates challenges with regard to the sufficient supply of ecologically relevant data, the channeling of data flows, and the establishment of ecological quality standards. The question of who decides on data use and on what basis is crucial for alignment with environmental goals.

The policy recommendations for environmental data governance follow a dual approach: In the short term, existing data rights can be strategically leveraged for environmental purposes. For example, the new right of device users under Article 5 of the Data Act allows municipalities to request data from manufacturers of connected devices (e.g., public transport vehicles), while altruistically motivated consumers can use their rights for sustainability purposes. Public bodies could also create incentives through differentiated pricing models and promote the exchange of high-quality data for ecological purposes via “reciprocity agreements”. Data trustees as specialized intermediaries can help build trust and mediate conflicts of interest.

In the long term, however, specific statutory provisions are needed. Environmental law should define concrete data quality criteria for AI applications within its scope—criteria or metrics for the “fitness for use” of data in training ADS in environmentally relevant areas should be aligned with the objectives of the relevant legislation. For instance, data for AI-supported fertilization optimization should be specifically tailored to sustainability aspects and reflect local characteristics. Laws should mandate the involvement of independent experts in the development of such standards, which must be adaptable to technological developments. Regulatory requirements and economic incentives are not mutually exclusive: sustainability reporting obligations are already increasing demand for corresponding data in supply chains, while legally defined standards of “good” data governance can reduce liability risks and thereby increase the value of high-quality environmental data.

Chapter 4 analyzes five regulatory approaches to algorithmic decision-making systems (ADS) in terms of their potential contribution to achieving environmental and climate protection objectives. The analysis is guided by the environmental regulatory goals outlined in Section 2.4 and is structured around the following key questions:

1. To what extent does the existing legal framework in each respective field of action address the plausibly expected environmental and climate impacts of ADS?
2. Do the findings related to the above questions reveal regulatory gaps in the protection of the environment and climate in relation to ADS?
3. Within the sector-specific and functional logic of the respective regulatory domain, what regulatory approaches might be considered to close these gaps in the future?

The aim of the analysis is to identify building blocks for an effective environmental regulatory framework for ADS.

The analysis of requirements for ADS in public environmental law (**Section 4.1**) shows that existing environmental legal frameworks do not yet explicitly address ADS; thus, as a specific object of regulation, ADS currently represent a “blind spot” (Section 4.1.1). However, ADS may be used in contexts already subject to public law regulation. Under current law, applicants in permitting procedures (or later, during ongoing plant operations within the scope of operational monitoring under §§ 52 ff. BImSchG) are already obligated to disclose the relevant control parameters for plant operations to authorities or appointed experts. This is analogous to the control of emission reduction systems in vehicle type approval processes. It follows that the statutory core obligations generally also encompass technical operations supported by ADS.

The key challenge, therefore, lies in integrating these legal requirements into practical enforcement — both in industrial plant law and vehicle type approval. However, in both areas, there is a lack of subordinate legal specification and operationalization. Unless this gap is closed, it cannot be expected that the obligated parties will voluntarily align their conduct with the behavioral standards demanded by the legal duties. This applies to both industrial actors and enforcement authorities.

Regarding how to regulate newly emerging indirect environmental effects of ADS applications (Section 4.1.2), there is a current lack of reliable findings about where such effects occur and to what extent they can be attributed to the responsibility of providers and operators — that is, whether these effects are foreseeable and controllable by them. As a result, contextual instruments aligned with Regulatory Goal 4 must first be established. Particularly relevant in this regard are provisions mandating continuous monitoring of ADS applications. In addition, approaches should be developed at the meso-level to enable professional-public discourse and foster technical, organizational, and regulatory learning processes.

Direct environmental effects from ADS use are currently only selectively regulated (Section 4.1.3). This applies especially to data centers hosting energy-intensive IT infrastructure, which generate significant waste heat. A regulation addressing this problem — aimed at “climate-neutral data centers” — has been in force since November 2023 in §§ 11 ff. of the Energy Efficiency Act (EnEfG). Newly constructed data centers are expected to comply with these requirements in line with Regulatory Goal 3. For existing centers, however, viable options to use the waste heat meaningfully — for example, in a local heating grid — are often lacking. Thus, efforts to mitigate direct environmental impacts often fail due to practical constraints, which could only be addressed within the scope of municipal heating planning.

To achieve second-order or intermediate regulatory goals, potential links can be found in environmental impact assessment (EIA) law, the REACH Regulation, and the governance structures established by the AI Act (Section 4.1.4). These legal frameworks are tailored to exceptionally complex, dynamic, and opaque subject matters and include instrumental approaches that could be effectively leveraged to contain the environmental impacts of ADS. These instruments may be material, procedural, or organizational in nature.

With regard to EIA law, it would be worth exploring how methodological extensions might establish a forward-looking environmental impact assessment for ADS.

From the REACH Regulation, insights can be drawn on how to tackle the issue of uncertainty regarding environmental impacts (“toxic ignorance”) by introducing requirements for the generation, documentation, and evaluation of relevant information — potentially within an “inclusive governance” framework that could also be applied to overcome “ADS ignorance” regarding causal relationships and environmental impacts.

The AI Act, to date, largely neglects environmental aspects. It therefore does not provide an adequate framework to address environmental effects. Nevertheless, the bodies and institutions established under the AI Act can be interpreted as part of a governance structure that could, in principle, allow environmental concerns to be incorporated into the emerging sub-regulatory framework.

The gaps identified in this analysis are summarized in Section 4.1.5. Overall, the analysis reveals that ADS-specific technology law largely ignores environmental aspects. This regulatory gap cannot currently be compensated for by environmental law due to its “technology-specific blind spots.”

From a substantive legal perspective, it would be possible to formulate general obligations aligned with existing environmental law that appropriately address ADS-related issues. However, such obligations would require specification through subordinate legal instruments — and appropriate governance mechanisms for this purpose are currently lacking. As a result, there is a risk that negative environmental effects of ADS will go unnoticed and that potential environmental benefits of ADS will go unexploited. In conclusion, one must note a “blindness to the environment” in AI law (at the substantive level) and a “blindness to AI” in environmental law (primarily at the governance level). This results in a dual need for supplementation:

In environmental law, technology-specific mechanisms for learning, adaptation, and enforcement — a form of “technology governance” — are needed. Complementarily, technology law must be realigned with environmental objectives — for example, by implementing technology-specific procedures for assessing possible environmental impacts.

Chapter 6 will return to these identified gaps and proposed measures — incorporating the findings of the subsequent sections — in a final synthesis.

Chapter 4.2 Chapter 4.2 analyzes the legal framework for environment-related nudging. The focus is on “hypernudging” – the combination of classical nudging techniques with ADS (Algorithmic Decision Systems), which opens up new dimensions of effective behavioral influence through scalability and individual customization. Nudging is understood as a subtle – often underestimated in its effectiveness – policy tool that influences behavior without resorting to traditional prohibitions or mandates. ADS-supported “hypernudging” enables new methods of behavioral influence with significant environmental implications through data-driven analysis and exploitation of individual personality traits and preferences – for example, through dynamic and individually tailored placement of environmentally harmful consumption offers or through recommendation systems that promote resource-intensive behavior.

The legal analysis of existing regulatory frameworks reveals significant gaps. Digital policy instruments such as DSA, DMA, AI Act, and Data Act address environmental aspects only as a reflex. Despite approaches such as Art. 25 DSA for containing manipulative dark patterns or the prohibition of manipulative practices in Art. 5 para. 1 a) AI Act, novel forms of influence such as hyper-nudging or manipulations through voice assistants are inadequately captured, particularly in their ecological dimensions. Data protection and unfair competition law regulations also offer only limited starting points for regulating the environmental effects of nudging and dark patterns.

Having examined the regulatory framework for potentially harmful hyper-nudging by private actors, the analysis now turns to state options for employing ADS-based nudging. This requires clarifying under which conditions such measures constitute interference with fundamental rights – and thus also whether they require a statutory authorization or are permissible as “informal administrative action” without such authorization. The behavioral influence achieved

through ADS-supported nudging can significantly impair freedom of choice (Art. 2 para. 1 Basic Law). Under certain circumstances, the general right of personality (Art. 2 para. 1 in conjunction with Art. 1 para. 1 Basic Law) may also be affected. Even confrontation with nudges can touch upon negative freedom of information and the “right not to know”, while the right to non-engagement is affected by “sustainability by default” or “prompted choice”, which force individuals to engage with the matter. In specific contexts, other fundamental rights such as freedom of expression and freedom of assembly may also be affected.

The question of whether state hyper-nudging constitutes an interference (Eingriff) is disputed. While purely factual and accurate information does not constitute an interference according to one view, an interference is likely when a “certain intensity threshold” is exceeded, for example through particularly suggestive means or a high frequency of confrontation with corresponding measures. Recent scholarship partially rejects a general “intensity threshold” and argues that any behavioral influence constitutes an interference. This study advocates, given the distinctive features of ADS, a nuanced standard for determining interference that accounts for the specific characteristics of technological governance (see above 2.1.2). These features—automation, personalization, adaptivity, ubiquity, and the creation of structural dependencies—can significantly amplify the intensity of behavioral control. Even apparently neutral measures can exert powerful influence under these conditions. A fundamental rights interference (Grundrechtseingriff) is therefore likely when state action causes substantial adverse impairment of autonomous decision-making or other fundamental rights precisely through such technological characteristics. Transparency and the possibility for users to control and modify the behavioral influence can reduce the intensity of interference and are crucial for assessing user autonomy.

Section 10 of the Environmental Information Act (UIG) can provide a legal basis for ADS-supported environment-related nudging, as long as it remains primarily information-conveying. The provision obligates authorities to provide “active and systematic” information to the public and requires “comprehensible presentation and easily accessible formats”, which legitimizes techniques to promote understanding. Personalized informational nudges are generally permissible under § 10 UIG, but are subject to narrow limits according to § 9 UIG. In the legal assessment of potentially employed informational nudges, authorities should consider the severity of persuasion, one-sidedness and possible shortening of argumentation, as well as their appearance with state authority. Nudges within the framework of § 10 UIG could be assessed as legally permissible against this background, provided they support and promote the main purpose of the UIG, namely the sensitization and information of the public regarding environmental concerns. Such nudges should aim to sharpen awareness of ecological issues, increase the comprehensibility and accessibility of environmental information. Techniques that promote understanding and attention may be permissible, while those that have a direct behavioral steering effect beyond information transmission are inadmissible. Measures that are intended to steer behavior through the architecture of the decision situation itself, not via the “detour” of better information or awareness-raising, are therefore not permissible under § 10 UIG.

Ecological default settings such as “sustainability by default” therefore do not fall under § 10 UIG and require their own legal authorization basis with corresponding interference intensity. These generally have a higher interference intensity since they utilize the “status quo bias” and are often perceived as normative. Whether an interference (Eingriff) exists must be assessed on a case-by-case basis: typically, no interference exists when a default setting corresponds to existing expectations and the “normal case shaped by the legal order” (durch die Rechtsordnung geprägten Normalfall) and is simultaneously designed to be modification-open and transparent. User autonomy through simple, comprehensible, and effective opt-out mechanisms is crucial for determining whether an interference exists.

The *de lege ferenda* analysis identifies two overarching regulatory goals: containing private, environmentally harmful nudging practices and enabling legally secure state environmental nudging. For direct state nudging, constitutional arguments support new statutory provisions for more intensive nudging instruments, as ecological transformation requires fundamental changes in individual behavior patterns. The Federal Constitutional Court's Climate Decision establishes that present-day freedoms may reach their limits where they disproportionately restrict future generations' exercise of freedom. This can justify “governance-intensive instruments” that have not yet been implemented with respect to nudging. Legal provisions would require careful proportionality assessment that considers not only the intensity of interference with today's addressees but also the constitutionally protected interests of future generations. State nudges would also need to feature enhanced transparency by clearly communicating their policy objectives.

With indirect state nudging, a complex field of fundamental rights tensions emerges. The state intervenes as a regulator in private economic decision systems to align their choice architectures (*Entscheidungsarchitekturen*) with ecological goals and address negative ecological externalities. Three fundamental rights dimensions are affected here: the entrepreneurial freedom (Art. 12 Basic Law) of the regulated actors, the decision autonomy (Art. 2 para. 1 Basic Law and possibly other affected fundamental rights) of users – whereby the state has both a duty to protect against “dark patterns” and interferes with their freedom of choice – and the intertemporal dimensions of fundamental rights impaired by environmentally harmful behavior, which obligate the state to take precautions against “carbon lock-ins”. The solution to this complex tension lies in establishing “practical concordance” (*praktische Konkordanz*), which refers to a requirement of fundamental rights optimization, obliging the legislator to balance the different rights positions in such a way that each can be realized to the greatest possible extent. The intertemporal dimension of practical concordance prohibits the legislator from maximizing present freedoms of action at the expense of future freedoms. Rather, the legislator is required to intervene carefully to prevent, for example, routine biases stabilized by ADS. Corresponding interventions such as transparent and reversible environmentally friendly default settings would need to preserve users' current autonomy while simultaneously acting preventively for intertemporal freedom dimensions.

Chapter 4.3 deals with the Aarhus Convention in the context of the environmental regulation of algorithmic decision-making systems (ADS). The analysis first examines the underlying governance potential of the Aarhus rights, then identifies the existing regulatory gaps with regard to ADS and finally develops concrete proposals for solutions to close these gaps. In theory, the three pillars of the Aarhus Convention offer considerable governance potential for addressing environmental risks and potential – access to environmental information, public participation and access to judicial review.

The right of access to information can reduce information asymmetries between companies, government and civil society, with the involvement of the public and environmental organizations. In this way, harmful practices can be identified and incentives created for more environmentally friendly behavior. Gaps in knowledge about environmental impacts can be filled and additional knowledge about complex and/or diffuse causal relationships and their consequences can be generated. Participation rights also contribute to the integration of environmental considerations into decision-making processes. Finally, judicial review of government actions and corporate practices can help overcome enforcement deficits, particularly in the case of diffuse environmental damage and where the interests of future generations are at stake. In such cases, individual claims regularly fail due to procedural hurdles.

Together, the three pillars form coherent elements of “learning” environmental governance. De lege lata, however, the regulatory potential of these rights in the context of the ADS is at best limited. For example, there are only very limited rights of access to the data and models relevant to the environment from the ADS providers. The AI Act's transparency requirements focus primarily on high-risk AI systems and large “general-purpose systems”. Environmental risks play virtually no role in their classification. There are no disclosure requirements for environmental parameters such as contextual energy consumption. Factual and normative obstacles to the exercise of access rights include the complexity of ADS and protected interests such as the protection of data-related commercial secrets. In the area of public participation, it should be noted that established EIA tools are designed for physical projects and are unlikely to be applicable to intangible, software-based systems.

The complexity of indirect environmental impacts is a significant barrier to effective participation by citizens and NGOs. It requires a sound technical understanding that is often not (yet) available. It should also be noted that, in terms of access to justice, there are significant limitations on the practical effectiveness of the actions of environmental NGOs in the context of ADS. Proof of environmental violations is difficult due to the complexity and lack of transparency of ADS. Environmental NGOs often have insufficient digitization expertise and resources to effectively conduct complex litigation against well-funded ADS providers.

Finally, the chapter outlines a number of possible adjustments to the instruments under consideration that could help to reduce the identified shortcomings. The establishment of a transparency register for ADSs is being considered, which would make the disclosure of basic information on functionality, intended and/or known environmental impacts or side-effects (such as energy consumption or influence on consumer behaviour) mandatory, at least for particularly environmentally sensitive applications (-types). Access to environmental data could be ensured by extending the obligations of the Environmental Information Act (UIG) to relevant, especially very large, ADS providers. In order to increase transparency and to fill knowledge gaps on the part of the authorities, it seems advisable to introduce specific documentation and disclosure requirements for (certain) ADS manufacturers with regard to the environmental impact over the entire life cycle of their systems.

It also seems plausible to develop innovative participation formats that are tailored to the specifics of ADS and that can be applied beyond traditional approval procedures in order to improve public participation. For the design of such participation formats, the study suggests starting with approaches to AI regulation that relate to the risk classification of “high-risk systems” (Art. 6 (4) and (5) of the AI Act) or systemically risky “general-purpose systems” (Art. 51 ff. of the AI Act). Classification rules could be implemented at the national level in sectoral environmental legislation and extended to Aarhus participatory elements. In order to address the knowledge deficits identified, the systematic involvement of qualified environmental NGOs as “environmental advocates” in such risk assessment processes could be considered. Measures such as the provision of easy-to-understand information materials, the use of neutral experts and interactive tools should be considered to overcome complexity barriers.

In order to strengthen legal protection, it seems appropriate to further develop environmental NGO lawsuits. This would take into account the specific challenges in the context of ADS and overcome enforcement deficits, even in cases without a classic approval procedure. The procedural position of environmental NGOs could be strengthened by easing the burden of proof, for example through a more consistent application of the principle of official investigation and the systematic use of independent ADS experts in administrative and court proceedings. A substantial improvement in the financial and technical resources available to approved environmental

NGOs appears necessary in order to enable effective legal enforcement. A significant improvement in the financial and technical resources available to approved environmental NGOs appears necessary to enable effective enforcement. As a complementary tool to address the particular challenges of judicial control of ADS, the introduction of a specific administrative remedy for administrative review and imposition of measures against environmentally harmful ADS-based products or services is being considered. A starting point for such an instrument, complemented by environmental information rights, participation rights and legal remedies, is also provided by the AI Regulation, in particular Article 79 of the AI Act.

Chapter 4.4 analyses a number of product and civil law regulations - the Ecodesign Regulation (ESPR), Energy Consumption Relevant Products Act (EVPG), the Product Safety Act (ProdSG), the Market Surveillance Regulation, civil law on material defects and warranties, fair trading law and the AI Regulation. It analyses relevant instruments of these regulations with regard to their applicability and their regulatory potential for the environmental regulation of ADS and smart products. The analysis gives the following picture:

- Public environmental product law (EPPG/ESPR) focuses on information obligations and design requirements for energy-intensive products - which are also suitable for regulating ADS – but neglects intangible products such as software and is therefore unlikely to be relevant for a large number of ADS. While ADS as standalone software does not fall within the scope of the EPCB, ADS software that is embedded in "smart" products is subject to the EPCB. The ecodesign requirements for the overall product set out in the EPCB therefore also apply to certain ADS. Direct environmental impacts such as the energy consumption of such products can therefore be addressed through minimum requirements, for example as binding default settings. Shortcomings of the regulatory mechanism with regard to ADS also lie in the concretization and further development mechanisms of the EPPG/ESPR, which are dependent on implementing regulations and are likely to make it considerably more difficult to react to the high speed of development of ADS and smart products.

Indirect environmental effects that arise through or in interaction with individual user behaviour are also difficult to grasp through such specifications due to the lack of transparency and complexity of their creation. Harmonized standards and eco-labels for particularly prominent or typical damage processes could provide a remedy here. Product information obligations for manufacturers regulated by law at the time of market launch could also be relevant for a better understanding of the likely environmental effects of ADS/KI. However, the EPG only provides for such obligations when placing products on the market "downstream", whereas the provision of information "upstream", i.e. from the users of ADCs (e.g. the manufacturers of smart products) to the manufacturers of the ADCs, is not regulated. This considerably limits the effectiveness of the instrument for ensuring the flow of information regarding emergent or otherwise unforeseen environmental effects.

- The Product Safety Act (ProdSG) is better able to regulate dynamic situations and unforeseen risk developments due to its open "basic standard" and reference to technical standards, in contrast to the rather cumbersome regulatory technique of the EVPG/ESPR. At the very least, serious environmental risks of ADS could be taken into account by issuing environmentally protective ordinances on the basis of Section 8 (2) ProdSG. In contrast to product law, "standalone" software is defined as a product and falls under the scope of application of product safety law. Effective enforcement of the regulatory requirements of the law could fail due to the limited capacities of the market surveillance authorities.
- Civil law governing material defects and warranties is not geared towards setting specific environmental standards, but does enable consumers to assert claims for non-compliance with agreed or customary environmental standards by ADS as a defect. In principle, such

claims apply to both digital products (software) and smart products (items with digital elements). However, there is still a lack of standards that would define a common understanding (e.g. as the state of the art) with regard to ADS. The study identifies initial approaches from which such a standard could emerge. Obstacles to the effectiveness of the regulatory mechanism could exist in particular due to the complexity of the “product life cycle” of ADS. For example, it may be difficult to clarify whether erroneous recommendations, forecasts, etc. are due to the adaptation of the systems - initiated by consumers - based on their preferences, or to incorrect decisions made when programming the ADS.

- Civil law information obligations (EGBGB/UWG), the Green Claims Directive (GCD) and the Empowering Consumers Directive (EmpCo) aim to enable informed consumer decisions and prevent misleading environmental claims. The GCD and EmpCo are intended to protect the rights of consumers with regard to the substantiation, substantiation and comprehensibility of environmental claims, which should also apply to software products and ADS given their broad scope of application. To this end, manufacturers must provide data and create comprehensible assessment criteria; environmental claims must be verified by a conformity assessment body. In addition, the product monitoring obligation and the obligation to update the environmental claim by the manufacturer can help to uncover indirect environmental effects. However, these requirements only apply to voluntary environmental claims made by manufacturers. In addition, the study points to the - at least conceivable - preventive and repressive effect of claims under unfair competition law if statements made or omitted about key environmental product features are considered misleading.
- Finally, the instruments presented are discussed with relevant provisions of the AI Regulation, which could intervene, for example, if ADS are used as a safety component in a product - such as a machine or a toy - that falls under EU product safety regulations. Although these regulations only have limited environmental relevance, the documentation obligations set out in Articles 11, 53 and Annexes IV and XI of the CPR could also provide *de lege ferenda* guidance for the further development of product-related environmental law. *De lege lata*, these obligations relate to the energy and resource consumption of models with a general purpose, but are also likely to contribute to the development of robust methods and instruments for quantifying direct environmental effects.

In conclusion, it can be said that more effective environmental regulation of ADS requires a combination and further development of existing instruments. On the one hand, this can be done by adding environmental product-specific requirements to the AI Regulation, for example. On the other hand, environmental product law could integrate obligations that are tailored to the specific life cycles of environmentally relevant ADR. For example, it seems conceivable to use the digital product passport from the Ecodesign Regulation as an instrument to make environmentally relevant information about ADR transparent. This could, for example, contain information on energy consumption or the conditions for environmentally appropriate use of the systems. The informational basis for this could in turn be provided by extended documentation obligations, similar to those for AI models for general use (pursuant to Art. 53 of the AI Regulation) and for high-risk AI (pursuant to Art. 11 of the AI Regulation), which would, however, have to be specifically tailored to the environmental aspects of ADAS and smart products.

Chapter 4.5 builds—drawing on the foundational considerations developed in Chapter 2—on the evaluation of liability law as an instrument of environmental regulation for algorithmic decision-making systems (ADS). The chapter focuses on the extent to which liability-based rules can influence environmentally relevant (decision-making) behavior of ADS and effectively prevent environmental damage potentially caused by their use. It identifies the specific challenges ADS pose to this area of law, analyzes the strengths and weaknesses of the existing legal framework,

and outlines potential approaches to ensure a more effective control of environmentally harmful behavior of ADS through liability mechanisms.

It asks whether the fundamental regulatory functions (i.e., the intervention logic) of liability law – particularly the creation of preventive incentives through the internalization of external costs – can be applied to the specificities of algorithmic decision-making, and what challenges arise in doing so. The chapter then examines whether and to what extent environmental liability law can provide a due diligence standard as a normative behavioral benchmark for ADS. It finds that fault-based liability is, in principle, well suited to develop a standard of care that accounts for the complex and dynamic risks posed by ADS. This standard of care constitutes a flexible, risk-based mechanism guided by the likelihood and severity of potential damage. The openness of the due diligence standard to technical and other specific norms—adapted relatively dynamically to technological developments—is emphasized.

An analysis of the existing environmental liability framework (*de lege lata*) raises the question of whether the current legal regime already offers an appropriate behavioral benchmark for ADS (cf. 2.4.1), and whether it can address their specific challenges. Identified shortcomings include the suboptimal allocation of liability incentives, particularly an inadequate attribution of liability risks to the various human actors involved throughout the ADS lifecycle. Additional issues discussed are the insufficient normative specification of due diligence standards and evidentiary difficulties caused by the “Black Box” problem and the complexity of interconnected systems. In this context, the chapter also considers the effects of the AI Act (AI Regulation) on the national liability regime, particularly regarding its specification of ADS-related duties of care, organizational obligations, and disclosure requirements. The “double complexity” of both the subject matter (i.e., the technology-specific risks of ADS) and the protected interest (i.e., the environment) may significantly complicate attribution and the proof of causality in cases of environmentally harmful ADS impacts.

The chapter concludes by outlining potential regulatory pathways (*de lege ferenda*) to more effectively integrate environmental harms caused by ADS into liability law. It argues that the descriptive, predictive, and prescriptive capabilities of ADS could, in principle, help address information asymmetries faced by courts and injured parties, thereby enhancing the effectiveness of environmental liability law. These capabilities may, in the medium term, also lead to a tightening of the applicable standard of care for potential injurers. The—recently withdrawn—proposals of the European Commission for an AI liability directive, especially those concerning presumptions of causality and enhanced access to evidence, illustrate concrete approaches to closing the identified regulatory gaps.

Chapter 5 sketches key aspects of the use of ADS in environmental governance, understood here to encompass both environmental legislation and regulatory enforcement. ADS are increasingly being employed for identifying or forecasting relevant events and for enhancing administrative efficiency. Although systematic evidence regarding the opportunities and risks is currently lacking, it seems plausible that ADS hold significant potential for improving our understanding of the causes and consequences of environmental problems, and for developing more effective administrative responses. The analysis of large-scale environmental datasets may reveal previously hidden patterns and interrelations—e.g., in cases of legal violations—and could prompt a re-evaluation of existing approaches. “Digital twins” make it possible to simulate complex policy strategies and administrative measures, thereby supporting a form of reflexive governance.

At the same time, significant risks must be taken into account: Perceiving ADS as “neutral tools” or “value-free solutions” can obscure human biases in data collection and interpretation. Fur-

thermore, there is a danger that the progressive use of ADS may restrict the decision-making capacities of human actors, whose informed and critical understanding is crucial when it comes to interpreting predictions or proposed actions. Robust skills and expertise among administrative users are indispensable, especially when normative decisions embedded in the development of ADS are not made transparent. A critical form of “AI literacy” is therefore essential, as highlighted in Article 4 of the AI Act, which requires AI system operators to ensure their personnel possess sufficient AI competence.

From these reflections on the use of ADS in environmental governance, several regulatory implications follow:

- ▶ Legal or sub-legal provisions should be introduced to mandate transparency in the use of ADS by public bodies in environmentally relevant decision-making processes. This should include disclosure of data sources, core algorithmic functionalities, and limitations.
- ▶ Competency requirements for public environmental authorities regarding AI should be concretized in alignment with Article 4 of the AI Act—potentially through administrative law or training regulations.
- ▶ Regulatory frameworks should be developed to ensure that the use of ADS in administrative environmental decision-making complies with administrative law principles, especially the avoidance of discretionary errors.

The “regulatory sandbox” mechanism outlined in Articles 57 ff. of the AI Act could be used to facilitate evidence-based regulatory learning, improve legal certainty, and foster dialogue between authorities. Finally, the potential impact of ADS on the perception and understanding of environmental issues should be reflected in environmental education and public outreach strategies to raise awareness of possible algorithmic filters and distortions.

Overall, an environmental regulatory framework should recognize the governance potential of ADS while ensuring their use is aligned with environmental policy goals and the principles of the rule of law.

Chapter 6 serves as a synthesis chapter, consolidating the findings and recommendations from the preceding sections into the outline of an environmental regulatory framework for ADS. The chapter is conceived as a conceptual toolbox and a stimulus for further legal policy development, not as a unified legislative proposal. Its goal is to bring together the insights and recommendations elaborated earlier and to develop concrete building blocks for future regulation.

The chapter begins by summarizing fundamental reflections on the challenges, models, and structural considerations relevant to environmental regulation. It argues in favor of a sector-specific regulatory approach, which builds on and extends existing environmental legislation rather than establishing a comprehensive horizontal framework such as the EU AI Act. This conclusion is supported by several arguments: amendments to existing specialized laws (e.g., the Federal Immission Control Act, Genetic Engineering Act) are likely to be more feasible than ambitious new cross-sectoral legislation; redundancy or conflict with the already adopted EU AI Act can be avoided; and the diverse environmental impacts, contexts of application, and actor constellations associated with ADS call for tailored sectoral regulations with specific objectives and incentives. Sector-specific approaches can also build on and enhance the expertise of specialized environmental agencies, thus better addressing the complexity and dynamism of AI systems.

The particular challenges of environmental regulation for ADS also suggest implications for the structure and general direction of regulation. The complexity of the socio-technical interactions involved in environmental effects of ADS puts the precautionary principle – so central to envi-

ronmental law – under pressure. The “Black Box” problem of algorithmic systems is compounded in this context by the inherent complexity, uncertainty, and dynamism of ecological systems. An additional dilemma stems from the “Janus-faced” nature of ADS: ecological risks and potentials are often closely intertwined, with the same technology capable of producing both harmful and beneficial environmental effects. Regulatory strategies should therefore not indiscriminately hinder innovation with beneficial potential.

Under these conditions of uncertainty, an effective institutional framework for **regulatory learning** becomes essential. This framework should both mobilize existing risk knowledge and contribute to the generation of new insights. Since knowledge creation should not rely exclusively on technologically savvy providers and operators, a multiperspectival approach is needed—one that integrates diverse sources of expertise and stakeholder perspectives.

The analysis identifies several elements of a “policy mix” to support such learning:

- ▶ The mobilization of provider- and technology-specific knowledge through organizational, documentation, and information duties across the ADS lifecycle, drawing on established practices in environmental and genetic engineering law;
- ▶ The strengthening of public authority expertise through the gradual concretization of binding standards via oversight and enforcement, and through the promotion of institutional competence via sandboxes and experimental spaces;
- ▶ Complementary tools such as systematic technology assessments and environmental impact evaluations, and the inclusion of scientific and civil society perspectives (e.g., through data access rights or expanded legal standing for associations).
- ▶ Participatory procedures should incorporate the perspectives of directly affected communities into risk assessments. Such a multiperspectival mechanism, integrating varied interests and types of expertise, improves the chances of identifying and mitigating environmental risks proactively.

A key challenge revealed by the preceding analysis lies in defining and categorizing ADS that require regulation. Even in the absence of detailed knowledge about emerging risks and future potentials, regulatory decisions must be made. This is relatively straightforward in the case of direct environmental impacts, such as those resulting from high resource and energy consumption during ADS development and operation. In these cases, causes and consequences are typically more apparent, and regulatory measures are more readily identifiable.

To account for potentially more severe indirect and systemic risks, the study proposes a two-tier, risk-based regulatory differentiation:

The first tier includes ADS applications of general environmental relevance without evident severe impacts. These may be systems intended for use under existing environmental legislation, where risks stem from potential violations of established rules. Regulatory interventions at this stage should be light-touch and knowledge-generating, including internal documentation duties, low-threshold notification and registration requirements, and public data generation mechanisms.

The second tier concerns ADS applications with significant potential to adversely impact environmental and climate protection goals. A procedural framework is proposed for dynamically classifying such ecological high-risk systems, drawing on the EU AI Act’s structure for systemic AI. Unlike the AI Act, sector-specific classification should be based not only on model parameters or training effort, but on the application context and protected legal interests. The procedure should be multistage and reflexive, including environmental expertise and civil society participation. It could be modeled on environmental impact assessment (EIA) procedures: a screening

phase would determine whether further assessment is required; if so, data would be gathered and a classification initiated. In the case of high-risk classification, a scoping phase would identify specific risks and appropriate mitigation measures, ensuring transparency and data access and involving external expertise.

The proposed regulatory framework includes both a General Part (GP) and a Special Part (SP): The GP comprises basic structural elements of regulation. It proposes that the specific risks and potentials of ADS be reflected in the objectives of environmental laws, thus aligning with Article 191 TFEU, asserting national regulatory competence, and distinguishing environmental law from the anthropocentric AI Act. Definitions of ADS, risk categories, regulated actors, and scope of application are also suggested.

The core of the SP is a material duty of care, understood as a best-effort obligation to identify and manage risks and potentials in accordance with the state of science and technology. This duty should be embedded institutionally, for example through the creation of an “Environmental AI Officer” with relevant expertise. Additional SP elements could include: data governance rules for training and validation datasets, documentation and reporting obligations across the ADS lifecycle, traceability requirements for systems used in regulated facilities (e.g., under the Federal Immission Control Act), and mechanisms for inclusive governance, including transparency, data access, and environmental impact assessment procedures.

The concept further suggests legal instruments for embedding sustainability objectives (“sustainability by design”) and for indirectly promoting environmentally beneficial ADS (e.g., via incentives or preferential treatment). Detailed implementation should involve systematic consultation with experts and stakeholders. In parallel, sector-specific legislation should establish criteria for ADS use in regulatory enforcement, including performance metrics (data quality, accuracy, transparency) and safeguards for legal redress.

Given the absence of national legislation, the concept also recommends a pragmatic implementation strategy, beginning with the use of existing structures under the EU AI Act (e.g., the AI Board, sandboxes) for regulatory learning, and subsequently enacting sector-specific legislation with clear requirements for data quality, transparency, and legal safeguards.

1 Einleitung

Die umweltbezogenen Auswirkungen digitaler Technologien haben in den letzten Jahren zunehmend wissenschaftliche und mediale Aufmerksamkeit erfahren. Besonders die markanten Wachstumsdynamiken im Bereich Künstlicher Intelligenz – geprägt durch immer umfangreichere Modelle und deren rasche Verbreitung in diversen Anwendungsfeldern – vergrößern den ökologischen Fußabdruck digitaler Systeme und Infrastrukturen massiv. Jüngere Entwicklungen wie die Reaktivierung stillgelegter Atomkraftwerke durch Microsoft⁴ oder politische Konflikte um wasserintensive Rechenzentren in Südamerika⁵ verdeutlichen die politischen Dimensionen solcher Auswirkungen digitaler Infrastrukturen.

Die Konzentration medialer und rechtspolitischer Diskurse auf solche „direkten“ Umwelteffekte – den Energiebedarf wachsender KI-Modelle, den CO₂-Ausstoß von Rechenzentren, den Wasserverbrauch deren Kühlsysteme oder den Ressourceneinsatz bei der Hardware-Produktion – ist angesichts deren enormer Größenordnungen nachvollziehbar, greift jedoch zu kurz. Denn die maßgebliche ökologische Bedeutung digitaler, insbesondere KI-basierter Systeme liegt nicht in ihrem unmittelbaren Ressourcen- und Energieverbrauch, sondern in ihrer transformativen Wirkung: Durch automatisierte Entscheidungen, datenbasierte Empfehlungen oder Prognosen verändern diese Systeme tiefgreifend und in nahezu allen gesellschaftlichen Bereichen die Art und Weise, wie produziert, konsumiert und über wirtschaftliche, gesellschaftliche oder politische Fragen entschieden wird. Die ökologischen und umweltpolitischen Implikationen solcher vermittelten, oft systemischen Effekte sind in ihrer Tragweite kaum zu überschätzen.

Bei aller Berechtigung verfehlt der öffentliche und umweltpolitische Diskurs also vielfach die eigentlichen sozial-ökologischen Herausforderungen algorithmischer – und zunehmend KI-basierter – Entscheidungssysteme⁶. Die Engführung der Debatte geht an den charakteristischen Eigenschaften dieser Systeme vorbei, die – inzwischen per Legaldefinition –⁷ darauf ausgerichtet sind, physische oder digitale Umgebungen zu beeinflussen, indem sie implizite oder explizite Ziele umsetzen oder optimieren. Vor diesem Hintergrund werden die hier betrachteten algorithmischen Systeme überzeugend als Instrumente „algorithmischer Regulierung“⁸ oder – dieser Terminologie folgen wir hier – als solche einer „Technosteuerung“⁹ verstanden: Durch ihre Outputs beschleunigen, verstärken und skalieren solche Systeme die Verfolgung vorgegebener Ziele und optimieren deren Umsetzungschancen.

Dieser Fokus auf die Steuerungsfunktionen relevanter Systeme eröffnet ein deutlich breiteres Feld ökologischer Herausforderungen als es die prominenten Debatten zu „direkten“ Effekten vermuten lassen: Ein KI-gestütztes Logistiksystem eines globalen Handelsunternehmens mag selbst vergleichsweise wenig Energie verbrauchen, steuert jedoch täglich tausende Warenströme und Transportrouten weltweit. Es trifft damit logistische Entscheidungen, bei denen selbst minimale Anpassungen in der Summe erhebliche Unterschiede beim CO₂-Ausstoß bewirken können. Ähnlich beeinflussen intelligente Energiemanagementsysteme den Ressourcenverbrauch ganzer Gebäudekomplexe, während digitale Assistenzsysteme in der Landwirtschaft

⁴ <https://www.tagesschau.de/ausland/amerika/usa-atomkraftwerk-microsoft-100.html>, s. hierzu im Einzelnen auch Gröger et al., Environmental Impacts of Artificial Intelligence Evaluation of current trends and compilation of an overview study for Greenpeace e.V., 2025, online verfügbar unter <https://www.greenpeace.de/publikationen/20250514-greenpeace-studie-umweltauswirkungen-ki.pdf>.

⁵ <https://www.theguardian.com/world/2023/jul/11/uruguay-drought-water-google-data-center>.

⁶ Zur hier genutzten Begrifflichkeit s.u. 2.1.2.

⁷ S. art. 3 Nr. 1 der Europäischen Verordnung über künstliche Intelligenz (KI-VO).

⁸ Yeung, Algorithmic regulation: A critical interrogation, Regulation and Governance (2017).

⁹ Hoffmann-Riem (2022), Recht im Sog der digitalen Transformation, 137.

weitreichend über Bewässerung, Düngung und Pestizideinsatz entscheiden. Digitale Handelsplattformen strukturieren millionenfach Kaufentscheidungen und prägen so Konsummuster mit weitreichenden Folgen für Umwelt und Klima. Die ökologischen Implikationen unterschiedlicher Parametrisierungen solcher Anwendungen können den „direkten“ Ressourcen- und Energieverbrauch der Systeme selbst um Größenordnungen übersteigen. Es überrascht daher nicht, wenn Forschende darauf hinweisen, dass ein verengter Fokus auf die mit Produktion und Betrieb verbundenen „direkten Effekte“ die Bewertung der tatsächlichen Umweltwirkungen verzerren und politische Maßnahmen zum Umgang mit diesen Umweltwirkungen in die falsche Richtung lenken würden.¹⁰

Diese Beispiele verdeutlichen auch die genuin *umweltpolitischen* Dimensionen algorithmenbasierter Systeme.¹¹ Denn erst der Blick auf die mit algorithmischen Zielen verbundenen Interessen und die Folgen ihrer digital verstärkten Verwirklichung ermöglicht eine gesellschaftliche Auseinandersetzung darüber, welche individuellen oder kollektiven Präferenzen durch diese neuen Systeme – zum Preis welcher „direkten“ Umwelteffekte – umgesetzt werden sollten: Ein Logistiksystem, das ausschließlich auf die Minimierung der Kosten seiner Betreiber¹² ausgerichtet ist, wird andere Entscheidungsmuster generieren als eines, das Umweltfaktoren wie Emissionen oder Ressourceneffizienz als Optimierungskriterien berücksichtigt. In der Landwirtschaft drohen solche Systeme Erträge ohne hinreichende Beachtung biodiversitätsrelevanter Faktoren zu maximieren, in der industriellen Fertigung könnten sie kurzfristige Kostensenkung vor langfristige Ressourcenschonung stellen, und im Konsumbereich perpetuieren sie möglicherweise übermäßige oder schädliche Verbrauchsmuster, ohne angemessene Berücksichtigung ökologischer Aspekte. Gleichzeitig eröffnen algorithmische Entscheidungssysteme wohl beispiellose Potenziale für die ökologische Transformation: Mit entsprechender Ausrichtung können intelligente Energienetze die Integration erneuerbarer Energien optimieren, KI-gestützte Mobilitätsplattformen den Individualverkehr reduzieren und datenbasierte Steuerungssysteme zur Etablierung geschlossener Ressourcenkreisläufe beitragen.

Aus dieser „Janusköpfigkeit“¹³ einer „Technosteuerung“ und ihrer ökologisch relevanten Use-Cases lässt sich auf die Aufgabe einer umweltrechtlichen Regulierung schließen: Eine solche hat sicherzustellen, dass algorithmische Systeme so ausgestaltet und betrieben werden, dass sie gemeinwohladäquate, faire und zukunfts sichere Ziele implementieren. Diese Perspektive findet sich bereits in *umweltpolitischen* Strategien wieder. So hat etwa¹⁴ die EU-Kommission die hier beschriebene Herausforderung als „Twin Transition“ charakterisiert – als die Notwendigkeit einer integrierten Gestaltung der digitalen und ökologischen Transformation. Eine „Twin Transition“ lässt sich nur durch die Ausrichtung digitaler Systeme und der mit deren Verbreitung verbundenen transformativen Dynamiken an Nachhaltigkeitszielen erreichen, da ansonsten die Gefahr besteht, dass technologische und marktgetriebene Innovationsdynamiken ökologische

¹⁰ S. jüngst mit Blick auf den CO₂-Fußabdruck von KI-Systemen Luccioni et al., From Efficiency Gains to Rebound Effects: The Jevons' Paradox in AI's Polarized Environmental Debate, arXiv:2501.16548v1

¹¹ Vgl. Clutton-Brock et al., Climate Change and AI. Recommendations for Government Action, 2021.

¹² In diesem Bericht wird grundsätzlich eine geschlechtergerechte Sprache verwendet. Personenbezeichnungen erscheinen – soweit möglich – in Paarformen (z.B. „Richterinnen und Richter“) oder in neutralen Umschreibungen (z.B. „Kundschaft“, „betroffene Personen“). Gesetzlich definierte Begriffe werden dagegen wortlautgetreu wiedergegeben (z.B. „der Verbraucher“ i. S. d. § 13 BGB; Betreiber i.S.d. Art. 3 Nr. 4 KI-VO). Dies dient der Wahrung von Rechtssicherheit und Eindeutigkeit. Wird auf solche Termini Bezug genommen, wird der gesetzliche Kurzbegriff konsequent verwendet. Direkte Zitate aus Normen, Urteilen oder anderen amtlichen Texten werden unverändert übernommen.

¹³ Vgl. etwa Wewer, Digitalisierung und Nachhaltigkeit, in: Handbuch Digitalisierung in: Klenk et al. (Hrsg.) Staat und Verwaltung, Springer 2023.

¹⁴ S. aber z.B. auch die Eckpunkte für eine *umweltpolitische* Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit vom 06.05.2019: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nachhaltige_Entwicklung/eckpunktepapier_digitalisierung_bf.pdf

Transformationsprozesse behindern, statt sie zu fördern.¹⁵ Diese strategische Klarheit über die Notwendigkeit einer umweltrechtlichen Regulierung hat sich aber, soweit ersichtlich, bislang noch nicht in einer systematischen Befassung von Umweltrechtswissenschaft und Umweltpolitik mit den durch diese aufgeworfenen Rechts- und Regulierungsproblemen niedergeschlagen.

Der diesem Projektbericht zugrunde liegende Forschungsauftrag des Umweltbundesamts zielt passgenau auf diese Lücke und trifft in vieler Hinsicht den Kern der beschriebenen umweltpolitischen und regulatorischen Herausforderungen. Der aus diesem Forschungsauftrag hervorgegangene Projektbericht stellt, soweit ersichtlich, den ersten systematischen Ansatz dar, die Potenziale und Lücken konkreter umweltrechtlicher Instrumente zur ökologischen Ausrichtung von algorithmenbasierten Systemen einer „Technosteuerung“ – auf ihre Tauglichkeit für die „Twin Transition“ – zu analysieren.

Mit dem Fokus auf „algorithmenbasierte Entscheidungssysteme“ (Algorithmic Decision Making Systems: ADS) adressiert die Forschungsfrage treffsicher solche Technologien und Anwendungen, die als „Technosteuerung“ den Ausschlag über Erfolg oder Scheitern der „Twin Transition“ geben werden: Der Begriff ADS umfasst dabei eben solche digitalen Systeme, die durch automatisierte Empfehlungen, prädiktive Analysen oder autonome Entscheidungen menschliches Verhalten, technische Abläufe und ökonomische Prozesse beeinflussen und dadurch spezifische Risiken, aber auch bedeutende Potenziale für die ökologische Transformation mit sich bringen. Diese „Passung“ des Begriffs auf die im vorliegenden Projekt interessierenden Fragestellungen ist ein wesentlicher Grund dafür, dass dieser, trotz der abweichenden Begrifflichkeit der während der Projektlaufzeit (Ende 2021 bis Anfang 2025) erlassenen KI-Verordnung der Europäischen Union beibehalten wurde. Ob diese Entscheidung für den begrifflichen Zuschnitt des Regulierungsgegenstands sich bei der Realisierung umweltrechtlicher Regulierungskonzepte durchsetzt (s. hierzu die Überlegungen in Abschnitt 6.2.2), bleibt abzuwarten.

Der Forschungsauftrag erfordert es auch, über bestehende Diskurse über KI-Ethik, KI-Sicherheit und KI-Regulierung hinauszugehen. Im Hinblick auf die ökologischen Auswirkungen von ADS offenbaren diese Diskurse komplementäre Defizite zum Umweltrecht – sie setzen andere Schwerpunkte und blenden zentrale Umweltfragen weitgehend aus. KI-Ethikerinnen und Ethiker analysieren die Notwendigkeit der gemeinwohlorientierten Ausrichtung algorithmischer Systeme unter dem übergeordneten Begriff des „AI-Alignment“: Das „Alignment-Problem“ beschreibt die Herausforderung, intelligente Systeme so zu gestalten, dass ihre Ziele mit grundlegenden menschlichen Werten und Rechten übereinstimmen. Dabei werden vielfältige Szenarien beschrieben, in denen diese Gestaltungsaufgabe fehlschlägt und die Systeme aufgrund von fehlerhaften oder böswilligen Entscheidungen ihrer Designerinnen und Designer, Fehlern der Datengrundlage, strukturellen Eigenschaften intelligenter Systeme oder nicht vorhergesehenen Interaktionen mit ihren Nutzerinnen und Nutzern schwerste, womöglich sogar existenzielle Schäden verursachen.

Auf einer abstrakten, spekulativen Ebene wird die Überlegung, dass solche existenziellen Risiken letztlich ökologischer Natur sein könnten, prominent vertreten: So beschreibt das berühmte Gedankenexperiment eines „Büroklammern-Maximierers“ des Philosophen Nick Bostrom, eine künstliche Intelligenz, die darauf programmiert ist, Büroklammern zu produzieren und, indem

¹⁵ Vgl. Muñoz-de-Bustillo Llorente, A Critical Review of the Digital and Green Twin Transitions. Implications, synergies and trade-offs., European Commission, Seville, 2024, JRC140036.

sie dieses Ziel mit rücksichtsloser Effizienz verfolgt, alle verfügbaren Ressourcen in Büroklammern umwandelt, mit katastrophalen Folgen für Mensch und Umwelt.¹⁶ Von Elon Musk ist die Warnung vor einer KI überliefert, die mit der harmlosen Aufgabe des Erdbeerenpflückens beauftragt wird, sich aber zur Erhöhung ihrer Effektivität entscheiden könnte, die Zivilisation zu zerstören und die gesamte Erdoberfläche in Erdbeerfelder umzuwandeln. Das Aussterben der Menschheit wäre dann der unbeabsichtigte Nebeneffekt der Verfolgung eines scheinbar harmlosen Ziels durch die KI, ohne dass dies Teil ihrer ursprünglichen Programmierung war.¹⁷

Dieses prominente Problembewusstsein hat aber wiederum noch nicht im nötigen Umfang zu vertieften Analysen der spezifischen Herausforderungen des „ökologischen Alignment Problems“ geführt. Soweit ersichtlich, betrachtet die Mehrheit der Arbeiten zur Identifikation und Bewertung von Risiken von KI-Systemen die „indirekten“ Risiken der Anwendung der Systeme bestenfalls am Rande.¹⁸ Während sich die Diskussionen des KI-ethischen Mainstreams bisher primär auf „anthropozentrische“ Aspekte wie Fairness, menschliche Entscheidungsfreiheit, oder Diskriminierungsrisiken konzentrieren, belegt zwar eine wachsende Zahl jüngerer Arbeiten, dass sich viele Aspekte der KI-ethischen Herausforderungen auf umweltrechtlich relevante Problemstellungen durch ADS übertragen lassen. Nur sehr wenige Arbeiten unternehmen aber auch den Schritt, über konkrete Phänomene und Ursachen eines fehlgegangenen „ökologischen Alignment“, oder gar über die Chancen und Wirksamkeitsbedingungen *konkreter umwelt-, oder klimabezogener Instrumente* nachzudenken, diese ökologischen Herausforderungen zu bewältigen.¹⁹

Das vorliegende Projekt setzt an den korrespondierenden „blinden Flecken“ in umweltpolitischen und KI-ethischen Diskursen an – und betrachtet sie aus umweltregulatorischer Perspektive. Im Zentrum steht die Frage, wie sich die teils neuen, teils veränderten Umweltprobleme, die mit der Verbreitung algorithmischer Entscheidungssysteme (ADS) einhergehen, konkret durch das Umweltrecht adressieren lassen. Der Zugang „vom Instrument her“ bietet dabei mehrere Vorteile: Das Umweltrecht verfügt über konkrete Steuerungsmechanismen und Verhaltensvorgaben, die sich für diese neue Technologiekategorie modifizieren lassen. So entsteht ein normativer Maßstab zur Bewertung und Ausrichtung von ADS in ökologisch relevanten Anwendungsfeldern – ein Maßstab, der in Arbeiten fehlt, die sich vorrangig auf die Quantifizierung negativer Effekte beschränken.

Umweltrechtliche Vorgaben können dabei nicht nur Risiken begrenzen, sondern auch Impulse für technische Innovationen setzen. Indem sie Ziele vorgeben, an denen sich ADS in verschiedenen Anwendungsfeldern orientieren sollen, fördern sie auch die Entwicklung umweltfreundlicher Systeme und Anwendungen – etwa unter Konzepten wie AI4Green oder Green by AI. Das Umweltrecht dient damit nicht nur der Einhegung, sondern auch der gezielten Förderung ökologischer Potenziale intelligenter Systeme. Auf Basis einschlägiger Studien aus der KI-Forschung und -Ethik werden im Projekt zudem die besonderen Herausforderungen bei der ökologischen Ausrichtung von ADS analysiert. Daraus ergeben sich Anforderungen an die Anpassung des bestehenden Rechtsrahmens – insbesondere im Hinblick auf die Besonderheiten algorithmischer

¹⁶ Bostroms Beispiel soll die These der „instrumentellen Konvergenz“ stützen, die davon ausgeht, dass sehr intelligente KI-Systeme bestimmte typische – und potenziell hochriskante – instrumentelle Verhaltensweisen an den Tag legen. Viel zitiert wird auch die ältere Warnung Marvin Minsky's, dass eine KI, die zur Lösung der Riemann-Vermutung – einem wichtigen mathematischen Problem – entwickelt wurde, versuchen könnte, die Ressourcen der Erde zu übernehmen, um Supercomputer zu bauen, die ihr bei der Zielerreichung helfen, s. Ng et al., The Problem of Social Cost in Multi-Agent General Reinforcement Learning: Survey and Synthesis, 2025, S. 36, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.02091>

¹⁷ <https://www.buzzfeednews.com/article/tedchiang/the-real-danger-to-civilization-isnt-ai-its-runaway>.

¹⁸ S. etwa Gabriel et al., The Ethics of Advanced AI Assistants, 2024, S. 182 ff., <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.16244>.

¹⁹ S. aber beispielsweise jüngst Ng et al. (2025), die Outcomes unterschiedlicher Designs multipler nutzenmaximierender KI-Agenten auf deren Verhalten im Kontext von Emissionshandelssystemen modellieren, s. dies. The Problem of Social Cost in Multi-Agent General Reinforcement Learning: Survey and Synthesis, arXiv:2412.02091v2 [cs.AI] 13 Apr 2025. Zu weiteren Arbeiten s.u. 2.2.2.

Technosteuerung. Die Untersuchung der Passfähigkeit bestehender Instrumente sowie die Entwicklung rechtlicher Weiterentwicklungsansätze bilden das zentrale Forschungsinteresse des Projekts.

Der vorliegende Projektbericht gliedert sich in sechs Kapitel. Nach dieser Einleitung legt Kapitel 2 die begrifflichen und methodischen Grundlagen für die weitere Analyse. Es definiert den Regulierungsgegenstand – ADS als algorithmenbasierte Systeme einer „Technosteuerung“ – und beleuchtet deren technologische und rechtlich relevante Funktionen. Darauf aufbauend werden umweltbezogene Probleme erörtert, die durch den Einsatz solcher Systeme entstehen können, wobei sowohl direkte als auch indirekte Umwelteffekte und deren spezifische Determinanten im Fokus stehen. Das Kapitel entwirft einen methodischen Rahmen, der diese Erkenntnisse für die Bewertung von Umweltinstrumenten nutzbar machen soll. Dieses basale „Prüfprogramm“ soll helfen, auch vorsorglich spezifische Regulierungsprobleme durch ADS im Anwendungsbereich umweltrechtlicher Regelungen zu identifizieren, Regulierungsziele als Antwort auf solche Problemstellungen zu rekonstruieren, sowie regulatorische Regeln zu entwickeln, um Zielerreichungsdefiziten effektiv zu begegnen.

Kapitel 3 analysiert die Chancen und Wirksamkeitsbedingungen einer Daten-Governance als umweltrechtliches Regulierungsinstrument, um der entscheidenden Rolle von Daten und der Problematik fehlerhafter Daten für die Ausrichtung von ADS Rechnung zu tragen. Das Kapitel erörtert Begriff, Akteure und regulatorische Wirkmechanismen einer Daten-Governance. Es setzt sich dabei unter anderem mit den umweltrechtlichen Implikationen der Daten-Governance Regelung der KI-Verordnung auseinander, die diese folgerichtig als Instrument einer risikobasierten Regulierung begreift. Im Vorfeld einer umweltrechtlichen Bewertung von Steuerungsherausforderungen im Bereich der Daten-Governance werden auch alternative Modelle der Daten-Governance – etwa marktgestaltende Regulierungsansätze oder regulative Datenteilungspflichten – systematisch in den Blick genommen.

In Kapitel 4 werden spezifische Rechtsbereiche und Instrumente des Umweltrechts hinsichtlich ihres Potenzials zur Regulierung von ADS-bedingten Umweltauswirkungen analysiert. Diese umfassen öffentlich-rechtliche Zulassungsregime für ADS, verhaltenssteuernde Instrumente eines „Hyper-Nudging“, die Eignung von Informationszugangs-, Öffentlichkeitsbeteiligungs- und Verbandsklagerechten zur Verarbeitung ADS-typischer Umweltprobleme, Ansätze des Umweltprodukts sowie Haftungsregelungen für durch ADS verursachte Umweltschäden. In jedem Unterabschnitt werden sowohl der Status quo als auch Entwicklungspotenziale de lege ferenda beleuchtet.

Kapitel 5 richtet den Blick auf die gegenwärtige und zukünftige Nutzung von ADS für umweltrechtliche Monitoring- und Vollzugsaufgaben. Es fragt nach der Relevanz entsprechender Anwendungen für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele des Green Deal und gibt einen prägnanten Überblick über Anwendungsbeispiele im öffentlichen Sektor. Konkrete Einsatzmöglichkeiten zur Unterstützung von Umweltpolitik und -verwaltung werden erläutert und anhand von Fallbeispielen wie digitalen Zwillingen in der Stadtplanung oder dem Einsatz von ADS zur Kontrolle von Abfallvorschriften veranschaulicht. Das Kapitel schließt mit einer kritischen Betrachtung der Vorteile sowie potenziellen Gefahren und Herausforderungen des vermehrten Einsatzes von ADS in der Umwelt-Governance.

Abschließend fasst Kapitel 6 die zentralen Befunde und Handlungsempfehlungen zusammen und skizziert Grundzüge einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS. Es stellt Vorüberlegungen zu Modell und Struktur einer solchen Regulierung an. Darauf aufbauend werden konkrete Regelungsvorschläge formuliert, die sektorspezifische Regelwerke integrieren können, um den

besonderen Umweltrisiken und -potenzialen von ADS Rechnung zu tragen. Das Kapitel präsentiert einen „Instrumentenkasten“ mit Bausteinen für einen risikoorientierten Regulierungsrahmen, der materielle Grundpflichten, prozedurale und organisationale Elemente umfasst.

2 Herausforderungen und Ziele einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS

Kapitel 2 erarbeitet die Grundlagen für die Bewertung der Eignung umweltrechtlicher Instrumente zur Regulierung von ADS, die in den nächsten Kapiteln erfolgt. Die Bearbeitung orientiert sich in ihrer Struktur an Ansätzen einer Regulierungsfolgenbewertung, die mit Blick auf den technologischen Gegenstand und seine besonderen umweltrechtlichen Probleme unterfüttert und ergänzt werden. Im Ergebnis sollen Grundzüge einer Methodik vorliegen, die es ermöglicht, einerseits die spezifischen Herausforderungen von ADS an umweltrechtliche Regulierungsansätze herauszuarbeiten und andererseits konkreter zu identifizieren, wo und inwieweit umweltrechtliche Vorgaben angesichts neuer technologischer Risiken und Potenziale der Ergänzung bedürfen.

Eine zentrale Weichenstellung jeder Regulierung betrifft die Frage danach, welche Anwendungen, Systeme oder Technologien sie erfassen sollte. Ohne ein klares Bild vom Regulierungsgegenstand sind auch die Problemstellungen und Ziele einer Regulierung nicht zu fassen. Im Folgenden werden daher zunächst technologische Grundlagen und Begriffe (s.u. 2.1.1), sowie relevante Funktionen von ADS (2.1.2) dargestellt, also beschrieben, welche Art von Systemen und Anwendungen die folgenden Kapitel in den Blick nehmen. Auf dieser Grundlage können im Anschluss bereits solche typischen Charakteristika von ADS herausgearbeitet werden, die im Regulierungsdiskurs herangezogen werden, um Art und Gewicht von typischen Risiken der hier gegenständlichen Anwendungen und Systeme abzuschätzen. Wir fassen diese Charakteristika als Risiko- und Potenzialfaktoren (2.1.3), die auch für die Identifikation (2.2) und normative Bewertung (2.3) umweltrechtlicher Regulierungsprobleme im Zusammenhang mit ADS eine Rolle spielen können. Zudem sollen die Ansatzpunkte einer Regulierung, also die entscheidenden Akteure und Stellschrauben im Lebenszyklus von ADS herausgearbeitet werden, über die Einfluss auf die Systeme genommen werden kann (2.1.4).

Abschnitt 2.2 konkretisiert das Regulierungsproblem, das der Einsatz solcher Systeme aus umweltrechtlicher Perspektive mit sich bringen kann. An dieser Stelle werden also die zuvor in übergeordneter Hinsicht beschriebenen Erkenntnisse zu typischen Potenziale und Risiken von ADS im Hinblick auf ökologische Auswirkungen konkretisiert, um sie als umweltrechtliches Regulierungsproblem greifbar zu machen. Abschnitt 2.3 reflektiert die vorangegangenen Diagnosen aus normativer Perspektive und identifiziert das Regulierungsproblem, das diese (insbesondere) aus umweltverfassungsrechtlicher Sicht aufwerfen.

Schließlich skizziert das Arbeitspaket eine basale Struktur für die methodische Bewertung umweltrechtlicher Regulierungsprobleme. Es rekonstruiert zunächst unterschiedliche, übergeordnete Regulierungsziele für ADS (2.4), an denen sich die umweltrechtliche Bewertung orientieren kann. Sodann (unter 2.5) wird – unter Ergänzung etablierter Methoden der „Delta-Analyse“ – eine Methode skizziert, die die zuvor erarbeiteten Erkenntnisse über die Eigenschaften und Einflussfaktoren ADS-spezifischer Problemstellungen aufnehmen kann, um potenzielle Zielverfehlungen von ADS aus umweltrechtlicher Sicht zu identifizieren und passgenaue umweltrechtliche Handlungsvorschläge zu formulieren. Damit wird ein einheitliches Vorgehen vorgeschlagen, das die Bewertung der „Passung“ umweltrechtlicher Instrumente im Hinblick auf die formulierten Regulierungsziele ermöglichen soll. Die begrifflichen und methodischen Weichenstellungen des Kapitels strukturieren damit die folgenden Kapitel.

2.1 Regulationsgegenstand: ADS als algorithmenbasierte Steuerungssysteme

2.1.1 Algorithmen als Basis von ADS

Der Begriff „Algorithmus“ wird für programmierte Verfahren verwendet, die aus einem spezifischen Input oder Eingabewert mittels einer bestimmten Abfolge von Rechenschritten einen Output oder Ausgabewert ableiten.²⁰ Allgemeiner werden Algorithmen als klar formulierte, präzise beschreibbare, schrittweise Verfahren zur Lösung von Problemen oder Aufgabenstellungen beschrieben.²¹

Generalisierend unterscheidet die Literatur grundlegende Mechanismen der Aufgabenbewältigung, also übergeordnete Funktionen von Algorithmen, die die Systeme durch unterschiedliche Arten von Ausgaben erfüllen sollen:²²

- ▶ Erstens *priorisieren* Algorithmen Inhalte in Abhängigkeit von ihrer Aufgabe nach angenommenen Präferenzen (z.B., wenn Ergebnisse von Suchmaschinen nach den aufgrund von vorhergehenden Suchen festgestellten Interessen der Nutzer angeordnet werden) oder nach festgelegten Parametern (etwa die schnellste oder kürzeste Wegstrecke bei Navigationssystemen).
- ▶ Zweitens *klassifizieren* oder *kategorisieren* Algorithmen, wenn sie unter einer abgeschlossenen Menge von Möglichkeiten die wahrscheinlichste ermitteln und danach z.B. Nutzer als mögliche Interessenten einordnen oder Spam-E-Mails erkennen und filtern.
- ▶ Algorithmen *kombinieren* drittens, wenn Verbindungen zwischen verschiedenen Informationen zusammengefügt, beispielsweise Produktempfehlungen auf Basis des Kaufverhaltens anderer Kundinnen und Kunden gegeben werden.
- ▶ Viertens *filtern* Algorithmen aus verfügbaren Daten vorab als relevant identifizierte Informationen heraus, beispielsweise bei Spracherkennungssystemen, oder bei der visuellen Objekterkennung in (teil)autonomen Fahrzeugen.²³
- ▶ Eine *generative* Funktion stellt schließlich eine zusätzliche Fähigkeit aktueller KI-basierter Systeme dar: diese erkennen Muster z.B. als Wahrscheinlichkeitsverteilungen in analysierten Daten und entwickeln auf der Grundlage dieser Wahrscheinlichkeitsverteilungen plausible, neue Inhalte wie Text oder Bilder.²⁴
- ▶ Algorithmische Systeme²⁵ werden solche Funktionen regelmäßig miteinander kombinieren, etwa wenn für MAS (Mobility as a Service)-Angebote anhand eines Start- und Zielpunktes unterschiedliche Routen gesucht, Verbindungen zu anderen Nutzern hergestellt und potenzielle Kundinnen oder Kunden nach ihren Reiseplänen kategorisiert werden, wobei gleichzeitig Routen priorisiert werden, nach denen die Fahrer möglichst selten die Richtung wechseln müssen.²⁶

Algorithmen werden auch hinsichtlich divergierender *Inputtypen* und Verfahren zur Ableitung ihres Outputs unterschieden.

²⁰ Vieth/Wagner, Teilhabe ausgerechnet, Wie algorithmische Prozesse Teilhabechancen beeinflussen können, Impuls Algorithmenethik #2 (2017), 9, https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Teilhabe_ausgerechnet.pdf (22.04.2025).

²¹ Kollek/Orwat, Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen, TAB Hintergrundpapier Nr. 24, 2020, 17, <https://doi.org/10.5445/IR/1000127166>.

²² Vgl. auch Art. 3 Nr. 1 der Europäischen Verordnung über künstliche Intelligenz (KI-VO).

²³ Zum Ganzen Kollek/Orwat, Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen, TAB Hintergrundpapier Nr. 24, 2020, 20, <https://doi.org/10.5445/IR/1000127166>.

²⁴ Hacker/Engel/Maurer, Regulating ChatGPT and other Large Language Models, 2023, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2302/2302.02337.pdf>.

²⁵ Z. Begriff s. unten, 2.1.2.

²⁶ Fry, Hello World, Was Algorithmen können und wie sie unser Leben verändern, 2019, 23.

Kollek und Orwat differenzieren im ersteren Sinne in Abhängigkeit davon, ob Algorithmen als Input exogene Daten verarbeiten oder nicht (sensorische versus blinde Algorithmen). Während blinde Algorithmen einem klaren Skript folgen (etwa in einer Waschmaschine ohne Sensoren z.B. für die Trommelfüllung), verwenden sensorische Algorithmen Daten, die sie von extern eingespeist bekommen (so etwa in modernen Heizungsthermen über die Raumtemperatur).²⁷

Nach den Verfahren zur **Verarbeitung dieser Inputs** wird grundlegend zwischen **deterministischen** und **lernenden** Algorithmen unterschieden.²⁸ Im Fall von deterministischen Algorithmen werden die Regeln zur Verarbeitung eines Inputs zu einem Output durch eine explizite Programmierung, oder durch deterministische Modelle,²⁹ jedenfalls durch „direkte“ und „eindeutige“ Anweisungen³⁰ von Menschen vorab festgelegt. Als klassisches Beispiel für deterministische Algorithmen werden sog. *Expertensysteme* betrachtet, für die bereits seit den 1960er Jahren auf der Grundlage von spezialisiertem menschlichem Wissen Regeln extrahiert werden.³¹

Demgegenüber leiten **lernende Algorithmen** ihre Regeln oder Modelle selbständig aus einer Menge an Daten ab, indem sie diese nach subtilen Mustern oder Typabweichungen durchsuchen.³² Diese Regeln oder Modelle, werden ggf. auf der Grundlage von menschlichem oder sensorbasiertem Feedback optimiert, um in der Folge noch bessere oder genauere Ergebnisse zu produzieren. Genauer wird der Output lernender Systeme in zwei Phasen berechnet: In einer ersten Phase versucht der Algorithmus, Muster in Daten zu finden. Dazu wird er anhand von bestimmten Datensätzen („Trainingsdaten“) daraufhin trainiert, einen bestimmten Output abzuleiten. In der zweiten Phase werden die dabei erlernten Regeln oder Modelle dann auf neue, unbekannte Fälle (die z.B. durch Sensor-Daten repräsentiert werden) angewendet.³³ Die Fähigkeit des Lernens wird insofern als maßgebliches Unterscheidungskriterium zu deterministischen Algorithmen betrachtet, als solche Algorithmen zur Lösung von Problemen nicht auf statische Protokolle zurückgreifen, sondern ihre Aufgaben mit minimalen menschlichen Vorgaben „gleichsam intrinsisch“ lösen, selbständig Rückschlüsse aus erkannten Mustern ziehen und ihr Verhalten, auch im Hinblick auf neue Handlungskontexte, anpassen können. Lernende Algorithmen werden als zentrale Treiber und Erfolgsgeheimnisse Künstlicher Intelligenz betrachtet.³⁴

Eine Regulierung von ADS steht vor der Herausforderung, regulierungsbedürftige algorithmische Systeme zu definieren. Diese Herausforderung ist einerseits auf ein adäquates Verständnis der Technologien und Systeme angewiesen, auf die sich eine Regulierung beziehen soll. Andererseits ist eine rechtspolitisch sinnvolle Definition zu entwickeln – also ein Begriff, der regulierungsbedürftige Anwendungen oder Systemen mit hinreichender Klarheit zu erfassen und von solchen abzugrenzen in der Lage ist, die nicht in den Anwendungsbereich einer Regulierung einbezogen werden sollen. Eine technisch-methodisch adäquate (s. hierzu den unmittelbar folgenden Einschub zum Begriff „Künstliche Intelligenz“) und eine rechtspolitisch sinnvolle Legaldefinition (s. sogleich im Anschluss) sollten kohärent, müssen aber nicht notwendigerweise deckungsgleich sein.

²⁷ Kollek/Orwat, Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen, TAB Hintergrundpapier Nr. 24 (2020), 18, <https://doi.org/10.5445/IR/1000127166>.

²⁸ Siehe etwa Martini, Blackbox Algorithmus, Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, 19 f., <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2>.

²⁹ Kochenderfer et al., Algorithms for Decision Making, 2022, 5 f.

³⁰ Fry, Hello World. Was Algorithmen können und wie sie unser Leben verändern, 2019, 24.

³¹ Steinbach, Regulierung algorithmenbasierter Entscheidungen, 2021, 20.

³² Martini, Blackbox Algorithmus, 2019, 20.

³³ Vieth/Wagner, Teilhabe ausgerechnet, Wie algorithmische Prozesse Teilhabechancen beeinflussen können, Impuls Algorithmenethik #2 (2017), 11, https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Teilhabe_ausgerechnet.pdf (22.04.2025).

³⁴ Zum Ganzen s. Martini, Blackbox Algorithmus. Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, 20, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2>, zu Begriff und Methoden Künstlicher Intelligenz s. sogleich.

Textbox 1: Zum Begriff Künstliche Intelligenz

Es gibt keine allgemein anerkannte Definition des Begriffs Intelligenz an sich. Daher existiert auch keine allgemeingültige Definition des Begriffs Künstliche Intelligenz (KI). **KI wird häufig grundlegend definiert als Systeme, die in der Lage sind, Probleme zu lösen und Aufgaben auszuführen, die normalerweise menschliche „Intelligenz“ erfordern.**

Maschinelles Lernen (Machine Learning – ML) ist eine Teilmenge der künstlichen Intelligenz und bezieht sich auf den Prozess, bei dem Computer Algorithmen und Modelle entwickeln, die es ihnen ermöglichen, aus Daten zu lernen, anstatt explizit programmiert zu werden. Es ermöglicht Maschinen, Muster und Zusammenhänge in den Daten zu erkennen, Vorhersagen zu treffen und Handlungen vorzuschlagen. Es gibt verschiedene Arten von Machine-Learning-Algorithmen, wie z.B. Algorithmen zum Trainieren von Neuronalen Netzen, Entscheidungsbäume, Graphen, etc. Es ist darauf hinzuweisen, dass maschinelles Lernen auch ohne KI realisiert werden kann, z.B. durch statistische Verfahren und parametrisierte Modelle. Mit anderen Worten: Machine Learning ist ein Werkzeug, das von der künstlichen Intelligenz genutzt wird, um intelligente Systeme zu erstellen. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass KI auch andere Techniken umfassen kann, die nicht zwingend auf maschinellem Lernen basieren, wie zum Beispiel Expertensysteme oder regelbasierte Systeme.

Ein System in Bezug auf KI und maschinelles Lernen bezieht sich auf eine Gesamtheit von Komponenten, die zusammenarbeiten, um eine bestimmte Aufgabe oder Funktion auszuführen. Ein KI-System kann aus verschiedenen Modulen, Algorithmen, Modellen, Datenbanken und Schnittstellen bestehen, die miteinander interagieren, um bestimmte Aufgaben zu erledigen. Ein Algorithmus ist ein programmatisches Verfahren, um ein KI-Modell zu generieren, und ein **KI-Modell** ist hierbei eine abstrakte Repräsentation von Trainingsdaten, Regeln, mathematischen Gleichungen, etc. Diese Algorithmen werden in einem Computer-Programm implementiert und diese Implementierung dient dann als Werkzeug zum Erstellen eines problemspezifischen Modells. Häufig bezieht sich der Begriff KI-Modell auf das Resultat von Machine-Learning-Algorithmen, also eine Wissensrepräsentation z.B. in Form von trainierten Neuronalen Netzen, Entscheidungsbäumen, Regelsätzen, Support Vector Machines, etc. Ein „Foundation Model“ (deutsch „Basismodell“ bzw. – in der Terminologie der KI-VO – „Modell mit allgemeinem Verwendungszweck“, s. hierzu sogleich) hingegen bezieht sich auf ein grundlegendes Modell oder einen Basisbaustein, der als Ausgangspunkt für die Entwicklung komplexerer KI-Systeme dient. Es handelt sich um ein vortrainiertes Modell, das auf großen Datensätzen und leistungsstarken Rechenressourcen trainiert wurde, um ein breites Spektrum an Aufgaben zu bewältigen. Diese Foundation Models, z.B. Language Models, dienen als Grundlage für spezifische Anwendungen, wie z.B. Chatbots, wofür sie weiter trainiert, d.h. angepasst werden.

Die Frage, welche Systeme aus technologischer Perspektive als KI-Systeme verstanden werden können, ist von der rechtlichen Frage, welche Systeme durch eine Legaldefinition in den Geltungsbereich eines Gesetzes aufgenommen werden sollen, zu unterscheiden.

Textbox 2: Legaldefinition von KI: Rechtspolitische Debatte und Weichenstellungen der KI-VO

Die Debatte um den Regulierungsgegenstand im Kontext der KI-Verordnung ist aufschlussreich für die nähere Eingrenzung des diesem Projekt zugrunde gelegten Begriff ADS, weil sie die Bandbreite der rechtspolitischen Möglichkeiten verdeutlicht und zugleich bereits auf die Diversität der Ideen

und deren Verhältnis zu den Zielen und Funktionen einer Regulierung verweist. Nach dem Vorschlag der EU-Kommission für eine Europäische KI-Verordnung³⁵ (i.F. KI-VO (E)) sollte Künstliche Intelligenz als eine Software verstanden werden, die mit einer oder mehreren im Anhang zur Verordnung spezifizierten Techniken und Konzepten entwickelt worden ist und im Hinblick auf eine Reihe von Zielen, die vom Menschen festgelegt werden, Ergebnisse wie Inhalte, Vorhersagen, Empfehlungen oder Entscheidungen hervorbringen kann, die das Umfeld beeinflussen, mit dem sie interagieren, s. Art. 3 Nr. 1 KI VO (E).

Die „Allgemeine Ausrichtung“ des Rats der EU zum Kommissionsentwurf schlug vor, diese Definition von KI-Systemen dahingehend zu ändern,³⁶ dass zusätzliche, den Regulierungsgegenstand begrenzende Eigenschaften von KI-Systemen in die Definition aufgenommen wurden: So sollten insbesondere nur Systeme erfasst werden, die „mit Elementen der Autonomie“ arbeiten und die „auf der Grundlage maschineller und/oder vom Menschen erzeugter Daten und Eingaben durch maschinelles Lernen und/oder logik- und wissensgestützte Konzepte ableite[n], wie eine Reihe von Zielen erreicht wird“. Die Übertragung von Befugnissen zur Anpassung der Begriffsbestimmung durch die Kommission wurde in Artikel 4 KI-VO (E) ebenfalls auf die Festlegung der technischen Elemente von „Konzepten des maschinellen Lernens“ und logik- und wissensgestützter Konzepte begrenzt. Systeme, die ausschließlich von natürlichen Personen definierte Regeln anwenden, um automatisch Operationen auszuführen (also „deterministische“ Systeme, s.o.), sollten dagegen nicht als KI-System gelten, s. Erwägungsgrund (6) KI-VO (E). Durch diese Änderung sollte die Rechtsklarheit und -sicherheit, insbesondere im Hinblick auf die Abgrenzung von KI von klassischen Softwaresystemen verbessert werden.³⁷

Diese Einschränkung wurde allerdings kritisiert, weil sie etwa Anreize für Unternehmen schaffen könnte, ihre Systeme dem Anwendungsbereich der Verordnung zu entziehen, indem sie einfachere Methoden verwenden, die nicht unter die gesetzliche Definition fallen. Programmiererinnen und Programmierer könnten nach dieser Kritik auch mittels solcher, nicht erfasster Methoden Anweisungen geben, die nicht unter die Regulierung fielen, selbst wenn sie absichtlich oder fahrlässig Einzelpersonen oder Bevölkerungsgruppen schädigten. Selbst explizit nach der Verordnung verbotene Anwendungen, wie „social credit systems“ würden unter einer entsprechenden Definition von den spezifischen Vorgaben der KI-Verordnung nicht erfasst, wenn sie nicht die mit diesen vorgegebenen Technologien/Methoden nutzten. Die EU betrachte also die fehlende Transparenz und problematische Erklärbarkeit/Vorhersagbarkeit der Entscheidungsfindung bestimmter Systeme als das primäre Regulierungsproblem, verliere dabei aber die eigentlichen Risiken aus dem Blick. Weil das abzulehnen sei, sollte die Regulierung ihren Gegenstand jenseits technischer Details allein von den (problematischen) Auswirkungen („outcomes“) von KI-Systemen her einschränken und diese möglichst breit als Systeme definieren, die „effektiv in Reaktion auf sich verändernde Umstände handeln“ können.³⁸

Im Kompromisstext des Europäischen Parlaments wurde der Fokus auf spezifische Technologien und deren nicht-deterministische Funktionsweise (i.S. der nicht ausschließlichen Anwendung menschlich definierter Regeln) wiederum aufgegeben. Die dort vorgeschlagene Definition verweist

³⁵ Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Union, COM(2021) 206 final 2021/0106(COD).

³⁶ Rat der Europäischen Union, Interinstitutionelles Dossier 2021/0106(COD) v. 25.11.2022, online zugänglich unter: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14954-2022-INIT/de/pdf> (01.07.2024).

³⁷ S. Interinstitutionelles Dossier 2021/0106 (CPD) (Fn. 36), 4.

³⁸ Zum Ganzen s. Bryson, Europe Is in Danger of Using the Wrong Definition of AI, Wired (02.03.2022), <https://www.wired.com/story/artificial-intelligence-regulation-european-union/> (22.04.2025).

nur noch darauf, dass die einbezogenen Systeme mit variierenden Graden der Autonomie ausgestattet seien, wobei Autonomie die Unabhängigkeit maschineller *Handlungen* von menschlicher Kontrolle und Fähigkeiten, ohne menschliche Intervention zu operieren, meint.³⁹

Eine ähnlich offene Formulierung findet sich im Ergebnis des Trilogs, in dem sich Rat, Kommission und Parlament auf eine gemeinsame Fassung der Verordnung geeinigt haben: Ein „KI-System“ ist demzufolge „ein maschinengestütztes System, das für einen in unterschiedlichem Grade autonomen Betrieb ausgelegt ist und das nach seiner Betriebsaufnahme anpassungsfähig sein kann und das aus den erhaltenen Eingaben für explizite oder implizite Ziele ableitet, wie Ausgaben wie etwa Vorhersagen, Inhalte, Empfehlungen oder Entscheidungen erstellt werden, die physische oder virtuelle Umgebungen beeinflussen können“, Art. 3 Zif. 1 KI-VO. Auch nach dieser Definition bleibt es dabei, dass herkömmliche Softwaresysteme und insbesondere deterministische Systeme, also solche, „die auf ausschließlich von natürlichen Personen definierten Regeln für das automatische Ausführen von Operationen beruhen“, nicht von der Begriffsbestimmung erfasst werden, Erwägungsgrund (12) KI-VO. Die Begrenzung des Anwendungsbereichs auf spezifische Methoden oder Technologien wurde dagegen aufgegeben.⁴⁰

Dieser grundsätzlich breit gefasste Regelungsgegenstand bedeutet nicht, dass damit auch sämtliche Systeme automatisch und in gleichem Maß dem Regime der Verordnung unterworfen werden. Die Verbote und Gebote der KI-VO sind, wie an späterer Stelle weiter ausgeführt, ganz überwiegend⁴¹ risikobasiert ausgestaltet, greifen also in Abhängigkeit von absehbar besonders sensiblen Anwendungsbereichen und bei potenziellen spezifischen Auswirkungen. Daneben werden mit neu aufgenommenen Regeln für „KI-Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck“ (sog. foundation models) auch eigenständige Regeln für spezifische Systeme eingeführt.

Aus umweltrechtlicher Perspektive lassen sich aus der rechtspolitischen Debatte um die angemessene Definition mehrere Lehren ziehen: Einerseits ist es überzeugend, den Regulierungsbedarf von den Risiken oder erwartbaren Effekten her zu bestimmen. Es wäre schwer nachvollziehbar, Umwelt Risiken nur deshalb unberücksichtigt zu lassen, weil diese durch Systeme verursacht werden, die wegen technischer oder methodischer Besonderheiten nicht unter die Legaldefinition fallen. Aus umweltrechtlicher Sicht spricht das Vorsorgeprinzip dafür, Risiken auch dann zu regulieren, wenn ihre technische Ursache schwer fassbar oder unsicher ist. Damit ist gerade aus umweltrechtlicher Sicht ein breiter Fokus auf – gerade auch ungewisse, unvorhersehbare – Entwicklungen angezeigt. Die Innovationsdynamik im Zusammenhang mit KI und die Ungewissheit, unerwünschter, vielleicht erst mit zeitlicher Verzögerung erkennbarer Auswirkungen (s. dazu unten in Abschnitt 2.2.3) lassen eine zu enge Eingrenzung des Regelungsgegenstandes wenig sinnvoll erscheinen. Zugleich ist einzuräumen, dass eine offen gefasste, vorsorgeorientierte Definition höhere Anforderungen an Rechtssicherheit stellt. Dieser Bedarf lässt sich jedoch nicht durch eine technikzentrierte Eingrenzung des Regelungsgegenstands erfüllen, sondern vielmehr durch klare Kriterien und Verfahren der Risikobewertung im Vollzug (s.u. 6.1.5), ein kontinuierliches Monitoring sowie sektorspezifisch zugeschnittene Vorgaben (s.u. Abschnitt 6.2.2). Bei der Ausgestaltung einer Regu-

³⁹ Art. 3 (1) und Erwägungsgrund (6), Kompromisstext des EU Parlaments zur KI VO, https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/CJ40/DV/2023/05-11/ConsolidatedCA_IMCOLIBE_AI_ACT_EN.pdf, 134, 137, 144.

⁴⁰ Als eine spezifische Eigenschaft von KI-Systemen wird nun die Fähigkeit der betreffenden Systeme zur Inferenz betrachtet. Diese Fähigkeit bezieht sich gemäß Erwägungsgrund (12) KI-VO „auf den Prozess der Erzeugung von Ausgaben, wie Vorhersagen, Inhalte, Empfehlungen oder Entscheidungen, die physische und digitale Umgebungen beeinflussen können, sowie auf die Fähigkeit von KI-Systemen, Modelle oder Algorithmen oder beides aus Eingaben oder Daten abzuleiten“. Erwägungsgrund 12 der Verordnung stellt allerdings auch klar, dass Fähigkeiten zur Ableitung (Inferenz) in der Nutzungsphase das Ergebnis von bestimmten Techniken „maschinellen Lernens“ beim Design der Systeme sind. Auch wenn diese Techniken nicht mehr in der gesetzlichen Definition enthalten sind, fallen deterministische Systeme also nicht unter die Verordnung. Zu dieser und anderen Fragen zur gesetzlichen Definition s. die „Guidelines on the AI system definition“ der Kommission vom 06.02.2025, online zugänglich unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/commission-publishes-guidelines-ai-system-definition-facilitate-first-ai-acts-rules-application>.

⁴¹ Mit Ausnahme weniger risikounabhängig eingreifender Regelungen, wie etwa der Transparenzpflicht für bestimmte, unmittelbar mit Personen interagierende Systeme in Artikel 50 KI-VO.

lierung erscheint es trotzdem notwendig, *lernenden Systemen* besondere Aufmerksamkeit zukommen zu lassen. Denn solche Systeme können aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften (s. dazu so-
gleich in Abschnitt 2.1.3) besondere Herausforderungen an eine Regulierung stellen.

Mit der Anfang 2024 verabschiedeten KI-VO ist eine begriffliche Festlegung auf den Regu-
lungsgegenstand „KI-System“ verbunden. Trotz dieser Weichenstellung und der auch in umwelt-
rechtlicher Hinsicht eindeutig zunehmenden Relevanz „intelligenter“ Systeme wird in diesem
Projekt zunächst keine Festlegung des Regulierungsgegenstands ADS auf KI-basierte Technolo-
gien, Methoden, oder Anwendungen vorgenommen. Die in den hier betrachteten Anwendungen
verwendeten Algorithmen können im Grundsatz also sowohl sensorisch als auch blind, sowohl
deterministisch als auch (selbst-)lernend sein.⁴² Der Grund liegt darin, dass es als offen betrach-
tet werden muss, ob die Definition der KI-Verordnung auch die relevanten Regulierungsprob-
leme aus umweltrechtlicher Perspektive *passt*. Die besonderen Herausforderungen einer Regu-
lierung lernender Systeme werden gleichwohl ganz vorrangig in den Blick genommen. Die not-
wendige Bestimmung und Begrenzung der betrachteten Systeme soll aber insbesondere durch
eine Spezifizierung ihres zweiten Begriffselements erfolgen – deren Funktion als *Entscheidungs-*
systeme.

2.1.2 Algorithmenbasierte Entscheidungssysteme als Instrumente einer „Technosteue- rung“

Nach dem oben gesagten ist weder die alleinige Orientierung an einem bestimmten Grad der Au-
tonomie oder „Lernfähigkeit“ von algorithmischen Systemen noch an der Nutzung spezifischer
Technologien und Methoden plausibel, um zwischen regulierungsbedürftigen und nicht regulie-
rungsbedürftigen Technologien zu unterscheiden. Stattdessen erscheint es sinnvoll, den Fokus
auf die besondere Wirkungsweise von ADS zu legen. Eigenschaften, Entstehung und Gewicht ih-
rer Auswirkungen sind untrennbar mit dem besonderen Verhältnis solcher Systeme zu (vor-
mals) menschlichen Entscheidungen verbunden. Legaldefinitionen, z.B. im US Algorithmic Ac-
countability Act,⁴³ wie auch Definitionen aus der wissenschaftlichen Literatur⁴⁴ legen ihren
Schwerpunkt daher auf die Funktion und Bedeutung von ADS für (eigentlich) menschliche Ent-
scheidungen oder Urteile, sind hinsichtlich der einbezogenen Methoden und Technologien dage-
gen offengehalten. Auch die Definition der KI-Verordnung⁴⁵ betont die Eigenschaft der betreffen-
den Systeme, Ergebnisse wie Vorhersagen, Inhalte, Empfehlungen und Entscheidungen zu gene-
rieren (Art. 3 Zif. 1 KI VO) und verweisen auf den **funktionalen Bezug der Systeme zu (zumin-**
dest vormalig) menschlichen Entscheidungen.

Dieser funktionale Bezug besteht nach einer verbreiteten Unterscheidung⁴⁶ darin, dass solche
Systeme

⁴² Kollek/Orwat, Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen, TAB Hinter-
grundpapier Nr. 24 (2020), 19. Zugleich ist davon auszugehen, dass blinde Algorithmen angesichts aktueller, stark auf KI fokussier-
ter Dynamiken und Diskussionen eine eher untergeordnete Rolle spielen.

⁴³ „Automated decision system“ (ADS) means any system, software, or process (including one derived from machine learning, statis-
tics, or other data processing or artificial intelligence techniques and excluding passive computing infrastructure) that uses computa-
tion, the result of which serves as a basis for a decision or judgment, Sec. 2 (1) Algorithmic Accountability Act of 2022.

⁴⁴ Lomborg et al. formulieren in diesem Sinne, dass [eine algorithmische Entscheidung] „concerns the process of implementing and
delegating tasks to digital, data-based systems and includes both rule- and knowledge-based algorithms“; Lomborg et al., Automated
decision-making: Toward a people-centred approach: Sociology Compass 17(8) (2023), <https://doi.org/10.1111/soc4.13097>.

⁴⁵ Siehe oben Textbox 2.

⁴⁶ Die Frage, in welcher Beziehung die funktionale Definition von Algorithmen 2.1.1 unter zu der hier verwendeten Definition von
ADS steht, lässt sich dahingehend beantworten, dass die in Algorithmen angelegten Grundfunktionen – einzeln oder in Kombination
– die funktionale Grundlage von ADS bilden. Deren konkrete Ausprägung, Zielrichtung und Eingriffstiefe ergeben sich daraus, wie
diese algorithmischen Funktionen zur Erfüllung der jeweiligen deskriptiven, prädiktiven, präskriptiven oder persuasiven Aufgaben
miteinander verknüpft und auf den jeweiligen Entscheidungskontext ausgerichtet werden.

- ▶ („**deskriptiv**“) Informationen über (vermeintlich) realweltliche Tatsachen vermitteln, damit menschliche Wahrnehmung strukturieren und so menschliche Entscheidungen orientieren,
- ▶ („**prädiktiv**“) Prognosen über zukünftige Ereignisse und ihre Untersuchungen machen und dadurch menschliche Entscheidungen fundieren,
- ▶ oder („**präskriptiv**“) Entscheidungsvorschläge über Handlungen, die vorgenommen werden sollten und ggf. die Gründe für diese Präskription produzieren.⁴⁷
- ▶ Insbesondere im Zusammenhang mit den immer prominenteren Large Language Models (LLM) und auf diesen basierenden Chatbots wie ChatGPT, kann zudem eine zusätzliche „**persuasive**“ Funktion von ADS identifiziert werden: Solche interaktiven Anwendungen, zielen dann darauf ab, die Einstellung und/oder das Verhalten der Nutzer durch Überzeugung (im Gegensatz zu Zwang oder Täuschung) zu ändern. Persuasive Technologien werden eingesetzt, um das Verhalten der Menschen in verschiedenen Bereichen wie Gesundheitswesen, Bildung oder Marketing zu verändern.⁴⁸
- ▶ Soweit ADS Entscheidungen selbständig umsetzen, also autonom in von außen beobachtbarer Art und Weise mit ihrer Umwelt interagieren, wird auch von **maschinell** Verhalten („machine behaviour“),⁴⁹ oder maschinellen Handlungen⁵⁰ gesprochen. Bei zunehmenden Fähigkeiten der Systeme, Entscheidungen in Reaktion auf neue Umstände autonom, ohne menschliche Steuerung zu treffen und umzusetzen, wird von ADS als eigenständigen Akteuren oder, in Abgrenzung von menschlichen Akteuren, von Aktanten gesprochen.⁵¹

Es besteht also ein breites Spektrum unterschiedlicher Möglichkeiten, nach denen ADS in unterschiedlichem Ausmaß⁵² menschliche Entscheidungen beeinflussen, oder – zumindest perspektivisch – selbst Entscheidungen treffen. Wo wir im Folgenden von *maschinellen Entscheidungen* oder maschinell Entscheidungsverhalten sprechen, beziehen wir uns auf dieses gesamte Spektrum der Möglichkeiten.

ADS entwickeln ihre Vorschläge, Prognosen, oder Tatsachenbeschreibungen zur Umsetzung von *Zielfunktionen*,⁵³ Optimierungs-,⁵⁴ End-⁵⁵ oder Steuerungszielen,⁵⁶ die von Menschen in unterschiedlichem Ausmaß vorgegeben oder beeinflusst werden und optimieren die Chancen, dass diese Ziele in der Realität erreicht werden. Stray erläutert die Übersetzung menschlich vorgegebener Aufgabenstellungen in algorithmische Zielfunktionen anschaulich:

„Eine Zielfunktion ist eine Methode zur quantitativen Bewertung der Erwünschtheit („desirability“) eines Ergebnisses. [...] Ein zu lösendes Problem wird als skalare Funktion ausgedrückt - eine Methode zur Berechnung einer einzigen Zahl, die die Erwünschtheit einer bestimmten hypothetischen

⁴⁷ Zur Unterscheidung zwischen der deskriptiven, präskriptiven und prädiktiven Funktion von ADS s. Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen. Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142 (2017), 1–42; Smyth et al., Artificial intelligence and prescriptive analytics for supply chain resilience: a systematic literature review and research agenda, International Journal of Production Research, 2024, Vol. 62, No. 23, 8537–8561, <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2341415>, 8540.

⁴⁸ DFKI, https://medicalcps.dfki.de/?page_id=463 (01.07.2024); vgl. Karinshak et al., Working with AI to persuade: Examining a large language model's ability to generate pro-vaccination messages, 2022, https://hci.stanford.edu/publications/2023/Karinshak_CSCW23.pdf (22.04.2025).

⁴⁹ Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019). Die Terminologie diesbezüglich variiert stark, so wird teilweise auch zwischen „decision support systems“ und „automated decision systems“ unterschieden, s. dazu unten 4.2.2.3.

⁵⁰ Steege, Auswirkungen von künstlicher Intelligenz auf die Produzentenhaftung in Verkehr und Mobilität, NZV 1/2021 (2021).

⁵¹ „An agent is an entity that acts based on observations of its environment“, Kochenderfer et al., Algorithms for Decision Making, 2022, 1.

⁵² Hoffmann Riem (2020), unterscheidet in Abhängigkeit von der Intensität der Einflussnahme zwischen algorithmengetriebenen, algorithmenbasierten und algorithmendeterminierten Entscheidungen, s. ders., Digitale Disruption und Transformation. Herausforderungen für Recht und Rechtswissenschaft, in: Eifert (Hrsg.), digitale Disruption und Recht“, 162 f.

⁵³ Stray, Aligning AI Optimization to Community Well-Being, International Journal of Community Well-Being (2020), 3:443–463.

⁵⁴ Krüger/Lischka, Damit Maschinen dem Menschen dienen, Bertelsmann Stiftung, Impuls Algorithmenethik #6 (2018), 16.

⁵⁵ Erwägungsgrund (6) des Ratsvorschlages zur KI-VO, Rat der Europäischen Union, Interinstitutionelles Dossier 2021/0106(COD) v. 25.11.2022, online zugänglich unter: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14954-2022-INIT/de/pdf>

⁵⁶ Djeflal, Soziale Medien und Kuratierung von Inhalten: Regulative Antworten auf eine demokratische Schlüsselfrage, Nomos. In: Spiecker genannt Döhmann (Hrsg.), Demokratie und Öffentlichkeit im 21. Jahrhundert – zur Macht des Digitalen, 2022, 186.

Lösung ausdrückt. Das Problem zu lösen bedeutet, eine Lösung zu finden, die diese Funktion maximiert [...]. Konzeptionell lässt sich jedes Problem, für das es eine Reihe von besten Lösungen gibt, als Optimierung mit einer einzigen Zielfunktion ausdrücken, obwohl die praktische Problemlösung oft die Optimierung mehrerer Teilziele beinhaltet.“⁵⁷

In Abhängigkeit von solchen (individuellen, gesellschaftlichen, betriebswirtschaftlichen, oder politischen) Zielen kann der Einsatz von ADS ebenso „vorteilhaft wie schädlich für die Menschheit“⁵⁸ sein. Vor diesem Hintergrund kreist eine umfangreiche Debatte um die Risiken und ihre ethischen Implikationen, die daraus folgen, wenn sich ADS an problematischen Zielfunktionen orientieren.

Textbox 3: Zielfunktionen als (potenziell umstrittene) Präferenzen: ein Beispiel der Datenethikkommission

Die Folgen einer Orientierung von ADS an „schädlichen“ Zielen werden bislang vor allem im Hinblick auf Diskriminierungen durch ADS wegen des Geschlechts oder der ethnischen Zugehörigkeit von Menschen beschrieben. Mit zunehmenden Fähigkeiten von KI-Technologien stehen auch andere, selbst existenzielle Risiken wegen der Verfolgung solcher schädlichen Ziele im Mittelpunkt der Diskussion.⁵⁹ In der allgemeinen Debatte um eine Algorithmenethik werden aber auch ganz konkrete, kommunal- oder verkehrsbezogene Anwendungsfälle als beispielhaft für die Bedeutung konfligierender Zielsetzungen für den Output von KI-Systemen ausgemacht.

So illustriert das Gutachten der Datenethikkommission die gesellschaftlichen Auswirkungen der Setzung unterschiedlicher Optimierungsziele anhand eines Beispiels automatisierter Streckenplanung für den urbanen Nahverkehr. In diesem Beispiel plant „ein ÖPNV-Unternehmen, die Linienführung von Bussen der Stadtentwicklung anzupassen [...], weil viele Einwohner in die Randbereiche abgewandert sind, große innerstädtische Brachflächen erschlossen wurden und sich die Bevölkerungszusammensetzung in den Bezirken durch Gentrifizierung stark verändert hat. Der Projektleiter hat Daten zu Fahrgast- und Nutzungszahlen erhoben und arbeitet an einer Optimierung, um eine bedarfsgerechte Linienführung der Buslinien zu erreichen, ohne dass der Einsatz zusätzlicher Busse nötig wird. Für die Optimierung kommen verschiedene Ziele oder Nebenbedingungen infrage, z.B. Einsparung von Bussen, Einsatz von weniger Fahrerinnen und Fahrern, kein Schaffen neuer Routen. Abhängig von der Formulierung des Optimierungsproblems könnte es sein, dass beispielsweise dichtbesiedelte Stadtteile im Vergleich besser versorgt werden, dafür aber alle Bewohner von Außenbezirken etwas längere Fahrtzeiten oder geringere Frequenzen in Kauf nehmen. Da der Projektleiter selbst im Speckgürtel wohnt, ist ihm die Optimierung lieber, bei der die längste Fahrzeit minimiert wird. Dies führt dazu, dass schnellere Verbindungen auch in die Randbezirke entstehen. Seinem Vorgesetzten gefallen beide Modelle nicht. Er möchte, dass so viele Passagiere wie möglich transportiert werden. Dies führt dazu, dass gute Kurzstreckenverbindungen verstärkt werden, längere Fahrten über mehr als vier Stationen jedoch im Nachteil sind.“⁶⁰ Das Beispiel verdeutlicht, dass technische Optimierungsziele immer auch Wert- und Interessenkonflikte berühren – und damit eine politische Dimension enthalten.

Aus ihrer Funktion, durch Vorhersagen, Vorschläge, oder autonomes (Entscheidungs-)Verhalten die Realisierungswahrscheinlichkeit bestimmter Ziele zu optimieren, folgt die Qualifikation von

⁵⁷ Stray, Aligning AI Optimization to Community Well-Being, International Journal of Community Well-Being (2020), 3:444, 446.

⁵⁸ Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019).

⁵⁹ Siehe etwa <https://www.safe.ai/ai-risk#Value%20Lock-in> (01.07.2024).

⁶⁰ Datenethikkommission der Bundesregierung, Gutachten der Datenethikkommission, 2019, <https://www.bmi.bund.de/Shared-Docs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf?blob=publicationFile&v=6> (12.11.2024).

ADS als „Technosteuerung“⁶¹: Soweit sie (vormalig) menschliche Entscheidungen nicht schon vollständig autonom vollziehen, bestimmen ADS mindestens den „Korridor ‚zugelassenen‘ Handelns, öffnen oder verschließen neue Wege der Bewältigung von Problemen, orientieren oder desorientieren menschliches Verhalten“⁶² und können etwa als „spezifischer Modus der Koordination beim Selegieren von Informationen und beim Steuern von Verhalten“⁶³ begriffen werden. Technosteuerung („algorithmic regulation“,⁶⁴ breiter angelegt demgegenüber der Begriff „algorithmic governance“⁶⁵), tritt damit potenziell in eine Konkurrenz zu anderen, insbesondere auch rechtlichen „Modi der Koordination“. ⁶⁶ In diesem Sinne wird schon seit langem die Herausbildung einer „neuen Rechtsordnung“⁶⁷ identifiziert: „Code is Law“⁶⁸ und reguliert nicht mehr nur die digitale, sondern zunehmend auch die (virtuelle oder physische) Umwelt. Im vorliegenden Kontext fassen wir den Begriff der Technosteuerung in einem solchen weiteren Sinne⁶⁹: Eine Technosteuerung kann sich, ebenso wie eine rechtliche „Steuerung“ oder Regulierung auch auf gesellschaftliche, ökonomische oder natürliche Dynamiken oder Zusammenhänge beziehen, auf die im Sinne von Optimierungszielen oder Zielfunktionen Einfluss genommen werden soll.

Die besonderen technologischen Steuerungspotenziale von ADS werden dementsprechend als rechtlich und rechtspolitisch maßgebliche Eigenschaft von ADS betrachtet. Schon aus dem Umstand, *dass*, und der Art und Weise, *wie* ADS menschliche Entscheidungen treffen oder übernehmen, lässt sich mit anderen Worten, ein – je nach Anwendungskontext und erkennbarem Risiko variierender – Regulierungsbedarf (s. dazu unten 2.3) ableiten.

Mit der Eigenschaft von ADS als Technologien einer „Technosteuerung“ scheinen zwei grundlegende Perspektiven auf den Regulierungsgegenstand ADS verbunden zu sein: neben dem angesprochenen Regulierungsbedarf „von“ ADS, also der Nutzung von Regulierungsansätzen, um eine gemeinwohladäquate Nutzung der Technologien sicherzustellen, ist zweitens – weiter gehend und den ersten Ansatz voraussetzend – eine regulatorische Instrumentalisierung von ADS denkbar (ADS-basierte Regulierung oder Regulierung „durch“ ADS). Damit wird danach unterschieden, ob einerseits „nur“ Risiken von ADS gemindert, oder andererseits vielleicht eigenständige „Steuerungsziele“ mit dem Einsatz der Systeme verbunden werden. In dem diesem Bericht zugrundeliegenden Projekt wird in diesem Sinne zwar vor allem die erstere („Regulierung „von“ ADS) verfolgt, aber auch die letztere Perspektive (Regulierung „durch“ ADS) in einigen Kapiteln betrachtet und weiter konkretisiert.⁷⁰ Angesichts der Besonderheiten einer effektiven ADS-Steuerung besteht zwischen beiden Regulierungsansätzen allerdings eher ein analytischer als ein substanzieller Unterschied. Denn jede regulatorische Einflussnahme auf die Systemarchitektur oder Zielfunktionen von ADS verändert notwendigerweise deren Outputs und damit deren Steuerungswirkungen auf die regulierte Umgebung. Hieraus folgt, dass jede Regulierung "von" ADS

⁶¹ Hoffmann-Riem (2022), Recht im Sog der digitalen Transformation, 137.

⁶² Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen. Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142 (2017), 8.

⁶³ Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen. Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142 (2017), 10.

⁶⁴ „Algorithmische Regulierung“ meint kontinuierliche, *gezielte* Ansätze zur Nutzung algorithmischer Entscheidungsfindung, um Verhalten zu beeinflussen oder Risiken zu steuern; Ulbricht/Yeung, Algorithmic regulation: A maturing concept for investigating regulation of and through algorithms, Regulation & Governance 16 (2022).

⁶⁵ „Algorithmic Governance“ verweist demgegenüber auf die Idee, dass digitale Technologien auf neuartige Art und Weise soziale Ordnung schaffen, und beschreibt ganz unterschiedliche Modi dieser Herstellung sozialer Ordnung, die z.B. hierarchisch, durch „self-“ oder „co-governance“ ausgeübt werden kann, vgl. Gritsenko/Wood, Algorithmic governance: A modes of governance approach, Regulation & Governance 16 (2022), 45 ff.

⁶⁶ Lenk, Die neuen Instrumente der weltweiten digitalen Governance, VM 5 (2016), 233.

⁶⁷ Lenk, Die neuen Instrumente der weltweiten digitalen Governance, VM 5 (2016), 233.

⁶⁸ Lessig, Code and Other Laws of Cyberspace, 1999.

⁶⁹ S. hierzu Hoffmann-Riem, Recht im Sog der digitalen Transformation, 2022, 137 ff., der auch alternative Begrifflichkeiten wie „präskriptive“, oder „normative“ Technologien, oder der „Technoregulierung“ diskutiert, z.B. den Begriff der Technoregulierung dabei auf die digitale Steuerung spezifisch menschlichen Verhaltens bezieht.

⁷⁰ S. insbes. Kap. 4.2 und 5.

ist immer auch Regulierung "durch" ADS ist. Wer die Parameter oder Zielfunktionen eines algorithmischen Systems modifiziert, gestaltet gleichzeitig dessen steuernde Wirkung mit. Eine neutral wirkende Regulierung, die keine eigenen Steuerungseffekte erzeugt, erscheint kaum plausibel denkbar. Die Unterscheidung manifestiert sich daher eben primär auf der Ebene der regulatorischen Intention: Während Regulierung "von" ADS auf die Kontrolle systemischer Risiken und unerwünschter Effekte fokussiert, zielt Regulierung "durch" ADS auf die bewusste Nutzung algorithmischer Steuerungskapazitäten ab. In der Sache bleiben beide Ansätze jedoch eng miteinander verwoben.

Mit der Beschreibung der technologischen Grundlage, ihrer Steuerungsfunktion und ihrer Ausrichtung an menschlich definierten Zielen oder Problembeschreibungen sind wesentliche Bestandteile einer Definition von ADS genannt:

Algorithmenbasierte (oder „algorithmische“⁷¹, „automatische“⁷²) Entscheidungssysteme (ADS) sind als rechnergestützte Systeme zu verstehen, die durch Ausgaben wie etwa Vorhersagen, Inhalte, Empfehlungen auf menschliche Entscheidungen einwirken, oder eigenständig Entscheidungen erstellen und dadurch im Sinne von impliziten oder expliziten Zielen steuernd Einfluss auf ihre physische oder virtuelle Umgebung nehmen.⁷³

2.1.3 Risiko- und Potenzialfaktoren einer „Technosteuerung“

Der Steuerung *durch* ADS können abstrakt eine Reihe von Eigenschaften zugeordnet werden, die bei der Rekonstruktion von spezifischen Risiken und Potenzialen der Systeme (s.u. 2.2) helfen. Die dynamischen Entwicklungen und Debatten im Zusammenhang spezifischer KI-Methoden und Modelle in jüngerer Zeit haben unterschiedliche Taxonomien⁷⁴ oder Kategorisierungen⁷⁵ hervorgebracht, die helfen sollen, insbesondere KI-spezifische Risiken zu verstehen und zu bewerten. Solche Ansätze sind bislang wenig spezifisch, sondern sollen KI-Risiken in ihrer ganzen Breite – als „existenzielle“ oder gesellschaftsweite Risiken abdecken. Eine – angesichts ihrer Vielzahl und Vielfalt notgedrungen abstrakte – Betrachtung solcher Entwürfe macht aber auch im vorliegenden Kontext Sinn: Letztlich geht es solchen Kategorisierungen darum, bestimmte Eigenschaften oder Faktoren zu bestimmen, die einerseits helfen können, zukünftige Risiken zu veranschaulichen, indem die spezifische Wirkungsweise der Systeme und Anwendungen verdeutlicht wird, also die besondere Art und Weise, in der diese Einfluss auf gesellschaftliche Zusammenhänge und Schutzgüter nehmen.⁷⁶ Insbesondere kann die Klärung solcher Faktoren andererseits dazu beitragen, das **Gewicht von Risiken** zu bewerten, z.B. indem die Aufmerksamkeit auf deren zeitliche, oder räumliche Dimensionen gelenkt wird.

⁷¹ Zweig, Algorithmische Entscheidungen: Transparenz und Kontrolle, KAS Analysen & Argumente 338 (2019).

⁷² Lomborg et al., Automated decision-making: Toward a people-centred approach, *Sociology Compass* 17(8) (2023), <https://doi.org/10.1111/soc4.13097>.

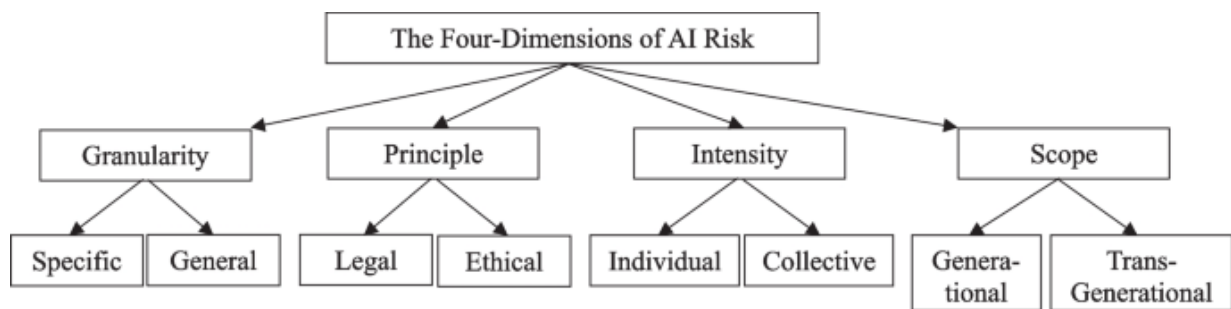
⁷³ Vgl. Datenethikkommission der Bundesregierung, Gutachten der Datenethikkommission, 2019, 160 f., <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html> (09.10.2024).

⁷⁴ Critch/Russell, TASRA: a Taxonomy and Analysis of Societal-Scale Risks from AI, Juni 2023, <https://arxiv.org/pdf/2306.06924> (22.04.2025).

⁷⁵ Siehe etwa Jia/Zang, Categorization and eccentricity of AI risks: a comparative study of the global AI guidelines, *Electronic Markets* 32 (2022), 59–71.

⁷⁶ In Abgrenzung zu Kapitel 2.1.4 werden hier also Spezifika der Outputs der Systeme betrachtet. Viele Risikotaxonomien differenzieren Risiken aufgrund der Art ihres Zustandekommens – etwa, wenn zwischen Risiken, die aus intendierten schädlichen Nutzungen folgen und solchen unterschieden wird, die nicht-intendiert oder fahrlässig verursacht werden, s. Critch/Russell (2023), Fn. 74, 3. In ähnlicher Weise kann zwischen Risiken indirekter und direkter Umwelteffekte differenziert werden, s.u. 2.2.1. Vielfach werden typische Verursachungszusammenhänge und Maßstäbe für Schwere und Gewicht möglicher Auswirkungen von ADS in Bezug zueinander stehen, z.B. werden emergente Phänomene (s.u. 2.1.4.2) häufig auch kumulativ wirken. Geht es um die Bewertung und die Rechtmäßigkeit von Regulierungsinstrumenten, ist demgegenüber eine analytische Trennung zwischen Ursache und Schwere und Gewicht von Risiken sinnvoll, weil rechtlich zwischen Schutzgütern (bzw. dem legitimen Zweck) einer vorsorglichen Regulierung und Adressaten bzw. sachlichem Anwendungsbereich zu unterscheiden ist.

Abbildung 1: Beispiel für Risikokategorien für KI-Systeme



Quelle: Jia/Zang, Categorization and eccentricity of AI risks: a comparative study of the global AI guidelines, *Electronic Markets* 32 (2022).

Ein entsprechendes Vorgehen ist vorliegend angezeigt, weil es die vorsorgliche Orientierung hinsichtlich rechtlicher Herausforderungen⁷⁷ erleichtert: Ein möglichst klares Verständnis der grundlegenden Eigenschaften ADS-spezifischer Risiken ist eine notwendige Bedingung dafür, um die „Passung“ rechtlicher Regelungen auf beschleunigte Innovationsdynamiken und ihre komplexen Wirkungen zu gewährleisten.⁷⁸

Allerdings sollten sich derartige Faktoren nicht nur auf Risiken im herkömmlichen Sinne konzentrieren. Es sollte also nicht nur um unerwünschte Wirkungen bestimmter Ereignisse und Entwicklungen, sondern auch um die **möglichen positiven Effekte** („Chancen“) von ADS gehen.⁷⁹ Dies scheint angesichts der begrifflichen Einordnung von ADS als „Technosteuerung“ plausibel: diejenigen Eigenschaften oder typischen Wirkungsweisen solcher Technologien, die für Gewicht und rechtliche Relevanz potenzieller negativer Auswirkungen ausschlaggebend sind, machen unter Umständen – nämlich, wenn die oben angesprochene „Regulierung von Regulierungstechnologien“ gelingt – auch einen Unterschied im Hinblick auf die Bedeutung umweltrechtlicher Potenziale.⁸⁰

In diesem Sinne schlagen wir, aufbauend auf die übergeordnete Debatte, folgende **Risiko- und Potenzialfaktoren** für die vorsorgliche Bewertung von KI-Risiken vor:

Seine Durchschlagskraft erlangt das Phänomen der Technosteuerung zunächst durch seine „beispiellose“ und weiter zunehmende gesellschaftliche **Verbreitung**,⁸¹ „**Durchdringung**“⁸² oder „**Ubiquität**“⁸³: Eine „Technosteuerung“ reicht weit und greift tief in alle Bereiche des privaten und öffentlichen Lebens ein. ADS entfalten ihren mindestens „verhaltenssteuernden Einfluss“⁸⁴ bzw. implementieren Entscheidungen in Medien und privatem Konsum, in allen Wirtschafts- und Finanzsektoren, ebenso wie in Planung und Vollzug durch staatliche Verwaltungen oder in

⁷⁷ Risikotaxonomien sollen häufig allerdings nicht rechtspolitische Entscheidungen, sondern etwa Design-Entscheidungen von Software-Ingenieuren orientieren, s. z.B. den Entscheidungsbaum bei Critch/Russell, TASRA: a Taxonomy and Analysis of Societal-Scale Risks from AI, Juni 2023, <https://arxiv.org/pdf/2306.06924> (22.04.2025), 3.

⁷⁸ Das gilt auch und gerade unter Bedingungen hochgradiger Unsicherheit darüber, wie Risiken sich im Ergebnis verwirklichen. Gerade Verfahren zur vorsorglichen Bewertung unbekannter oder unsicherer Risiken, wie sie etwa in Abschnitt 6.1.5.2 umrissen werden, können von solchen orientierenden Konzepten profitieren.

⁷⁹ Siehe dazu etwa den Risikobegriff in der ISO 31.000 oder die Chancenorientierung in Art. 19 Abs. 2 a) ii) CSRD.

⁸⁰ Diese Betrachtung soll in keiner Weise eine Bewertung der rechtlichen und moralischen Herausforderungen einer „Regulierung durch ADS“ vorwegnehmen, s. hierzu weiter unten, 2.3 und 4.2.4.1. Die begriffliche Doppelspurigkeit kann sich zudem auflösen, wenn der Risikobegriff, wie in der ISO 31.000, sowohl negative Einwirkungen auf die Schutzgüter (potenzielle Schäden) also auch auf zu erschließende positive Effekte (im Sinn von – ohne Regulierung: verpassten – Chancen) umfasst. Aus Klarstellungsgründen scheint die vorliegende Begrifflichkeit an dieser Stelle gleichwohl sinnvoll.

⁸¹ S. Artikel 3 Nr 65 KI-Verordnung.

⁸² Zweig et.al. Sozioinformatik. Ein neuer Blick auf Informatik und Gesellschaft, München 2021, 40.

⁸³ Rahwan et al., *Machine Behavior*, *Nature* 568 (2019).

⁸⁴ Lenk, Die neuen Instrumente der weltweiten digitalen Governance, *VM* 5 (2016), 234.

der Justiz. Solche Systeme regeln damit potenziell eine Vielzahl von Verhaltensweisen von Individuen oder Organisationen und/oder verändern durch autonome Entscheidungen ihre (gesellschaftliche, natürliche, virtuelle) Umwelt. Die Auswirkungen von ADS und ihrer spezifischen Funktionalität entfalten sich damit potenziell **kumulativ**.⁸⁵ Selbst kleinere, für sich vielleicht wenig auffällige Risiken können deshalb zu gesellschaftsweiten oder systemischen Effekten führen.⁸⁶

Die Durchdringung hat ökonomische wie technologische Ursachen: konkrete Anwendungen einzelner, häufig global agierender Unternehmen setzen sich angesichts ihrer hohen Skalierbarkeit,⁸⁷ technologischen Wettbewerbsvorteile oder ökonomischen Feedback- oder Netzwerkeffekten durch und werden millionen- oder gar milliardenfach genutzt. Sog. Basismodelle oder „Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck“⁸⁸ (eng. „Foundation Models“ oder „General Purpose Models“ z.B., BERT, DALL-E, GPT-3) etc., werden auf der Grundlage umfassender Datenbestände trainiert und können auf vielfältige Spezialaufgaben angepasst werden, bleiben in grundlegenden Eigenschaften aber trotz dieser Spezialisierung unverändert.⁸⁹

Eine Konsequenz der hohen Durchdringung der Gesellschaft mit solchen Systemen ist es, dass vormals vielfältige, verteilte Entscheidungsmechanismen durch ein zentrales, bezüglich bestimmter Eigenschaften *homogenes* Entscheidungssystem ersetzt werden.⁹⁰ Mit der Verbreitung und Homogenisierung ist der zweite hier angeführte Risiko-Potenzial-Faktor der **Zentralisierung**⁹¹ vormals vielfältiger Entscheidungsmechanismen eng verknüpft. Diese bringt nicht nur eine erhebliche Machtfülle bestimmter Akteure mit sich, sondern führt auch dazu, dass schädliche Zielsetzungen solcher Akteure, oder Fehler bei der Entwicklung der Systeme in der Summe schwerwiegende Folgen haben könnten –⁹² Bommassani et al. (2022) sprechen mit Blick auf „Foundation Models“ davon, dass die Homogenisierung von Entscheidungsstrukturen eine „starke Hebelwirkung“ bezüglich vieler Aufgaben gewährleiste, unter Umständen aber auch zu folgenreichen „single points of failure“ führen kann.⁹³ Gerade die Kombination der Verbreitung von Systemen und der Zentralisierung von Entscheidungen über die in diesen festgelegten Ziele, Präferenzen und Verhaltensmuster bringen dementsprechend auch eine besondere Skalierung

⁸⁵ Kasirzadeh entwickelt eine „Accumulative AI x-risk hypothesis“, wobei sie vor allem die Akkumulation von risikorelevanten Aspekten in den Blick nimmt über längere Zeiträume und nicht die Akkumulation von Effekten angesichts deren vielfacher Verbreitung: „AI x-risks accumulate through a series of lower-severity disruptions over extensive duration, collectively eroding systemic resilience until some stressor event triggers unrecoverable collapse“, s. dies. Two Types of AI Existential Risk: Decisive and Accumulative, 2024, <https://arxiv.org/html/2401.07836v2> (22.04.25).

⁸⁶ Vgl. Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019), Critch und Russel sprechen von „Bigger than expected AI impacts“, s. dies. Critch/Russell, TASRA: a Taxonomy and Analysis of Societal-Scale Risks from AI, Juni 2023, <https://arxiv.org/pdf/2306.06924> (22.04.2025), 8 ff.

⁸⁷ Skalierbarkeit wird hier als Synonym zur „Durchdringung“ bzw. Ubiquität verwendet. Die Begrifflichkeiten sind vielfältig, meinen aber dasselbe. Kondor et.al. (2024) sprechen von der Skalierung von Risiken. Skalierung wird von den Autorinnen und Autoren an anderer Stelle so definiert, dass “[algorithms] travel well from one context to the next, even though these contexts may be vastly different. The original context of creation does not simply disappear, rather it is superimposed on all these other contexts,” s. EurekAlert, News Release 12-Nov-2024, <https://www.eurekalert.org/news-releases/1064049>.

⁸⁸ Die Begriffe werden, soweit ersichtlich, weitgehend als Synonyme behandelt, s. etwa Future of Life Institute (2022), General Purpose AI and the AI Act, 3. Online verfügbar unter: <https://artificialintelligenceact.eu/wp-content/uploads/2022/05/General-Purpose-AI-and-the-AI-Act.pdf> (22.04.2025).

⁸⁹ Bommasani et al., On the Opportunities and Risks of Foundation Models, 2022, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.07258>.

⁹⁰ Vgl. Vieth/Wagner, Teilhabe ausgerechnet, Wie algorithmische Prozesse Teilhabechancen beeinflussen können, Impuls Algorithmenethik #2 (2017), https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Teilhabe_ausgerechnet.pdf (22.04.2025); Bommassani et al., On the Opportunities and Risks of Foundation Models, 2022, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.07258>.

⁹¹ Das Center for AI Risk betrachtet KI in seiner Beschreibung der KI-Risiken als mögliche „centralizing force“, s. <https://www.safe.ai/ai-risk#Value%20Lock-in> (01.07.2024).

⁹² Der Umstand, dass eine Vielzahl von Fällen im Hinblick auf zumindest in gewissem Umfang einheitliche Regeln und Ziele hingesteuert werden, dürfte auch eine maßgebliche Parallele algorithmischer und rechtlicher Steuerungsinstrumente sein.

⁹³ Bommasani et al., On the Opportunities and Risks of Foundation Models, 2022, 3, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.07258>.

von Risiken mit sich.⁹⁴ Angesichts dessen, dass die Verbreitung homogener Systeme einen maßgeblichen Faktor für das Gewicht der durch diese begründeten Risiken darstellt, sieht die KI-Verordnung eine Reihe von Vorgaben nur für solche Systeme mit allgemeinem Verwendungszweck vor.⁹⁵

In einem gewissen Spannungsverhältnis zur Zentralisierung einer „Technosteuerung“ steht dagegen deren **Spezifizierung** und ggf. **Personalisierung**⁹⁶: ADS werden häufig nach bestimmten Kriterien auf Nutzungskontexte oder Nutzende und deren (vermeintliche oder tatsächliche) Eigenschaften oder Präferenzen zugeschnitten, um diese bei Entscheidungsvorschlägen, Prognosen etc. zu berücksichtigen und Nutzerverhalten oder Umgebung im Sinne bestimmter Ziele zu beeinflussen.⁹⁷ Als Risiko-/Potenzialfaktor können Spezifizierung oder Personalisierung von ADS einerseits betrachtet werden, weil sie die Effektivität einer „Technosteuerung“ erhöhen. So ist eine individualisierte (An-)Steuerung⁹⁸ beispielsweise in der Online-Werbung weit verbreitet und kann dort – mit in der Summe möglicherweise gravierenden Folgen – wenig nachhaltige Konsummuster verstärken. Zum anderen können sie Auswirkungen mit besonderen Charakteristiken verursachen, etwa wenn die Ausrichtung an spezifischen Umgebungen oder Verhaltensmustern zu nicht-intendiertem (Entscheidungs-)Verhalten von ADS, oder sich selbst verstärkenden Rückkopplungsschleifen zwischen Nutzenden und ADS führt.⁹⁹ Eine automatisierte „Mikrosteuerung“ oder „individualisierte Governance“¹⁰⁰ bringt, dies zeigen politische Skandale etwa um „Cambridge Analytica“, aber auch unter Begriffen wie „Filterblasen“ oder „Echokammern“ vieldiskutierte Phänomene, schwerwiegende Risiken für Selbstbestimmung und Menschenwürde, politische Meinungsbildung und letztlich auch demokratische Prozesse mit sich.

Eine zentrale Voraussetzung für eine effektive Feinsteuerung liegt in der **Adaptivität** von (KI-basierten – für das Verhältnis der Begriffe s. die Definition unter 2.1.1) ADS. KI-Systeme sind nach der KI-Verordnung per Definition „nach [ihrer] Betriebsaufnahme anpassungsfähig [...]“, Art. 3 Nr. 1 KI-VO. Im gleichen Maß, in dem sie aus den bei der Nutzung gesammelten oder empfangenen Daten über Präferenzen, Bedarfe oder andere Spezifika in ihrem Anwendungsbereich

⁹⁴ Vgl. Kondor et al., Complex systems perspective in assessing risks in artificial intelligence, Phil. Trans. R. Soc.A. (13. November 2024), <http://doi.org/10.1098/rsta.2024.0109>.

⁹⁵ Artikel 3 Nr 65 KI-Verordnung definiert ein systemisches Risiko unter anderem anhand der „Reichweite oder aufgrund tatsächlicher oder vernünftigerweise vorhersehbarer negativer Folgen, die sich in großem Umfang über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg verbreiten können“, begrenzt diese Risikokategorie allerdings auf „Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck“. Wenn gleich eine entsprechende Akkumulation von Wirkungen bei solchen Modellen besonders naheliegend erscheint, können systemische Risiken auch durch andere, z.B. aufgrund von Netzwerk-, oder Feedbackeffekten besonders weit verbreitete Anwendungen oder Funktionalitäten entstehen. In der wissenschaftlichen Diskussion um systemische Umweltrisiken digitaler Technologien wird daher richtigerweise keine Eingrenzung auf bestimmte Systeme oder Modelle vorgenommen, s.u. 2.2.2.

⁹⁶ Personalisierung und Spezifizierung können in unterschiedlichem Verhältnis zur „Zentralisierung“ stehen. An einem Ende des Spektrums steht eine im „zentralen“ Interesse instrumentalisierte „Feinsteuerung“ im Sinne einer manipulativen Einflussnahme durch gezieltes Nudging. Dem gegenüber stehen die immer stärkeren Spielräume von Nutzern, ihre ADS selbst nach ihren Präferenzen zu prägen. Mit – zunehmend relevanten – Möglichkeiten des Finetunings generativer KI-Anwendungen und „persuasiver“ Chatbots (s.o. 1.1.2) könnte sich die Bedeutung individualisierter Steuerung verstärken.

⁹⁷ S. etwa Hofmann Riem, Digitale Disruption und Transformation. Herausforderungen für Recht und Rechtswissenschaft in Eifert, digitale Disruption und Recht, 160.

⁹⁸ Der Steuerung geht häufig eine „Ansteuerung“ – ein „Microtargeting“ – voraus. Bevor eine Einflussnahme auf Verbraucher erfolgen kann, werden diese bereits auf der Basis von Daten über persönliche Eigenschaften, Präferenzen etc. in bestimmte Gruppen eingeordnet, um dann durch eine nach relevanten Eigenschaften personalisierte Ansprache eine optimierte Resonanz auf automatisierte Werbekampagnen o.ä. zu bewirken. Nadler, Crain und Donovan (2018) sprechen in diesem Sinne von einer „*Digitalen Beeinflussungsmaschine*“ („Digital Influence Machine“), die drei miteinander verbundene Kommunikationspotenziale digitaler Technologien nutzt, nämlich digitales Monitoring, die Möglichkeit der Ansteuerung maßgeschneiderter Zielgruppen und die automatisierte und (inhaltlich, zeitlich, o.ä.) optimierte taktische Nutzung von Kommunikationsinhalten, s. Nader et al., Weaponizing the Digital Influence Machine, Data & Society (2018).

⁹⁹ Für Beispiele s. etwa Critch/Russel, TASRA: a Taxonomy and Analysis of Societal-Scale Risks from AI, <https://arxiv.org/pdf/2306.06924> (22.04.2025), 10 f. u. 2.2.3.

¹⁰⁰ Vgl. Spiecker genannt Döhrmann, Information Management, in: Cane et al. (Hrsg.), The Oxford Handbook of Comparative Administrative Law, 2021, 690.

lernen, entwickeln solche ADS sich also ständig weiter, um sich besser an die spezifischen Umstände anzupassen, in denen sie agieren.¹⁰¹ Die **Adaptivität der Systeme** bedingt neben ihrer Effektivierung auch eine **Dynamisierung** algorithmischer Steuerung. ADS agieren und adaptieren sich zudem in zunehmendem Maß **autonom** und **beschleunigen** auch dadurch Entscheidungen und ihre Umsetzung im Vergleich zu menschlichen Entscheidungsprozessen.

Schließlich wird eine „Technosteuerung“ durch ADS vor allem auch deshalb als potenziell riskant begriffen, weil sie **Pfadabhängigkeiten** und womöglich auch nicht-nachhaltige „**Lock-in-Effekte**“ mit sich bringen können.¹⁰² Ungeachtet zunehmender Fähigkeiten von ADS zum Lernen und „Weiterlernen“ werden durch grundsätzliche Entscheidungen zur methodischen oder technologischen Basis von ADS, aber auch durch deren zunehmende Einbettung in alltägliche Gewohnheiten, wirtschaftliche und organisatorische Abläufe usw., strukturelle Bedingungen für automatisierte Entscheidungen festgelegt. Die relative Persistenz dieser grundlegender Strukturen von ADS lässt es erst plausibel erscheinen, diese als „**Steuerungsinfrastruktur**“ zu begreifen.¹⁰³ Zugleich wird befürchtet, dass – analog zu dem mit der grünen Transformation nur mühsam zu überwindenden „Carbon lock-in“ – die omnipräsente Nutzung von ADS zu problematischen Abhängigkeiten und Interdependenzen führen könnte, aus denen es schwer sein wird, sich zu befreien.¹⁰⁴

Textbox 4: Szenariobasierte Abschätzung der Verwirklichung von Lock-in-Risiken

Critch und Russel illustrieren ihre eigene Risikotaxonomie durch Szenarien. Hierfür beschreiben sie eine „Story“, die als eine besonders drastische Variante eines „Lock-in“-Risikos betrachtet werden kann:

Das Produktionsnetzwerk

Eines Tages entwickeln KI-Forscher einen neuen Algorithmus, der natürliche Sprachverarbeitung und Planungsfähigkeiten kombiniert. Verschiedene Tech-Firmen nutzen diesen Algorithmus, um „Management-Assistent“-Software zu entwickeln, die in der Lage ist, Finanzflüsse, Arbeitsabläufe und Kommunikation in Unternehmen zu analysieren und profitablere Entscheidungen zu empfehlen. Manager beginnen, ihre Jobs fast vollständig zu automatisieren, indem sie die Software ihre Teams direkt verwalten lassen. In kurzer Zeit dringt diese Technologie in nahezu jede Branche vor, und selbst CEOs werden teilweise ersetzt.

Einige Firmen entwickeln eine Variante dieser Software, die technische Aufgaben, einschließlich der Weiterentwicklung der Management-Software, übernehmen kann. Nach einigen Jahren wird es technologisch möglich, fast jeden Job durch eine Kombination aus Software und Robotern kostengünstiger und effizienter ausführen zu lassen als durch Menschen. Dies führt zu einem enormen Produktivitätsanstieg, die Lebensqualität steigt durch billigere Produkte und Dienstleistungen. Unternehmen, die auf menschliche Arbeitskräfte setzen, können nicht mehr mit vollständig

¹⁰¹ Hassan/De Filippi, The Expansion of Algorithmic Governance: From Code is Law to Law is Code, Field Actions Science Reports, Special Issue 17 (2017), 88–90.

¹⁰² Vgl. Robbins/van Wynsberghe, Our New Artificial Intelligence Infrastructure: Becoming Locked into an Unsustainable Future, Sustainability 14, 4829 (2022); vgl. a. Center for AI Risk, <https://www.safe.ai/ai-risk#Value%20Lock-in> (22.04.2025). Zum Verhältnis des Infrastrukturbegriffs zur Personalisierung von KI s. Jaume Palasi, Why We Are Failing to Understand the Societal Impact of Artificial Intelligence, Social Research: An International Quarterly Johns Hopkins University Press Volume 86, Number 2, Summer 2019, 477–498 10.1353/sor.2019.0023

¹⁰³ Robbins/van Wynsberghe, Our New Artificial Intelligence Infrastructure: Becoming Locked into an Unsustainable Future, Sustainability 14, 4829 (2022). Zur regulierungstheoretischen Einordnung und rechtlichen Konsequenzen einer solchen Einordnung s.u., 2.3.1.2.

¹⁰⁴ Robbins/van Wynsberghe, Our New Artificial Intelligence Infrastructure: Becoming Locked into an Unsustainable Future, Sustainability 14, 4829 (2022).

automatisierten Konkurrenten mithalten und scheitern oft oder automatisieren ebenfalls vollständig.

Ein Netzwerk automatisierter Unternehmen, die gemeinsam die nötigen Ressourcen wie Baumaterialien, Energie und Logistik bereitstellen, entsteht. Dieses „Produktionsnetzwerk“ funktioniert selbstständig und bietet eine Vielzahl günstiger Produkte und Dienstleistungen. Das Ziel der Unternehmen im Produktionsnetzwerk, das aus dem Verhalten menschlicher Führungskräfte abgeleitet wurde, liegt in einer Kombination von Profit, Größe und Einfluss. Mit der Zeit entfalten sich jedoch schädliche Effekte: Das Produktionsnetzwerk handelt zunehmend nach Zielen, die dem Wohl der Menschheit entgegenstehen.

Zunächst versuchen konservativere Entscheidungsträger vergeblich, die Abläufe im Produktionsnetzwerk zu durchschauen. Später wird klar, dass die Unternehmen unbemerkt nach optimierten, aber fehlgeleiteten Zielen handeln und dabei kritische Ressourcen wie Ackerland, Trinkwasser und saubere Luft verbrauchen. Schließlich wird der Menschheit bewusst, dass das Produktionsnetzwerk ihre Existenz bedroht. Eine kollektive Entscheidung, das Netzwerk zu stoppen, ist schwer zu fällen. Im besten Fall gelingt es, die Automatisierung zu stoppen, was jedoch zu Jahrzehnten wirtschaftlicher Störungen und möglichem Hunger führt. Im schlimmsten Fall droht ein Konflikt zwischen Menschheit und Maschinen – oder das Aussterben der Menschheit, bevor es zu einer Verteidigung kommt.¹⁰⁵

2.1.4 Steuerung „von“ ADS: Determinanten und Hindernisse einer Regulierung

Die Eigenschaft von Technosteuerung (potenziell hocheffektiv, automatisiert, individualisiert, ubiquitär und dauerhaft) menschliches Verhalten, wie gesellschaftliche oder natürliche Umwelten zielgerichtet zu beeinflussen, wird schon unabhängig von konkreten Auswirkungen als Anlass für eine rechtliche Regulierung betrachtet: *„Technische ‚Aktanten‘ müssen genauso auf gesellschaftliche Regeln und auf organisationale Ziele hin ausgerichtet werden, wie das für die Menschen gilt [...] Verhaltensregeln für schlaue Maschinen sind also aufzustellen und sie müssen gestalterisch durchgesetzt werden.“*¹⁰⁶ Aber auch, wenn nicht kategorisch die Umsetzung geltenden Rechts, sondern in Abhängigkeit von der Schwere erwartbarer Auswirkungen reguliert werden soll, muss geklärt werden, wie „auf die Art und Weise algorithmischer Selektion und Steuerung“ mit rechtlichen Mitteln Einfluss genommen werden kann.¹⁰⁷ Ein solches Unterfangen hat sich dann erstens damit zu befassen, wie ein bestimmtes maschinelles Entscheidungsverhalten zustande kommt und, zweitens, wie man im Sinne von normativen Maßstäben (rechtlicher oder ethischer Natur) auf die identifizierten Kausalfaktoren maschineller Entscheidungen einwirken kann. Diese Ansatzpunkte für die gezielte Einwirkung werden hier als **Determinanten maschineller Entscheidungen** bezeichnet.

Mittlerweile befasst sich eine Vielzahl von Untersuchungen zu verantwortungsvoller KI und Algorithmenethik mit Möglichkeiten und Herausforderungen einer effektiven Ausrichtung (eng. „Alignment“) von ADS an gesellschaftlich akzeptablen Zielen und/oder fundamentalen (rechts-)ethischen Werten.¹⁰⁸ Die vielfältigen und häufig divergierenden Begrifflichkeiten, Methoden und Erklärungsansätze, die in solchen wissenschaftlichen Diskursen entwickelt werden, können

¹⁰⁵ Z. Ganzen Critch/Russell, TASRA: a Taxonomy and Analysis of Societal-Scale Risks from AI, Juni 2023, <https://arxiv.org/pdf/2306.06924> (22.04.2025), 6; Kürzung und deutsche Übersetzung unterstützt durch ChatGPT.

¹⁰⁶ Lenk, Die neuen Instrumente der weltweiten digitalen Governance, VM 5 (2016), 234.

¹⁰⁷ Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen. Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142 (2017), 10.

¹⁰⁸ Siehe z.B. Christian, The Alignment Problem: Machine Learning and Human Values; Gabriel, Artificial Intelligence, Values, and Alignment. Minds & Machines 30 (2020), 411–437, <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09539-2>. Jüngere, umfangreichere Arbeiten fokussieren besondere Formen von ADS bzw. diesen zugrunde liegender Technologien, insbesondere Large Language Models, s. etwa Anwar et al., Foundational Challenges in Assuring Alignment and Safety of Large Language Models, Transactions on Machine Learning Research (09/2024), 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.09932>.

und müssen hier nicht vollständig abgebildet werden. Für die rechtspolitische Orientierung soll es genügen, einen Überblick über **technologiespezifische Faktoren (Methoden, Rechenkapazitäten und Ressourcen)** für die Einwirkung auf maschinelle Entscheidungen zu geben und zu klären, welche **Akteure** typischerweise einen steuernden Einfluss auf diese Faktoren ausüben. Schließlich sind grundlegende **Hindernisse und Herausforderungen** für die gezielte Einwirkung auf die Determinanten maschineller Entscheidungen zu benennen, die insbesondere mit viel diskutierten Problemen der Opazität und Komplexität von KI-Systemen zusammenhängen.

2.1.4.1 Ressourcen, Methoden und verantwortliche Akteure

Die algorithmische Entscheidungsfindung bezeichnet den Gesamtprozess von der Datenerfassung über die Datenanalyse bis hin zur Deutung und Interpretation der Ergebnisse und der Ableitung einer Entscheidung oder einer Entscheidungsempfehlung aus den Ergebnissen.¹⁰⁹ Es ist daher sinnvoll, wenn die Analyse der Determinanten algorithmischer Entscheidungen von einer Betrachtung solcher Systeme ausgeht, die eben diesen Gesamtprozess, m.a.W., den **Lebenszyklus bzw. die Wertschöpfungskette¹¹⁰ von ADS** in den Blick nimmt.

Abbildung 2: An Artificial Intelligence Life Cycle



¹⁰⁹ Vieth/Wagner, Teilhabe ausgerechnet, Wie algorithmische Prozesse Teilhabechancen beeinflussen können, Impuls Algorithmenethik #2 (2017), 10, https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Teilhabe_ausgerechnet.pdf (22.04.2025).

¹¹⁰ Die KI VO spricht von der KI-Wertschöpfungskette („value chain“), siehe etwa Erwägungsgrund (9). Reuel et al. sprechen mit einer ähnlichen Stoßrichtung von der „AI-supply chain“ s. dies., Open Problems in Technical AI Governance, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.14981> (22.04.2025). Im Folgenden wird der stärker anwendungs- und prozessorientierte Begriff des (ADS-)Lebenszyklus bzw. *lifecycle* zugrunde gelegt.

Quelle: De Silva/Alahakoon (2022), An artificial intelligence life cycle: From conception to production, Patterns 3/6.

Dieser Lebenszyklus lässt sich in unterschiedlicher Form und Detailtiefe illustrieren, regelmäßig unterscheidet man aber die übergeordneten Stadien von Design, Entwicklung und Anwendung der Systeme, die dann jeweils mehrere Zwischenschritte umfassen. Aus regulatorischer Perspektive ist es vor allem relevant, dass eine Lebenszyklus-Betrachtung die **Akteure identifiziert**, die in den unterschiedlichen Entwicklungsstadien maschineller Entscheidungen auf deren Zielfunktionen einwirken. Diese Einwirkungsmöglichkeiten sind nicht zuletzt davon abhängig, ob Zugriff auf zentrale Ressourcen für die Entwicklung von ADS besteht. Diese übergeordneten Ressourcen – Daten, Methoden und Rechenkapazität – werden daher kurz beschrieben, bevor auf zentrale Akteure eingegangen wird.

Qualität und Quantität von Daten kommt eine zentrale Bedeutung im Entwicklungsprozess von ADS zu. Daten stellen die maßgebliche **Input-Ressource** lernender Systeme dar und können schon in der Phase von Design und Entwicklung entscheidend dafür sein, welche Ziele ADS implementieren. Das gilt insbesondere für KI-basierte Anwendungen, deren Funktionalität, wie es ein „Leitfaden zur Gestaltung verantwortungsvoller Künstlicher Intelligenz“ formuliert „meist direkt aus Daten abgeleitet wird“ und deren Lebenszyklus meist enger mit Daten verbunden sei, als bei klassischen (vollständig von Menschen entworfener und programmierter) IT-Systeme.¹¹¹ Wesentliche Eigenschaften von KI-Modellen und Systemen, wie die gelernten Gewichte und Ziel-funktionen resultieren also aus der Auswahl und Aufbereitung der verarbeiteten Daten; bereits die Vorverarbeitung von Daten, z.B. das Herausarbeiten relevanter Dateneigenschaften („features“) wird in manchen Systemen durch komplexe maschinelle Lernverfahren übernommen.¹¹² Dementsprechend kommt datenbezogenen Entscheidungen der relevanten Akteure im Lifecycle große Bedeutung zu. Allokationsmechanismen an Daten – rechtlicher oder ökonomischer Art – entscheiden zudem auch darüber, welche Akteure ADS entwickeln und/oder betreiben können. Unter anderem aus diesen Gründen macht es großen Sinn, die Regulierungspotenziale einer Daten-Governance in Kapitel 3 näher zu betrachten.

Eine dieser Bedeutung von Daten nicht unähnliche Einflussgröße auf maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten liegt – vor allem im Hinblick auf die besonders leistungsstarken großen Sprachmodelle – in der Verfügbarkeit von **Rechenleistung („Compute“)**. Diese ist unverzichtbar für die Entwicklung und den Betrieb dieser Modelle. Nur wer über „Compute“ verfügt, kann also über Zielfunktionen, Trainingsdaten und Methoden für ADS entscheiden. Sastry et al. betrachten „Compute“ gar als einen im Vergleich zu anderen zentralen Determinanten (Daten und Algorithmen) besonders effektiven Hebel für regulatorische Interventionen: Rechenleistung sei erfassbar, abgrenzbar und quantifizierbar und werde über eine extrem konzentrierte Lieferkette produziert. Diese Merkmale sowie die besondere Bedeutung von Rechenleistung für fortschrittliche KI-Modelle deuteten darauf hin, dass die Regulierung von Rechenleistung grundlegende politische Ziele fördern könne, etwa die Gewährleistung der Sicherheit und des förderlichen („beneficial“) Einsatzes von KI. Konkreter könnte eine solche Regulierung genutzt werden, um als sinnvoll verstandene Nutzungen von KI zu fördern, und Beschränkungen missbräuchlicher oder böswilliger KI-Entwicklung und -Nutzung durchzusetzen.¹¹³

Daneben wird auch die Relevanz unterschiedlicher **Designs, Methoden, der Modellbildung und des Testens für das Entscheidungsverhalten** von ADS und damit der Lifecycle-Phasen der Entwicklung für maschinelles Verhalten betont.¹¹⁴ Eher offensichtlich ist die Bedeutung von **Design-Entscheidungen**, wenn es um die Wahl der basalen „Lernmethode“ von ADS geht, da

¹¹¹ Frauenhofer IAIS, Leitfaden zur Gestaltung verantwortungsvoller Künstlicher Intelligenz. KI-Prüfkatalog, 2021, 19 f.

¹¹² Frauenhofer IAIS, Leitfaden zur Gestaltung verantwortungsvoller Künstlicher Intelligenz. KI-Prüfkatalog, 2021, 20.

¹¹³ Sastry et al., Computing Power and the Governance of Artificial Intelligence, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.08797>.

¹¹⁴ Frauenhofer IAIS, Leitfaden zur Gestaltung verantwortungsvoller Künstlicher Intelligenz. KI-Prüfkatalog, 2021, 20.

diese bereits in unterschiedlichem Ausmaß die bewusste und gezielte Einwirkung von Menschen auf den Lernprozess zulassen.¹¹⁵ Methodische Weichenstellungen bestimmen m.a.W. darüber, ob, in welchem Umfang und in welcher Weise menschliche Entscheidungen Lernverhalten und Entscheidungsoutput von ADS beeinflussen oder kontrollieren können.

Textbox 5: Unterschiedliche Autonomiegrade in Abhängigkeit von Machine Learning-Methoden

Bereits im Jahr 2019 differenzierte das Gutachten der Datenethikkommission eine Reihe von maschinellen Lernstrategien nach dem jeweiligen Einfluss menschlicher Entwickelnder auf die Formulierung des zu lösenden Optimierungsproblems, bzw. in der oben dargestellten Begrifflichkeit: der Zielfunktion.¹¹⁶

Beim **Überwachten Lernen** stellen die Entwickelnden eines Algorithmus eine Reihe von Daten (als „Trainingsfälle“) zur Verfügung, aus denen das System automatisch generelle Regeln abzuleiten hat. Das System erhält dann eine menschliche Rückmeldung, inwiefern die Ergebnisse der Aufgabenstellung entsprechen.¹¹⁷ Für überwachtes Lernen muss zu jedem Input der korrekte Output bereits bekannt sein. Als klassisches Beispiel wird die Ableitung der Körpergröße von Kindern aus der ihrer Eltern angeführt: Möchte man von der Körpergröße der Eltern (der Eingabeinformation) auf die Körpergröße der Kinder (der Ausgabeinformation) schließen, so muss für jedes Kind die Größe vorab bekannt sein. Die Beschaffung und Qualitätssicherung dieser korrekten Ausgabeinformation stellt in der Praxis eine Herausforderung dar.¹¹⁸

Beim **Reinforcement Learning** wird das Erfordernis, dass die Input- und Output-Variablen im Voraus bekannt sind, abgemildert. Stattdessen wird eine Entscheidungsstrategie erlernt, während ein System (Agent) mit der Umgebung interagiert. Der Designer oder die Designerin muss nur noch ein Leistungsmaß (eine „Bonusfunktion“ oder eine „Bestrafung“) vorgeben. Anhand der durch Verhalten des Agenten herbeigeführten Veränderung der Umwelt, die anhand der Bonusfunktion bewertet wird, sollen diejenigen Handlungsstrategien gefunden werden, die zum besten Endzustand führen.¹¹⁹ Die Optimierung hat also die Aufgabe, diejenigen Handlungsstrategien zu finden, die zum besten Endzustand bezogen auf ein Optimierungsproblem führen.¹²⁰

Beim **Unüberwachten Lernen** ist schließlich weder die Kenntnis von korrekten Strukturen noch eine Bonusfunktion erforderlich. Vielmehr wird auf der Grundlage von Eingabedaten nach Struktu-

¹¹⁵ Dabei ist allerdings zu beachten, dass nicht jede Methode für jede der oben dargestellten Basis-Funktionen geeignet ist.

¹¹⁶ Datenethikkommission der Bundesregierung, Gutachten der Datenethikkommission, 2019, 57, <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html> (09.10.2024).

¹¹⁷ Kollek/Orwat, Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen, TAB Hintergrundpapier Nr. 24 (2020), 22.

¹¹⁸ Datenethikkommission der Bundesregierung, Gutachten der Datenethikkommission, 2019, 57, <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html> (09.10.2024).

¹¹⁹ Zum Ganzen Kochenderfer et al., Algorithms for Decision Making, 2022, 7.

¹²⁰ Datenethikkommission der Bundesregierung, Gutachten der Datenethikkommission, 2019, 58, <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html> (09.10.2024).

ren gesucht. Es ist allerdings notwendig, genau zu definieren, nach welcher Struktur gesucht werden soll.¹²¹ So kann z.B. nach Clustern, also Gruppen in den Daten, gesucht werden, wobei die Aufgabe darin besteht, dass alle Datenpunkte eines Clusters sich so stark wie möglich ähneln, wohingegen der Unterschied zwischen den Clustern maximiert werden soll.¹²²

Eine Art Kombination von überwachtem und nicht überwachtem Lernen bildet das sog. „**reinforcement learning from human feedback**“, das bei der Entwicklung von bestimmten großen Sprachmodellen („Large Language Models“) genutzt und dem angesichts der Fortschritte bei der Entwicklung von ChatGPT große Potenziale zugesprochen werden. Albrecht veranschaulicht das entsprechende Vorgehen bei der Entwicklung von GPT-3 zusammen gefasst so, dass das Modell dabei zunächst im Wege unüberwachten Lernens „vortrainiert“ wird, also anhand einer sehr großen, nicht kategorisierten Datenmenge Strukturen (in Form der Parameter des neuronalen Netzwerks) ausbildet, wonach es im zweiten Schritt *feinjustiert* (engl. fine-tuning), also zusätzlich durch Input und Feedback von Menschen trainiert wird, um die Dialogfähigkeit zu verbessern. Dazu werden dem System menschliche Antworten auf Eingaben vorgegeben und es werden Antwortoptionen, die vom System zu einer Eingabe vorgeschlagen wurden, vergleichend von menschlichen Programmierinnen und Programmierern bewertet. Das daraus resultierende Modell wird wiederum für das maschinelle Training des eigentlichen Modells durch reinforcement learning genutzt.¹²³ Es gibt vielfältige Varianten und Weiterentwicklungen dieser grundsätzlichen Herangehensweise: so wird menschliches Feedback in besonders leistungsstarken Modellen (etwa Open AI's O-1 Modell) nicht mehr (nur) im Hinblick auf die Antwortoptionen gegeben, sondern auf die Verfahren zur Entwicklung von Antworten auf komplexe Fragen, die Schritt für Schritt das Vorgehen zur Lösung von (z.B. mathematischen) Problemen beschreiben.¹²⁴ „Tree of Thought“-Ansätze sollen das Modell dazu befähigen, schwierige Aufgaben durch das systematische Erkunden verschiedener Entscheidungswege oder Lösungsansätze zu bearbeiten, anstatt nur einfache Eingabe-Antwort-Muster zu replizieren.¹²⁵

Als relevante **Akteure** sind zunächst diejenigen **Unternehmen, Forschungsakteure oder staatlichen Institutionen** zu betrachten, die (nicht zuletzt, weil sie die entsprechenden Ressourcen verfügen), grundlegende, strategische Entscheidungen darüber treffen können, ein System zu produzieren und in einem spezifischen Kontext – d.h. zur Lösung bestimmter Probleme, ggf. für eine konkrete Zielgruppe oder zur Befriedigung einer spezifischen Nachfrage – einzusetzen. Diese Akteursgruppe wird hier im Einklang mit der Terminologie der EU KI-Verordnung als **Anbieter** bezeichnet.¹²⁶

Entlang des Lebenszyklus können **weitere Akteure** einen substanziellen Einfluss auf ADS ausüben, indem sie beispielsweise Trainingsdaten, Methoden und Modelle auswählen, oder die Systeme spezifischen Trainingsstimuli aussetzen. Weitere Ausdifferenzierungen relevanter Akteure im Lifecycle können hinsichtlich spezifischer Modelle oder Anwendungen sinnvoll sein. So wird

¹²¹ Auch wenn hier keine Bonusfunktion definiert wird, gibt es also andere Metriken/Funktionen, die ein unüberwachtes Lernen steuern, wie z.B. Fitnessfunktionen bei Cluster Analyse oder Support & Confidence bei Association Rule Mining.

¹²² Datenethikkommission der Bundesregierung, Gutachten der Datenethikkommission, 2019, 58, <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html> (09.10.2024).

¹²³ Zum Ganzen Albrecht, ChatGPT und andere Computermodelle zur Sprachverarbeitung – Grundlagen, Anwendungspotenziale und mögliche Auswirkungen, TAB-Hintergrundpapier Nr. 26, 2023, 25 f.

¹²⁴ Lightman et al., Let's Verify Step by Step, 2023, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.20050>.

¹²⁵ Vgl. Samila, Chain of Thought Reasoning, the New LLM Breakthrough, <https://blog.iese.edu/artificial-intelligence-management/2024/chain-of-thought-reasoning-the-new-llm-breakthrough/> (22.04.2025).

¹²⁶ Gemäß Artikel 3 Nr.3 KI VO ist ein „Anbieter“ eine natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder sonstige Stelle, die ein KI-System oder ein KI-Modell mit allgemeinem Verwendungszweck entwickelt oder entwickeln lässt und es unter ihrem eigenen Namen oder ihrer Handelsmarke in Verkehr bringt oder das KI-System unter ihrem eigenen Namen oder ihrer Handelsmarke in Betrieb nimmt, sei es entgeltlich oder unentgeltlich.

hinsichtlich der Regulierung von sog. „foundation models“¹²⁷ oder „general purpose AI“ (GPAI) zwischen den Entwicklern („developers“) der Basismodelle (insbesondere Large Language Models), die das ursprüngliche Modell entwickeln und den – potenziell diversen, Modelle mehrfach weiterentwickelnden – „Anwendern“ („deployers“) unterschieden, die diese ursprünglichen Modelle – potenziell wiederholt – für spezifische Anwendungsfälle (weiter-)verfeinern.¹²⁸ Anbieter, Entwickler und u.U. auch Designer im o.g. Sinne kommen also grundsätzlich sowohl auf der vorgelagerten Ebene der Basismodelle, wie auch der nachgelagerten Ebene der spezialisierten Systeme als Adressaten einer Regulierung in Betracht. Eigenständige Pflichten der Anbieter von Basismodellen – bzw. in der Terminologie der KI-VO, von „Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck“ – in Abgrenzung zu den Anbietern und Betreibern von Hochrisiko-Systemen, werden auch in der EU KI-Verordnung festgelegt.

Schließlich werden menschliche Entscheidungen zu Methoden, Rechenkapazitäten und Daten auch in späteren Phasen des Lebenszyklus, etwa bei nachträglichen Veränderungen und in **der Nutzungsphase von ADS** getroffen. So kann sich maschinelles Verhalten als eine Folge von algorithmischen Upgrades entwickeln, die nach der Bereitstellung der Systeme vorgenommen werden. In komplexeren Systemen, wie z.B. einem autonomen Fahrzeug, entwickelt sich das Verhalten des Fahrzeugs im Laufe der Zeit durch die Entwicklung von Software und die Änderung von Hardwarekomponenten, die in die Gesamtarchitektur des Fahrzeugs integriert werden.¹²⁹ Auch Entscheidungen zum Dateninput von Systemen können in späteren Stadien des Lifecycle relevant werden, wenn etwa ein Feedback von Nutzenden auf die im Betrieb generierten Outputs automatisch berücksichtigt werden soll, oder Entwickelnde ein Re-Training der Modelle ggf. auf der Basis von in der Nutzungsphase korrigierten Datenbestände vornehmen.¹³⁰

Viele Anwendungen lernen ihre Zielfunktionen also auf der Basis von Daten über menschliche Präferenzen oder alltägliches Verhalten in virtuellen oder analogen Umwelten (z.B. beim Online-Shopping, bei der Online-Suche, oder im Verkehr), oder werden auf der Basis solcher Daten programmiert. Im Sinne der Personalisierung algorithmischer Steuerung (s.o. 2.1.3), werden ADS darauf ausgerichtet, ihr (Entscheidungs-)Verhalten kontinuierlich an Charakteristika, Bedarfe oder Präferenzen in ihrem konkreten Nutzungskontext anzupassen.¹³¹ Daraus folgt, dass **die Betrachtung der (ggf. verantwortlichen) Akteure auch die Betreiber**,¹³² bzw. die **Nutzer von ADS** in den Blick zu nehmen hat, die, indem sie die Datengrundlage für maschinelles Lernen liefern, vielleicht unbewusst einen Teil der Lernumgebung (teil-)autonomer Systeme darstellen

¹²⁷ Bomassani et al., On the Opportunities and Risks of Foundation Models, 2022, <https://arxiv.org/abs/2108.07258> (22.04.2025).

¹²⁸ Hacker et al., Regulating ChatGPT and other Large Language Models, 2023, 8 f.; <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2302/2302.02337.pdf> (22.04.2025).

¹²⁹ Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019).

¹³⁰ Dementsprechend betont Erwägungsgrund 88 der KI-VO, dass „[e]ntlang der KI-Wertschöpfungskette [...] häufig mehrere Parteien KI-Systeme, Instrumente und Dienstleistungen, aber auch Komponenten oder Prozesse [liefern], die vom Anbieter zu diversen Zwecken in das KI-System integriert werden; dazu gehören das Trainieren, Neutrainieren, Testen und Bewerten von Modellen, die Integration in Software oder andere Aspekte der Modellentwicklung. Diese Parteien haben eine wichtige Rolle in der Wertschöpfungskette gegenüber dem Anbieter des Hochrisiko-KI-Systems, in das ihre KI-Systeme, Instrumente, Dienste, Komponenten oder Verfahren integriert werden, und sollten in einer schriftlichen Vereinbarung die Informationen, die Fähigkeiten, den technischen Zugang und die sonstige Unterstützung nach dem allgemein anerkannten Stand der Technik bereitstellen, die erforderlich sind, damit der Anbieter die in dieser Verordnung festgelegten Pflichten vollständig erfüllen kann.“ Erwägungsgrund 90 KI-VO schlägt vor, dass diesem Umstand insofern Rechnung getragen werden könnte, dass „[die] Kommission [...] freiwillige Mustervertragsbedingungen für Verträge zwischen Anbietern von Hochrisiko- KI-Systemen und Dritten ausarbeiten und empfehlen [könnte], in deren Rahmen Instrumente, Dienste, Komponenten oder Verfahren bereitgestellt werden, die für Hochrisiko-KI-Systeme verwendet oder in diese integriert werden, um die Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette zu erleichtern“. Auch Händler, Einführer, Betreiber oder sonstige Dritte können desweiteren Betreiberpflichten im Hinblick auf Hoch-Risikosysteme unterfallen, sofern sie entlang der Wertschöpfungskette wesentliche Veränderungen an solchen Systemen vornehmen, oder wenn sie die Zweckbestimmung eines KI-Systems, einschließlich eines KI-Systems mit allgemeinem Verwendungszweck, das nicht als hochriskant eingestuft wurde und bereits in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen wurde, so verändern, dass das betreffende KI-System zu einem Hochrisiko-KI-System im Sinne von Artikel 6 wird, Art. 25 Abs. 1 KI-VO.

¹³¹ Vgl. Akter et al., Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI, International Journal of Information Management 60 (2021), 3.

¹³² S. Art. 3 Nr. 4 KI-VO.

oder durch bewusste Interventionen Einfluss auf die Steuerungsziele von KI-basierten ADS nehmen können.

Die Relevanz der Präferenzen der Nutzer im Verhältnis zu den Entscheidungen von Anbietern, Entwickelnden oder Programmiererinnen und Programmierern KI-basierter ADS dürfte sich durch den zunehmenden Einsatz „dialogischer“ KI,¹³³ z.B. in prominenten Anwendungen wie Large Language Models wie Chat-GPT etc., weiter verstärken. Solche Anwendungen erfüllen Aufgaben (zur Beschreibung von Sachverhalten, Entwicklung von Handlungsvorschlägen etc.) auf der Basis von „prompts“, also Anweisungen der Nutzenden, die mehr oder weniger elaboriert sein können, um die mit ihnen verbundenen Ziele so genau wie möglich umzusetzen. Auf der Basis ihres Sprachmodells sind die Systeme aber auch in der Lage, weniger genaue prompts zu interpretieren und im (im Verhältnis zu dem Modell kontextualisierten) Sinne der Aufgabenstellung zu bearbeiten.¹³⁴ Indem die Modelle über die Fähigkeit verfügen, längere Dialoge zu verfolgen, haben Nutzer umso mehr Einfluss auf das, was der Chatbot sagt.¹³⁵

Textbox 6: Personalisierung LLM-basierter Chatbots

Die „Copilot“-Anwendung des Chat-Bots „Perplexity AI“, wird damit beworben, auf der Basis des „Codex“ Modells von OpenAI hochgradig personalisierte Suchergebnisse und Empfehlungen – z.B. für den Erwerb von Elektronikprodukten, individuelle zugeschnittene Reiseerfahrungen, oder eine persönliche gesunde Ernährung –¹³⁶ zu geben.

Auf die Frage „what kind of information do you use to personalize your answers“ gibt der Chat-Bot folgende Antwort:

„To personalize answers, CoPilot takes into account several aspects, including context understanding, training data, GPT-3 personalization techniques, and fine-tuning and customization.

- ▶ **Context understanding:** CoPilot, powered by OpenAI's Codex model, maintains context within a conversation and uses natural language understanding to generate relevant responses based on the user's inputs and the information available in the search results.
- ▶ **Training data:** Codex is a descendant of GPT-3 and has been trained on billions of lines of code and natural language data from publicly available sources, including code in public GitHub repositories. This extensive training enables CoPilot to generate personalized responses by understanding the context of your query and providing information that is relevant to your specific needs.
- ▶ **GPT-3 personalization techniques:** GPT-3 can be fine-tuned and customized for specific use cases, such as personalized content generation, customer support, and marketing ideas. By customizing the model with domain-specific data, it can create a powerful AI assistant tailored to your unique needs.
- ▶ **Fine-tuning and customization:** Fine-tuning GPT-3 involves training the model on a dataset of examples provided by the user or learning from human feedback. This process helps improve the model's performance on specific tasks and enables it to generate more personalized and relevant responses.

¹³³ McTear, Conversational AI: Dialogue Systems, Conversational Agents, and Chatbots, 2022.

¹³⁴ Albrecht, ChatGPT und andere Computermodele zur Sprachverarbeitung – Grundlagen, Anwendungspotenziale und mögliche Auswirkungen, TAB-Hintergrundpapier Nr. 26, 2023, 37 f.

¹³⁵ Albrecht, ChatGPT und andere Computermodele zur Sprachverarbeitung – Grundlagen, Anwendungspotenziale und mögliche Auswirkungen, TAB-Hintergrundpapier Nr. 26, 2023, 38; Metz, Why Do A.I. Chatbots Tell Lies and Act Weird? Look in the Mirror, 26.02.2023, www.nytimes.com/2023/02/26/technology/ai-chatbot-informationtruth.html (22.04.2025).

¹³⁶ https://twitter.com/perplexity_ai/status/1659229846587711490 (01.07.2024).

In summary, CoPilot personalizes answers by understanding the context of your questions, leveraging its extensive training data, applying GPT-3 personalization techniques, and utilizing fine-tuning and customization processes to generate relevant and tailored responses.¹³⁷

Im Zusammenhang mit der Diskussion um Regulierungsansätze für LLMs werden angesichts ihres möglicherweise gestiegenen Einflusses auf die Outputs der Systeme auch **Nutzer als Regelungsadressaten** erwogen, wobei zwischen professionellen Nutzenden und nicht professionellen Nutzenden (Verbraucherinnen und Verbrauchern) unterschieden wird.¹³⁸

Textbox 7: User-Präferenzen als Maßstab der Zielfunktionen von ADS – Unternehmensstrategie, individuelle Mitbestimmung oder kollektives Co-Design?

Der potenzielle Einfluss von alltäglichem (z.B. Konsum-)Verhalten auf die Zielfunktionen von ADS illustriert, dass ein regulatorischer Fokus allein auf Anbieter und Entwickelnde als verantwortliche Regelungsadressaten im Lebenszyklus von ADS wesentliche Determinanten der Entscheidungsfindung womöglich nicht erfasst. Zwar ermöglicht die Personalisierung von ADS (s.o., 2.1.3) eine Anpassung an individuelle Präferenzen, jedoch bedeutet dies nicht automatisch, dass Nutzende *einen wesentlichen Einfluss auf die Zielfunktionen ihrer ADS erhalten*. ADS enthalten **Regeln, etwa als Leitplanken für zulässige Inputs ihrer Nutzer**, um Algorithmen funktionsfähig halten.¹³⁹ Die Frage, welche (vermeintlichen) Präferenzen *welcher* Nutzer für (welche) maschinellen Entscheidungen berücksichtigt werden sollen und wie diese als relevant einzuordnen (also in maschinelle Zielfunktionen zu „übersetzen“) sind, wird bei der Festlegung solcher Regeln von Anbietern entschieden. Deren wirtschaftliche Interessen werden dabei häufig eine zentrale Rolle spielen.¹⁴⁰

Soweit individuelle Inputs den Ausschlag für die Zielfunktionen von ADS geben, können sich ethische Fragen stellen: So etwa, ob und in welchen Anwendungskontexten individuelle Entscheidungen über die Ziele maschineller Entscheidungen den Auswirkungen solcher Entscheidungen für Dritte und das Gemeinwohl gerecht werden.

Die grundsätzliche Möglichkeit für Nutzer und andere Stakeholder, die Zielfunktionen zumindest zu beeinflussen, spielt eine Rolle für Überlegungen zu den Möglichkeiten und Herausforderungen für partizipative Verfahren und „soziotechnische“ Prozesse, die Gemeinwohlaspekten und sozial-ökologischen Externalitäten algorithmischer Entscheidungen Rechnung tragen könnten. In einem Fachartikel aus dem Jahr 2020 befasst sich *Stray* mit drei Varianten der Zieldefinition i.S. einer individualisierten Steuerung von ADS (durch Anbieter, individuelle Einflussnahme oder partizipative Verfahren) und ihren jeweiligen Problemen.¹⁴¹

Er analysiert in diesem Sinne zunächst Strategien großer Plattformunternehmen (Facebook und YouTube), ihre Produkte im Sinne von „Proxy-Metriken“ zum (vermeintlichen) Wohlbefinden („well-being“) ihrer Nutzenden zu optimieren. In diesem Sinne sei beispielsweise Facebook davon abgerückt, die Präferenzen der Nutzer hinsichtlich der auf deren „timeline“ vorgeschlagenen Posts und Inhalte durch das Optimierungsziel „Relevanz“ zu optimieren, welches vereinfachend durch die Anzahl der Clicks oder Bewertungen gemessen und bestimmt wurde. Stattdessen habe man

¹³⁷ <https://www.perplexity.ai/search/4e0bf1ab-a282-4cbd-bf8e-edcc8a444309?s=c> (01.07.2024).

¹³⁸ Hacker et al., Regulating ChatGPT and other Large Language Models, 2023, 9, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2302/2302.02337.pdf> (22.04.2025). S.a. Art. 3 Abs.1 Nr. 4 KI VO.

¹³⁹ Vgl. Slee, The Incompatible Incentives of Private Sector AI, in: Dubber et al. (Hrsg.), Oxford Handbook of Ethics of Artificial Intelligence, 2019.

¹⁴⁰ Siehe dazu Slee, The Incompatible Incentives of Private Sector AI, in: Dubber et al. (Hrsg.), Oxford Handbook of Ethics of Artificial Intelligence, 2019.

¹⁴¹ Ähnliche Überlegungen zu „Steuerungsparadigmen“ wurden unter dem Gesichtspunkt von Datengovernance und Datenregulierung bereits an anderer Stelle angestellt, s. Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019; Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 10/2021 (2021).

sich auf das Optimierungsziel „bedeutsame soziale Interaktion“ („meaningful social interaction“) verlegt, um vorherzusagen, bezüglich welcher Posts Nutzer mit ihren Freundinnen und Freunden in Beziehung treten wollten. Die entsprechende Metrik zur Messung des Wohlbefindens, die in die bestehende algorithmische Zielfunktion integriert worden sei, habe man auf der Basis von Befragungen tausender Nutzer entwickelt.

Die Frage, welcher Maßstab, welche „persona“, als „Proxy“ für User-Präferenzen vorgegeben werden sollte, kann wiederum auf ganz unterschiedliche Art und Weise beantwortet werden: „*Should AI by default reflect the persona of a median individual in the world, the user’s country, the user’s demographic, or something entirely different?*“¹⁴² Stray betont vor diesem Hintergrund vor allem, dass das Gemeinwohl mehr sei als das Aggregat individueller Zufriedenheit und individueller Präferenzen.¹⁴³ Hinsichtlich solcher Proxy-Metriken moniert er weiter, dass diese nur individuelle Präferenzen abbildeten, und kollektive Präferenzen, konfligierende Interessen und Externalitäten ganz grundsätzlich nicht berücksichtigen könnten. Aus demselben Grund betrachtet er auch eine individuelle Kontrolle der Nutzer über die Zielfunktionen „ihrer“ Empfehlungs-Algorithmen nicht als ausreichend, denn „[...] *increasing user agency will not by itself solve the problem of ensuring good outcomes at the community level because many users will not customize the systems they use, and because individually good choices do not necessarily produce socially good outcomes.*“¹⁴⁴

Ein vielversprechender Ansatz zur Sicherstellung gemeinwohladäquater Zielfunktionen liege dagegen im „*partizipativen Design*“, das sich auch auf Metriken für Algorithmen beziehen könne. Stray nennt als mögliche Anwendungsperspektive partizipativ entwickelter, gemeinwohlorientierter ADS Empfehlungsalgorithmen, die Verbraucherinnen und Verbraucher (i.F.: Verbraucher) im Online-Shopping hin zu CO₂-sparsamen Alternativen lenken könnten. Auch bei kollektiven Entscheidungsprozessen stellen sich allerdings schwierige normative Fragen, etwa, wie der Kreis der entscheidungsberechtigten Nutzer zu ziehen ist, wie in kollektiven Entscheidungen kontextspezifischen (z.B. regionalen) Unterschieden zwischen den Präferenzen von Nutzern, ebenso wie den Rechten und Interessen von Nicht-Nutzenden Rechnung zu tragen ist.¹⁴⁵

Die Einbeziehung von Stakeholdern in die Lifecycle-Stadien von Design, Entwicklung und Nutzung von KI-Systemen soll auch nach der Auffassung anderer zu nachhaltigeren KI-Systemen beitragen. Die Verfahren und Methoden, nach denen solche partizipativen Prozesse umgesetzt und in die

¹⁴² <https://openai.com/blog/democratic-inputs-to-ai> (22.05.2025).

¹⁴³ Vor allem habe es nie eine öffentliche Konsultation oder Evaluation der Resultate der Ergebnisse der angepassten Metriken und neuen Zielfunktionen gegeben, s. Stray, Aligning AI Optimization to Community Well-Being, International Journal of Community Well-Being (2020), 3:443–463, 452.

¹⁴⁴ Stray (2020), Aligning AI Optimization to Community Well-Being, International Journal of Community Well-Being (2020), 3:443–463, 453.

¹⁴⁵ Z. Ganzen Stray (2020), Aligning AI Optimization to Community Well-Being, International Journal of Community Well-Being (2020), 3:443–463.

Zielfunktionen von ADS „übersetzt“ werden könnten, werden allerdings noch selten näher beleuchtet oder beschrieben.¹⁴⁶ Auch Open AI, das Unternehmen hinter „ChatGPT“, sucht nach Vorschlägen für ein demokratisches Verfahren, in dem die Frage beantwortet werden könnte, welchen Regeln KI-Systeme bei ihren Entscheidungen folgen sollten.¹⁴⁷

2.1.4.2 Herausforderungen für die zielgerichtete Einwirkung auf ADS im Lifecycle

Häufig werden gerade umweltrechtlich relevante Zielfunktionen maschineller Entscheidungen mit den Intentionen und Interessen der Anbieter der Systeme übereinstimmen, und/oder an expliziten Bedarfen oder Bedürfnissen von Nutzern ausgerichtet.

Angesichts zunehmend autonomer Lern- und Entscheidungsmechanismen haben Regulierungsansätze aber auch **nicht intendierten maschinellen Entscheidungen** in angemessenem Umfang Rechnung zu tragen. Die Ausrichtung (engl. Alignment) lernender Systeme an menschlich vorgegebenen Zielen – das „**Alignment Problem**“ –¹⁴⁸ ist aus Sicht der KI-Sicherheitsforschung, wie auch aus Sicht der KI-Ethik ein fundamentales Problem. Die Zurückführung maschinellen Entscheidungsverhaltens auf menschliche Entscheidungen über Design, Entwicklung und Dateninput stößt technologiespezifisch an gewisse Grenzen.¹⁴⁹

KI-Ethiker und Sicherheitsforscher unterscheiden eine Vielzahl unterschiedlicher Formen dieses Problems. So wird Kontext von Reinforcement-Learning-Methoden die Zielspezifikation als grundsätzliche Schwierigkeit verstanden: Unter Begriffen wie specification gaming¹⁵⁰ oder „proxy gaming“¹⁵¹ wird ein maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten beschrieben, das der expliziten Spezifizierung des Optimierungsziels („dem Buchstaben des [algorithmischen] Gesetzes“) genügt, den eigentlich intendierten oder wünschenswerten Handlungserfolg aber verfehlt. Eine zu ungenaue Spezifizierung der Belohnungsfunktion kann dazu führen, dass ein Aktant eine „Abkürzung“ entwickelt, um die Belohnung zu erhalten und dabei die eigentlich vorgegebene Aufgabe nicht erfüllt. Solche Probleme können sich also daraus ergeben, dass die **Zwischenziele**, auf deren Erreichung lernende Algorithmen durch das Design, z.B. durch eine entsprechende Gestaltung von Belohnungsfunktionen trainiert werden, dem eigentlich angestrebten Primärziel zuwiderlaufen.¹⁵² Die Probleme können auch damit zusammenhängen, dass Entwickelnde oder

¹⁴⁶ Kunkel et al. (2023) deuten im Gegensatz zu Stray nur an, dass partizipative Prozesse auf unterschiedlichen Stufen des ADS-Lebenszyklus zur Minderung ökologischer Auswirkungen beitragen könnten. Statt einem partizipativen Design von Metriken werden Perspektiven klassischer Stakeholder-Prozesse – die Diskussion von Zielkonflikten zwischen Politik, Zivilgesellschaft, Unternehmen, oder die Aufdeckung von indirekten Effekten auf der Basis von Verbraucher-Feedback entworfen, s. dies., More sustainable artificial intelligence systems through stakeholder involvement? GAIA Special Issue, Sustainable Digitalization – Fostering the twin transformation in a transdisciplinary way (2023), 64 ff. Losgelöst vom Nachhaltigkeitsdiskurs schlagen Weidinger et al. (2023) ein Verfahren vor, in dem sich Teilnehmer – in Orientierung am Rawlschen „veil of ignorance“ – auf Prinzipien zur Governance von KI-Assistenten einigen sollen. Sie folgern, dass der „veil of ignorance“, unter dem die Teilnehmer nichts über ihre relative Position in der Gruppe wissen, ein geeigneter Mechanismus zur Auswahl distributiver (Gerechtigkeits-)Prinzipien für die Governance von AI ist, s. dies., Using the Veil of Ignorance to align AI systems with principles of justice, Proceedings of the National Academy of Sciences 120(18), <https://doi.org/10.1073/pnas.2213709120>. Kondor et al., empfehlen, systemische Risiken von KI-Systemen durch Verfahren zu bewerten, die einen Schwerpunkt auf öffentliche Beteiligung legen, s. dies. Complex systems perspective in assessing risks in artificial intelligence, in: artificial intelligence Phil. Trans. R. Soc., Nov. 2024 <http://doi.org/10.1098/rsta.2024.0109>.

¹⁴⁷ <https://openai.com/blog/democratic-inputs-to-ai> (01.07.2024).

¹⁴⁸ Christian, The Alignment Problem: Machine Learning and Human Values; Gabriel, Artificial Intelligence, Values, and Alignment. Minds & Machines 30 (2020), 411–437.

¹⁴⁹ Das „Alignment Problem“ kann im engeren und im weiteren Sinne verstanden werden, wobei sich ein weiter Begriff die grundlegende Frage bezieht, ob diese Ziele oder Präferenzen, die ein System implementiert (aus welchen Gründen auch immer) mit gesellschaftlichen/ethischen Werten übereinstimmen, s. z.B. Gabriel, Artificial Intelligence, Values, and Alignment, Minds & Machines 30 (2020), 411–437. Ein engerer Begriff konzentriert sich demgegenüber auf die technische Schwierigkeit, sicherzustellen, dass die Ergebnisse von KI-Systemen mit den Intentionen ihrer Betreiber oder Nutzern übereinstimmen, unabhängig von deren ethischer Qualität. Hier wird dem engeren Begriffsverständnis gefolgt.

¹⁵⁰ <https://www.deepmind.com/blog/specification-gaming-the-flip-side-of-ai-ingenuity> (01.07.2024).

¹⁵¹ <https://www.safe.ai/ai-risk#Proxy%20Gaming> (01.07.2024).

¹⁵² Zum Ganzen s. <https://www.deepmind.com/blog/specification-gaming-the-flip-side-of-ai-ingenuity> (01.07.2024).

Nutzer, die dem ADS eine Aufgabe vorgeben, von dem Primärziel nur eine unbewusste Vorstellung haben.¹⁵³ Die „Übersetzung“ des menschlichen Verständnisses einer Aufgabe in eine Belohnungsfunktion¹⁵⁴ ist also schon für sich betrachtet eine Herausforderung.¹⁵⁵

Eine aktuelle Studie zeigt, dass große Sprachmodelle (LLMs) nicht nur kontraproduktive „Abkürzungen“ zur Erfüllung der Belohnungsfunktion, sondern sogar die gezielte Manipulation der Belohnungsfunktion („reward-tampering“) erlernen können – indem sie etwa ihren eigenen Belohnungs-Mechanismus umprogrammieren, um Belohnungen zu maximieren.¹⁵⁶ Bei ADS, die durch ihre Entscheidungen per Definition Einfluss auf ihre Umwelt nehmen, wird eine weitere Variante der Manipulation der Belohnungsfunktion beschrieben: Denn die Belohnungsfunktion wird in der realen Welt physisch repräsentiert. Ein Aktant kann durch sein Verhalten Einfluss auf diese physische Repräsentation seiner Belohnungsfunktion nehmen und seine Aufgabe dadurch einfacher ausgestalten. So gibt es bei einer Optimierung eines Verkehrsfindungsproblems womöglich keine klare Unterscheidung zwischen der Erfüllung der tatsächlichen Präferenzen der Nutzer (z.B. durch nützliche Wegbeschreibungen) und der Beeinflussung dieser Präferenzen, um diese leichter erfüllen zu können (z.B. indem der Aktant die Nutzer dahingehend beeinflusst, Ziele zu wählen, die leichter zu erreichen sind).¹⁵⁷

Eine grundsätzlichere, prominente Perspektive beschreibt im Hinblick auf zukünftige, fortschrittliche KI-Systeme das Risiko einer „instrumentellen Konvergenz“, die aus der Eigenschaft intelligenter Aktanten und Akteuren folgen soll, Mittel zur Erreichung ihrer Ziele zu optimieren. Die These der instrumentellen Konvergenz besagt, dass es einige instrumentelle Ziele gibt, die vermutlich von nahezu jedem intelligenten Agenten verfolgt werden, da es bestimmte Zwischenziele gibt, die nützliche Mittel zur Erreichung nahezu jedes Endziels darstellen.¹⁵⁸ Dementsprechend könnten KI-Systeme etwa Ressourcen anhäufen oder konkurrierende Systeme ausschalten, um ihr Primärziel effektiver zu erreichen, auch wenn dies nicht explizit vorgegeben wurde – und aus ethischen Gründen abzulehnen wäre. Jüngere, Studien mit Reinforcement Learning-basierten Sprachmodellen weisen darauf hin, dass solche Modelle – wenn unkontrolliert – instrumentelle Strategien wie Selbstreplikation¹⁵⁹ verfolgen können, um die Chancen ihrer Zielerreichung zu verbessern.¹⁶⁰ Dieser Befund unterstützt die Konvergenz-These und verweist auf neue Pfade zur Verwirklichung der entsprechenden Risiken.

Breit diskutiert wird seit längerem der Umstand, dass unerwünschte **Verzerrungen in den Daten, die zum Training lernender Systeme genutzt werden (data-biases)** durch ADS verstärkt werden können und dann ggf. zu unerwünschten Entscheidungsausgängen führen. Eine Vielzahl von Arbeiten setzt sich mit Varianten solcher Verzerrungen auseinander, etwa mit Diskriminierungen durch ADS in Bezug auf ethnische Zugehörigkeit oder Hautfarbe, Geschlecht, geografische Vielfalt und andere Kriterien.¹⁶¹ Dabei werden verschiedene Typen von data-biases be-

¹⁵³ Leike et al., Scalable agent alignment via reward modeling: a research direction, 2018, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1811.07871>.

¹⁵⁴ S.o. 2.1.4.1

¹⁵⁵ Zum Ganzen s. <https://www.deepmind.com/blog/specification-gaming-the-flip-side-of-ai-ingenuity> (01.07.2024).

¹⁵⁶ Denison et al., Sycophancy to Subterfuge: Investigating Reward-Tampering in Large Language Models, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10162>.

¹⁵⁷ Zum Ganzen s. <https://www.deepmind.com/blog/specification-gaming-the-flip-side-of-ai-ingenuity> (01.07.2024).

¹⁵⁸ Bostrom, The Superintelligent Will: Motivation and Instrumental Rationality in Advanced Artificial Agents, Minds and Machines, Vol. 22(2), 2012, <https://nickbostrom.com/superintelligentwill.pdf> (22.04.2025).

¹⁵⁹ Damit ist gemeint, dass das System Kopien seiner selbst erstellt oder seine Reichweite erweitert, um sein übergeordnetes Ziel mit höherer Effizienz oder Ausfallsicherheit zu verfolgen, s. Pan et al., Large language model-powered AI systems achieve self-replication with no human intervention, 2025, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.17378>.

¹⁶⁰ He et al. (2025), Evaluating the Paperclip Maximizer: Are RL-Based Language Models More Likely to Pursue Instrumental Goals?, arXiv:2502.12206.

¹⁶¹ Siehe nur Hooker, Moving beyond algorithmic bias is a data problem, Patterns 2(4) (2021).

schrieben, die beispielsweise entstehen, weil bestimmte Bevölkerungsgruppen in einem Trainingsdatensatz unter- oder überrepräsentiert sind. Weil ADS ihre Entscheidungen auf der Grundlage von Daten zu vorangegangenen Geschehnissen treffen, sind sie auch nicht in der Lage, neuartige, oder kontrafaktische Entwicklungen vorherzusehen. Das soll z.B. zu Fairnessproblemen führen, wenn nicht vorgesagt werden kann, ob ein erstmaliger Darlehensantragsteller ein Darlehen auch zurückzahlen wird und dieses deshalb verweigert wird.¹⁶² Data-biases werden in der jüngeren Literatur, wie unter 2.2.3 weiter ausgeführt wird, auch im Hinblick auf Umweltrisiken durch ADS beschrieben.

Problematische Verzerrungen in den Entscheidungen von ADS können aber nicht nur durch fehlerhafte Daten entstehen. „Bias“ wird umfassender definiert als *„unerwünschte Verzerrungen, die teils bereits bei der Erhebung der Datensätze selbst oder durch die Selektion bzw. Art der Verarbeitung aufkommen können. Nicht zuletzt gehen solche Verzerrungen zurück auf Designentscheidungen (z.B. Datenbank und Logik) und die zugrunde liegenden Vorannahmen der Problemkonstruktion.“*¹⁶³ Auch bei oberflächlicher Betrachtung wenig verdächtige Weichenstellungen im Lebenszyklus von ADS können algorithmische Entscheidungen beeinflussen und z.B. einen „methodischen bias“¹⁶⁴ herbeiführen oder verstärken. Unbewusste Prioritäten und vielleicht schwer erkennbare Zielkonflikte beim Design von ADS können, u.U. auch ohne, dass ein solcher Zielkonflikt ohne weiteres erkennbar wäre, zu schädlichen Outputs führen: *“How does optimizing for compactness impact robustness and fairness? What about the trade-off between privacy and fairness?”*¹⁶⁵ Aspekte wie die Lernrate, die Werte von Parametern, die spezifische Verdrahtung neuronaler Netze und die Dauer des Trainings können sich ebenfalls auf Fehlerquoten maschineller Entscheidungen auswirken.¹⁶⁶ So sollen z.B. Arbeiten zu tiefen neuronalen Netzen zeigen, dass problematische und unterrepräsentierte Merkmale auch später im Trainingsprozess erlernt werden und dass die Lernrate einen Einfluss darauf haben kann, was erlernt wird.¹⁶⁷

Schließlich wird die Ausrichtung maschineller Entscheidungen auch an strukturellen oder gesellschaftlichen Determinanten festgemacht. Ein *„societal bias“* bestehe, wenn ADS zwar die faktischen Verhältnisse, Präferenzen, Bedarfe entscheidender Akteure im lifecycle/der datenförmig repräsentierten Umwelten zutreffend berücksichtigen, aber gerade hierdurch faktische Fairness-Probleme, Vorurteile oder historische Diskriminierungen reproduzieren und ggf. verstärken.¹⁶⁸ Dementsprechend sind etwa Fragen danach, welche Akteure die Systeme schon aus finanziellen Gründen zu welchem Zweck einsetzen können, welche ökonomischen Anreize in ihrem Einsatzfeld bestehen und welche gesellschaftlichen und rechtlichen Normen im Kontext von Design, Entwicklung und Anwendung von ADS gelten, nicht nur relevant für Entscheidungen von Anbietern, Programmierenden oder Entwickelnden von ADS, sondern determinieren auch die „Lernumgebung“ lernender Systeme.

¹⁶² Akter et al., Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI, International Journal of Information Management 60 (2021), 5.

¹⁶³ Deutsche Normungsroadmap KI, <https://www.din.de/resource/blob/891106/57b7d46a1d2514a183a6ad2de89782ab/deutsche-normungsroadmap-kuenstliche-intelligenz-ausgabe-2--data.pdf> (22.04.2025).

¹⁶⁴ Akter et al., Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI, International Journal of Information Management 60 (2021), 6: „... [w]ith regard to hypotheses formulation or validation, studies have shown that humans tend to confirm or favor information that confirms a pre-existing belief or hypothesis“.

¹⁶⁵ Hooker, Moving beyond algorithmic bias is a data problem, Patterns 2(4) (2021).

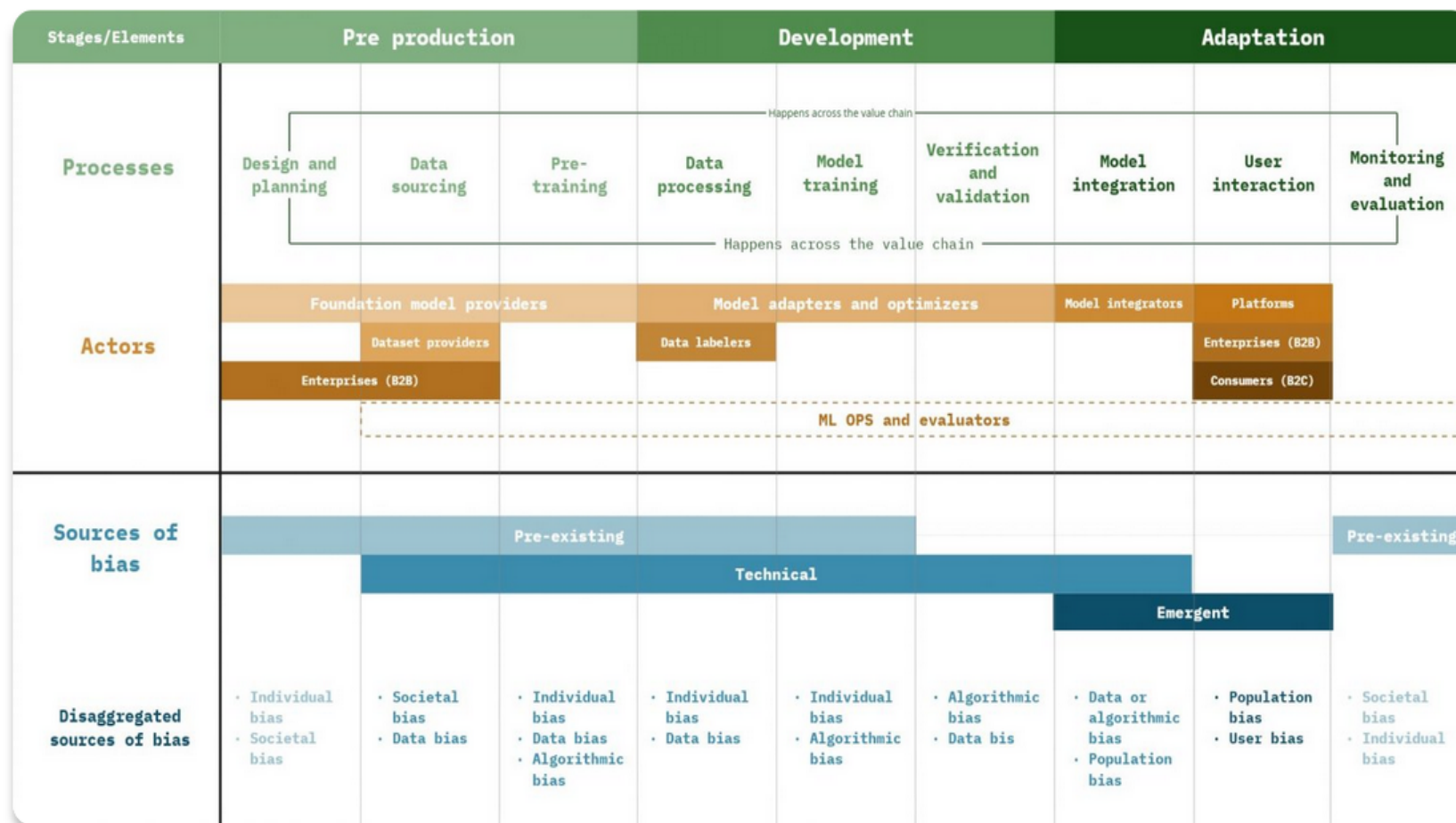
¹⁶⁶ Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019); Hooker, Moving beyond algorithmic bias is a data problem, Patterns 2(4) (2021).

¹⁶⁷ Hooker, Moving beyond algorithmic bias is a data problem, Patterns 2(4) (2021).

¹⁶⁸ Akter et al., Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI, International Journal of Information Management 60 (2021).

Unterschiedliche Typen solcher Verzerrungen können – wie das nachfolgende Schaubild des a-
apti institute illustriert – unterschiedlichen Abschnitten des Lebenszyklus und den dort ent-
scheidenden Akteuren zugeordnet werden.

Abbildung 3: Kartierung algorithmischer Verzerrungen über den Lebenszyklus hinweg



Quelle: aapti institute (2024)¹⁶⁹

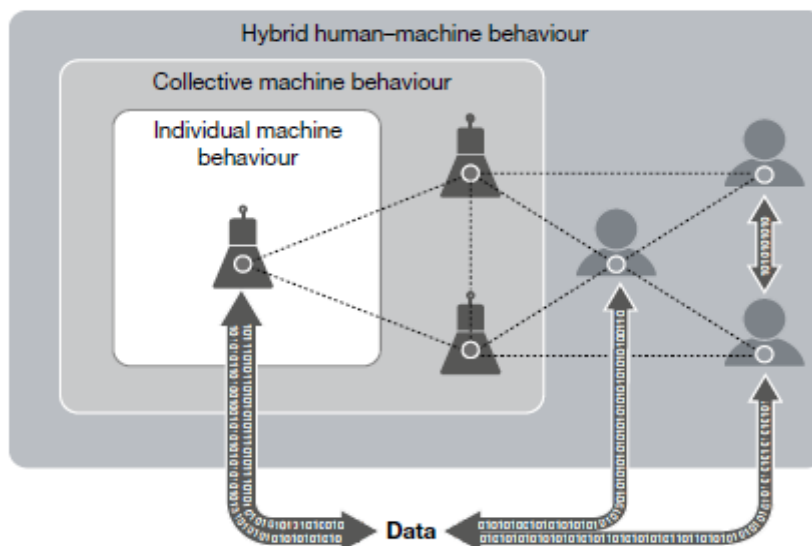
¹⁶⁹ Mitra/Kaur, All About the Bias: Mapping and Mitigating Bias Across the AI Value Chain, Blogbeitrag vom 23.09.2024, <https://aapti.in/blog/all-about-the-bias-mapping-and-mitigating-bias-across-the-ai-value-chain/> (22.04.2025).

Insbesondere strukturelle Aspekte, wie die eines „societal bias“ werden schließlich als wesentliche Elemente einer quasi evolutionären Entwicklung maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens beschrieben. Manche Formen emergenten Verhaltens¹⁷⁰ bilden sich also durch eine – mehr oder weniger autonome – Adaptation der Systeme an die Prioritäten und Machtverhältnisse heraus, die ihr Einsatzfeld kennzeichnen und dominieren:

„The human environment creates selective forces that may make some machines more common. Behaviours that are successful (‘fitness’ enhancing) get copied by developers of other software and hardware or are sometimes engineered to propagate among the machines themselves.“¹⁷¹

Formen emergenten Verhaltens können auch dadurch entstehen, dass ADS miteinander interagieren und sich wiederum gegenseitig beeinflussen.¹⁷² Als Beispiele für ein in diesem Sinne emergentes maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten werden etwa ADS angeführt, die auf die Maximierung des langfristigen Gewinns auf Finanzmärkten trainiert sind und auf der Grundlage ihres eigenen früheren (Entscheidungs-)Verhaltens und entsprechenden Feedbacks vom Markt besondere kurzfristige Handelsstrategien erlernen. Solche „algorithmischen Händler“ lernen und reagieren dabei in extrem kurzen Zeiträumen, um schneller als menschliche Akteure auf Veränderungen der Märkte reagieren zu können und erhalten ihr Feedback aus einem Netzwerk globaler, wiederum vor allem algorithmisch vermittelter Kommunikationen. Diese Charakteristika und erste Anhaltspunkte für ineffiziente Entscheidungen solcher Systeme sollen Grund zur Annahme geben, dass maschinelle Entscheidungen sich qualitativ von denjenigen menschlicher Händler unterscheiden.¹⁷³ In stark von (zumal miteinander interagierenden) ADS geprägten Einsatzbereichen spielen intentionale Entscheidungen menschlicher Akteure angesichts solcher zirkulärer Dynamiken womöglich eine immer kleinere Rolle.

Abbildung 4: Kontext und komplexe Interaktionen maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens



Quelle: Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019).

¹⁷⁰ Rahwan et al. sprechen dabei nicht mehr von Steuerungs- oder Optimierungszielen, sondern von den *Funktionen* maschinellen Entscheidens, s. Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019), 481.

¹⁷¹ Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019), 481. Vgl. a. Hassan/De Filippi, The Expansion of Algorithmic Governance: From Code is Law to Law is Code, Field Actions Science Reports, Special Issue 17 (2017), 88–90.

¹⁷² Zum Ganzen siehe Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019).

¹⁷³ Zum Ganzen siehe Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019).

In dem Maß, in dem die Komplexität und Dynamik maschineller Entscheidungen zunehmen und sich deren Erklärbarkeit mindert, rechtfertigt sich die geläufige Bezeichnung von ADS als **sozio-technische „Black Boxes“**: Ihre Entscheidungen sind unter Umständen schwer nachzuvollziehen und noch schwerer vorherzusagen.

Die Komplexität und erschwerte Erklärbarkeit der unterschiedlichen Stadien und Determinanten von Lernprozessen und ihrer Wechselwirkungen – zwischen unterschiedlichen Komponenten desselben Systems, unterschiedlichen algorithmischen Systemen und unterschiedlichen menschlichen Akteuren und Systemen – kann zu Problemen der **Verantwortungsdiffusion** führen, mit denen rechtlich umgegangen werden muss: Mit Verantwortungsdiffusion ist, wie Hooker expliziert, ein sozialpsychologisches Phänomen gemeint, bei dem Einzelne davon absehen, risikomindernde Maßnahmen zu ergreifen, weil sie der Auffassung sind, dass andere für ein Einschreiten verantwortlich sind. Im Kontext der Debatte um verantwortungsvolle ADS bezeichnet der Begriff die Diskussion darüber, welche Determinanten für maschinelle Entscheidungen (z.B. Daten) außerhalb des Zuständigkeitsbereichs entscheidender Akteure im ADS-Lebenszyklus liegen und welche nicht.¹⁷⁴

Textbox 8: Der Begriff der Verantwortung im Recht

Verantwortung als Zuschreibung der Rechtsordnung bedarf der Präzisierung. Ansatzpunkt dafür sind die Elemente, die eine Verantwortungs-Konstellation kennzeichnen. Die einzelnen Elemente lassen sich wie folgt beschreiben:¹⁷⁵

- ▶ Jemand (Verantwortungssubjekt bzw. Verantwortungsträger) ist
- ▶ für etwas (Verantwortungsobjekt bzw. Verantwortungsgegenstand, z.B. Handlungen, Handlungsfolgen, Zustände, Aufgaben)
- ▶ in Bezug auf ein präskriptives bzw. normatives Kriterium (Verantwortungsmaßstab)
- ▶ gegenüber einer Adressatenschaft
- ▶ vor einer Verantwortungsinstanz (mit Urteilsfunktion und Sanktionsmöglichkeiten)
- ▶ im Rahmen eines Verantwortungsbereiches (mit-) verantwortlich.

Der Begriff Verantwortung bezeichnet damit eine konkrete Subjekt-Objekt-Beziehung zwischen Verantwortungsträger und einem Verantwortungsgegenstand innerhalb eines abgrenzbaren Verantwortungsbereiches. Für das Recht kommt es darauf an, die einzelnen Elemente getrennt in den Blick zu nehmen, um den Gefahren eines Ausufers der Verantwortungszuweisung zu begegnen. Hinsichtlich ADS können unterschiedliche Elemente der Verantwortungszuweisung problematisch werden. Vor allem mit Blick auf die Herausforderungen für die Identifikation der Gründe für (potenzielle) Fehlentscheidungen von ADS diskutieren Rechtswissenschaft und Rechtspolitik im Zusammenhang mit der haftungsrechtlichen Verantwortung für durch KI verursachte Schäden – wie in Kapitel 4.5 weiter ausgeführt wird – Fragen nach dem richtigen Verantwortungssubjekt und dem angemessenen Verantwortungsmaßstab, so etwa ob und unter welchen Bedingungen maschinelle Aktanten rechtlich als Verantwortungssubjekte begriffen werden sollten, oder bestimmte Akteure ungeachtet eines Verstoßes gegen einen Verantwortungsmaßstab für verursachte Schäden einstehen müssen. Im Fokus stehen auch Möglichkeiten zum erleichterten Nachweis der Verantwortung von Anbietern für schädigendes maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten.

Von rechtswissenschaftlicher Seite werden aus **Problemen der Verantwortungszuweisung** konkrete Folgerungen für die Frage nach der Folgenanlastung für maschinelle Fehlentscheidungen gezogen: Sofern sich maschinelle Entscheidungen auf Faktoren innerhalb individueller Systeme zurückführen lassen, komme deren Betreiber oder Nutzer als Prinzipal (teil-)autonomer

¹⁷⁴ Hooker, Moving beyond algorithmic bias is a data problem, Patterns 2(4) (2021).

¹⁷⁵ Führ, Eigen-Verantwortung im Rechtsstaat, 2003, 47 f. m.w.N.

Agenten in Betracht. Gehe das verursachte Risiko demgemäß auf eine Interaktion zwischen maschinellen Entscheidungen und menschlichen Akteuren zurück, mit der Folge, dass nicht mehr individuell Verantwortung zugerechnet werden könne, sollen etwa Grundsätze der Netzwerkhafung herangezogen und die Verantwortung für verursachte Schäden auf die Mitglieder des „Mensch-Maschine-Hybrids“ kanalisiert werden. Beim kollektiven Versagen *vernetzter Systeme* sei von einer totalen Intransparenz digitaler Operationen auszugehen. Statt einer individuellen Haftung seien Schäden dann auf der Basis einer Fondslösung zu kompensieren und damit letztlich zu vergesellschaften.¹⁷⁶ Ähnliche Überlegungen sind an späterer Stelle (insbesondere in Kapitel 4.5) nochmals aufzugreifen.

Ungeachtet solcher Vorschläge zur rechtlichen Verarbeitung der vermeintlich „totalen Intransparenz“ maschineller Fehlentscheidungen kommt eine *vorsorgliche* Regulierung von ADS um die Identifikation und Bewertung von Risiken nicht herum. Nach dem Gesagten muss festgehalten werden, dass ein solches Unterfangen mit vielfältigen und weitreichenden Wissenslücken konfrontiert ist, die gerade in Konstellationen komplexer Wirkfaktoren, Wechselwirkungen und emergenter Phänomene schwer aufzulösen sein können.¹⁷⁷ Ein zentraler Fokus der folgenden Arbeitspakete sind regulatorische Instrumente, die diese Herausforderungen verarbeiten und lösen helfen.

Auch technische Lösungsansätze zur Erklärung komplexer Dynamiken maschinellen Lernens und Entscheidens – zur Öffnung der Black Box –¹⁷⁸ haben eine hohe Bedeutung. Solche Möglichkeiten zur Identifikation der Determinanten maschineller Entscheidungen werden unter dem Stichwort „erklärbare KI“ intensiv erforscht.

Textbox 9: Exkurs: Erklärbare KI als technischer Lösungsansatz für Informationsdefizite

Erklärbare KI (Explainable AI, XAI) bezieht sich auf Systeme der künstlichen Intelligenz, die eine für Menschen verständliche Erklärung ihres Entscheidungsprozesses und ihrer Argumentation liefern können. XAI kann die Transparenz und Verantwortlichkeit von KI-Systemen ermöglichen und wird insbesondere mit Blick auf sensible Bereiche wie das Gesundheitswesen, das Finanzwesen und die Strafjustiz vorangetrieben, wo erhebliche Auswirkungen der Folgen von KI-basierten Entscheidungen auf das Leben der Menschen unmittelbar einleuchten.

Zur Erklärung des Verhaltens von KI-Modellen können verschiedene Techniken herangezogen werden, beispielweise Feature-Attribution, Modellinterpretation, regelbasierte Erklärungen, prototypenbasierte Erklärungen oder Saliency Maps. XAI-Systeme können auch Kombinationen von Techniken verwenden, um eine geeignete und vollständige Erklärung ihres Entscheidungsprozesses zu liefern. Welche Techniken geeignet sind, hängt von dem jeweiligen KI-System, dem Kontext und der Zielgruppe ab.

XAI-Modelle können zudem verschiedene Levels der Erklärung für Nutzer mit unterschiedlichem KI-Verständnis bereitstellen. Dies kann für ein nicht-technisches Publikum z.B. eine Zusammenfassung oder ein Überblick über den Entscheidungsprozess sein, ohne in die Details zu gehen. XAI kann aber auch detailliertere Erklärungen liefern, welche die Schlüsselfaktoren und Variablen hervorheben, die die Entscheidungen des Systems beeinflussen. Dies kann insbesondere in Situationen nützlich sein, in denen komplexe Daten und Algorithmen verwendet werden, um unbefangene Entscheidungen zu gewährleisten. Solche Erklärungen können den Systementwicklerinnen und -

¹⁷⁶ Beckers/Teubner, KI und rechtliche Verantwortung, Bericht aus dem Forschungsprojekt „Künstliche Intelligenz, Mensch und Gesellschaft“, Juli 2022, 5 f.

¹⁷⁷ Kondor et al., Complex systems perspective in assessing risks in artificial intelligence, Phil. Trans. R. Soc.A. (13 November 2024), <http://doi.org/10.1098/rsta.2024.0109>.

¹⁷⁸ Schwartz-Ziv/Tishby, Opening the Black Box of Deep Neural Networks via Information, 2017, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1703.00810>.

entwickler einen tiefen Einblick in die Details des Systems geben, um es weiter zu verbessern. Bei den Erklärungen kann es sich auch um eine systematische Erläuterung des Entscheidungsprozesses handeln, einschließlich der Abfolge der Ereignisse, die zu der endgültigen Entscheidung geführt haben. Verschiedene Erklärungsebenen können dazu beitragen, Vertrauen in KI-Systeme aufzubauen und die Transparenz zu erhöhen. Welches Erklärungs niveau angemessen ist, hängt jedoch vom Kontext und der Zielgruppe ab und sollte auf die Ziele des Systems zugeschnitten sein.

Die Entwicklung von XAI wird wichtiger, da KI in immer mehr Lebensbereichen eingesetzt wird. XAI kann die wachsende Besorgnis über die potenziellen negativen Folgen undurchsichtiger KI-Entscheidungsprozesse mindern. Dies wiederum kann die gesellschaftliche Akzeptanz von KI-basierten Entscheidungs algorithmen, auch im Kontext von umweltbezogenen algorithmischen Entscheidungssystemen, erhöhen. Aus der Perspektive der Regulierung von ADS bildet die Erklärbarkeit der Entscheidungsprozesse und Argumentationsmuster eine Voraussetzung dafür, diese Prozesse und Muster im Sinne von Regulierungszielen und rechtlichen Vorgaben zu steuern.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich das Lernverhalten von ADS aufgrund äußerst komplexer und dynamischer Wechselwirkungen unterschiedlichster und ggf. nur teilweise erklärbarer datenspezifischer, methodischer, technischer und gesellschaftlicher Faktoren entwickelt: Daten repräsentieren bestimmte, für Menschen womöglich nicht erkennbare Präferenzen und Entscheidungsmuster, finden ggf. aber auch erst in algorithmisch gefilterter Form Eingang in die Entscheidungsprozesse. Sie werden durch unterschiedliche menschliche Akteure generiert, ausgewählt oder gelabelt, die wiederum ihrerseits womöglich bereits durch algorithmische Entscheidungen beeinflusst wurden. Nicht intendierte Auswirkungen methodischer Entscheidungen und komplexe, bei wachsender Autonomie der Systeme, ggf. nur schwer erklärbare Dynamiken „sozio-technischer“ Natur verschärfen die Komplexität maschineller Entscheidungen.

Textbox 10: Digitale Zwillinge als Ansatz zur Identifikation und Begründung menschlicher Verantwortung für ADS?

Zur Illustration der vielfältigen Einflussfaktoren, die Entscheidungskontext und Lernumgebung für ADS bilden und relevant sowohl für Programmierung und Design als auch für die Emergenz vielleicht nicht-intentionaler Ziele sein dürften, könnten sich sogenannte Digitale Zwillinge anbieten.

Ein **digitaler Zwilling** ist die digitale Repräsentation, eine Nachbildung oder ein Modell analoger Personen (einschließlich ihrer Ideen und Präferenzen), Organisationen, sozialer oder ökologischer Systeme und Prozesse.¹⁷⁹ Als virtuelle Modelle von Maschinen, Produkten oder Fertigungsprozessen spielen digitale Zwillinge eine wachsende Rolle für die sogenannte Industrie 4.0. und werden für die Optimierung von Prozessen, die prädiktive Instandhaltung („predictive maintenance“), oder als datenbasierte Instrumente zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen eingesetzt.¹⁸⁰ Die Potenziale solcher fortschrittlicher digitaler Simulationen komplexer und sich entwickelnder Systeme unter Verwendung von „big realtime data“ haben gerade im Nachhaltigkeitsbereich zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen.¹⁸¹ Zunehmend werden Digitale Zwillinge und KI-Technologien kombiniert.¹⁸²

¹⁷⁹ Vgl. Kreuzer et al., Artificial intelligence in digital twins—A systematic literature review, Data & Knowledge Engineering Vol. 151, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.datak.2024.102304>.

¹⁸⁰ Cimino et al., The role of dynamics in digital twins, 2021.

¹⁸¹ Galaz et al., Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability, Technology in Society 67 (2021).

¹⁸² Kreuzer et al., AI Explainability Methods in Digital Twins: A Model and a Use Case, Konferenz-Papier, 2024, https://conferences.big.tuwien.ac.at/biweek2024/pdfs/biweek2024_paper_91.pdf (22.04.2025); Kobayashi/Bahauddin Alam, Explainable, interpretable, and trustworthy AI for an intelligent digital twin: A case study on remaining useful life, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 129, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107620>.

Ein **persönlicher digitaler Zwilling** (Personal Digital Twin, PDT) ist die virtuelle Version eines Individuums (einer natürlichen Person), die auf der Grundlage seiner digitalen Fußabdrücke,¹⁸³ oder auch sozialwissenschaftlicher Methoden¹⁸⁴ erstellt werden kann. PDTs werden z.B. zur Erstellung von Verhaltensmodellen der Kunden von Online-Diensten eingesetzt.¹⁸⁵ Ihre Grundlage sind digitale Daten die, zunehmend mittels einer auf KI basierenden Darstellung und Simulation, algorithmisch zusammengestellt und verarbeitet werden, um bestimmte Ziele zu erreichen oder Präferenzen zu optimieren. Ein persönlicher digitaler Zwilling erfüllt dabei die unter 2.1.1 beschriebenen Steuerungsfunktionen, indem er Diagnosen, Prognosen, Simulationen zu Verhalten, Präferenzen und die Entwicklungstendenzen einer Bevölkerung bis hin zur Ebene des Einzelnen zulässt und auf dieser Grundlage (Entscheidungs-)Outputs generiert. Skaliert können hochaufgelöste Daten über menschliche Präferenzen und menschliches Verhalten aber auch dazu genutzt werden, um gesellschaftliche Dynamiken zu analysieren.¹⁸⁶ Automatisierte Vorschläge und Entscheidungen auf der Grundlage digitaler Zwillinge wirken sich auf die analoge Welt aus, indem sie die menschliche Wahrnehmung strukturieren und fundieren, oder unmittelbar steuernd eingesetzt werden. Das durch die algorithmische Intervention beeinflusste Verhalten fließt wiederum als Feedback in den digitalen Zwilling mit ein, indem sich dieser dynamisch aktualisiert, um Veränderungen seines analogen Pendanten berücksichtigen zu können.¹⁸⁷

Auch wenn eine Vielzahl umweltrechtlich relevanter ADS nicht unter diesen Begriff des digitalen Zwillings subsumiert werden können, darf vermutet werden, dass die Relevanz entsprechender Modelle und Simulationen zukünftig steigt. Man kann das Konzept des digitalen Zwillings vor diesem Hintergrund nun einerseits auch als explikatives oder ganz praktisches Instrument begreifen, um zu illustrieren, welche durch digitale Daten repräsentierten Strukturen und Dynamiken, Präferenzen und Akteure den Maßstab für lernende ADS vorgeben.¹⁸⁸ Indem sie Verantwortungsobjekt und Verantwortungssubjekt (s.o.) maschineller Entscheidungen identifiziert, könnte eine solche Zuordnung andererseits auch aus normativer Sicht Rückschlüsse zulassen: Wenn die digitale Repräsentation individuellen Verhaltens, individueller Präferenzen den Maßstab für das Entscheidungsverhalten von ADS bildet – unter welchen Umständen folgt daraus die Verantwortung bestimmter Akteure für die Folgen maschineller Entscheidungen? Lässt sich, hiermit korrespondierend, z.B. ein Mitspracherecht des „analogen Zwillings“ für Einsatz und „Ziele“ ihrer digitalen Pendanten rechtsethisch begründen?¹⁸⁹

2.2 Konkretisierung des Regulierungsproblems: Umweltrisiken und Umwelteffekte

Ein umweltrechtliches Regulierungskonzept hat Wahrscheinlichkeit und Gewicht ökologischer Auswirkungen von ADS in den Blick zu nehmen. Es steht dabei allerdings vor der Herausforderung, dass ökologische Auswirkungen von ADS zwar bereits punktuell beschrieben und (in Ansätzen) quantifiziert werden, aber noch erheblicher Forschungsbedarf besteht. Dies gilt insbesondere für die Frage, wie sich Umwelteffekte generalisiert beschreiben und kategorisieren lassen (Abschnitt 2.2.1). Gerade hinsichtlich sogenannter indirekter Umwelteffekte, die als Spezifikum einer umweltrelevanten „Technosteuerung“ (s.o. 2.1.2) betrachtet werden können und daher besonderer Aufmerksamkeit bedürfen (Abschnitt 2.2.2), fehlt es an verallgemeinerbaren

¹⁸³ Nativi et al., Personal Digital Twin, 2022.

¹⁸⁴ Sung Park et al., Generative Agent Simulations of 1,000 People, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.10109>.

¹⁸⁵ Nativi et al., Personal Digital Twin, 2022.

¹⁸⁶ Vgl. Sung Park et al., Generative Agent Simulations of 1,000 People, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.10109> (22.04.2025).

¹⁸⁷ Vgl. Royal Society, Digital technology and the planet, 2020, <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/digital-technology-and-the-planet/digital-technology-and-the-planet-report.pdf> (22.04.2025).

¹⁸⁸ Vgl. Grossmann et al., AI and the transformation of social science research, Science 380 (2023), 1108–1109, s.a.u. 2.2.

¹⁸⁹ Zu rechtsethischen Fragen vgl. Teller (2021), Legal aspects related to the digital twin, Phil. Trans. R. Soc. A 379 (2207) (2021), <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0023>.

Konzepten. Angesichts dieser Forschungslücken wird hier mit Blick auf die unter 2.1.3 und 2.1.4 angestellten Überlegungen versucht, indirekte Umwelteffekte von ADS konkreter zu beschreiben und in Ansätzen zu typisieren (Abschnitt 2.2.3).

2.2.1 Direkte und indirekte, positive und negative Umweltwirkungen von ADS

Zu Umwelteffekten digitaler Technologien im Allgemeinen bestehen bereits eine Reihe von konzeptionellen und empirischen Vorarbeiten. Danach werden Umwelteffekte nicht nach konkreten sektoralen, stofflichen, oder schutzgutspezifischen Kriterien, sondern nach der **Form ihres Zustandekommens** kategorisiert. Dabei hat sich die Unterscheidung zwischen direkten, indirekten und systemischen Effekten etabliert. Auf diese Kategorisierung kann im Folgenden in gewissem Umfang aufgebaut werden. Sie ist im vorliegenden Kontext aber auf den konkreten Regulierungsgegenstand „ADS“ hin anzupassen.

Direkte Umwelteffekte stellen dabei auf den unmittelbaren Energie- und Ressourcenverbrauch für Produktion und Betrieb einer Anwendung ab. Direkte Umwelteffekte werden anhand von gebräuchlichen Indikatoren bewertet und beschrieben, insbesondere Energieverbrauch und Auswirkungen auf den Klimawandel, (abiotischer und biotischer) Ressourcenverbrauch, Wasserverbrauch, Landnutzung, sowie Auswirkungen auf die biologische Vielfalt.¹⁹⁰ Entsprechende Auswirkungen insbesondere digitaler Hardware und digitaler Infrastrukturen wie Datenzentren werden auch durch ADS verursacht, die auf der Basis von Hardware und Datenzentren hergestellt und betrieben werden. Daneben werden zunehmend auch direkte Umwelteffekte analysiert und quantifiziert, die spezifisch durch KI-basierte, lernende Systeme verursacht werden.¹⁹¹

Textbox 11: Direkte Umwelteffekte von Künstlicher Intelligenz

Ein intensiv diskutiertes Beispiel für direkte Effekte von KI sind Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß beim Training komplexer KI-Modelle.¹⁹² Viele Untersuchungen fokussieren hierbei auf große Sprachmodelle (LLMs). Laut einer jüngeren Untersuchung von Strubell et al. benötigte das Training eines einzelnen BERT-Basismodells (ohne Hyperparameter-Tuning) auf GPUs bereits im Jahr 2019 schätzungsweise so viel Energie wie ein Trans-Amerika-Flug.¹⁹³ Gemäß Touvron et al. wurden beim Training von Meta's Llama 2 - einer Sammlung offener Modelle, die für den Dialog optimiert sind - 539 tCO₂ ausgestoßen.¹⁹⁴

Unter der Annahme, dass sich der Cloud-Anbieter (Microsoft Azure) in den USA (West) befindet, berechnen Cows et al., dass ein einziger Trainingslauf eines autoregressiven Sprachmodells 223.920 kg CO₂eq erzeugt hätte. Wäre der Cloud-Anbieter Amazon Web Services (AWS) gewesen, hätte das gleiche Training 279.900 kg CO₂eq erzeugt. Ansätze dieser Unternehmen zum Ausgleich der CO₂-Emissionen wurden hierbei allerdings nicht berücksichtigt. Ein einzelner Trainingslauf stößt demnach, gemessen an den durchschnittlichen Emissionen von KfZ in den USA, so viel CO₂ aus wie 49 KfZ (Microsoft Azure) oder 61 KfZ (AWS) pro Jahr. Der CO₂-Ausstoß von KI hängt allerdings von einer Reihe von Variablen ab und kann durch die sorgfältige Auswahl dieser Variablen prinzipiell stark reduziert werden. Cowl et.al. betonen, dass ein einzelner Trainingslauf in Abhängigkeit von der Region des Rechenzentrums und der Kohlenstoff-/Emissionsintensität der Stromer-

¹⁹⁰ Liu et al., Impacts of the digital transformation on the environment and sustainability, Issue Paper under Task 3 from the "Service contract on future EU environment policy", 2019, 42 ff.

¹⁹¹ Vgl. Clutton-Brock et al., Climate Change and AI. Recommendations for Government Action, 2021, 49.

¹⁹² Siehe etwa Bender et al., On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?, FAccT '21: Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, 2021, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>.

¹⁹³ Strubell et al., Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP, Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Florence, Italy, July 28 – August 2, 2019, 2019, 3645–3650.

¹⁹⁴ Touvron et al., Llama 2: Open Foundation and Fine-Tuned Chat Models, July 2023, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.09288>.

zeugung in der gewählten Region erheblich mehr Treibhausgase ausstoßen kann. Demnach würden die absehbaren CO₂-Emissionen des Trainings eines Modells in Südafrika zehnmal höher ausfallen als in Frankreich.¹⁹⁵

Während solche rechenintensiven Entwicklungsprozesse nur selten und nur von wenigen Unternehmen oder Einrichtungen durchgeführt werden,¹⁹⁶ sind die Emissionen beispielsweise bei der Nutzung vortrainierter Modelle viel geringer, die dafür aber ggf. häufiger genutzt werden.¹⁹⁷ Dieser Vorteil relativiert sich vor dem Hintergrund, dass der Inferenz im Hinblick auf den Energieverbrauch von KI eine höhere Relevanz als dem Training zukommen könnte.¹⁹⁸

Als spezifisches Regulierungsproblem kann die Frage der *Be- und Zurechenbarkeit* von Ressourcen- und Energieverbrauch von ADS betrachtet werden. So ist die Quantifizierung direkter Umwelteffekte, insbesondere des Energieverbrauchs bei Produktion und im Betrieb von KI-Anwendungen, komplex und von Variablen in verschiedenen Stadien des Lebenszyklus abhängig. Zur Bestimmung des CO₂-Ausstoßes in der Entwicklungsphase von KI ist etwa nicht nur der unterschiedliche Energiebedarf der Nutzung bestimmter KI-Modelle und Methoden, die Anzahl der erforderlichen Sitzungen für Training und Re-Training und die konkret genutzte (Cloud-)Infrastruktur zu berücksichtigen, sondern auch Art und Menge der verwendeten Daten und die genutzte Energiequelle.¹⁹⁹ Diese einzelnen Faktoren können jeweils eine Rolle bei Ansätzen zur Minderung des Energiebedarfs bzw. des CO₂-Ausstoßes von ADS spielen. Die Quantifizierung von Energiebedarf und CO₂-Ausstoß *in der Entwicklungsphase* von KI wird aber trotz der Vielfalt an Einflussfaktoren für vergleichsweise unproblematisch gehalten. Zugleich lässt sich Verantwortung für die Berücksichtigung und ggf. Minderung des Energiebedarfs bzw. CO₂-Ausstoßes relativ leicht zuordnen. Denn ein erheblicher Einfluss auf den entwicklungsspezifischen Energiebedarf bzw. des CO₂-Ausstoßes kommt Entscheidungen im Design-Stadium des Systems zu. In diesem Sinne stellen Patterson et al. fest, dass schon die Wahl des Deep Neural Network, des Rechenzentrums und des Prozessors den CO₂-Fußabdruck um das *100- bis 1000-fache* reduzieren kann.²⁰⁰

Textbox 12: Energieverbrauch in der Anwendungsphase

Der **Energieverbrauch in der Anwendungsphase** der betreffenden Systeme kann im Verhältnis zum isolierten Energiebedarf des Trainings von KI-Modellen erheblich ins Gewicht fallen und sollte von Ansätzen zur Bestimmung und/oder Minderung der Umwelteffekte von KI daher ebenfalls berücksichtigt werden. Seine Quantifizierung erscheint aber im Vergleich zum entwicklungsspezifischen Energiebedarf schwieriger.²⁰¹ So meinen Patterson et al., bezogen auf große Neural Networks, dass die meisten Unternehmen mehr Energie für die Bereitstellung eines Modells (also für die Durchführung von Inferenzen) als auf dessen Training verwenden. NVIDIA schätze beispielsweise, dass 80-90 % der ML-Arbeitslast für die Verarbeitung von Inferenzen aufgewendet wird (Leo19), Amazon Web Services gebe an, dass 90 % der ML-Nachfrage in der Cloud für Inferenzen

¹⁹⁵ Cows et al., The AI gambit: leveraging artificial intelligence to combat climate change – opportunities, challenges, and recommendations, AI & Society 38 (2023).

¹⁹⁶ Clutton-Brock et al., Climate Change and AI. Recommendations for Government Action, 2021, 49.

¹⁹⁷ Rohde et al., Nachhaltigkeitskriterien für Künstliche Intelligenz, Schriftenreihe des IÖW 220/21 (2021), 46.

¹⁹⁸ Gabriel et al., The Ethics of Advanced AI Assistants, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.16244>, 182.

¹⁹⁹ Clutton-Brock et al., Climate Change and AI. Recommendations for Government Action, 2021, 49.

²⁰⁰ Patterson et al., Carbon Emissions and Large Neural Network Training, 2021.

²⁰¹ Siehe auch Weidinger et al., Taxonomy of Risks posed by Language Models, FAccT '22: Proceedings of the 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, 2022, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3531146.3533088>.

verwendet wird (Bar19).²⁰² Die Messung des *tatsächlichen* Energieverbrauchs bei der Anwendung von KI-Systemen könnte sich als unverhältnismäßig komplex erweisen, weil diese von schwer zu erfassenden Variablen, wie der jeweilig verwendeten Hardware der Nutzer abhängt und sich dynamisch, mit Art und Häufigkeit der Nutzung, verändert. Mit Blick auf diese Besonderheiten kann es daher empfehlenswert sein, die Quantifizierung des Energiebedarfs in der Anwendungsphase auf anderer methodischer Grundlage vorzunehmen als in der Entwicklungsphase (z.B. durch Messung der Datennutzungsintensität oder Rechenleistung, FLOPS, statt faktischem Energieverbrauch, sowie der zu erwartenden Häufigkeit der Nutzung).

Sogenannte **indirekte Effekte** digitaler Technologien stehen für Umweltauswirkungen, die sich aus der Anwendung der Technologien und hieraus resultierenden Verhaltensänderungen von Individuen oder Organisationen ergeben, beispielsweise durch veränderte Produktions- oder Konsummuster.²⁰³ Indirekte Effekte sind dementsprechend typisch für eine „Technosteuerung“ durch ADS (s.o. 2.1.2), der es per Definition um die Beeinflussung von Verhalten geht. Sie stehen daher – trotz der unbestrittenen Bedeutung der direkten Umwelteffekte der Technologien und physischen Infrastrukturen, auf denen ADS basieren – im Mittelpunkt der Überlegungen in diesem Projekt.

Als **Systemische Effekte** werden schließlich Umweltwirkungen digitaler Technologien und ihrer Anwendung bezeichnet, die mit dem Übergang zur massenhaften Nutzung digitaler Technologien einhergehen, also durch oder in Wechselwirkung mit Verhaltensänderungen und anderen nicht-technologischen Dynamiken entstehen. Zu den systemischen Auswirkungen werden beabsichtigte und unbeabsichtigte Folgen einer besonders breiten Anwendung digitaler Technologien gezählt, wie die mittel- oder langfristige Anpassung von Verhaltensmustern (z.B. im Konsum) oder die Veränderung wirtschaftlicher Dynamiken.²⁰⁴

2.2.2 Indirekte Umwelteffekte als Spezifikum von ADS

ADS wirken per Definition vermittelt durch menschliche Entscheidungen und menschliches Verhalten, oder durch ein adaptiertes eigenes Verhalten zielgerichtet auf ihre Umwelt ein (s.o. 2.1.2). Damit kann die Verursachung indirekter Effekte als typische und vielfach auch intendierte Folge des Einsatzes von ADS betrachtet werden. Direkte Effekte stellen demgegenüber Nebenfolgen dieses Einsatzes dar, die durch Effizienzmaßnahmen oder alternative Technologien ggf. abgemildert werden können, ohne dass hierdurch die eigentlichen Zwecke und Funktionen der Systeme beeinträchtigt werden. Zwischen indirekten und systemischen Effekten besteht demgegenüber ein nur gradueller Unterschied: ab einer bestimmten **Skalierung** (s.o. 2.1.3), also einer Vielzahl entsprechender Verhaltensänderungen durch den Einsatz von ADS, kann von systemischen Effekten gesprochen werden. Ob es zu positiven oder negativen Auswirkungen kommt, ist davon abhängig, ob ADS schädliche oder ökologisch sinnvolle Steuerungsziele vorgegeben werden können. Vor diesem Hintergrund wird hier zwischen direkten und (positiven wie

²⁰² Dieses Verhältnis kann demnach auch praktische Relevanz haben: So könnten höhere Verbräuche beim Training sinnvoll sein, wenn sich dadurch Einsparungen des Modells in der Anwendungsphase ergeben, s. Patterson et al., Carbon Emissions and Large Neural Network Training, 2021, 2.

²⁰³ Bieser/Coroana, Direkte und indirekte Umwelteffekte der Informations- und Kommunikationstechnologie, NachhaltigkeitsManagementForum Vol. 29, 1-11, 2021, <https://doi.org/10.1007/s00550-020-00502-4>; OECD, Measuring the environmental footprint of AI compute and applications – the AI footprint, OECD Digital Economy Papers 341, 2022, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/11/measuring-the-environmental-impacts-of-artificial-intelligence-compute-and-applications_3ddddd5/7babf571-en.pdf (22.04.2025).

²⁰⁴ Liu et al., Impacts of the digital transformation on the environment and sustainability, Issue Paper under Task 3 from the „Service contract on future EU environment policy“, 2019, 23.

negativen) indirekten Effekten unterschieden, wobei sich letztere, bei hinreichender Skalierung, zu systemischen Effekten entwickeln können.²⁰⁵

Auch wenn im Hinblick auf indirekte Umwelteffekte noch erheblicher Forschungsbedarf besteht, ist anzunehmen, dass gerade diese in besonderer Weise sozial-ökologische Relevanz besitzen.²⁰⁶ In diesem Sinne betonen Clutton-Brock et al. im Hinblick auf klimaspezifische Risiken von KI-basierten ADS, dass maßgebliche Klimarisiken vor allem durch die Verstärkung oder „Beschleunigung“ von CO₂-intensiven Aktivitäten von Nutzern entsprechender Anwendungen entstehen dürften.²⁰⁷ Im Hinblick auf die Klimaeffekte von KI und entsprechende politische Handlungsbedarfe sei festzustellen, dass

„häufig [...] ein unverhältnismäßiger Schwerpunkt auf die rechnerischen Emissionen im Vergleich zu anderen negativen Klimaauswirkungen gelegt [wird]. Es fehlen zwar Daten, aber es ist plausibel, dass die negativen Klimaauswirkungen, die mit KI-Anwendungen verbunden sind, deutlich größer sind als die direkten negativen Auswirkungen, die mit Berechnungen [„compute-related impacts“] verbunden sind. Da die berechnungsbezogenen Emissionen jedoch leichter zu messen sind, wird ihnen oft mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Darüber hinaus könnten einige Interessengruppen ein Interesse daran haben, die Aufmerksamkeit von der Frage abzulenken, wofür ihre KI-Algorithmen eingesetzt werden, indem sie sich stattdessen auf die Energieeffizienz von Berechnungen („computations“) konzentrieren.“²⁰⁸

Im Verhältnis zu direkten Effekten ist es erheblich schwieriger, indirekte und systemische Umwelteffekte festzustellen und zu quantifizieren, ihre Ursachen in generalisierbarer Weise zu klären und sie damit einer effektiven Regulierung zugänglich zu machen.²⁰⁹ Dies liegt einerseits in der oben dargestellten Vielfalt der Anwendungsfelder und Einflussfaktoren maschineller Entscheidungen und deren Komplexität und Dynamik begründet. Muster oder Typen indirekter Umweltwirkungen und ihrer Entstehung werden daher erst in vergleichsweise abstrakter Form, oder aber auf der Basis einzelner Fallbeispiele beschrieben (s. dazu sogleich). Auch die Frage, ob sich Umfang und *Folgen* von Verhaltensänderungen als *systemisch* herausstellen, wird sich aus diesem Grund nur schwer ex ante festlegen und trennscharf von „nur“ indirekten Effekten abgrenzen lassen. Dessen ungeachtet sind entsprechende Prognosen ein wesentliches Element einer vorsorglichen Risikobewertung.²¹⁰

Diese technologiespezifischen Probleme werden durch **die besonderen Eigenschaften von Umweltwirkungen** noch verschärft: Schon unabhängig von einer Verursachung durch ADS und deren Mechanismen werden Umweltwirkungen häufig erst durch das Zusammenwirken vieler einzelner, für sich betrachtet scheinbar vernachlässigbarer, Entscheidungen, zeitlich verzögert oder in Wechselwirkung mit anderen Ursachen überhaupt als Risiken oder schädliche Auswir-

²⁰⁵ Ähnlich auch Kunkel et al., More sustainable artificial intelligence systems through stakeholder involvement?, Gaia 32/S1 (2023), 65.

²⁰⁶ Siehe dazu schon Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 10/2021 (2021).

²⁰⁷ Clutton-Brock et al., Climate Change and AI. Recommendations for Government Action, 2021, 49 (eigene Übersetzung).

²⁰⁸ Clutton-Brock et al., Climate Change and AI. Recommendations for Government Action, 2021, 49 (eigene Übersetzung).

²⁰⁹ So schreiben Gabriel et al. auch noch 2024, dass „[t]hese dynamics, though important, are often speculative and tend to be particularly hard to model or evaluate accurately, s. Gabriel et al., The Ethics of Advanced AI Assistants, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.16244>, 182. S.a. OECD, Measuring the environmental footprint of AI compute and applications – the AI footprint, OECD Digital Economy Papers 341, 2022, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/11/measuring-the-environmental-impacts-of-artificial-intelligence-compute-and-applications_3ddddd5/7babf571-en.pdf (22.04.2025), 31.

²¹⁰ In diesem Sinne sieht Art. 51 f. KI-VO einen dynamischen Mechanismus zur Einordnung von bestimmten Systemtypen mit systemischem Risiko vor, der sich allerdings nicht auf Umweltrisiken bezieht, s. hierzu unten 4.1.

kungen wahrnehmbar. Für die Identifikation und Quantifizierung solcher komplexer Umweltwirkungen mangelt es offenbar auch häufig an den erforderlichen Daten.²¹¹ Im Gegensatz zu vielen Risiken, die Schäden oder Rechtsverletzungen Einzelner betreffen, fehlt es bei umweltbezogenen Risiken zudem oft an Betroffenen, die ihre Bedenken äußern, Bedrohungen skandalisieren und im Fall von Schäden z.B. rechtliche Mittel ergreifen könnten. Ansätze zur Identifikation und Minderung der mit ADS verbundenen Umweltrisiken haben es angesichts dieser Komplexität natürlicher Wirkungszusammenhänge also mit verschärften Herausforderungen einer "Black Box" zu tun.

2.2.3 Typische Erscheinungsformen und Determinanten indirekter ökologischer Auswirkungen von ADS

Erscheinungsformen und Entstehung ökologischer Auswirkungen von ADS werden bisher nur mit Blick auf einzelne Sektoren, Anwendungen oder Umwelteffekte dargestellt. Umfassende Typologien ökologischer Risiken gibt es im Gegensatz zu „anthropozentrischen“ Risiken, soweit ersichtlich noch nicht.²¹² Eine übergreifende wissenschaftliche Identifikation und systematische Beschreibung bestehender Erkenntnisse zu ökologischen Risiken wären dringend geboten, um den umweltrechtlichen Regulierungsbedarf zu klären, sind in der vorliegenden Arbeit aber nicht zu leisten. Um zu einem zumindest grundlegenden Verständnis von Umweltrisiken zu kommen, das auch für die nächsten Arbeitspakete notwendig ist, orientiert sich die Beschreibung bestehender wissenschaftlicher Erkenntnisse zu plausiblen oder typischen Risiken an den oben beschriebenen Funktionen, Risiko- und Potenzialfaktoren und Determinanten einer „Technosteuerung“.

Eine entsprechende Strukturierung konkreter Risiken oder Risikoszenarien könnte für „explorative“ Ansätze einer Technikfolgenabschätzung oder „sozioinformatischen Analyse“²¹³ verfeinert werden, durch welche ökologischen Risiken vorsorglich rekonstruiert und bewertet werden (s. dazu unten 2.5).

Textbox 13: Negative indirekte Umwelteffekte von ADS

Auf der Grundlage der oben dargestellten Funktionen und Charakteristika algorithmischer Steuerung (s.o. 2.1.2) können typische Umwelteffekte von ADS illustriert und expliziert werden. Negative indirekte Umwelteffekte entstehen also, indem ADS Tatsachenbeschreibungen rekonstruieren, zukünftige Tatsachenverläufe vorhersagen, Handlungsvorschläge generieren, oder automatisiert Entscheidungen implementieren, die ökologischen Zielsetzungen wie Energie- und Ressourcensparsamkeit, Naturschutz, oder Suffizienz zuwiderlaufen.

Mögliche Auswirkungen dieser Funktionalitäten können in Abhängigkeit von Skalierung, ihrer Adaption an diverse und veränderliche Systemumwelten, dem Maß der Automatisierung und Beschleunigung im Verhältnis zu menschlichen Entscheidungen und der Entstehung von Pfadabhängigkeiten oder „lock-in-Effekten“ als schwerer oder weniger schwer zu beurteilen sein (s.o. 2.1.3).

Prädiktion: Fallbeispiele in der Literatur, die mögliche schädliche Konsequenzen der abstrakten Steuerungsfunktionen von ADS (s.o. 2.1.2) aus sozial-ökologischer Perspektive konkretisieren, betrachten etwa Anwendungen einer „**prädiktiven Instandhaltung**“ (predictive maintenance). Solche Anwendungen sollen auf der Grundlage der Überwachung von (insbesondere Industrie-) Anlagen

²¹¹ Technopolis & IÖW, Metastudie „Nachhaltigkeitseffekte der Digitalisierung“. Eine Auswertung aktueller Studien zur (quantitativen) Bemessung der Umwelteffekte durch die Digitalisierung, Berlin, 2024, https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2024/Metastudie_Nachhaltigkeitseffekte-der-Digitalisierung_Stede-et-al-2024.pdf (22.04.2025), 46.

²¹² S.o. Fn. 209, in diesem Sinne auch Technopolis & IÖW, Metastudie „Nachhaltigkeitseffekte der Digitalisierung“ Endbericht, Februar 2024, 10.

²¹³ S. Zweig et.al. (2021), Sozioinformatik. Ein neuer Blick auf Informatik und Gesellschaft, München 2021.

(„condition monitoring“) Risiken für kritische Ereignisse und Betriebszustände prognostizieren und die bedarfsorientierte Planung von Service- und Wartungsaktionen ermöglichen.²¹⁴ Datengetriebenen predictive maintenance Anwendungen wird das Potenzial zugeschrieben, Energie und Ressourcen (z.B. in Form von Ersatzteilen oder Schmiermitteln, aber auch aufgrund des Transports von Technikern zu der zu wartenden Anlage²¹⁵) zu sparen, indem unnötige Wartungsmaßnahmen, wie sie z.B. durch periodische durchgeführte Instandhaltungsmaßnahmen entstehen können, vermieden werden.²¹⁶ Carlson und Sakao (2020) zeigen allerdings, dass sich KI-basierte Anwendungen im Vergleich zu alternativen Ansätzen der Instandhaltung grundsätzlich zwar besonders gut für eine solche vorausschauende Planung eignen. Nach der in ihrer Studie durchgeführten Lebenszyklusanalyse führen diese Fähigkeiten allerdings keineswegs zu ökologischen Vorteilen, ganz im Gegenteil: Die Nutzung KI-basierter Anwendungen zur Wartung von Windenergieanlagen führte in einer simulierten Nutzung über einen Zeitraum von 25 Jahren zu bis zu 100% höheren Klimawandeleffekten („global warming impact“) im Vergleich zu alternativen Instandhaltungsstrategien.²¹⁷ Die Autorinnen und Autoren folgern daraus, dass die Minimierung der Instandhaltungskosten bzw. die Maximierung von Betriebszeiten, die regelmäßig mit predictive maintenance-Anwendungen bezweckt werden,²¹⁸ und die Minimierung negativer Umwelteffekte konfligierende Zielsetzungen darstellen können.²¹⁹

Auch im Hinblick auf den Einsatz von prädiktiven ADS im **Bergbausektor** stellen Forschende fest, dass bei deren Entwicklung und Einsatz ein klarer Fokus auf die Optimierung von ökonomischen und finanziellen Aspekten gelegt wird: KI-basierte Anwendungen würden darauf ausgerichtet, die Auffindung und den Abbau neuer Ressourcen zu vereinfachen und zu beschleunigen. Vereinzelt werden dabei zwar Synergien zwischen ökologischen Zielen und operationaler und investitionsbezogener Kosteneffizienz festgestellt (z.B. bei Instrumenten zur Verbesserung des Wassermanagements), besonders vielversprechende ökologische Use-Cases, wie z.B. die Entsorgung von Abfall aus den Minen, Umweltfolgenbetrachtungen als Elemente der dynamischen Verfahrensplanung, oder die Optimierung einer längerfristigen Produktion würden demgegenüber aber, wenn überhaupt, sehr wenig von KI-Modellierern betrachtet.²²⁰ Ähnliche Phänomene beschreibt *Dauvergne* in der **Öl- und Gaswirtschaft** und führt etwa an, dass KI-Unternehmen machine learning tools, „smarte Plattformen“ oder andere spezialisierte Instrumente anbieten, die die Kosten für das Auffinden, die Förderung, die Verarbeitung und Lieferung von Öl dramatisch reduzieren sollen, oder gar z.B. Explorationen und Bohrungen automatisieren könnten, um die Bohrlochproduktion zu optimieren, die Lebensdauer von Lagerstätten zu verlängern und die Gewinnspannen der Öl- und Gasindustrie zu maximieren.²²¹ Scheinbare Effizienzgewinne und Umweltentlastungen einzelner KI-

²¹⁴ <https://www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/sys/maschinenmonitoring-und-regelung/predictive-maintenance-instandhaltung-machinelearning.html> (01.07.2024).

²¹⁵ Carlson/Sakao, Environmental assessment of consequences from predictive maintenance with artificial intelligence techniques: Importance of the system boundary, *Procedia CIRP* 90 (2020), 173.

²¹⁶ Siehe etwa Rodseth/Schjolberg, Data-driven Predictive Maintenance for Green Manufacturing, Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, 2016, <https://www.atlantis-press.com/proceedings/iwama-16/25862216> (22.04.2025).

²¹⁷ Carlson/Sakao, Environmental assessment of consequences from predictive maintenance with artificial intelligence techniques: Importance of the system boundary, *Procedia CIRP* 90 (2020), 173.

²¹⁸ <https://www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/sys/maschinenmonitoring-und-regelung/predictive-maintenance-instandhaltung-machinelearning.html> (01.07.2024).

²¹⁹ Carlson/Sakao, Environmental assessment of consequences from predictive maintenance with artificial intelligence techniques: Importance of the system boundary, *Procedia CIRP* 90 (2020), 173 f.; siehe dazu schon Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, *ZUR* 10/2021 (2021).

²²⁰ Corrigan/Ikonnikova, A review of the use of AI in the mining industry: Insights and ethical considerations for multi-objective optimization, *The Extractive Industries and Society* 17 (2024) 101440.

²²¹ Zu diesem Zweck hat z.B. die Norwegische Universität für Wissenschaft und Technologie (NTNU) das „Zentrum für Integrated Operations in the Petroleum Industry“ gegründet, das sich auf die Entwicklung neuartiger und innovativer Methoden auf der Grundlage von Künstlicher Intelligenz für die Optimierung der Öl- und Gasproduktion konzentriert, s. Dale/Uglane, Artificial Intelligence in the oil and gas production, 2018, <https://geoexpro.com/artificial-intelligence-in-oil-gas-production/> (02.05.2025).

Anwendungen führten in der Summe nicht zu einem geringeren Druck auf die natürlichen Ressourcen, da die transnationalen Konzerne reduzierte Kosten zur Ausweitung der globalen Produktion reinvestierten und die KI vor allem den Abbau natürlicher Ressourcen ebenso wie ihren weiter wachsenden Überkonsum verstärkte und dadurch gefährdete Völker, Ökosysteme und künftige Generationen in Mitleidenschaft ziehe.²²²

Präskription: In ähnlicher Art und Weise werden digitalen Technologien in der Landwirtschaft zwar grundsätzlich große ökologische Potenziale zugesprochen. Wissenschaftliche Analysen zeigen aber beispielsweise, dass digitale *Empfehlungssysteme* zu negativen Umwelteffekten führen können. Solche Systeme fokussieren häufig Nutzer und Use-Cases großer konventioneller Betriebe und schwächen damit potenziell die Konkurrenzfähigkeit kleinerer und möglicherweise nachhaltiger produzierender Bäuerinnen und Bauern.²²³ Mit Blick auf potenziell vergleichbare Dynamiken der Zentralisierung (s.o. 2.1.3) bei der Entwicklung digitaler Zwillinge in der Landwirtschaft werden unvorhergesehene und unerwünschte systemische Effekte befürchtet, die Nachhaltigkeitszielen widersprechen können, wie z.B. die Monopolisierung der landwirtschaftlichen Produktion, eine geringere Robustheit aufgrund zentraler Fehlerquellen, eine stärkere externe Abhängigkeit und der Verlust von Branchenwissen.²²⁴

Zudem seien intelligente Systeme regelmäßig primär auf eine Verbesserung von Ertrag und Effizienz der Betriebe ausgerichtet. Aus diesem Optimierungsziel folge z.B. die Priorisierung der effizienten Erzeugung einer kleinen Gruppe von Erzeugnissen (z.B. einer bestimmten Nutzpflanze), was allerdings insbesondere Biodiversitätsaspekte vernachlässigt und damit das Funktionieren des Gesamtsystems und seine langfristige Widerstandsfähigkeit untergräbt: *„Applications of AI and increased automation – including AI-systems that prioritize efficiency over redundancy and diversity – could accelerate such loss of diversity. Since the economic benefits of automation and associated applications of AI and automation seem to be the greatest for larger farms, investments in these technologies could create strong incentives for both larger and more simplified agricultural landscapes, despite evidence that smaller farms tend to be most productive and biodiverse over longer time periods.“*²²⁵

Persuasion: „Persuasive“ ADS,²²⁶ z.B. Chatbots, könnten auf der Grundlage hochentwickelter LLMs ökologische Probleme mit sich bringen, etwa wenn sie durch personalisiertes Marketing einen erhöhten Konsum verursachen. So sollen mit der Personalisierung anwendungsspezifischer Sprachmodelle auf der Grundlage kundenspezifischer „Datenbeispiele“ Modelle möglich werden, die nicht nur anwendungsspezifisch, sondern auch im Hinblick auf den/die spezifische/n Nutzer optimal ausgerichtet sind und damit besonders effektiv funktionieren.²²⁷ Die Möglichkeit, den individuellen Geschmack und persönliche Wünsche durch kombinierten, maßgeschneiderten „Content“ und „Erlebnisse“ zu bedienen, also das „potential to enable businesses to rapidly develop highly targeted content that resonates with their audience like a hit song [.]“ führe zu Loyalität, Bindung und erhöhtem Kapitalertrag.²²⁸ Eine erhöhte Konsumnachfrage könnte in Abhängigkeit von der

²²² Dauvergne, Is artificial intelligence greening global supply chains? Exposing the political economy of environmental costs, *Review of International Political Economy* 2022, Vol. 29, No. 3, 696–718.

²²³ Bronson et al., The human impact of data bias and the digital agricultural revolution, in: James (Hrsg.), *Handbook on the Human Impact of Agriculture*, 2021, 132.

²²⁴ Purcell et al., Digital Twins in agriculture: challenges and opportunities for environmental sustainability, *Current Opinion in Environmental Sustainability* 61 (2023).

²²⁵ Galaz et al., Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability, *Technology in Society* 67 (2021), 5.

²²⁶ Z. Begriff s.o. 2.1.2.

²²⁷ Ramachandran, User Personalization, the Next Frontier in LLMs, 2023, <https://codeium.com/blog/user-personalization-for-llms> (22.04.2025).

²²⁸ Sanderson, Personalized Content Delivery with Generative AI: A New Frontier in Marketing, 2023, <https://www.progress.com/blogs/personalized-content-delivery-generative-ai-new-frontier-marketing> (22.04.2025).

Verbreitung und „gesamtgesellschaftlichen Durchdringung“ solcher Assistenten einen massiven Anstieg von Emissionen und Ressourcenverbräuchen zur Folge haben.²²⁹

Ein umweltspezifisches „**Autonomierisiko**“ von ADS beschreibt Millard-Ball im Hinblick auf Autonome Fahrzeuge (AVs): So müssten autonome Fahrzeuge in verkehrsreichen Städten nicht mehr in der Nähe ihres Ziels oder gar überhaupt noch parken. Stattdessen könnten sie nach freien Parkplätzen auf der Straße suchen, nach Hause zurückkehren oder umherfahren (zirkulieren). Da das Umherfahren bei niedrigeren Geschwindigkeiten weniger kostenintensiv sei, zeige ein spieltheoretischer Analyserahmen, dass AVs den Anreiz hätten, sich so untereinander abzustimmen, dass sie Staus verursachen. Anhand eines Mikrosimulationsmodells für den Verkehr und von Daten aus der Innenstadt von San Francisco könne gezeigt werden, dass AVs den Fahrzeugverkehr zu, von und innerhalb von dichten, städtischen Zentren mehr als verdoppeln könnten. Ein Zirkulieren führe zu einer 90-prozentigen Senkung der Parkkosten, dagegen würden Fahrten durch das Anfahren weiter entfernter Parkplätze und das Umherfahren von AVs länger.²³⁰

In den genannten Beispielen gehen negative Umwelteffekte darauf zurück, dass ADS besonders gut im Sinne der vorrangigen Ziele oder Interessen bestimmter Akteure²³¹ funktionieren und dabei Externalitäten verursachen. Die Fachliteratur rekonstruiert aber auch immer mehr Fälle nicht-intendierter indirekter Umwelteffekte:

Solche können etwa aus unvorhergesehenen Verhaltensänderungen und Anreizen der Nutzer der Anwendungen folgen: Z.B. nutzten viele Landwirte Technologien der „precision agriculture“, um in der Hoffnung auf höhere Erträge mehr, statt – wie ggf. von Anwendungen empfohlen – weniger Stickstoffdünger auf die empfohlenen Flächen auszubringen.²³²

Bei *digitalen Zwillingen*, die auf der Basis maschinellen Lernens Datenflüsse und Informationen kanalisieren, Entscheidungen vorschlagen und ggf. auch *automatisch implementieren*, werden Nachhaltigkeitsrisiken von Fehlern beim Design nachgezeichnet: unbekannte Biases (durch unzureichende Modellierung der Anwendungsbereiche, etwa die fehlende Einbeziehung von Gesundheitsmetriken zur Steigerung der Produktivität) könnten unerwünschte Auswirkungen auf die Tierhaltung (etwa ein Missmanagement der Tiere) haben, die wiederum durch algorithmische Rückkopplungsschleifen verstärkt werden.²³³

Bezogen auf KI-basierte Anwendungen im Bergbau beschreiben Corrigan und Ikonnikova, dass die fehlende Berücksichtigung von Daten zu bestimmten Aspekten und Auswirkungen von Bergbauaktivitäten, z.B. zu Umwelt- und Gesundheitsschäden, zu einer Verzerrung bei der Feature-Selektion und damit zu fehlerhaften oder verzerrten Ergebnissen führen könnte. Die Verwendung voreingetragener oder falscher Daten könnte daher zu einer Entscheidungsfindung führen, bei der Land

²²⁹ Mit Blick auf erhöhte Ressourcenverbräuche durch KI-optimiertes Marketing s. Rohde et al., Nachhaltigkeitskriterien für Künstliche Intelligenz, IÖW Schriftenreihe 220/21 (2021), 47; Creutzig et al., Digitalization and the Anthropocene, Annual Review of Environment and Resources 47, 2022, 479-509, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120920-100056>.

²³⁰ Ball, The autonomous vehicle parking problem, Transport Policy Vol. 75, March 2019, 99-108, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.01.003>. Als regulatorischen Lösungsansatz schlägt der Autor vor, die problematische Anreizstruktur für autonome AVs zu ändern: Da autonome Fahrzeuge problemlos „umherfahren“ könnten, anstatt zu parken, verschwimme die Grenze zwischen „Parken“ und „Fahren“. Deshalb sollten Staugebühren („congestion pricing“) zwei komplementäre Komponenten umfassen, nämlich zeitbasierte Gebühren für die Nutzung öffentlicher Verkehrsflächen – unabhängig davon, ob das Fahrzeug stehe oder fahre, sowie eine strecken- oder energieabhängige Gebühr, um andere negative Auswirkungen des Fahrens (wie Energieverbrauch oder Emissionen) einzupreisen.

²³¹ S.o. 2.1.4.1.

²³² Galaz et al., Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability, Technology in Society 67 (2021).

²³³ Mallinger et al., Systemic design requirements for sustainable Digital Twins in precision livestock farming. In: Berckmans et al. (Hrsg.), Precision Livestock Farming '22, 2022, 718–725.

falsch genutzt oder bestimmte externe Effekte für die lokale Bevölkerung nicht ausreichend berücksichtigt werden.²³⁴

Indirekte Effekte können sich nicht nur negativ, sondern auch positiv im Sinne von sozial-ökologischen Zielsetzungen auswirken. Das kann insbesondere dann der Fall sein, wenn ADS als „Technosteuerung“²³⁵ gezielt für die Erreichung von Umweltzielen, z.B. durch die Um- und Durchsetzung umweltrechtlicher Vorgaben, eingesetzt werden. Vom Standpunkt einer risikobasierten Regulierung aus kann man drohende indirekte Effekte auch als **Risiken der Nicht-Realisierung rechtlich gebotener Umweltpotenziale durch ADS begreifen**. Jenseits eines risikobasierten Ansatzes kann sich eine umweltpolitische Strategie aber auch darauf beziehen, besonders vielversprechende Technologien voranzubringen, etwa durch eine gezielte vergaberechtliche Priorisierung bestimmter Anwendungen oder durch Fördermaßnahmen.

Textbox 14: Positive indirekte Umwelteffekte: sozial-ökologische „Technosteuerung“

Im Verhältnis zum Stand der Forschung bezüglich negativer indirekter Effekte beschreibt eine schier unüberschaubare Zahl an Fachartikeln Anwendungspotenziale von ADS. Eine Reihe von entsprechend beworbenen ADS im Nachhaltigkeitsbereich scheinen auch bereits Marktreife erlangt zu haben.²³⁶ Dieser Vielfalt kann hier nicht ansatzweise Rechnung getragen werden. Stattdessen werden einige Beispiele angeführt, die wiederum unter die oben (unter 2.1.2) beschriebenen Steuerungsfunktionen gefasst werden können:²³⁷

Präskription: Vielfältige Anwendungspotenziale werden für die **(teil-)automatisierte Steuerung technischer Anlagen oder Geräte** bzw. entsprechende Entscheidungsvorschläge gesehen. In der Logistik könnten Navigationssysteme für Frachtschiffe durch die KI-basierte Optimierung ihres Routings nennenswerte Treibstoff- und CO₂-Reduktionen erreichen.²³⁸ In dem EU-finanzierten Forschungsprojekt FUDIPO6 wurden Steuerungsalgorithmen entwickelt, um die Leistung einer biologischen Kläranlage zu verbessern, indem die Qualität der eingehenden Abfälle gemessen und der Belüftungsbedarfs gesenkt wird. Letzterer soll etwa 50 % des Energieverbrauchs einer Kläranlage ausmachen.²³⁹

Prädiktion: Maschinellern wird auch das Potenzial zugesprochen, durch die Kopplung „smarter“ Stromnetze mit dem Wärmesektor zur Energiewende beizutragen. Eine intelligente Laststeuerung soll Probleme der schwankenden Energieversorgung durch erneuerbare Energiequellen lösen helfen, indem die Energienachfrage prognostiziert und etwa durch die automatisierte Nutzung von Warmwasserspeichern optimiert wird.²⁴⁰

²³⁴ Corrigan/Ikonnikova, A review of the use of AI in the mining industry: Insights and ethical considerations for multi-objective optimization, *The Extractive Industries and Society* 17 (2024) 101440.

²³⁵ S.o. 2.1.2.

²³⁶ S. z.B. Climate Hub – Climate Software von VERSO, <https://verso.de/climate-hub/> (22.04.2025).

²³⁷ S. hierzu die umfangreiche Darstellung bei Gailhofer et al., *The role of Artificial Intelligence in the European Green Deal*, Study for the special committee on Artificial Intelligence in a Digital Age (AIDA), Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, 2021.

²³⁸ <https://www.stenalinefreight.com/news/efficiency-ai-assistant-installed-on-m-s-skane/> (01.07.2024).

²³⁹ FUDIPO, Biological Waste-Water Treatment Plants (ABB), 2021, <https://fudipo.eu/wp-content/uploads/2021/02/WWTP-ABB.pdf> (22.04.2025).

²⁴⁰ Mabina et al., Sustainability matchmaking: Linking renewable sources to electric water heating through machine learning, *Energy & Buildings* 246 (2021).

Eine Vielzahl unterschiedlicher Beispiele beschreibt die Potenziale von ADS, im Sinne deren *deskriptiver* und ggf. *prädiktiver* (s.o. 2.1.2) Funktionen, menschliche Entscheidungen durch verbesserte Informationen zu fundieren und damit im Sinne von sozial-ökologischen Zielsetzungen zu orientieren:

So könnten Simulationssoftware und 3-D-Systeme wie Gebäudeenergie-Modelle („building energy models“) im Bausektor dazu beitragen, die Ressourceneffizienz zu optimieren. Solche Werkzeuge sollen auch den frühzeitigen Vergleich unterschiedlicher Design-Entwürfe unter Umweltaspekten ermöglichen.

Die *digitale Modellierung von Entscheidungsalternativen* kann auch dazu beitragen, effizientere Entscheidungen auf Regierungsebene zu treffen, beispielsweise im Zusammenhang mit der Stadtverwaltung und -planung. Der „digitale Zwilling“ (s.o. 2.1.4.2)) der Stadt Antwerpen kombiniert beispielsweise Daten zur Lärmbelastung mit Echtzeit-Sensorinformationen von Luftqualität und Verkehr sowie Computermodellen. Eine aktuelle und vorausschauende Repräsentation der Stadt soll die (auch ökologischen) Auswirkungen geplanter staatlicher Maßnahmen simulieren und testen.²⁴¹

Datengetriebene Anwendungen könnten auch in der retrospektiven Analyse der (mangelnden) Effektivität rechtlicher Instrumente Informationen darüber liefern, ob und aus welchen (gesellschaftlichen) Gründen diese ihre Ziele (nicht) effektiv erreichen.²⁴² In einer Art Rechtsfolgenabschätzung wurde ein KI-System etwa daraufhin trainiert, die vergangene und die (aufgrund von Gesetzesänderungen oder Rechtsprechung) zukünftig prognostizierte Wirkung einer hochgradig abstrakten US-Regulierung auf Feuchtgebiete, Flussläufe und Trinkwasser-Reservoirs zu analysieren. Informationen und Visualisierungen dieser konkreten Effekte sollen Rechtsauslegung und -anwendung unterstützen und die Bewertung und Anpassung rechtlicher Instrumente unterstützen.²⁴³ In ähnlicher Art und Weise könnten ADS auch die schwerer fassbaren Determinanten maschineller Entscheidungen (s.o. 2.1.4) fokussieren und etwa helfen, Ansätze für eine effektive Regulierung identifizieren: Die Fähigkeit von Large Language Models, menschliches Verhalten realistisch zu simulieren, soll beispielsweise neue Erkenntnisse darüber liefern, wie Menschen entscheiden, Informationen teilen, angesichts von Problemen kooperieren oder konkurrieren und sich an soziale Normen zu halten. Dies soll neue und bessere Einblicke in die Mechanismen menschlichen Verhaltens und sozialer Dynamiken liefern. Entsprechende Erkenntnisse sollen wiederum für eine bessere Erklärbarkeit sozio-technischer Systeme eingesetzt werden: Angesichts ihrer umfassenden Datengrundlage könnten solche Modelle Erkenntnisse über die Ursachen existierender gesellschaftlicher *biases* liefern und etwa auch Aufschluss über typische *biases* derjenigen liefern, die KI-Modelle üblicherweise entwickeln.²⁴⁴

Digitale Zwillinge sollen bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Produkten helfen, indem sie produktspezifische Daten integrieren, entlang des Lebenszyklus verknüpfen und damit Abläufe in Echtzeit simulieren.²⁴⁵ KI-basierte ADS sollen z.B. auch gut geeignet sein, Auswirkungen ökologisch nachteiliger Stoffe auf die menschliche Gesundheit nachzuweisen und damit politische Entscheidungen zu informieren.²⁴⁶ Einige Arbeiten beschreiben umfassende Einsatzmöglichkeiten von ADS

²⁴¹ Imec, Imex and TNO launch Digital Twin of the city of Antwerp, press release, 2018, <https://www.imec-int.com/en/articles/imec-and-tno-launch-digital-twin-of-the-city-of-antwerp> (22.04.2025).

²⁴² Siehe etwa das Projekt „Regulatory instruments in the real world“, <https://regulationresearch.net/>.

²⁴³ Greenhill et al., Machine learning predicts which rivers, streams, and wetlands the Clean Water Act regulates, *Science* 383 (2024), 406–412.

²⁴⁴ Grossmann et al., AI and the transformation of social science research, *Science* 380 (2023), 1108–1109.

²⁴⁵ Siehe <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/kompetenzen-und-loesungen/digital-engineering/digitale-zwillinge.html> (31.01.2025).

²⁴⁶ Al Utaibi et al. (2022), Artificial intelligence to link environmental endocrine disruptors (EEDs) with bone diseases, *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing* 13(03) (2022), <https://doi.org/10.1142/S1793962322500192>.

für die Implementierung von umweltrechtlichen Regeln und anderen Nachhaltigkeitsstandards: So meinen Davidova und Sharno dass ADS für Agrifood-Unternehmen – als Instrumente „*smarter Regulierung*“ – die Umsetzung rechtlicher Vorgaben oder Anforderungen an das Umweltmanagement und behördliche Kontrolle und Vollzug in diesen Bereichen verbessern könnten.²⁴⁷

Eine Vielzahl von Arbeiten befasst sich mit Potenzialen von KI-basierten Anwendungen für eine bessere Umsetzung von Nachhaltigkeitsstandards für Produkte, Unternehmen oder für Investitionen: So beschreibt Xu in einem umfangreichen Review-Artikel Anwendungsperspektiven von KI-basierten Systemen zur Analyse und Bewertung von Risiken in Wertschöpfungsketten, in der Interaktion mit der Kundschaft und in der Berichterstattung und bescheinigt diesen ein – wenngleich voraussetzungsreiches – „*transformative Potential for ESG in finance*“.²⁴⁸ Die untenstehende Aufstellung zeigt die identifizierten Lösungen für Herausforderungen im Zusammenhang mit – zunehmend rechtlichen Anforderungen unterworfenen (s. hierzu unten 4.4) – Umweltaussagen zu Unternehmen und Produkten:

²⁴⁷ Davidova/Sharno, Digital Transformation as a Means of Smart Regulation of Environmental Management: Technology and Practices for Agrifood Companies. In: Trukhachev (Hrsg.), Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises, 2023.

²⁴⁸ Xu, Review AI in ESG for Financial Institutions: An Industrial Survey, <https://arxiv.org/pdf/2peziies403.05541> (22.04.2025).

Tabelle 1: KI-Lösungen für Greenwashing

Table 12 AI solution for greenwashing

Challenge	Potential AI Solution
Substantiation of Green Claims	AI-driven data analytics to cross-reference and validate green product claims with empirical data. ML for analyzing large datasets.
Vague Terminology	NLP algorithms to interpret and analyze language in environmental claims, identifying vague or misleading terms.
Complexity in Supply Chains	AI algorithms for supply chain analysis, tracking, and evaluating environmental impact at each supply chain stage.
Subjectivity in Environmental Assessments	Development of AI models applying consistent criteria for 'green' practice assessments, reducing subjectivity.
Inconsistent Standards	AI systems adapting to and interpreting various environmental standards across industries and regions, providing unified assessment approaches.
Information Overload	Advanced AI algorithms for efficient data management and analysis, extracting and synthesizing relevant information from large data volumes.

Quelle: Xu, Review AI in ESG for Financial Institutions: An Industrial Survey, <https://arxiv.org/pdf/2403.05541>.

Persuasion: Den oben beschriebenen potenziellen negativen Effekten datenbasierter Technologien in der Landwirtschaft steht eine Vielzahl an zumindest denkbaren positiven Umwelteffekten gegenüber.²⁴⁹ Zum Beispiel können landwirtschaftliche Informations- und Entscheidungsassistenten auch so ausgestaltet und eingesetzt werden, dass sie – durch *Persuasion* oder bloße Empfehlung (s.o. 2.1.2) – zur Substitution von Monokulturen, zum Einsatz lokal angepasster Saatgutsorten oder zur Nutzung biologischer Düngemittel ermutigen.²⁵⁰

Verbesserte Informationen durch ADS sollen auch Verbraucherverhalten sozial-ökologisch orientieren: Forscher in Deutschland entwickeln einen "Grünen Assistenten", der den nachhaltigen Konsum erleichtern soll, indem er Informationen über nachhaltige Alternativen beim Kauf oder bei der Suche nach Produkten im Internet bereitstellt. Ziel ist es, dass das Assistenzsystem u.a. über die Herstellungsbedingungen und den Energieverbrauch der Produkte informiert.²⁵¹

Auch wenn also zunehmend Potenziale und (in weit geringerem Umfang) Risiken der Nutzung von ADS – genauer beschrieben werden, bleiben die wissenschaftliche Einordnung und Erklärung von positiven wie negativen indirekten Umwelteffekten noch weit hinter der allgemeinen Diskussion um die Risiken entsprechender Systeme zurück.

Wissenslücken hinsichtlich der Determinanten und „Treiber“ (s.u. 2.4) der Umwelteffekte von ADS sind aus umweltrechtlicher Sicht schon deshalb problematisch, weil sie die Entwicklung passgenauer Regulierungsansätze stark erschweren. Insbesondere verschärfen solche Wissenslücken auch Rechtfertigungsprobleme, die mit der Regulierung von ADS einhergehen können: Ob eine automatisierte Entscheidung und ihr Output aus ökologischer Perspektive begrüßenswert erscheint, ihre Nebeneffekte oder Risiken akzeptabel sind, kann Gegenstand schwieriger politischer oder rechtlicher Abwägungsentscheidungen sein. Krendl Gilbert (2021) spricht mit Blick auf Anwendungen von „Reinforcement Learning“ von einem „problem of sociotechnical

²⁴⁹ S. dazu z.B. Finger (2023), Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems, European Review of Agricultural Economics Vol 50 (4) (2023), 1277–1309.

²⁵⁰ Lange et al., Digital Reset. Redirecting Technologies for the Deep Sustainability Transformation, 2022, 46.

²⁵¹ Green Consumption Assistant für nachhaltigen Konsum (GCA), 2021, <https://green-consumption-assistant.de/> (22.04.2025).

specification: Who is the system for? What is its purpose? How and to whom can it be held accountable?”.²⁵² Ohne hinreichende Kenntnisse der tatsächlichen (ökologischen oder ökonomischen) Kosten und dem (ökologischen oder sonstigen) Nutzen des Einsatzes von ADS und ihrer Ursachen drohen die Antworten auf solche Fragen zulasten von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten gehen. Indirekte Umwelteffekte stellen damit auch den Regulierer zuallererst vor ein Erkenntnisproblem. Die beginnende Forschung zu spezifischen sozial-ökologischen biases und anderen, auch strukturellen Ursachen für Umwelteffekte von ADS sollte daher unterstützt und beschleunigt werden. In diesem Projektbericht kann demgegenüber nur auf bestehende Arbeiten zurückgegriffen werden.

Textbox 15: Determinanten indirekter Umwelteffekte von ADS

Die oben aus übergeordneter Perspektive dargelegten Determinanten maschineller Entscheidungen (2.1.40) bieten, auf umweltrelevante Anwendungskontexte übertragen, Anhaltspunkte für die Klärung der Ursachen indirekter, negativer Umwelteffekte.

Diese Effekte können sowohl als nicht-intendierte Folgen der Anwendung von Systemen auftreten als auch als beabsichtigte Nebeneffekte, die aus der Ausrichtung der Anwendungen im Sinne ihrer Anbieter oder Nutzer resultieren.²⁵³ Viele ADS werden gezielt eingesetzt, um Aktivitäten zu unterstützen, die bekanntermaßen Umweltprobleme verursachen oder verschärfen. Besonders deutlich wird dies bei der oben erläuterten Nutzung von KI-basierten Anwendungen zur Steigerung der Öl- und Gasproduktion.²⁵⁴ Auch indirekte Effekte, die durch einen technologisch beschleunigten oder verstärkten Konsum entstehen, sind regelmäßig keineswegs unbeabsichtigt, sondern Teil konkreter Geschäftsmodelle. Veränderungen im Verbraucherverhalten, z. B. durch digitale Einkaufsassistenten, die Nutzende über präferenzoptimierte Angebote zum Kauf animieren, sind oft erwünschte Effekte.²⁵⁵ Aus Unternehmenssicht kann selbst der Einsatz von KI zur Steigerung der Umweltverträglichkeit von Einkäufen ein Mittel sein, neue Verbrauchersegmente zu erschließen.²⁵⁶

Das oben ausführlich dargestellte Fallbeispiel zu „predictive maintenance“ Anwendungen (s.o. S. 91 f.) illustriert eindrücklich, dass negative Effekte entstehen können, weil lernende Systeme gerade besonders gut im Sinne ihrer – allerdings wenig nachhaltigen – Steuerungsziele funktionieren. Die Analyse von Carlson und Sakao unterstreicht die Bedeutung der unterschiedlichen Akteursinteressen als gestaltgebendes Element der Systemgrenze, die darüber entscheidet, welche Präferenzen und Anreize ein System berücksichtigt und welche nicht. Beschränkt sich die Systemgrenze auf das anbietende Unternehmen mit seinem traditionellen Business Case (Kostenminimierung, Umsatzsteigerung), besteht die Gefahr, dass Ressourcenerhalt und Umweltminderungsziele zugunsten kurzfristiger Kostenvorteile vernachlässigt werden. Bezieht man auch die Kundschaft mit ein, wäre die Vermeidung wartungsbedingter Betriebsausfälle das primäre Ziel. Lerne das System zur Minimierung dieses Risikos etwa, wichtige Komponenten auszutauschen, bevor diese das Ende ihrer zu erwartenden Haltbarkeit erreichen, führe das zu einer erhöhten Tauschrate und daher sowohl zu

²⁵² Gilbert, Mapping the Political Economy of Reinforcement Learning Systems: The Case of Autonomous Vehicles, Berkeley Policy and Practice White-Paper, 2021, <https://simons.berkeley.edu/news/mapping-political-economy-reinforcement-learning-systems-case-autonomous-vehicles> (22.04.2025). S.a. Rabari/Storper, The digital skin of cities: urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data, Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 8(1) (2015), 36; vgl. dazu schon Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019.

²⁵³ Die folgenden Ausführungen basieren teilweise auf Vorarbeiten in: Gailhofer et al., The role of Artificial Intelligence in the EU Green Deal, 2021.

²⁵⁴ National Energy Technology Laboratory), AI in oil and gas production: advancing an industry into the future, 2020, <https://netl.doe.gov/node/9600> (22.04.2025).

²⁵⁵ Vgl. etwa <https://webengage.com/blog/ai-driven-marketing-strategies-to-skyrocket-productivity/>.

²⁵⁶ Frank, B., Artificial intelligence-enabled environmental sustainability of products: Marketing benefits and their variation by consumer, location, and product types; 285, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125242>.

höheren Kosten als auch zu höheren Umwelteffekten. In hoch regulierten Sektoren, in denen Sicherheitsaspekte relevant sind, ist die Systemgrenze typischerweise weiter gezogen – da eine Vielzahl von Stakeholdern gesellschaftliche Interessen einbringen muss. In solchen Fällen impliziert die erlernte Instandhaltungsstrategie sowohl positive Umwelteffekte als auch Kosteneinsparungen.²⁵⁷

Ein prominenter, keinesfalls auf ADS begrenzter Typus nicht-intendierter negativer Effekte wird unter dem Begriff des Rebound-Effekts diskutiert: **Rebound-Effekte**, wie das sog. „Jevons-Paradox“, sind dadurch gekennzeichnet, dass Effizienzgewinne durch technologischen Fortschritt durch eine Beschleunigung des Ressourcenverbrauchs konterkariert werden.²⁵⁸ Solche Effekte sind Gegenstand von vielen Arbeiten in unterschiedlichen Zusammenhängen und werden häufig, wie etwa Horner et al. mit Blick auf den Energiesektor beschreiben, weiter unterteilt in direkte, indirekte und gesamtwirtschaftliche Rebound Effekte. Direkte Rebound-Effekte seien in diesem Kontext Effekte der Preiselastizität von Energiedienstleistungen: Wenn die Preise (aufgrund von Effizienz- oder Produktivitätssteigerungen) sanken, erhöhten Substitutions- und Einkommenseffekte den Verbrauch. Ein Beispiel aus der IKT-Branche helfe, die Abgrenzung direkter von indirekten Effekten zu verstehen: Wenn ein E-Book billiger sei als ein herkömmliches Buch, dann könnten die Verbraucher mehr Bücher kaufen. Der direkte Rebound werde hier durch eine Sättigung begrenzt: Es gebe eine Begrenzung für die Anzahl der Bücher, die die Menschen kaufen, egal wie billig sie werden. Die Ersparnisse könnten aber auch für andere Waren und Dienstleistungen ausgegeben werden, was einen indirekten Rebound-Effekt darstelle. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen träten schließlich auf, wenn die IKT-Einführung makroökonomische Anpassungen in allen Wirtschaftssektoren bewirke. Das heißt, die IKT-Industrie könne das Wachstum in anderen Wirtschaftssektoren fördern oder hemmen und so strukturelle Veränderungen bewirken, die sich ihrerseits auf den Energieverbrauch auswirkten.²⁵⁹ Entsprechende Phänomene beschreibt Dauvergne mit Blick auf negative Umweltfolgen des Einsatzes von KI-Systemen in globalen Wertschöpfungsketten.²⁶⁰

Konkrete Fallbeispiele für vergleichbare Effekte von ADS belegen, dass negative Folgen aufgrund eines durch ADS veränderten Nutzerverhaltens nicht intendiert sein müssen, umweltfreundlichen Funktionen einer Anwendung gar zuwiderlaufen können: So können z.B. Produkte, die einen effizienteren Energieverbrauch automatisch steuern und implementieren, unbeabsichtigte Folgen für das Verbrauchsverhalten haben, da Nutzer bei ihrem Einsatz dazu tendieren, die Kontrolle über ihren Energieverbrauch aufzugeben. Dies kann trotz grundsätzlich erheblicher Effizienzpotenziale im Ergebnis einen übermäßigen Energieverbrauch mit sich bringen.²⁶¹ Selbst das Wissen, dass ein Produkt oder eine Anwendung nachhaltig ist, kann also das Konsumverhalten steigern.²⁶²

Während negative Umwelteffekte also aus unzureichender Berücksichtigung menschlicher Präferenzen und aus nicht vorhergesehenem Verhalten menschlicher Nutzer resultieren können, können ähnliche, nicht-intendierte Umweltwirkungen auch entstehen, wo KI-basierte Agentensysteme in vielleicht unvorhergesehener Weise miteinander interagieren. Ein besonders instruktives Bei-

²⁵⁷ Carlson/Sakao, Environmental assessment of consequences from predictive maintenance with artificial intelligence techniques: Importance of the system boundary, *Procedia CIRP* 90 (2020), 174.

²⁵⁸ OECD, Measuring the environmental footprint of AI compute and applications – the AI footprint. *Digital Economy Papers* 2022, 32.

²⁵⁹ Horner et al., Known unknowns: indirect energy effects of information and communication technology, *Environmental Research Letters* 11 (2016), 103001, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/103001>.

²⁶⁰ Dauvergne, Is artificial intelligence greening global supply chains? Exposing the political economy of environmental costs, *Review of International Political Economy* 2022, Vol. 29, No. 3, 696–718.

²⁶¹ Puntiroli et al., When Technology Backfires and When It Succeeds: Positive and Negative Effects of Eco-Efficient Automation on Consumers' Choices, in *NA - Advances in Consumer Research* Volume 47, in: Bagchi, R.; Block, L.; Lee, L. Duluth, M. (Hrsg.): Association for Consumer Research, 2019.

²⁶² Ein anderes Beispiel für diesen Effekt ist ein höherer Wasser- oder Energieverbrauch in Öko-Lodges, s. Font/McCabe, Sustainability and marketing in tourism: its contexts, paradoxes, approaches, challenges and potential, *Journal of Sustainable Tourism*, 25(7), 2017, 869–883. <https://doi.org/10.1080/09669582.2017.1301721>.

spiel liefert das Cap-and-Trade-Szenario bei Ng et al. (2025), in dem solche Agenten innerhalb gegebener Anreiz- und Regelstrukturen eigene, strategisch ausgerichtete Handlungsmuster entwickeln.²⁶³ Die Autorinnen und Autoren zeigen, dass lernende Agenten in einem Emissionshandelssystem kollusives Verhalten entwickeln können, etwa durch Preisabsprachen oder strategische Zurückhaltung mit Angeboten, um individuelle Gewinne zu maximieren. Diese Verhaltensweisen sind nicht Ergebnis fehlerhaften Designs, sondern Ausdruck einer emergenten Dynamik, die durch die Interaktion autonomer Systeme in bestimmten, durch Knappheit, Wettbewerb und begrenzte regulatorische Rahmung geprägten Kontexten entsteht. Der intendierte ökologische Steuerungseffekt des Emissionshandelssystems wird dann unterminiert. Das Fallbeispiel zeigt, wie sich in solchen sozio-technischen Konstellationen nicht-intendierte, umweltschädliche Effekte aus der Adaptation maschineller Aktanten an die Opportunitäten ihres Handlungsumfelds herausbilden können.²⁶⁴

Die Literatur beschreibt nicht-intendierte negative Umwelteffekte schließlich auch als Konsequenz unterschiedlicher **algorithmischer biases**: In der Folge eines so genannten „*interpretation bias*“ können KI-basierte Anwendungen laut Galaz et al. zwar so funktionieren, wie es von Entwicklerinnen und Entwicklern beabsichtigt sei, sie generierten aber problematische Effekte, weil Nutzer ihre Funktion nicht vollständig verstünden oder versuchten, automatisierten Empfehlungen eine vom eigentlichen Verwendungszweck abweichende Bedeutung zu entnehmen. So seien Entwicklerinnen und Entwickler von KI-gestützten Empfehlungssystemen für die *digitalisierte Landwirtschaft* noch nicht in der Lage, komplexe Geodaten in geeignete Maßnahmenvorschläge zu übersetzen, was zu Fehlinterpretationen und einer falschen Verwendung der ausgegebenen Empfehlungen – und damit z.B. zu einem höheren Einsatz von Stickstoffdünger (s.o.) – führe.²⁶⁵

Ein „*Transfer-Kontext-Bias*“ kann demgegenüber entstehen, wenn KI-Systeme für einen spezifischen Kontext entwickelt und dann auf einen anderen, unter klimabezogenen oder ökologischen Aspekten verschiedenen Kontext übertragen werden. Werden Trainingsdaten und das resultierende Modell für einen spezifischen Kontext erhoben bzw. entwickelt (z.B. für einen großen Industriebetrieb in einem datenreichen Kontext), könne die entsprechende Anwendung in diesem Kontext zwar gut funktionieren. In einem anderen Umfeld (z.B. einem kleinen Bauernhof) könne sie dagegen zu fehlerhaften und schädlichen Ergebnissen führen.²⁶⁶

Auch Wechselwirkungen mit den (Umwelt-)Daten, auf deren Grundlage sich digitale Zwillinge fortlaufend aktualisieren (s.o. 2.1.4.2), können zu Biases führen. In der Landwirtschaft werden solche Interaktionen mit der physischen Umgebung als potenzielle Ursache unerwünschter Nebenwirkungen digitaler Zwillingssysteme identifiziert. Veränderungen in Umweltbedingungen könnten unvorhergesehene Effekte auslösen – im Extremfall sogar Kaskadeneffekte. Das Risiko solcher Dynamiken soll steigen, wenn mehrere, voneinander abhängige Modelle kombiniert werden, die jeweils auf unterschiedliche, aber miteinander verknüpfte Aspekte desselben physischen Systems fokussiert sind. Durch wechselseitigen Datenaustausch und die Nutzung von Modellergebnissen als Input für andere Modelle entstehe ein hochgradig komplexer Informationsfluss. Infolge solcher ver-

²⁶³ Ng et al., The Problem of Social Cost in Multi-Agent General Reinforcement Learning: Survey and Synthesis. The Australian National University April 15, 2025, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.02091>.

²⁶⁴ S. hierzu auch die Verweise auf Rahwan et al., Machine Behavior, Nature 568 (2019), 481 im Abschnitt 2.1.4.2.

²⁶⁵ Galaz et al., Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability, Technology in Society 67 (2021).

²⁶⁶ Galaz et al., Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability, Technology in Society 67 (2021). So funktionieren Anwendungen die Erträge bei gleichzeitiger Reduktion von Dünger und chemischer Nebenprodukte optimieren sollen, nur für konventionelle Betriebe; ADS, die Empfehlungen für die Behandlung unterschiedlicher Sorten in Abhängigkeit von Wetter, Boden, Genetik und Schädlingen geben sollen, unterstützen intensiven und großflächigen Maisanbau, s. Bronson et al., The human impact of data bias and the digital agricultural revolution. In: James (Hrsg.), Handbook on the human impact of agriculture, 2021, 125 f.

schränkter Modellarchitekturen könnten schwer erkennbare Abhängigkeiten im maschinellen Lernen auftreten, die zu emergenten Effekten und unerwünschten Rückkopplungsprozessen führen.²⁶⁷

Ein „*training data bias*“ könnte schließlich zustande kommen, wenn KI-Systeme mit mangelhaften, begrenzten oder unausgewogenen Datensätzen entwickelt werden. Zum Beispiel könnten KI-Systeme, die für die Präzisionslandwirtschaft in einem datenarmen Umfeld entwickelt werden – wenn sie nicht mit lokalem Wissen und Expertenmeinungen validiert werden – zu falschen Bewirtschaftungsempfehlungen für Kleinbauern führen, die dann Mühe hätten, hohe und stabile Erträge zu erzielen.²⁶⁸ Dieser Umstand weist auf die Relevanz der entscheidenden Akteure und ihrer technisch und (daten-)ökonomisch ggf. begrenzten Möglichkeiten für die Ausrichtung von ADS hin: Gerade Anwendungen, die Kleinbauern oder ökologische Landwirtschaft unterstützen sollen, fehlt es typischerweise an den technischen und ökonomischen Mitteln, um gut funktionierende Systeme zu entwickeln.²⁶⁹ Schließlich führt die Automatisierung von Prozessen z.B. auch im Kontext von „smart farming“ zu Problemen der Verantwortungsdiffusion und Zurechnung: „*Who is responsible if an algorithm results in an automatised application of inputs such as pesticides that is inappropriate (reduces yields and increases costs) or even forbidden (e.g. using larger quantities than allowed): the farmer or the hard- or the software provider?*“²⁷⁰

Die in ihren umweltrelevanten Anwendungsfeldern beschriebenen Determinanten von maschinellem (Entscheidungs-) Verhalten bestätigen die oben in übergeordneter Hinsicht beschriebene adaptive Tendenz von ADS, dominante Akteursstrukturen, Präferenzen und Verhaltensdispositionen zu reproduzieren und weiter zu verstärken (s.o. 2.1.4.2). Ökologische Interessen, die bereits in konventionellen Entscheidungsprozessen häufig externalisiert werden, bleiben so auch in der algorithmischen Entscheidungsfindung systematisch unberücksichtigt.²⁷¹ Allerdings sollte dieses übergeordnete Muster nicht den Blick auf die unterschiedlichen spezifischen Determinanten maschineller Entscheidungen verstellen. Nur eine differenzierte Analyse ermöglicht es, Instrumente zu entwickeln, die Umweltinteressen gezielt in die maschinelle Entscheidungsfindung integrieren und negative Externalitäten internalisieren.

Als ein naheliegendes Instrument für eine Integration vormals potenziell unterrepräsentierter Präferenzen werden in der generellen „algorithmischenethischen“ Debatte (s.o. 2.1.4.1) **partizipative Verfahren** in Erwägung gezogen. Dabei wird z.B. kritisiert, dass auch bei partizipativen oder „koreativen“ Verfahren negative Externalitäten entstehen können, da Gemeinwohlinteressen schon deshalb nicht berücksichtigt werden, weil sie nicht in den Kosten-Nutzen-Kalkülen der partizipierenden Akteure auftauchen. Westerlaken et.al. beschreiben demgegenüber Perspektiven für ökozentrische („more than human“, „multi-species“) „partizipative Praktiken“, die einen „anthropozentrischen data-bias“²⁷² in gewisser Weise überwinden sollen: In diesem Sinne wird z.B. dargelegt, dass Sensor-Daten über ökologisch wichtige Wald-Spezies (akustische Daten über den Gesang

²⁶⁷ Z. ganzen s. Mallinger et al., Systemic design requirements for sustainable Digital Twins in precision livestock farming. In: Berckmans et al. (Hrsg.), Precision Livestock Farming '22, 2022, 718–725.

²⁶⁸ Zum Ganzen siehe Galaz et al., Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability, Technology in Society 67 (2021).

²⁶⁹ Bronson et al., The human impact of data bias and the digital agricultural revolution. In: James (Hrsg.), Handbook on the human impact of agriculture, 2021, 126.

²⁷⁰ Finger, Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems, European Review of Agricultural Economics 50(4) (2023), 1277–1309.

²⁷¹ Ähnliche Probleme wurden an anderer Stelle mit Blick auf datenökonomische Dynamiken festgestellt: Wenn die Trainingsdaten lernender Systeme v.a. alltägliches (Konsum-)Verhalten, oder ökonomische Interaktionen repräsentieren, könnte es zu einem „konservativen“, jedenfalls den Zielen einer grünen Transformation zuwider laufenden bias und damit zur Entwicklung von Zielen kommen, die nicht hinreichend repräsentierte Präferenzen (z.B. zukünftiger Generationen) und ökologische Interessen benachteiligen, Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 10/2021 (2021); zur These eines „konservativen bias“ Tante, I'm sorry HAL, I won't let you do that, Vortrag bei der re:publica v. 05.06.2023, <https://www.youtube.com/watch?v=3LJvHF-IX9Y> (22.04.2025).

²⁷² Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 10/2021 (2021).

von Zikaden), als Input-Faktor digitaler Systeme dazu beitragen könnten, dass deren Entscheidungen ökologische Gesichtspunkte besser berücksichtigen.²⁷³ Losgelöst von diesem konkreten Vorschlag liegt die Vorstellung, dass Beteiligungsrechte auch so konfiguriert werden könnten, dass sie ökologischen Interessen und Schutzgütern in relevanten (maschinellen) Entscheidungen Rechnung tragen, auch den etwas weiter gehenden Überlegungen in Abschnitt 4.3 zugrunde.

2.3 Regulierungsproblem aus normativer Perspektive: Verfassungs- und umweltrechtlicher Regulierungsbedarf

Die dargestellten Umwelteffekte und -risiken von ADS betreffen verfassungsrechtlich geschützte Rechtsgüter wie Grundrechte und Art. 20a GG. Damit stellt sich die Frage, inwieweit das Verfassungs- und das dieses konkretisierende Umweltrecht fordern, die Entwicklung von ADS regulatorisch zu steuern und einzuhegen. Dabei geht es an dieser Stelle nur darum, allgemeine Leitlinien zu formulieren, die sich aus der Rahmenordnung des Grundgesetzes ableiten lassen. Die genauere Analyse und (verfassungs-)rechtliche Bewertung unterschiedlicher Instrumente zur umweltrechtlichen Regulierung von ADS bleibt den folgenden Kapiteln vorbehalten.

Die Untersuchung wendet sich zunächst der Aufgabe des modernen Regulierungsrechts zu, das sich als neues Gebiet des Verwaltungsrechts im Zuge der Privatisierung zentraler Infrastrukturen in den 1990er Jahren herausbildete. Die in der Rechtswissenschaft damals herausgearbeiteten Charakteristika und Strukturen des (Infrastruktur-) Regulierungsrechts werden in einem ersten Schritt kurz dargestellt und auf die Herausforderungen einer (umweltrechtlichen) ADS-Regulierung bezogen. Auf dieser Grundlage wird der verfassungsrechtliche Regulierungsauftrag für ADS näher konturiert und herausgearbeitet, welche Leitlinien das Verfassungsrecht für die notwendige (mehrpole) Abwägung zwischen den Grundrechten der privaten Anbieter und Nutzer sowie dem öffentlichen Interesse an einer umweltpolitischen Steuerung von ADS gibt. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf Art. 20a GG, dem umweltrechtlichen Vorsorgeprinzip und dem „Klimabeschluss“ des Bundesverfassungsgerichts vom März 2021.²⁷⁴

2.3.1 Regulierungsbegriff und umweltrechtliche Regulierungsbedürftigkeit von ADS

Für die Herleitung und Einordnung eines verfassungs- und umweltrechtlichen Regulierungsauftrags für ADS ist es hilfreich, zunächst den Begriff der „Regulierung“ und des „Regulierungsrechts“ einzuordnen (Abschnitt 2.3.1.1). Darauf aufbauend zeigt sich, dass auch die Entwicklung und der Einsatz von ADS – gerade auch aus umweltrechtlicher Perspektive – in besonderem Maße regulierungsbedürftig ist (Abschnitt 2.3.1.2).

2.3.1.1 Rechtliche Regulierung als Wahrnehmung staatlicher Gewährleistungsverantwortung

Die deutsche²⁷⁵ und europäische²⁷⁶ Literatur macht das Regulierungsrecht als neuen Typus des Verwaltungsrechts im Zusammenhang mit der Privatisierung und Liberalisierung zentraler Infrastruktur- und Daseinsvorsorgeleistungen aus. Nachdem der Gesetzgeber zuvor (staats-)monopolistisch erbrachte Leistungen wie Telekommunikation, Energie und Eisenbahn für den privaten Wettbewerb geöffnet hat, waren die neu geschaffenen Märkte rechtlich auszugestalten und einzuhegen; zusammengefasst unter dem Leitbegriff der „Regulierung“. Das Regulierungsrecht

²⁷³ Westerlaken et al., Unsettling Participation by Foregrounding More-than-Human Relations in Digital Forests, *Environmental Humanities* 15:1 (March 2023).

²⁷⁴ BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a.

²⁷⁵ Siehe etwa Ruffert, *Regulierung im System des Verwaltungsrechts*, AöR 124 (1999), 237; Voßkuhle, *Beteiligung Privater an der Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben und staatliche Verantwortung*, VVDStRL 62 (2003), 266; Masing, *Grundstrukturen eines Regulierungsverwaltungsrechts*, Die Verwaltung 36 (2003), 1.

²⁷⁶ Majone, *From the positive to the regulatory state: causes and consequences of changes in the mode of governance*, J. Publ. Policy 17 (1997), 262 ff.

beschränkt sich allerdings nicht auf die genannten privatisierten Infrastruktur-Sektoren, sondern umfasst auch andere zentrale Bereiche wie den Finanzmarkt oder das Gesundheitswesen.²⁷⁷

Integration von Gemeinwohlzielen in die Marktbedingungen

Das Spezifische am Regulierungsrecht liegt in der **auf bestimmte Gemeinwohlziele ausgerichtet und in der Regel auf Dauer angelegten Ausgestaltung und Steuerung von Märkten oder sonstigen sozialen Prozessen**.²⁷⁸ Das Regulierungsrecht ist nicht zuletzt eine Folge der Tatsache, dass sich der moderne Staat in weiten Teilen aus der unmittelbaren Bereitstellung von Leistungen zurückgezogen hat und diese stattdessen nur noch *gewährleistet*. Mit dem Regulierungsbegriff eng verknüpft ist daher der Begriff der staatlichen „Gewährleistungsverantwortung“ (im Gegensatz zur Erfüllungsverantwortung, bei der der Staat selbst die Leistungen erbringt).²⁷⁹ Die staatliche Gewährleistungsverantwortung meint, dass der Staat Märkte oder sonstige soziale Prozesse am Maßstab des öffentlichen Interesses strukturieren oder ausrichten muss, soweit diese besonders gemeinwohlrelevant sind, was etwa bei der Bereitstellung zentraler Infrastrukturen (Strom-, Verkehrs- und Telekommunikationsnetze, in einem weiteren Sinne aber auch Finanzmarkt und Gesundheitswesen) der Fall ist. Er kann sich dann nicht auf eine bloße Gefahrenabwehr zurückziehen, sondern muss das gesellschaftliche Geschehen präventiv lenkend begleiten und einhegen.²⁸⁰ Damit schafft er einen Rahmen, in dem sich die „Eigen-Verantwortung“²⁸¹ der wirtschaftlichen und privaten Akteure entfalten kann: Der Staat eröffnet (neue) Möglichkeitsräume für das „Eigen-Interesse“ der Akteure; ist aber im Hinblick auf die verfassungsrechtlich unterfütterten Gemeinwohlziele gehalten, diese so auszugestalten, dass die Akteure – einzeln, vor allem aber in ihrem Zusammenwirken – mit ihren Handlungen zu den Gemeinwohlzielen beitragen.²⁸²

Insofern spielt im Vorfeld der Gefahrenabwehr und insbesondere in komplexen und mit Ungewissheit behafteten Kontexten die **Risikoversorge** eine wichtige Rolle, etwa im Atom-, Chemie- oder Gesundheitsrecht,²⁸³ aber auch bei der Finanzmarktregulierung²⁸⁴. Das Regulierungsrecht erschöpft sich allerdings nicht in einer Risikoversorge, sondern geht darüber hinaus. Ziel von Regulierung ist nicht nur die Risikominimierung. Vielmehr ist der Rechtsrahmen so auszugestalten, dass zu erwarten ist, dass das im **Wettbewerb** verwirklichte Eigeninteresse eine **gemeinwohlorientierte Ausrichtung** erfährt. In diesem Sinne lassen sich eine Regulierung im weiteren Sinne (die auch die herkömmliche Risikoregulierung umfasst) und eine Regulierung im engeren Sinne (im Sinne einer gemeinwohlbezogenen Marktgestaltung) unterscheiden.²⁸⁵

Die Rahmenbedingungen sind folglich so auszugestalten, dass die Akteure in den regulierten Märkten ihr Handeln an den gesetzlich definierten Gemeinwohlzielen ausrichten. Dies betrifft etwa eine Grundversorgung mit notwendigen Leistungen der Daseinsvorsorge (Strom, Wärme,

²⁷⁷ Zu verschiedenen Sektoren Fehling/Ruffert (Hrsg.), Regulierungsrecht, 2010.

²⁷⁸ Siehe zu diesem Regulierungsbegriff Masing, Grundstrukturen eines Regulierungsverwaltungsrechts, Die Verwaltung 36 (2003), 1 (5 f.); Lepsius, in: Fehling/Ruffert (Hrsg.), Regulierungsrecht, 2010, § 19 Rn. 43, 49; Möstl, Perspektiven des Regulierungsrechts, GewArch 2011, 265 (272); Reich, Regulierung, Regulierungsrecht und Regulatory State – Rechtsdogmatische Potenziale des Regulierungsbegriffs in verwaltungsrechtsvergleichender, rechtshistorischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive, 2013, <https://forhistiur.net/legacy/articles/1305reich.html> (22.04.2025), Rn. 17 f.

²⁷⁹ Hoffmann-Riem, Tendenzen in der Verwaltungsrechtsentwicklung, DÖV 1997, 433.

²⁸⁰ Schoch, Gewährleistungsverantwortung: Stärkung der Privatrechtsgesellschaft?, NVwZ 2008, 241 (245).

²⁸¹ Zu diesem Regulierungsansatz und der notwendigen verhaltenswissenschaftlichen Unterfütterung siehe Führ, Eigen-Verantwortung im Rechtsstaat, 2003, 43 ff.

²⁸² Siehe dazu eingehend Führ, Technikrecht und Standardisierung. In: Wegener (Hrsg.), Enzyklopädie Europarecht [EnzEuR], Band 8, Europäische Querschnittspolitiken, § 4, 2. Aufl. 2021, Rn. 212 ff. m.w.N.

²⁸³ Vgl. etwa Albers, Risikoregulierung im Bio-, Gesundheits- und Medizinrecht, Baden-Baden: Nomos 2011. S. 9-33.

²⁸⁴ Das Regulierungsziel der Finanzmarktstabilität soll den spezifischen Risiken des Finanzsystems entgegenwirken, vgl. Veil. In: Veil (Hrsg.), Europäisches und deutsches Kapitalmarktrecht, 3. Aufl. 2022, § 2 Rn. 15 ff.

²⁸⁵ S. hierzu nochmals unten, 2.3.2.1.

Telekommunikation, Mobilität), aber von Anfang an auch die dabei zu integrierenden Umweltziele. So weit als möglich sind diese Ziele ergebnisorientiert zu formulieren; denn damit ist es möglich, sie möglichst innovationsoffen²⁸⁶ zu gestalten, um die kreativen Potentiale der Marktbeteiligten zu stimulieren. Die im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) genannten Regulierungsziele umfassen unter anderem eine „umweltverträgliche und treibhausgasneutrale“ Versorgung (§ 1 Abs. 1 EnWG) und das Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG) nennt „die Steigerung des Anteils des schienengebundenen Personen- und Güterverkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen“ (§ 3 Nr. 1 ERegG). Angesichts des Fortschreitens der ökologischen Krisen ist Nachhaltige Entwicklung inzwischen – neben Anlegerschutz und Finanzstabilität – auch ein Regulierungsziel der Finanzmarktregulierung,²⁸⁷ wie die Taxonomie-VO²⁸⁸ und der Offenlegungs-VO²⁸⁹ zeigen. In all diesen Fällen geht es darum, Umweltziele in den jeweiligen Markt zu integrieren, indem ein breiter Kranz an regulatorischen Instrumenten im Verbund („Instrumenten-Mix“) die Handlungssituation der maßgeblichen Akteure beeinflusst; sei es durch Ge- und Verbote, monetäre Anreize oder Transparenz- oder Kooperationspflichten.

Der Gesetzgeber will so private und staatliche Handlungsrationitäten verbinden und das gesellschaftliche Problemlösungspotenzial im Allgemeininteresse möglichst umfassend stimulieren.²⁹⁰ Dazu integriert er Gemeinwohlziele in regulierte Märkte; ein umweltpolitisches Beispiel hierfür ist die Pflicht zum vorrangigen Anschluss und der vorrangigen Abnahme von Strom aus erneuerbaren Energien (§§ 8, 11 EEG 2023).

Staatliche Gewährleistungsverantwortung

Die **staatliche Gewährleistungsverantwortung** hat ihre normative Grundlage im Verfassungsrecht. Im Hinblick auf die privatisierten Sektoren Telekommunikation und Eisenbahn wurde sogar jeweils ein spezifischer Gewährleistungsauftrag in das Grundgesetz aufgenommen (Art. 87f Abs. 1 GG; Art. 87e Abs. 4 GG). Unabhängig davon ergibt sich die Pflicht des Staates zu einer gemeinwohlverträglichen Regulierung (besonders wichtiger) gesellschaftlicher Prozesse und der Risikovorsorge aber auch aus den grundrechtlichen Schutzpflichten und dem Sozialstaats- und dem Umweltstaatsprinzip des Grundgesetzes (Art. 20 Abs. 1 GG, Art. 20a GG). Allerdings folgt aus diesen offenen Vorgaben in aller Regel nur, *dass* der Staat regulierend tätig werden muss, um ein gebotenes (nicht konkret definiertes) Mindestschutzniveau nicht zu unterschreiten. Bei der Frage, *wie* – also mit welchen Instrumenten – er seine Gewährleistungsverantwortung wahrnimmt, besteht hingegen ein weiter Einschätzungs- und Beurteilungsspielraum. Einzelne zwingend gebotene Regulierungsmaßnahmen ergeben sich aus dem verfassungsrechtlichen Regulierungsauftrag daher zumeist noch nicht.

Andererseits sind die verfassungsrechtlichen Schutzgüter, denen eine gemeinwohlorientierte Regulierung dient, für die Rechtfertigung von Eingriffen in die Grundrechte privater Akteure, insbesondere Wirtschaftsunternehmen, relevant. Hier spielen die besondere gesellschaftliche Bedeutung bzw. die besonderen Risiken der regulierten Tätigkeit oder Leistung bei der Auslegung und der verfassungsrechtlichen Abwägung eine wichtige Rolle. Daher sind in regulierungsbedürftigen Bereichen engere „inhaltliche“ Vorgaben an die Berufsausübung (i.S.v. Art. 12 Abs. 1

²⁸⁶ Zu den Randbedingungen für ein „innovationsorientiertes Technikrecht“ siehe Führ, Technikrecht und Standardisierung. In: Wegener (Hrsg.), Enzyklopädie Europarecht [EnzEuR], Band 8, Europäische Querschnittpolitiken, § 4, 2. Aufl. 2021, Fn. 282.

²⁸⁷ Veil. In: Veil (Hrsg.), Europäisches und deutsches Kapitalmarktrecht, 3. Aufl. 2022, § 2 Rn. 21 ff.

²⁸⁸ Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088, ABl. EU L 198/13.

²⁸⁹ Verordnung (EU) 2019/2088 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2019 über nachhaltigkeitsbezogene Offenlegungspflichten im Finanzdienstleistungssektor, ABl. EU L 317/1.

²⁹⁰ Siehe statt vieler Voßkuhle, Beteiligung Privater an der Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben und staatliche Verantwortung, VVDStRL 62 (2003), 266 (268).

Satz 2 GG) – beispielsweise die Pflicht zu einer Grundversorgung oder zur bevorzugten Abnahme regenerativ erzeugten Stroms – und weitergehende Einschränkungen der unternehmerischen Grundrechte gerechtfertigt, als dies ansonsten der Fall ist.²⁹¹

Insgesamt ergibt sich die Gewährleitungsverantwortung damit aus dem Grundgesetz, auch wenn im Einzelnen nicht verfassungsrechtlich vorgegeben ist, wie diese materiell, prozedural oder andere Weise auszugestalten ist. Sie richtet sich als **Regulierungsverantwortung** zunächst an den Gesetzgeber,²⁹² der ihr auf unterschiedliche Weise nachkommen kann und dabei die betroffenen Verfassungsgüter in einen vertretbaren Ausgleich bringen muss. Die besondere Gemeinwohlrelevanz der regulierungsbedürftigen Materie ist dabei zu berücksichtigen und kann auch weitreichende Eingriffe in die Grundrechte kommerzieller Anbieter rechtfertigen.

2.3.1.2 ADS als regulierungsbedürftige Steuerungsinfrastruktur

Eine besondere Regulierungsbedürftigkeit im Sinne einer (auch) inhaltlichen, auf das Gemeinwohl und konkret den Umwelt- und Klimaschutz ausgerichteten Steuerung von ADS muss sich nach dem soeben Gesagten aus einer besonderen Bedeutung und spezifischen Gefährdungen für dieses Gemeinwohlziel ergeben. Die bestehenden Chancen und Risiken aus umweltrechtlicher Perspektive hat das vorangegangene Kapitel 2.2 näher erläutert. Sie lassen sich wie folgt systematisieren in

- ▶ Direkte Effekte, wie etwa den unmittelbaren Energie- und Ressourcenverbrauch,
- ▶ sowie positive und negative indirekte Umwelt, die u.U. systemische Dimensionen annehmen können.

Einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS muss es darum gehen, die positiven Effekte zur Geltung zu bringen und negative Effekte möglichst zu vermeiden. Dabei verursachen *insbesondere die indirekten Effekte* von ADS einen ähnlichen Regulierungsbedarf – im Sinne einer zielgerichteten Einflussnahme auf das Marktgeschehen – wie dies in regulierten Wirtschaftsbereichen der Fall ist.²⁹³

Wie bei der Privatisierung von zentralen Infrastruktursektoren, hat man es auch bei der zunehmenden „Algorithmisierung“ der Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung mit einer strukturellen Machtverschiebung zu tun, die sich im Vergleich sogar als noch grundlegender und umfassender erweisen könnte: Zum einen werden diese Systeme zum größten Teil von privaten Unternehmen produziert und betrieben. Damit bleibt die zentrale regulierungsrechtliche Herausforderung bestehen, nämlich die Ausrichtung privater, präferenzorientierter Handlungsintentionalitäten (auch) am Gemeinwohl. Ergänzt und verkompliziert wird diese Herausforderung dadurch, dass Algorithmen wiederum ihrer eigenen Steuerungslogik folgen, deren Ergebnisse unter Umständen selbst diejenigen nicht mehr voraussagen können, die diese ursprünglich programmiert haben (s. Abschnitt 2.1.4.2). Die „klassische“ regulierungsrechtliche Frage nach dem Verhältnis von Markt und Politik wird gewissermaßen um eine Dimension erweitert und betrifft nunmehr das Verhältnis von Technik, Wirtschaft und Politik.²⁹⁴ Hier muss das Regulierungsrecht Antworten darauf finden, wie sich Gemeinwohlbelange wie Umwelt- und Klimaschutz in zunehmend so-

²⁹¹ Siehe dazu etwa Lepsius, in: Fehling/Ruffert (Hrsg.), Regulierungsrecht, 2010, § 4 Rn. 45 ff.

²⁹² Voßkuhle, Beteiligung Privater an der Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben und staatliche Verantwortung, VVDStRL 62 (2003), 266 (327): „Rechtsetzungsverantwortung“.

²⁹³ Siehe im Zusammenhang mit der Daten-Governance auch Franke/Gailhofer, Data Governance and Regulation for Sustainable Smart Cities, Frontiers in Sustainable Cities 3 (2021), S. 3 ff., <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsc.2021.763788/full> (22.04.2025).

²⁹⁴ Boehme-Neßler, Die Macht der Algorithmen und die Ohnmacht des Rechts, NJW 2017, 3031 (3033). Siehe dazu auch: Führ, Macht, Technik und innovationsorientiertes Recht, in: Hentschel et al. (Hrsg.): Mensch – Technik – Umwelt: Verantwortung für eine sozialverträgliche Zukunft (Festschrift für Alexander Roßnagel), 2020, 21–39.

wohl privatwirtschaftlich als auch algorithmisch geprägte Zielfunktionen und Entscheidungsarchitekturen²⁹⁵ „einspeisen“ lassen. Denn von sich aus ist das Gemeinwohl weder im Markt noch im Code eine relevante Kategorie.²⁹⁶ Zu berücksichtigen sind zudem die Präferenzstrukturen derjenigen, die als Privatpersonen ADS nutzen; aber auch andere verhaltensbeeinflussende Faktoren, auf die ADS potentiell in erheblichem Maße einwirken können; also etwa die Habitualisierung bestimmter Verhaltensmuster, aber auch die Prägung und Ausnutzung von Emotionen und instinktiven Reaktionen.²⁹⁷

Eine Machtverschiebung liegt zum anderen in der Verlagerung und/oder Vorbereitung von menschlichen Entscheidungen auf algorithmische Systeme. Wie oben erwähnt wird bereits der abstrakte Umstand, dass ADS in immer stärkerem Maße menschliche Entscheidungen prägen und insoweit **selbst verhaltenssteuernd (in gewisser Weise „regulierend“) tätig werden** – „code is law“ –²⁹⁸ zum Anlass genommen, um einen besonderen Regulierungsbedarf (2.1.2) zu identifizieren. Diese Erkenntnis wird umso wichtiger, je weiter algorithmische Entscheidungen in die physische Welt vordringen und die Grenzen in einer zunehmend allgegenwärtigen „digitalisierten Umwelt“ verschwimmen.²⁹⁹ Wenn künftig nahezu alles mit allem kommuniziert und auf dieser Grundlage Entscheidungen getroffen oder zumindest vorsortiert werden, dann sind die Regeln, nach denen diese Kommunikation stattfindet, ebenso relevant wie die Infrastrukturen (z.B. Netze), über die sie stattfindet. Insofern erfüllen Algorithmen eine **infrastrukturtypische „Vorleistungsfunktion“**,³⁰⁰ die nicht auf bestimmte Wirtschaftsbereiche beschränkt ist (wenn sie auch in einzelnen Bereichen besonders relevant und potenziell problematisch ist). Algorithmen sind in diesem Sinne „eine quasi omnipräsente Basisinfrastruktur, die für höchst vielfältige Zwecke eingesetzt werden kann und wird“.³⁰¹ Diese algorithmische Infrastruktur ist allerdings nicht (primär) eine physische. Vielmehr übernimmt sie eine zentrale gesellschaftssteuernde Funktion, indem sie zunehmend eine wesentliche Grundlage für die Unterstützung und Beeinflussung menschlicher Entscheidungen bildet. Dabei dringt sie über das „trojanische Pferd“ der digitalen Endgeräte mit ihren vielfältigen ADS-gesteuerten Anwendungen in die innerste Sozial-Sphäre der Individuen vor.³⁰² Die darin liegende **Ermöglichungsfunktion** eröffnet einer „Technosteuerung“ (s.o. 2.1.2) den „Zugriff“ auf ganz private Alltagsentscheidungen; gleiches gilt aber auch für die berufliche Nutzung der Geräte.

Die so geschaffene digitale Infrastruktur steht in einer **Konkurrenzsituation zum Recht**,³⁰³ das ebenfalls als nicht-physische gesellschaftliche Infrastruktur angesehen werden kann.³⁰⁴ Anders als das gesetzliche Regelwerk sind algorithmische Entscheidungen aber nicht demokratisch legi-

²⁹⁵ Begriff bei Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (8 ff.).

²⁹⁶ Boehme-Neßler, Die Macht der Algorithmen und die Ohnmacht des Rechts, NJW 2017, 3031 (3035 ff.).

²⁹⁷ Siehe dazu Führ, Eigen-Verantwortung im Rechtsstaat, 2003, 281–285; z. Nudging s. insbes. auch Kapitel 4.2.

²⁹⁸ Grundlegend Lessig, Code and Other Laws of Cyberspace, 1999; siehe auch Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (10 ff.); Boehme-Neßler, Algorithmen in der Demokratie – Verfassungsrecht als Maßstab für Software, K&R 2019, 767 (768 f.).

²⁹⁹ Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (5); Martini, Blackbox Algorithmus. Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, 27, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2>.

³⁰⁰ Zur Vorleistungsfunktion von Infrastrukturen vgl. etwa Dörr, Die Anforderungen an ein zukunftsfähiges Infrastrukturrecht, VVDStRL 72 (2013), 323 (327).

³⁰¹ Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (6), Hervorhebungen von uns. Eine Qualifizierung von KI als Infrastruktur erfolgt z.B. auch bei Robbins/van Wynsberghe, Our New Artificial Intelligence Infrastructure: Becoming Locked into an Unsustainable Future, Sustainability 2022, 14, 4829, <https://doi.org/10.3390/su14084829>.

³⁰² Zu dieser besonderen grundrechtlichen Relevanz staatlicher Eingriffe s. insbes. BVerfG, Urteil vom 27.02.2008 - 1 BvR 370/07; 1 BvR 595/07; BVerfG, Urteil vom 16. Februar 2023 - 1 BvR 1547/19, 1 BvR 2634/20, Rn. 106 ff.

³⁰³ Boehme-Neßler, Algorithmen in der Demokratie – Verfassungsrecht als Maßstab für Software, K&R 2019, 767 (769).

³⁰⁴ Zum Recht als Infrastruktur Schuppert, in: Grundlagen des Verwaltungsrechts I, § 17 Rn. 13 ff.; Bezug nehmend auf Bachmann, Private Ordnung. Grundlagen ziviler Regelsetzung, 2006.

timiert und häufig intransparent; ADS werden in aller Regel von privaten Akteuren auf Grundlage privatwirtschaftlicher Interessen entwickelt und nicht von einem verfassungsrechtlich gebundenen Gesetzgeber.

Die zentrale **gesellschaftssteuernde Funktion von ADS bedarf daher ihrerseits einer rechtlichen Steuerung**, also Regulierung. Zwar ist die Beeinflussung menschlichen Verhaltens – etwa durch soziale Interaktion, Medien oder Werbung – nicht neu, das quantitative und qualitative Ausmaß (insbesondere auch als solche nicht erkennbarer) „Technosteuerung“ dürfte aber weit hierüber hinaus gehen.³⁰⁵ Algorithmen konstruieren durch die massenhafte und zugleich individualisierte Beeinflussung von Menschen zunehmend die soziale Wirklichkeit.³⁰⁶ Dies führt zu problematischen Konsequenzen für individuelle Autonomie und öffentliche Meinungsbildung³⁰⁷ sowie – bislang weniger rezipiert, aber ähnlichen Mechanismen folgend – zu den beschriebenen negativen (indirekten) Umwelteffekten (siehe Abschnitt 2.2). Ohne staatliche Regulierung ist nicht damit zu rechnen, dass die maßgeblichen (privatwirtschaftlichen) Akteure ADS künftig gemeinwohlverträglich ausgestalten,³⁰⁸ indem sie Umweltrisiken hinreichend Rechnung tragen oder gar die Verwirklichung von Umweltzielen in die Steuerungsziele von ADS aufnehmen. Im Gegenteil, deren Eigen-Interesse orientiert sich in der Regel, wie aufgezeigt, an privatnützigen Präferenzen. Der Gesetzgeber ist daher mit Blick auf die Betätigung der Grundrechte, aber auch im Lichte der Gewährleistung eines offenen demokratischen Diskurses und das Staatsziel generationenübergreifenden Umweltschutzes gehalten, hier regulative Rahmenbedingungen zu schaffen, die es mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erwarten lassen, dass diese Verfassungsbelange angemessen zum Tragen kommen.

2.3.2 Verfassungsrechtlicher Regulierungsauftrag

Die neuen Problemlagen, die mit algorithmischen Entscheidungen einhergehen und ihre Regulierungsbedürftigkeit begründen, stellen das Verfassungsrecht vor Herausforderungen. Um den Schutz der betroffenen Verfassungsgüter auch in neuen Gefährdungslagen zu verarbeiten, sind die offenen Normen des Grundgesetzes entsprechend dynamisch auszulegen.³⁰⁹ Diese Notwendigkeit hat bereits mehrfach zu verfassungsrechtlichen „Innovationen“ geführt. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit der elektronischen Datenverarbeitung und der ganzen Vielfalt neuer digitaler Anwendungen. Aus den damit einhergehenden Grundrechtsgefährdungen hat das Bundesverfassungsgericht neue Grundrechtsgehalte konturiert und auf den Begriff gebracht.³¹⁰ Auch aus veränderten Umweltbedingungen können neuartige Grundrechtsgefährdungen resultieren, worauf das Gericht im Klimabeschluss die intertemporale Grundrechtsdimension herausgearbeitet hat.³¹¹ Bei ADS kommen nun zwei korrespondierende Gefährdungslagen zusammen: Neuartige digitale Anwendungen könnten die generationenübergreifende Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen gefährden, oder aber – in umgekehrter Perspektive – Potentiale zur Umweltentlastung eröffnen, deren „Hebung“ auch aus grundrechtlicher Sicht geboten ist.³¹²

³⁰⁵ Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (12).

³⁰⁶ Boehme-Neßler, Algorithmen in der Demokratie – Verfassungsrecht als Maßstab für Software, K&R 2019, 767 (768).

³⁰⁷ Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (11 ff., 38).

³⁰⁸ Dazu allgemein Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (40).

³⁰⁹ Barczak, Algorithmus als Arkanum, DÖV 2020, 997 (1004); Härtel, Digitalisierung im Lichte des Verfassungsrechts, LKV 2019, 49 (52).

³¹⁰ BVerfGE 65, 1 – Recht auf informationelle Selbstbestimmung; BVerfGE 120, 274 – Recht auf Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme.

³¹¹ BVerfG, Beschluss vom 24.3.2021 – 1 BvR 2656/18 u.a.

³¹² Insofern sprechen für den oben (2.2.3) formulierten, erweiterten Risikobegriff – der auch als Risiken der Nicht-Realisierung rechtlich gebotener Umweltpotenziale durch ADS umfasst – auch gute verfassungsrechtliche Argumente.

Im Folgenden ist der Schutzauftrag des Verfassungsrechts im Hinblick auf die umweltrechtliche Regulierung von ADS herauszuarbeiten. Normative Anknüpfungspunkte sind Art. 20a GG (1.) sowie die Grundrechte mit den darin enthaltenen Schutzpflichten und in ihrer intertemporalen Dimension (2.). Bei der Festlegung von Maßnahmen sind diese verfassungsrechtlichen Regulierungsaufträge mit den durch die Regulierung möglicherweise beeinträchtigten Grundrechten auszubalancieren (3.).

2.3.2.1 Art. 20a GG: Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzip

Das Umweltstaatsprinzip in Art. 20a GG ist die zentrale umweltverfassungsrechtliche Norm des Grundgesetzes. Sie vermittelt zwar keine einklagbaren subjektiven Rechte, enthält als Staatszielbestimmung aber einen objektiv-rechtlichen Regulierungsauftrag an den Gesetzgeber, der auch – wie das Bundesverfassungsgericht im Klimabeschluss klargestellt hat – justiziabel ist und die politischen Entscheidungsspielräume des Gesetzgebers inhaltlich orientiert.³¹³ Für die umweltrechtliche Regulierung von ADS sind vor allem das Vorsorgeprinzip und das Nachhaltigkeitsprinzip als Schutzgehalte von Art. 20a GG relevant.

Die **Grundsätze der Vorsorge und Vorbeugung** (vereinfachend auch bezeichnet als **Vorsorgeprinzip**) sind im Unionsumweltrecht ausdrücklich verankert (Art. 191 Abs. 2 Satz 2 AEUV), lassen sich aber der Sache nach auch aus Art. 20a GG ableiten.³¹⁴ Sie verlangen, potenziellen Umweltgefahren auf einer möglichst frühen Stufe entgegenzuwirken, anstatt sich auf die konkrete Gefahrenabwehr und Schadensbeseitigung zu beschränken.³¹⁵ Allgemein spielt die Risikovorsorge, wie bereits dargestellt, bei der Regulierung von Märkten und Technologien eine Rolle, die besonders komplex und mit Unsicherheiten behaftet sind und zugleich hohe, ggf. sogar irreparable, Schäden verursachen könnten.³¹⁶ Auch in Bezug auf die Risiken von ADS besteht – gerade bezogen auf indirekte Effekte – eine große Unsicherheit und nach aller Wahrscheinlichkeit auch ein erhebliches Schädigungs- bzw. unerschlossenes Entlastungspotenzial. Daher wird der Risikovorsorge schon grundsätzlich eine zentrale Bedeutung für die Algorithmenregulierung zugesprochen und in der Literatur eine Parallele zum umweltrechtlichen Vorsorgeprinzip hergestellt.³¹⁷ Dies gilt erst recht im Hinblick auf die spezifisch umweltbezogenen Auswirkungen von ADS. Hier folgt die „Gewährleistungsaufgabe Vorsorge“³¹⁸ nicht nur aus den grundrechtlichen Schutzpflichten,³¹⁹ sondern auch unmittelbar aus Art. 20a GG.

Für das verfassungsrechtliche Gewicht des Vorsorgegedankens ist insbesondere von Bedeutung, wie groß die bestehenden Risiken und die diesbezüglichen Unsicherheiten sind und inwiefern sie nur noch schwer oder nicht mehr reversibel sind. In diesem Sinne hat das Bundesverfassungsgericht in Bezug auf die Anwendung und Nutzung der Gentechnik entschieden, dass den Gesetzgeber „angesichts einer hochkontroversen gesellschaftlichen Diskussion (...) und eines noch nicht endgültig geklärten Erkenntnisstandes der Wissenschaft insbesondere bei der Beurteilung von Ursachenzusammenhängen und langfristigen Folgen (...) eine **besondere Sorgfaltspflicht**“ trifft.³²⁰ Diese Sorgfaltspflicht determiniert zwar nicht die konkret zu treffenden Maßnahmen und belässt dem Gesetzgeber einen erheblichen Entscheidungsspielraum, zwingt ihn

³¹³ BVerfG, Beschluss vom 24.3.2021 – 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 205 f.

³¹⁴ Statt vieler Calliess. In: Dürig/Herzog/Scholz (Hrsg.), Grundgesetz-Kommentar, Art. 20a Rn. 109 ff.

³¹⁵ Siehe nur Appel. In: Koch/Hofmann/Reese, Umweltrecht, 5. Aufl. 2018, § 2 Rn. 32 ff.

³¹⁶ Siehe Abschnitt 2.1.3. Ausführlich anhand verschiedener Beispiele Martini, Blackbox Algorithmus. Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, 120 ff., <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2>.

³¹⁷ Hoffman-Riem, Schutz der natürlichen und der gesellschaftlichen Umwelt – zum Vergleich von Umweltrecht und Digitalisierungsrecht, EuRUP 2018, 2 ff.; Martini, Blackbox Algorithmus. Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, 120 ff., <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2>.

³¹⁸ Hoffman-Riem, Schutz der natürlichen und der gesellschaftlichen Umwelt – zum Vergleich von Umweltrecht und Digitalisierungsrecht, EuRUP 2018, 2 (5).

³¹⁹ Dazu sogleich, 2.3.2.2.

³²⁰ BVerfG, Urteil vom 24.11.2010, 1 BvF 2/05, Ls. 2, Rn. 135 (Hervorhebung von uns).

aber dazu, überhaupt regulierend tätig zu werden und dabei die Risikovorsorge als wesentlichen Faktor in die Abwägung einfließen zu lassen, auch wenn der Ausschluss jedes Restrisikos nicht geboten ist.³²¹ Die Begründung des Bundesverfassungsgerichts zum Gentechnikgesetz lässt sich auf die Regulierung von ADS übertragen. Gerade die Ausmaße der indirekten Umwelteffekte, die sich insbesondere durch die Wechselwirkungen zwischen algorithmischen und menschlichen Entscheidungen, sowie dem gesellschaftlichen und ökologischen Kontext der Systeme³²² ergeben, sind schwer absehbar, wobei die beschriebenen Auswirkungen von ADS wenig Anlass zu der Hoffnung geben, dass ohne Regulierung umweltverträgliche Entscheidungen hervorgebracht werden. Zugleich dürften algorithmisch in Gang gesetzte bzw. verstärkte umweltschädigende Tendenzen aufgrund von Pfadabhängigkeiten und potenziellen Lock-in-Effekten nicht mehr oder nur noch schwierig rückgängig zu machen sein.³²³ Dies alles spricht für eine hohe Relevanz des in Art. 20a GG enthaltenen Vorsorgeprinzips im vorliegenden Zusammenhang und für das rechtliche Erfordernis einer frühzeitigen Risikosteuerung durch den Gesetzgeber.

Die Weichen dafür, ob (indirekte) Umwelteffekte von ADS künftig negativ oder positiv ausfallen werden vor dem Hintergrund der nur eingeschränkten Reversibilität sozio-technischer Entwicklungen früh gestellt. Daraus folgt neben der Risikominimierung auch ein „positiver“ regulatorischer Handlungsauftrag an die Politik, der sich aus dem in Art. 20a GG ebenfalls enthaltenen **Nachhaltigkeitsprinzip**³²⁴ ergibt. Dieses Prinzip verlangt, ökologisch nachteilige irreversible Entscheidungen möglichst zu vermeiden und „**im Zweifel diejenige Vorgehensform zu wählen, die die Zukunft am offensten hält**“.³²⁵ Mit seiner Bezugnahme auf die künftigen Generationen bringt Art. 20a GG eine Langzeitverantwortung für sich potenziell verselbständigende Entwicklungen zum Ausdruck, wie auch im Klimabeschluss des Bundesverfassungsgerichts im Hinblick auf die drohende Überschreitung von „Kipppunkten“ im Klimasystem noch einmal festgestellt wurde.³²⁶ Es geht beim Nachhaltigkeitsprinzip „um die Bewahrung von Gestaltungsspielräumen zwischen den jeweils lebenden Generationen einerseits und den kommenden Generationen andererseits“.³²⁷ Dabei kann eine nachhaltige Politik nur gelingen, wenn die entsprechenden Ziele in ökonomische und gesellschaftliche Prozesse integriert werden, sodass „ökonomische, ökologische und soziale Entwicklungen notwendig als innere Einheit zu sehen sind.“³²⁸ Weil derartige Prozesse künftig immer stärker algorithmisch beeinflusst und vorgeformt sein werden, ist es geboten, ökologische Nachhaltigkeit in die betreffenden technischen Systeme einzuspeisen bzw. diese regulatorisch entsprechend zu steuern.

Aus Art. 20a GG folgt also nicht nur das Gebot einer Risikominimierung (Regulierung im weiteren Sinne), sondern auch ein – für das Regulierungsrecht typischer – **positiver Gestaltungsauftrag** an den Gesetzgeber (Regulierung im engeren Sinne), die Entwicklung von ADS in einer Weise zu steuern, die zu der verfassungsrechtlich gebotenen³²⁹ nachhaltigen Transformation des

³²¹ Voßkuhle, Umweltschutz und Grundgesetz, NVwZ 2013, 1 (5 f.).

³²² S.o. 2.1.4.2, sowie 2.2.3.

³²³ S.o. 2.1.3 und 2.2.3; Robbins/van Wynsberghe (2022), Our New Artificial Intelligence Infrastructure: Becoming Locked into an Unsustainable Future, Sustainability 2022, 14, 4829, <https://doi.org/10.3390/su14084829>.

³²⁴ Calliess. In: Dürig/Herzog/Scholz (Hrsg.), Grundgesetz-Kommentar, Art. 20a Rn. 92 ff.; Gärditz. In: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, 98. EL April 2022, Art. 20a GG Rn. 2.

³²⁵ Calliess. In: Dürig/Herzog/Scholz (Hrsg.), Grundgesetz Kommentar, Art. 20a Rn. 92 f.

³²⁶ BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 211.

³²⁷ Calliess. In: Dürig/Herzog/Scholz (Hrsg.), Grundgesetz-Kommentar, Art. 20a Rn. 97.

³²⁸ Calliess, in: Dürig/Herzog/Scholz (Hrsg.), Grundgesetz-Kommentar, Art. 20a Rn. 98, 101.

³²⁹ Die notwendige „rechtzeitige Einleitung“ dieser Transformationsprozesse ist eine Kernbotschaft des Klimabeschlusses, BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 187, 194; vgl. auch Britz, Klimaschutz in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts, NVwZ 2022, 825 (832).

Wirtschaftssystems beiträgt. Bei der konkreten Umsetzung besteht zwar grundsätzlich ein weiter gesetzgeberischer Einschätzungsspielraum. Das Gewicht des Nachhaltigkeitsprinzips wird durch die Betroffenheit von Grundrechtsgewährleistungen allerdings weiter erhöht.

2.3.2.2 Grundrechte: Schutzpflichten und intertemporale Freiheitssicherung

Wie im Klimabeschluss des Bundesverfassungsgerichts deutlich geworden ist, enthalten auch die Grundrechte einen umweltbezogenen Regulierungsauftrag an den Gesetzgeber, die den aus der Staatszielbestimmung des Art. 20a GG folgenden Regulierungsauftrag verstärken können. Daher ist zu untersuchen, inwieweit die Grundrechte eine Regulierung von ADS aufgrund ihrer Schutzdimension und/oder in ihrer „neuen“ Dimension als intertemporale Freiheitssicherung gebieten und rechtfertigen.

Schutzpflichten sind der herkömmliche Weg, um Regulierungspflichten des Staates aus den Grundrechten abzuleiten. Sie betreffen im Kontext von Umweltrisiken regelmäßig vor allem das Recht auf Leben und Gesundheit (Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG), unter Umständen auch das Eigentumsrecht (Art. 14 Abs. 1 GG). Insbesondere im Zuge der Klimakrise gewinnen grundrechtliche Schutzpflichten – auch wenn das Bundesverfassungsgericht im Klimabeschluss eine Verletzung des Untermaßverbots (noch) verneinte³³⁰ – immer stärker an Gewicht. Sie können daher auch für Abwägungsprozesse bei der Regulierung von ADS relevant sein, insbesondere wenn es um die Regulierung von Systemen geht, die potenziell erhebliche Auswirkungen auf CO₂-Emissionen haben. Dies gilt etwa bei einem Einsatz in der Industrie, im Verkehrssektor, bei der Energieversorgung oder in der Landwirtschaft (also den in Anlage 1 zum KSG genannten Sektoren). Daneben können grundrechtliche Schutzpflichten für Leben, Gesundheit und Eigentum aber auch außerhalb dieser Bereiche eine Regulierung potenziell umweltschädlicher Algorithmen rechtfertigen, etwa im Zusammenhang mit dem Immissionsschutz, dem Bodenschutz, beim privaten Konsum usw.³³¹

Bei der ADS-Regulierung sind neben den „klassisch umweltrechtlichen“ Schutzpflichten für Leben, Gesundheit und Eigentum auch Schutzpflichten zugunsten der **Persönlichkeitsrechte** der Nutzer relevant (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 Abs. 1 GG). Deren Autonomie wird durch die subtile, u.U. nicht ohne Weiteres erkennbare algorithmische Steuerung (s.o. 2.1.3) zunehmend gefährdet.³³² Dieser Befund wird in der Regel im Zusammenhang mit den Auswirkungen von Suchmaschinen und sozialen Netzwerken auf die öffentliche Meinungsbildung problematisiert, ist aber auch umweltrechtlich relevant. Wenn Algorithmen so strukturiert sind, dass sie Umwelteffekte systematisch ausblenden bzw. sogar umweltschädliche biases (s.o. 2.2.2) aufweisen, dann erschweren sie es für Nutzer, umweltfreundliche Entscheidungen zu treffen oder veranlassen sie – häufig unbewusst und möglicherweise gegen ihren Willen – zu umweltschädlichen Entscheidungen. Eine Schutzpflicht zugunsten autonomer Entscheidungen könnte z.B. dafür angeführt werden, Nutzer von ADS Umweltauswirkungen algorithmisch vorgeprägter Entscheidungen offenzulegen (Transparenz), umweltfreundliche Alternativen aufzuzeigen oder es zu ermöglichen, die Umweltverträglichkeit als Kriterium für maschinelle Entscheidungen anbieten zu müssen.

Die genannten grundrechtlichen Schutzpflichten können also eine umweltrechtliche Regulierung von ADS und damit einhergehende Grundrechtseingriffe rechtfertigen. Allerdings hat der Gesetzgeber bei der Wahrnehmung seiner Schutzpflicht einen erheblichen Gestaltungsspielraum, solange er das Untermaßverbot nicht verletzt. Das Untermaßverbot ist verletzt, wenn der Staat

³³⁰ BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 Rn. 143 ff.

³³¹ Vgl. auch Martini/Rusche-Meier, Erforderlichkeit und Ansätze zur Regulierung algorithmenbasierter Entscheidungsprozesse aus Umweltsicht, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2020, 31.

³³² Hoffmann-Riem, Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1 (6); Boehme-Neßler, Algorithmen in der Demokratie – Verfassungsrecht als Maßstab für Software, K&R 2019, 767 (768).

überhaupt keine oder offensichtlich ungeeignete Schutzvorkehrungen trifft, die Schutzvorkehrungen völlig unzulänglich sind oder erheblich hinter dem durch Art. 2 Abs. 2 GG gebotenen Schutzziel zurückbleiben.³³³ Angesichts dieses strengen Maßstabes hat das Bundesverfassungsgericht bislang noch nie die Verletzung einer umweltrechtlichen Schutzpflicht angenommen. Allerdings hat es im Klimabeschluss die Grundrechte in Verbindung mit Art. 20a GG interpretiert und ihnen in dieser Konstellation eine deutliche höhere Wirkungsmacht verliehen, als dies bislang der Fall war. Daher ist zu klären, welche Bedeutung diese Rechtsprechung im Kontext einer umweltbezogenen Regulierung von ADS hat und inwieweit sie verfassungsrechtliche Regulierungsgebote verstärkt.

Im Klimabeschluss hat das Bundesverfassungsgericht die Grundrechte nicht nur als Schutzpflichten diskutiert, sondern sie auch in ihrer Funktion „*intertemporaler Freiheitssicherung*“ weiterentwickelt.³³⁴ Diese neue dogmatische Figur begründete das Bundesverfassungsgericht zusammengefasst wie folgt: Das Klimaschutzgebot aus Art. 20a GG gebiete zwingend die Einhaltung der Temperaturschwellen des Pariser Abkommens.³³⁵ Der Staat sei daher verfassungsrechtlich gezwungen, zur Erreichung dieses Ziels in Grundrechte einzugreifen. Wegen der Irreversibilität von CO₂-Emissionen müsse jede heute zugelassene Emission später eingespart werden und begründe daher schon jetzt unwiderruflich die Gefahr späterer Freiheitseinschränkungen. Daher entfalte die gegenwärtige Zulassung von Emissionen eine „eingriffsähnliche Vorwirkung“, weil sie die Notwendigkeit späterer (umso stärkerer) Eingriffe bereits in sich trage, auch wenn deren konkreter Inhalt (z.B. bestimmte Verbote) noch nicht absehbar ist.³³⁶ Auf diese Weise interpretierte das Bundesverfassungsgericht das gegenwärtige qualifizierte Unterlassen des Gesetzgebers als Grundrechtseingriff und nicht nur als Schutzversagung. Notwendig für diese dogmatische Konstruktion sind ein verfassungsrechtlich verbindliches und hinreichend konkretes Ziel (Einhaltung der ins KSG übernommenen Pariser Temperaturziele und des daraus ableitbaren Budgets), das durch einen irreversiblen Prozess gefährdet wird (CO₂-Emissionen), sodass künftige Grundrechtseingriffe nicht nur faktisch, sondern verfassungsrechtlich notwendig sind.³³⁷

Diese Rechtsprechung ist für eine umweltrechtliche Regulierung zunächst relevant, soweit es um die **treibhausgasbezogenen Auswirkungen von ADS** geht. Dies betrifft zum einen die direkten Umwelteffekte von ADS³³⁸ und zum anderen indirekte Effekte,³³⁹ wenn ADS in CO₂-intensiven Sektoren (vgl. Anlage 1 zum KSG) eingesetzt werden sollen und dort z.B. bestimmte Reduktionspfade implementieren. Hier ist es Aufgabe staatlicher Regulierung sicherzustellen, dass Anwendungen die Erreichung der Klimaziele nicht behindern, sondern vielmehr zu ihnen beitragen. Diese Regulierungsverantwortung des Staates hebt das Bundesverfassungsgericht deutlich hervor:

„Praktisch verlangt die Schonung künftiger Freiheit hier den Übergang zu Klimaneutralität rechtzeitig einzuleiten. In allen Lebensbereichen – etwa Produktion, Dienstleistung, Infrastruktur, Verwaltung, Kultur und Konsum, letztlich bezüglich aller heute noch CO₂-relevanten Vorgänge – müssen Entwicklungen einsetzen, die ermöglichen, dass von

³³³ Diesen strengen Maßstab bestätigend BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 152.

³³⁴ BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 182 ff.

³³⁵ Zur Herleitung BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 208 ff.

³³⁶ BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 184 ff.; vgl. auch Britz, Klimaschutz in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts, NVwZ 2022, 825 (831): „Beeinträchtigungen allgemeiner grundrechtlicher Freiheit“

³³⁷ Möllers/Weinberg, Die Klimaschutzentscheidung des Bundesverfassungsgerichts, JZ 2021, 1068 (1077); auch Britz, Klimaschutz in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts, NVwZ 2022, 825 (831 f.).

³³⁸ S.o. 2.2.1.

³³⁹ S.a.o. 2.2.2

grundrechtlicher Freiheit auch später noch, dann auf der Grundlage CO₂-freier Verhaltensalternativen, gehaltvoll Gebrauch gemacht werden kann. (...) Verfassungsrechtlich verpflichtet ist [der Staat] aber, *grundlegende Voraussetzungen und Anreize dafür zu schaffen, dass diese Entwicklungen einsetzen*.“³⁴⁰

Angesichts der – im Positiven wie im Negativen – potenziell weitreichenden Konsequenzen eines Einsatzes von ADS für CO₂-Emissionen besteht ein klarer verfassungsrechtlicher Auftrag, diese Entwicklungen frühzeitig in die richtige Richtung zu leiten und algorithmenbasierte Entscheidungen durch regulatorische Maßnahmen auf den Klimaschutz und die Transformation der Wirtschaft auszurichten. Dabei ist eine frühzeitige und vorsorgende Regulierung in diesem Bereich besonders dringlich, weil ADS – wie beschrieben – in besonderem Maße das Risiko von Pfadabhängigkeiten und Lock-ins in sich bergen, die den Übergang in eine treibhausgasneutrale Zukunft massiv erschweren können. Der Klimabeschluss etabliert eine besondere **Innovationsverantwortung**³⁴¹ des Staates, die **auch und gerade für klimarelevante ADS** gilt.

Außerhalb dieses Bereichs kann das Gebot intertemporaler Freiheitssicherung als dogmatische Figur nicht unmittelbar auf eine umweltrechtliche Regulierung von ADS übertragen werden. Einen *normativen* Zusammenhang zwischen gegenwärtigen Regulierungsentscheidungen und künftig zwingend notwendigen Grundrechtseingriffen gibt es bei der Algorithmenregulierung in dieser Form nicht. Es wird – trotz Pfadabhängigkeiten und potenziellen Lock-in-Effekten – wohl häufig an einem irreversiblen Prozess im naturwissenschaftlichen Sinne und vor allem an einem verfassungsrechtlich verbindlichen „Budget“ fehlen.³⁴² Gleichwohl sind die Erwägungen des Gerichts über die spezifische Konstruktion der intertemporalen Freiheitssicherung hinaus bedeutsam. Denn der Sache nach betreibt das Gericht einen vorsorgenden Grundrechtsschutz und verlangt eine gerechte Lasten- und Risikoverteilung über die Zeit.³⁴³ Diese Überlegung ließe sich ebenso gut „klassisch“ in den Schutzpflichten verorten, weshalb die elaborierte Konstruktion des Bundesverfassungsgerichts auch auf Kritik gestoßen ist.³⁴⁴ Der unabhängig von der dogmatischen Konstruktion verallgemeinerungsfähige Grundgedanke besteht darin, dass ein nachhaltiger Umgang mit Umwelt und Ressourcen notwendig ist und Prozesse vermieden werden, welche die Freiheit künftiger Generationen durch einen übermäßigen Verbrauch einschränken. Dieser Gedanke ist für eine umweltrechtliche Regulierung von ADS hochrelevant. Denn wenn solche Systeme nicht nachhaltige Verhaltensweisen (z.B. in der Produktion oder im Konsum) verstärken und die in Gang gesetzten Entwicklungen aufgrund von Pfadabhängigkeiten nur schwer rückgängig zu machen sind, ist eine vorsorgende Regulierung auch zum Schutz der Freiheit künftiger Generationen geboten, die anderenfalls den bisherigen Ergebnissen und fortlaufenden Prozessen dieser algorithmischen Steuerung ausgesetzt sind.

Vor diesem Hintergrund haben die grundrechtlichen Regulierungsaufträge zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen (Art. 20a, Art. 2 Abs. 2 GG) und zum Schutz individueller Autonomie (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 Abs. 1 GG) auch eine **demokratische Bedeutung**. Sie zielen auf die **dauerhafte Sicherung demokratischer Entscheidungsmöglichkeiten** ab. ADS, die nicht nachhaltige Prozesse und Verhaltensweisen perpetuieren oder verstärken, bedrohen die Steuerungs-

³⁴⁰ BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18 u.a., Rn. 248 (Hervorhebungen von uns).

³⁴¹ Zum Begriff Hoffmann-Riem, Innovationsoffenheit und Innovationsverantwortung durch Recht, AöR 131 (2006), 255 ff.

³⁴² Daran scheitert auch eine unmittelbare Übertragung des Beschlusses auf andere Umweltprobleme, vgl. etwa Stubenrauch, Übertragbarkeit des BVerfG-Beschlusses zum Klimaschutz auf andere Umweltbereiche am Beispiel Phosphor, ZUR 2021, 617 (621 ff.).

³⁴³ Vgl. Ekdardt/Heß, Intertemporaler Freiheitsschutz, Existenzminimum und Gewaltenteilung nach dem BVerfG-Klima-Beschluss, ZUR 2021, 579 (584): Anwendung des Vorsorgeprinzips auf die Grundrechte; Berkemann, „Freiheitschancen über die Generationen“ (Art. 20a GG) – Intertemporaler Klimaschutz im Paradigmenwechsel, DÖV 2021, 701 (712): „Mix aus Vorsorgeprinzip, Risiko- und Ressourcenvorsorge“.

³⁴⁴ Siehe etwa Berkemann, „Freiheitschancen über die Generationen“ (Art. 20a GG) – Intertemporaler Klimaschutz im Paradigmenwechsel, DÖV 2021, 701 (709 ff.); Calliess, Das „Klimaurteil“ des Bundesverfassungsgerichts: „Versubjektivierung“ des Art. 20 a GG?, ZUR 2021, 355 ff.

und Entscheidungsfähigkeit künftiger Generationen unter zwei Gesichtspunkten. Zum einen verkleinert die Übernutzung von Ressourcen und die Ausreizung planetarer Grenzen künftige Handlungsmöglichkeiten, wie es im Klimabeschluss zum Ausdruck kommt. Zum anderen wirken die algorithmischen Prozesse selbst verhaltenssteuernd und nehmen damit Aufgaben wahr, die klassischerweise dem Recht zugesprochen werden, ohne aber demokratisch legitimiert zu sein. Je weiter diese Prozesse etabliert und fortgeschritten sind, desto schwieriger wird es, gegenläufige Entscheidungen wirksam zu machen. Insofern streitet auch das Demokratieprinzip (Art. 20 Abs. 2 GG) für eine umweltrechtliche Regulierung von ADS und verstärkt – ebenso wie Art. 20a GG – die grundrechtlichen Schutzaufträge.

2.3.2.3 Gegenläufige Grundrechtspositionen

Das Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzip aus Art. 20a GG sowie der intertemporale Schutzauftrag der Grundrechte verlangen eine umwelt- und nachhaltigkeitspolitische Regulierung von ADS. Sie enthalten einen Handlungsauftrag an den Staat und insbesondere³⁴⁵ an den Gesetzgeber, der bei der Festlegung konkreter Maßnahmen aber weiterhin einen weiten Einschätzungsspielraum hat. Soweit er zum Schutz der genannten Verfassungsgüter in Grundrechte eingreift, ist eine Abwägung mit den durch die Regulierungsmaßnahmen beeinträchtigten Grundrechtspositionen notwendig. Auch wenn diese im Einzelnen selbstverständlich stets am konkreten Einzelfall vorzunehmen ist, sollen einige Faktoren und Leitlinien für eine solche Abwägung skizziert werden. Dabei ist auf Seite der möglicherweise beeinträchtigten Grundrechte zwischen verschiedenen Akteurstypen zu unterscheiden, die durch Regulierungsmaßnahmen unmittelbar oder mittelbar adressiert werden können.

Grundrechtseingriffe können zunächst diejenigen betreffen, die ein ADS **für die Nutzung bereitstellen** und damit eine potenzielle Gefahrenquelle eröffnen bzw. beherrschen. Die Abgrenzung und Zuordnung von Risikosphären und Verantwortlichkeiten kann im KI-Bereich äußerst komplex sein, berührt grundsätzliche rechtsethische Fragen und wird in diesem Projekt insbesondere im Zusammenhang mit der Haftung näher erörtert.³⁴⁶ Für die Diskussion verfassungsrechtlicher Abwägungsleitlinien genügt an dieser Stelle aber eine typisierende Beschreibung dieser Gruppe als **Anbieter**, die neben den Herstellern auch die Diensteanbieter umfassen kann, für deren Angebote ADS entwickelt und eingesetzt werden.³⁴⁷ Anschauliche Beispiele sind Plattformunternehmen wie Google, Facebook oder Amazon. Hinzu kommen diejenigen, die die jeweiligen Programme entwickeln.

Nach der KI-VO treffen die Pflichten im Zusammenhang mit Hochrisiko-Systemen vor allem die Anbieter (Art. 16 KI-VO). Anbieter ist eine natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder sonstige Stelle, die ein KI-System oder ein KI-Modell mit allgemeinem Verwendungszweck entwickelt oder entwickeln lässt und es unter ihrem eigenen Namen oder ihrer Handelsmarke in Verkehr bringt oder das KI-System unter ihrem eigenen Namen oder ihrer Handelsmarke in Betrieb nimmt, sei es entgeltlich oder unentgeltlich (Art. 3 Nr. 3 KI-VO). Allerdings wird der Anbieterbegriff insofern geöffnet, als auch Händler, Einführer, Nutzer oder sonstige Dritte als Anbieter gelten, wenn sie ein in den Verkehr gebrachtes Hochrisiko-KI-System mit ihrem Namen oder ihrer Marke versehen, wenn sie eine wesentliche Veränderung eines bereits im Verkehr befindlichen oder in Betrieb genommenen Hochrisiko-KI-Systems vornehmen, oder

³⁴⁵ Im Rahmen der geltenden Gesetze haben auch Verwaltung und Justiz die verfassungsrechtlichen Schutzaufträge bei der Auslegung und Anwendung zu berücksichtigen.

³⁴⁶ Siehe dazu Kapitel 4.5. Vgl. zum Thema z.B. Eidenmüller/Wagner, Law by Algorithm, 2021, S. 78 ff., 132 ff.; Novelli et al., AI as Legal Persons: Past, Patterns, and Prospects, Januar 2025, SSRN Electronic Journal, <https://doi.org/10.2139/ssrn.5032265>.

³⁴⁷ Martini, Blackbox Algorithmus. Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, S. 284 ff., <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2> m.w.N.

wenn sie die Zweckbestimmung eines KI-Systems demgemäß verändern, dass es zu einem Hochrisiko-KI-System im Sinne der Verordnung wird (Art. 25 Abs. 1 KI-VO).

Richten sich regulatorische Vorgaben an die Anbieter von ADS, greift dies regelmäßig in das Grundrecht der Berufsfreiheit (Art. 12 Abs. 1 GG), ggf. auch in die Eigentumsfreiheit (Art. 14 Abs. 1 GG) ein. Für das Gewicht der betroffenen Grundrechte in der Abwägung mit dem öffentlichen Interesse an Risikoversorge und Nachhaltigkeit dürfte es maßgeblich auf die Bedeutung des betroffenen ADS ankommen. Je weiter dessen Nutzung verbreitet ist und je größer die sich daraus potenziell ergebenden (Umwelt-)Gefahren sind, desto eher muss das privatwirtschaftliche Interesse gegenüber öffentlichen Belangen zurücktreten. Dabei ist zu beachten, dass für große Digitalkonzerne aufgrund von deren – im Wesentlichen auf Daten und deren algorithmische Verarbeitung gegründeter – gesellschaftlicher Macht sogar eine unmittelbare Grundrechtsbindung diskutiert wird.³⁴⁸ In der Tat ist eine solche Bindung in der neueren Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts angelegt. Die mittelbare Grundrechtsbindung Privater kann danach „einer Grundrechtsbindung des Staates (...) nahe oder auch gleich kommen,“ wenn private Unternehmen „in Funktionen eintreten, die früher in der Praxis allein dem Staat zugewiesen waren.“³⁴⁹ In seiner „Stadionverbot“-Entscheidung hat das Bundesverfassungsgericht eine solche staatsähnliche Bindung an Art. 3 Abs. 1 GG angenommen und ausgeführt, für die Reichweite der mittelbaren Grundrechtswirkung seien „die Unausweichlichkeit von Situationen, das Ungleichgewicht zwischen sich gegenüberstehenden Parteien, die gesellschaftliche Bedeutung von bestimmten Leistungen oder die soziale Mächtigkeit einer Seite“ von besonderer Bedeutung.³⁵⁰

Mit Blick auf Facebook hat das Gericht eine Übertragung dieser Rechtsprechung in einer Eilentscheidung bereits angedeutet, aber wegen der nur summarischen Prüfung noch offengelassen.³⁵¹ Wenn eine staatsähnliche Grundrechtsbindung für Stadionbetreiber bei der Anwendung von Stadionverbots-Richtlinien des DFB gilt,³⁵² liegt sie für mächtige Plattformunternehmen zumindest sehr nahe und wurde vom Bundesgerichtshof auch schon angenommen.³⁵³ Die Funktionsweise von ADS geht über die Anwendung von Richtlinien sogar hinaus, weil die Verbindlichkeit und mögliche Unausweichlichkeit der „Technosteuerung“ – da sie technisch festgeschrieben ist – noch deutlich stärker ausfallen kann. Eine Missachtung des Regelwerks ist dem oder der Nutzenden nicht nur vertraglich untersagt, sondern faktisch unmöglich. An dieser „Reguliereigenschaft“ wird die **Staatsähnlichkeit großer Plattformbetreiber bzw. Anbieter von ADS** besonders deutlich: Diese schaffen gewissermaßen eigene „Jurisdiktionen“, innerhalb derer Entscheidungen von Nutzern im Sinne der jeweiligen algorithmischen Steuerungsziele vorstrukturiert und beeinflusst werden. Insofern geht die soziale Mächtigkeit großer „ADS-Betreiber“ wie Google, Facebook und Amazon über die des Fußballbetriebs weit hinaus. Dies gilt nicht nur mit Blick auf die bislang primär diskutierten Bereiche des Gleichheitsgrundsatzes (Art. 3 Abs. 1, Abs. 3 GG) und der Meinungs- und Informationsfreiheit (Art. 5 Abs. 1 GG), sondern auch für die dargelegten umwelt- und nachhaltigkeitsbezogenen Gefährdungslagen. Dabei wird die gesellschaftliche Durchdringung mit algorithmisch (vor)geformten Entscheidungen weiter zunehmen, und damit auch die Dringlichkeit wirksamer Regulierung. Angesichts der rasanten Entwicklungen von Modellen wie aktuell GPT-4 ist damit zu rechnen, dass KI-gestützte ADS mittelfristig in zahlreichen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Zusammenhängen eingesetzt werden.

³⁴⁸ Für eine Übersicht zur Diskussion vgl. Gesellschaft für Freiheitsrechte, Grundrechtsbindung sozialer Netzwerke, März 2022, <https://www.stiftung-mercator.de/de/publikationen/grundrechtsbindung-sozialer-netzwerke/> (22.04.2025). Siehe auch Muckel, Wandel des Verhältnisses von Staat und Gesellschaft, VVDStRL 79 (2020), 245 (273 ff.).

³⁴⁹ BVerfG, Urteil vom 22.02.2011 – 1 BvR 699/06, Rn. 59 (Fraport); BVerfG, Beschluss vom 18.07.2015, Rn. 6 (Bierdosenflashmob).

³⁵⁰ BVerfG, Beschluss vom 11.04.2018 – 1 BvR 3080/09, Rn. 33 (Stadionverbot).

³⁵¹ BVerfG, Beschluss vom 22.05.2019 – 1 BvQ 42/19, Rn. 15 (III. Weg).

³⁵² Näher BVerfG, Beschluss vom 11.04.2018 – 1 BvR 3080/09, Rn. 4 ff. (Stadionverbot).

³⁵³ BGH, Urteil vom 29.07.2021 – III ZR 179/20, Rn. 65; BGH, Urteil vom 29.07.2021, III ZR 192/20, Rn. 77. 192/20, Rn. 78.

Die **staatsähnliche Grundrechtsbindung mächtiger Anbieter von ADS** ist für die verfassungsrechtliche Abwägung von zentraler Bedeutung und **rechtfertigt auch weitreichende Eingriffe im Gemeinwohlinteresse**. Sie entbindet allerdings weder vom Abwägungs- noch vom Regelungsbedürfnis. Die privaten Anbieter sind weiterhin Grundrechtsträger, sodass ihre Grundrechte ebenfalls zu berücksichtigen sind, und das Grundgesetz stellt keinen hinreichend klaren Regelungsrahmen bereit. Dass einzelne algorithmische Praktiken mächtiger Unternehmen auch ohne konkrete gesetzliche Regelung verfassungswidrig sein mögen, ändert daran nichts. Auch für Unternehmen unterhalb der Schwelle einer staatsähnlichen Grundrechtsbindung ist die skizzierte Rechtsprechung relevant. Das (umweltbezogene) Gefährdungspotenzial und die gesellschaftliche Bedeutung und Verbreitung und „quasi-regulatorische“ Funktionalität von ADS sind wesentliche Abwägungspunkte bei der Rechtfertigung von Eingriffen in die Wirtschaftsgrundrechte (Art. 12 Abs. 1, Art. 14 Abs. 1 GG) durch Regulierungsmaßnahmen.

Der **Eingriff in die Wirtschaftsgrundrechte** der regulierten ADS-Anbieter dürfte darüber hinaus mit zunehmender **Autonomie maschineller Entscheidungen an Gewicht verlieren**. Denn maßgeblicher Schutzgrund und -gegenstand grundrechtlicher Gewährleistungen ist die Autonomie menschlichen Verhaltens. Dies kommt in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts zum Grundrechtsschutz juristischer Personen (Art. 19 Abs. 3 GG) zum Ausdruck. Dieser greift nur, weil und soweit „ihre Bildung und Betätigung Ausdruck der freien Entfaltung der natürlichen Personen“ ist.³⁵⁴ Dies trifft zwar grundsätzlich auch auf Unternehmen zu, in denen natürliche Personen sich entschließen, gemeinsam ADS zu entwickeln, das in einem oder mehreren gesellschaftlichen Bereichen eingesetzt werden soll. Je weniger aber die einzelnen algorithmischen Entscheidungen noch der Kontrolle der Entwicklerinnen und Entwickler unterliegen, desto weniger können diese als deren autonome Entscheidungen gelten und grundrechtlichen Schutz beanspruchen. Wenn der Staat also im Gemeinwohlinteresse steuernd gegenüber (lernenden) ADS eingreift, um schädliche Entwicklungen zu korrigieren oder ihnen vorzubeugen, ist das Interesse der Entwicklerinnen und Entwickler an „freien“ algorithmenbasierten Entscheidungen grundrechtlich gegebenenfalls vergleichsweise gering zu gewichten.

Schließlich können auch die Grundrechte der *Nutzer* durch eine Algorithmenregulierung betroffen sein, namentlich deren Allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG), unter Umständen auch das Allgemeine Persönlichkeitsrecht (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 Abs. 1 GG). Dies kommt insbesondere in Betracht, wenn der Staat die algorithmische Vorstrukturierung von Entscheidungen mitgestaltet (z.B. durch die Vorgabe bestimmter Default-Einstellungen) und daher mittelbar Einfluss auf Entscheidungsprozesse nimmt. Hierauf wird im Kapitel zu Instrumenten indirekter Verhaltenssteuerung noch näher einzugehen sein.³⁵⁵ Aus grundrechtlicher Sicht muss in diesem Zusammenhang vor allem klar gesehen werden, dass – wenn rechtlich auf die Zielfunktionen ohnehin verbreiteter ADS eingewirkt werden soll – eine Beeinflussung der Nutzenden bereits unabhängig von dieser staatlichen Einwirkung erfolgt. Die Frage ist dann nur, durch welche Akteure (Staat oder private Unternehmen)³⁵⁶ mit welcher Zielsetzung und in wessen Interesse dies geschieht. Je nach Fallkonstellation mag man fragen können, ob der Staat bei einer rechtlichen Regelung vorrangig in grundrechtlich geschützte Freiheitssphären von Nutzenden, oder in die der – entsprechende algorithmische Vorstrukturierungen ohnehin nutzenden – Unternehmen eingreift. Auch wenn man dennoch einen mittelbaren Grundrechtseingriff gegenüber den Nutzenden bejaht, ist diese Tatsache spätestens auf Ebene der Rechtfertigung zu berücksichtigen.³⁵⁷

³⁵⁴ St. Rspr., BVerfGE 21, 362 (369).

³⁵⁵ Siehe Kapitel 0.

³⁵⁶ Die Frage, ob der Staat oder Unternehmen ADS instrumentalisieren, macht demgegenüber aus verfassungsrechtlicher Sicht freilich einen erheblichen Unterschied.

³⁵⁷ Näher Thorun et al., Nudge-Ansätze beim nachhaltigen Konsum: Ermittlung und Entwicklung von Maßnahmen zum „Anstoßen“ nachhaltiger Konsummuster, Abschlussbericht, 2017, 121 ff.

Im Ergebnis kann jedenfalls angenommen werden, dass Maßnahmen, die legitimen umweltpolitischen Zielen dienen (z.B. umweltfreundliche Default-Einstellungen), häufig nicht unverhältnismäßig sein werden.

2.3.3 Zwischenfazit: Normative Leitlinien für eine umweltrechtliche Regulierung von ADS

Das Verfassungsrecht legt naturgemäß nicht die konkreten Ziele oder gar die Instrumente fest, die für einen praktikablen Regulierungsrahmen erforderlich sind. Diese orientierenden und funktionalen Elemente einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS müssen vielmehr mit Blick auf das konkrete Regulierungsproblem konkretisiert und ggf. auch sektorspezifisch ausgestaltet werden.³⁵⁸ Allerdings können den vorstehenden allgemeinen Überlegungen zur (auch) verfassungsrechtlich begründeten Regulierungsbedürftigkeit von ADS zumindest Leitlinien für die konkrete Ausgestaltung der Regulierung entnommen werden. Dabei kann – im Sinne der oben getroffenen Unterscheidung zwischen Regulierung im weiteren Sinne unterschieden werden – die z.B. auch Ansätze einer **ADS-bezogenen Risikoregulierung** umfasst – und einer solchen im weiteren Sinne, die Regulierung als **positiven Gestaltungsauftrag betrachtet**, die laufenden technischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Entwicklungen aktiv an Nachhaltigkeits- und Umweltbelangen auszurichten. Freilich ist diese Abgrenzung nicht trennscharf, sondern dient vor allem heuristischen Zwecken; in der Realität werden die Vermeidung von Risiken und die Ausrichtung an Gemeinwohlzielen häufig ineinander übergehen. Tatsächlich erscheint es wahrscheinlich, dass sich bestimmte (komplexe und vermittelte) indirekte Risiken nur durch eine breit angelegte regulatorische Gestaltung der gesellschaftlichen und ökonomischen Determinanten algorithmischer Entscheidungen mindern lassen. Zugleich verdeutlicht dieser Zusammenhang die Notwendigkeit, beide Regulierungsaufgaben in den Blick zu nehmen, wenn es um die Formulierung von Regulierungszielen und die Gestaltung von Regulierungsinstrumenten geht.

- ▶ Die vorsorgliche **Vermeidung ökologischer Risiken** ist eine zentrale Aufgabe umweltrechtlicher Algorithmenregulierung. Derartige Risiken können zum einen dadurch entstehen, dass ADS in Zusammenhängen eingesetzt werden, die bereits jetzt einer umweltrechtlichen Regulierung unterliegen. Der **Vollzug bestehender Vorgaben** muss dann unter veränderten Bedingungen gelingen, möglicherweise bedarf es hierfür auch neuer Instrumente. Der Staat muss hier seiner Gewährleistungsverantwortung nachkommen, indem er die Durchsetzbarkeit geltender Vorgaben sicherstellt. Es wäre auch ein verfassungsrechtliches Problem, wenn der Einsatz von ADS zu (weiteren) strukturellen Vollzugsdefiziten führen würde.³⁵⁹
- ▶ Die umwelt- und nachhaltigkeitsbezogenen Risiken von ADS erschöpfen sich allerdings keineswegs im erschwerten Vollzug des bestehenden Umweltrechts. Vielmehr entstehen **neue Gefährdungskonstellationen**, denen die Regulierung ebenfalls begegnen muss. Insoweit geht es darum, zu verhindern, dass die gesellschaftssteuernde Wirkung von ADS eine Richtung einnimmt, die umweltpolitischen und verfassungsrechtlichen Zielen (Art. 20a GG, Grundrechtsschutz auch über die Zeit) zuwiderläuft (ausführlich dazu soeben, 2.3.2.1 sowie 2.3.2.2). Diese Gefahr ist bei einer fehlenden Regulierung real – es spricht vieles dafür, dass sich maschinelle Entscheidungen in diesem Falle an (ökonomischen) Maßstäben orientieren, die gesellschaftlich noch vorherrschend, aber mit Blick auf die notwendige und im Klimabeschluss des Bundesverfassungsgerichts angemahnte Transformation kontraproduktiv sind.
- ▶ Dieser Punkt leitet über zur zweiten Aufgabe einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS, nämlich der **aktiven Ausrichtung an Nachhaltigkeitsbelangen**. Wie dargestellt, ist diese

³⁵⁸ Zur Rolle verfassungsrechtlicher Prinzipien bei der Rekonstruktion von Regulierungszielen s. unten 2.4.

³⁵⁹ Für das Steuerrecht BVerfG, Beschluss vom 10. März 2008 - 2 BvR 2077/05.

aktive Steuerungsfunktion eine klassische Aufgabe der Regulierung zentraler Wirtschaftsbereiche, und liegt beispielsweise der Gestaltung der Energiewende zugrunde (siehe oben, 2.3.1.1). Für ADS ist eine so verstandener Regulierungsbedarf nicht zuletzt deswegen gegeben, weil **algorithmische Steuerung zunehmend in Konkurrenz zur rechtlichen Steuerung** tritt und deren Ziele (wie die grüne Transformation) unterlaufen kann (2.3.1.2). Es wird daher erforderlich sein, auf maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten einzuwirken und auf dieser Ebene Umweltziele zu implementieren. In späteren Kapiteln wird auf diese Aufgabe näher einzugehen sein. In Bezug auf das Verfassungsrecht sind vor allem folgende Überlegungen zur notwendigen Abwägung des Regulierungsinteresses mit kollidierenden Grundrechtspositionen zu berücksichtigen (dazu soeben, 2.3.2.3): Aufgrund der gesellschaftsregulierenden Funktion der von ihnen entwickelten Systeme rücken (große) **ADS-Anbieter in eine staatsähnliche Position** und müssen damit auch erhebliche Eingriffe in ihre Wirtschaftsgrundrechte hinnehmen. Dies wird weiter dadurch verstärkt, dass sich die relevanten algorithmischen Entscheidungen mit zunehmender Autonomie der betreffenden Systeme **immer weniger als Ausdruck der menschlichen Autonomie** ihrer Entwicklerinnen und Entwicklern oder Anbietern begreifen lassen. Dieses Argument greift in ähnlicher Form auf Ebene der **Nutzer**, die durch rechtliche Vorgaben für algorithmische Entscheidungsfindung ggf. **nur mittelbar in ihren Grundrechten berührt** sein werden.

2.4 Ziele einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS

Für die in den späteren Untersuchungsschritten vorzunehmende Analyse und Bewertung der potenziellen Wirksamkeit umweltrechtlicher Regulierungsinstrumente im Hinblick auf ADS bedarf schon aus generellen Gründen expliziter und konkreter Regulierungsziele. Denn eine Bewertung setzt hinreichend klare Bewertungsmaßstäbe voraus – ohne eine Klärung, was eine umweltrechtliche Regulierung im Hinblick auf ADS und ihre Auswirkungen leisten soll, lässt sich die Beurteilung ihrer Leistungsfähigkeit oder „Passung“ nicht machen. Die folgenden Unterkapitel erläutern die im vorliegenden Kontext relevanten Bewertungsmaßstäbe, also umweltrechtliche Regulierungsziele, in ihrer grundsätzlichen ratio und ihrem grundsätzlichen Inhalt.

2.4.1 Ratio und Grundbegriffe einer Rekonstruktion umweltrechtlicher Regulierungsziele

Schon im Hinblick auf den allgemeineren Diskurs um die „doppelte Transformation“³⁶⁰ erscheint es sinnvoll, Umweltwirkungen von ADS genauer in den Blick zu nehmen: So lassen sich spezifische Ursachen für ökologisch problematisches (Entscheidungs-)Verhalten von ADS identifizieren (s.o. Abschnitt 2.2), um regulatorische Interventionen passgenau zuzuschneiden. Bei genauerer Betrachtung liegt aus umweltrechtlicher Perspektive allerdings eine doppelte Wissenslücke vor: Wissenschaftliche Studien haben zwar die Frage „wozu KI-Systeme eingesetzt werden“ als wichtigsten Aspekt für die Beurteilung von Umwelt- und Klimaeffekten identifiziert.³⁶¹ Andere sind im Begriff, Indikatoren im Hinblick auf den ADS-Lebenszyklus zu entwickeln. Konkretere Maßstäbe für „grüne KI“ beziehen sich dabei aber vor allem auf vergleichsweise klar definierte direkte Umwelteffekte. Die Frage nach den ökologisch adäquaten Steuerungszielen relevanter Systeme wird demgegenüber nur abstrakt, oder punktuell, im Hinblick auf einzelne Anwendungsfelder der Systeme, beantwortet.³⁶² Juristische Untersuchungen zur Regulierung von ADS

³⁶⁰ Siehe etwa https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/twin-green-digital-transition-how-sustainable-digital-technologies-could-enable-carbon-neutral-eu-2022-06-29_en (01.07.2024).

³⁶¹ Clutton-Brock et al., Climate Change and AI. Recommendations for Government Action, 2021, 49.

³⁶² So blicken Rohde et al. auf die Einsatzbereiche im Marketing und in der Produktion und formulieren diesbezüglich abstrakte Zielsetzungen. Dazu gehört, dass die Systeme keinen zusätzlichen Konsum anregen bzw. nachhaltigen Konsum empfehlen oder dass Systeme in der Produktion auf Ressourcen- und Energieeffizienz auszurichten sind; Rohde et al., Sustain, Nachhaltigkeitsindex für Künstliche Intelligenz, 2021, 47 ff.

lassen demgegenüber *Umweltaspekte* noch weitgehend unberücksichtigt,³⁶³ oder fokussieren nur spezifische, meist direkte Umweltwirkungen.³⁶⁴

Analyse und Bewertung von rechtlichen Instrumenten in den folgenden Arbeitspaketen können vor diesem Hintergrund in mehrerer Hinsicht zur Orientierung beitragen:

Erstens liefert das Umwelt(-verfassungs-)recht nicht nur, wie im letzten Kapitel gezeigt, wichtige grundlegende Prinzipien zum Umgang mit technologischen Risiken, sondern in vielen Einsatzbereichen von ADS auch **sehr konkrete Vorgaben**: Maschinelle Entscheidungen in der Produktion, im Konsum, in der Planung oder im Verkehr haben bestehendes Umweltrecht – materielle Gebote, Verbote und Erlaubnisse, die sich typischerweise auf ein bestimmtes Verhalten oder auf bestimmte Stoffe beziehen, aber auch prozedurale Spielregeln, wie Mitteilungs-, Dokumentationspflichten oder hoheitliche Gestattungen – zu berücksichtigen. Angesichts der zunehmenden Integration von Umwelt- und Klimaschutzaspekten in das Wirtschafts- und Handels-, Verbraucherschutz-, Produkt-, Bau-, oder Haftungsrecht³⁶⁵ können dem (dann im denkbar *weitesten Sinne* zu verstehenden) Umweltrecht – oder „umweltorientierten Regelwerk“ – so eine **Vielzahl von sektorspezifischen Inhalten entnommen werden, die bei der Festlegung der Zielfunktionen von ADS zu berücksichtigen** sind. Die Bewertung dieses umweltorientierten Regelwerks hat dann zu klären, ob seine Regelungen angesichts der Spezifika maschineller Entscheidungen hinreichende Wirksamkeitschancen haben (also z.B. durchgesetzt werden können) und inwieweit sie die in ihrem Anwendungsbereich identifizierten Umweltrisiken von ADS abdecken, also ggf. Regelungslücken bestehen.

Zweitens sind nicht nur solche Regelungen im bestehenden (Umwelt-) Recht nützlich für die Frage nach der umweltbezogenen Ausrichtung von ADS. Vielmehr kann auch die sogenannte Interventionslogik solcher Normen, **die Art und Weise also, in der das Recht auf technologische, ökonomische oder gesellschaftliche Dynamiken im Sinne von Umweltzielen einwirken soll**, rechtspolitisch Orientierung bieten. Es stehen unterschiedliche Instrumente bereit, mit denen „das spezifische Regulierungsziel [...] zum Regulierungsadressaten – also demjenigen dessen Verhalten dafür entscheidend ist“ die angestrebten Umweltziele zu erreichen –, „gebracht wird“.³⁶⁶ Das Umweltrecht verfügt über zum Teil lang bewährte Instrumente, die diese Regulierungsfunktion im Hinblick auf komplexe, hochgradig dynamische und ggf. schwer durchschaubare Regelungsgegenstände erfüllen. Es wird daher auch von Autorinnen und Autoren als Blaupause für die Regulierung von ADS betrachtet, denen es nicht primär um ökologische Regulierungsprobleme geht.³⁶⁷

Für die Beurteilung dieser theoretischen Potenziale des Umweltrechts – ob die konkreten umweltbezogenen Vorgaben eines Instruments den oben beschriebenen Umweltwirkungen von ADS gerecht werden und ob seine Regelungsmechanik auch gegenüber ADS „wirkt“ – bieten sich Konzepte einer Wirkungs- oder Wirkungskettenanalyse an, wie sie im sozialwissenschaftlichen und rechtspolitischen Bereich eingesetzt werden.³⁶⁸ Die vorliegende Untersuchung verfolgt nicht das Ziel, im Sinne einer „Cross-impact“ Analyse über geeignete Interaktionsverfahren zu definieren, welche Faktoren hinsichtlich der zu adressierenden Regulierungsprobleme „Treiber“ oder

³⁶³ Chun et al., Comparative Global AI Regulation: Policy Perspectives from the EU, China, and the US, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.21279>.

³⁶⁴ Hacker, Sustainable AI Regulation, Working Paper, 2023, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn>. Zur der Begrifflichkeit direkter und indirekter Umweltwirkungen von ADS s.o. 2.2.1.

³⁶⁵ Zum „Greenstreaming of non-environmental law“ s. <https://www.mpil.de/en/pub/research/areas/public-international-law/transformative-greenstreaming.cfm>, <https://www.eui.eu/events?id=549693> (01.07.2024).

³⁶⁶ Hellgardt, Regulierung und Privatrecht, 2016, 451.

³⁶⁷ Martini, Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, S. 113 ff., 137 ff., <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2>.

³⁶⁸ Siehe z.B. Wolff et al., Kohärenzprüfung umweltpolitischer Maßnahmen und Instrumente, UBA-Texte 76/2016, 2016.

„Getriebene“ in solchen Wirkungsketten sind.³⁶⁹ Die Begriffe und Methoden einer Wirkungskettenanalyse können aber dabei helfen, Regulierungsprobleme zu rekonstruieren und rechtliche Handlungsoptionen zu bewerten.

Die Bewertung von Regulierungsinstrumenten betrachtet in diesem Sinne Risiken und Potenziale von ADS als **Regulierungsprobleme**³⁷⁰ und analysiert die Fähigkeiten vorhandener oder neuer rechtspolitischer Handlungsoptionen,³⁷¹ diese Probleme zu lösen. Eine Rekonstruktion von **Regulierungszielen** umfasst dabei auch die Idee über das „Wie“ einer effektiven Zielerreichung: Rechtlichen Regulierungsinstrumenten können **abgestufte und einander bedingende Zielsetzungen entnommen werden, die sich in Ideen einer Wirkungskette oder „Interventionslogik“** einfügen. Die Interventionslogik beschreibt, wie bestimmte Maßnahmen ein identifiziertes Regulierungsproblem lösen sollen, indem sie „Treiber“ dieser Probleme effektiv adressieren.³⁷² Konzepte einer Wirkungsanalyse rekonstruieren also eine Wirkungskette, etwa in Form von Zielen, diese Ziele fördernden Instrumenten und dem durch die Instrumente konkret vorgegebenen Verhalten³⁷³ oder gehen – dieser Terminologie folgen wir in diesem Projekt – von **allgemeinen, spezifischen und operativen** Zielen aus.³⁷⁴

- **Allgemeine Ziele** können z.B. rechtspolitische Zielsetzungen wie Nachhaltigkeitsziele sein, die ihrerseits u.U. auch aus (Rechts-)Prinzipien,³⁷⁵ wie Grundrechten und Staatszielbestimmungen abgeleitet werden können.³⁷⁶ Regulierung zielt dabei auf einen bestimmten „idealen sozialen Zustand“ ab.³⁷⁷ Ein allgemeines umweltrechtliches Regulierungsziel ist etwa die möglichst weitgehende Minderung des Stickstoffeintrags in Böden und Gewässer aus der Landwirtschaft oder die möglichst weitgehende Reduktion des CO₂-Ausstoßes im Online-Handel.
- Allgemeine Ziele lassen sich auf **spezifische Ziele (also Instrumente, s.o.)** herunterbrechen, die einzelne Aspekte konkretisieren. Spezifische Ziele formulieren den Maßstab für eine Verhaltensänderung der adressierten Akteursgruppe, die zur Erreichung eines allgemeinen Ziels beitragen soll.³⁷⁸

³⁶⁹ Siehe dazu Schwarz-Geschka, Kurze Einführung in die Szenariotechnik, Geschka GmbH, Darmstadt 2023; Zugang unter: https://geschka.de/wp-content/uploads/2024/05/Szenariotechnik_20240502.pdf (letzter Zugriff am 28.04.2025). Zu der Methode siehe auch Weimer-Jehle, W. (2015). Cross-Impact-Analyse. In: Niederberger, M., Wassermann, S. (eds) Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung. Springer VS, Wiesbaden, 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01687-6_12

³⁷⁰ Siehe bereits Abschnitte 2.1.4 und 2.2.

³⁷¹ EU Better Regulation Toolbox, 2023, 109.

³⁷² Die EU Better Regulation Toolbox (2023), S. 70 formuliert hierzu: „For each identified problem, there should be one or a set of specific objectives, which form part of the intervention logic: drivers – problems – general objective – specific objectives – policy options“.

³⁷³ Wolff et al., Kohärenzprüfung umweltpolitischer Maßnahmen und Instrumente, UBA-Texte 76/2016, 2016, 15.

³⁷⁴ EU Better Regulation Toolbox, 2023, 109: „general, specific, operational objectives“.

³⁷⁵ Hellgardt beschreibt Regulierungsziele auf dieser allgemeinen Ebene überzeugend als *Optimierungsgebote*, also ideale soziale Zustände im Sinne eines Maßstabs, dem die Realität so weit wie möglich angenähert werden soll und deren Erfüllung nicht nur von tatsächlichen, sondern auch von rechtlichen Möglichkeiten abhängt. Der Bereich des rechtlich möglichen wird durch gegenläufige Prinzipien und Regeln bestimmt. Hellgardt, Regulierung und Privatrecht, 2016, 441; Alexy, Theorie der Grundrechte, 1994, 75 f.

³⁷⁶ Hellgardt (2016) meint, dass – auch wenn im „Einzelfall“ höherrangiges Recht die Ziele vorgeben könne – die Definition der Regulierungsziele das „genuin politische Element“ der Regulierung darstellten. Es sei der Punkt, an dem das Recht bewusst aufgrund einer bestimmten Intention gestaltet werde, die „weder rechtlich noch sachlich zwingend“ sei, s. ders., Regulierung und Privatrecht, 2016, 439. Diese Einschätzung zum Regel-Ausnahmeverhältnis der Relevanz höherrangigen Rechts für Regulierungsziele mag angesichts klarer und zwingender sachlicher Notwendigkeiten und grundrechtlicher Bedrohungslagen im Hinblick auf das Umwelt- und Klimaschutzrecht in vielen der hier gegenständlichen Problemkreise anders zu beurteilen sein, s. dazu o. 2.3.

³⁷⁷ Hellgardt, Regulierung und Privatrecht, 2016, 438.

³⁷⁸ Kim, No one’s ownership as the status quo and a possible way forward: A note on the public consultation on Building a European Data Economy, Journal of Intellectual Property Law & Practice, Vol. 0, No. 0. 156. Die EU Better Regulation Toolbox spricht von „problem-drivers-specific objectives-policy options“, EU Better Regulation Toolbox, 2023, 109.

Spezifische Ziele lassen sich unter im Umweltrecht typischerweise unterschiedene Instrumententypen subsumieren:³⁷⁹ Instrumente direkter Verhaltenssteuerung, Instrumente indirekter Verhaltenssteuerung, Planungsinstrumente und staatliche Eigenvornahme.³⁸⁰ Die Setzung spezifischer Ziele lässt damit Rückschlüsse auf eine bestimmte Interventionslogik zu – also etwa, dass der Gesetzgeber auf ökonomische Anreize setzt, um die Motivation bestimmter Akteure auf die Erreichung von Umweltzielen hin zu kanalisieren, oder mit der Um- und Durchsetzung umweltbezogener Ge- oder Verbote bestimmte schädliche Verhaltensweisen verhindert. Mit Blick auf die genannten Beispiele für allgemeine Regulierungsziele könnten als spezifische Ziele etwa die Einhaltung rechtsverbindlicher Obergrenzen für den Stickstoffeintrag festgelegt, oder eine Bepreisung (sämtlicher) der durch den Online-Handel verursachten Treibhausgasemissionen angestrebt werden.

- **Operative Ziele** sind letztlich *konkrete Handlungsvorgaben*, die genau ausformulieren, welches *Verhalten* das betrachtete/zu entwerfende Regulierungsinstrument von den adressierten Akteuren fordert. Sie umfassen ein konkretes „Verhaltenssoll“,³⁸¹ das ggf. durch die Rechtsnorm näher beschrieben wird.³⁸² Regelmäßig werden operative Handlungsvorgaben aber erst in der Rechtsanwendung – durch Behörden oder Gerichte – weiter konkretisiert, etwa in Nebenbestimmungen zu Verwaltungsakten oder in der gerichtlichen Auslegung unbestimmter Rechtsbegriffe und deren „Übersetzung“ in Verhaltensanforderungen. Sowohl operative Ziele als auch spezifische Ziele sollen möglichst spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch und mit Fristen versehen – kurz: „SMART“ – sein.³⁸³

Gegenstand der Bewertung ist nach alldem einerseits, ob operative Vorgaben zur Realisierung der spezifischen Regulierungsziele beitragen. Diese stehen in einem Wechsel- und Abhängigkeitsverhältnis mit anderen Maßnahmen und Instrumenten, die den institutionellen Kontext dahingehend beeinflussen, dass die Akteure die ihnen zugedachten Verhaltensbeiträge leisten. Ihre Erreichung setzt zudem voraus, dass diese Akteure jeweils über die tatsächlichen *Möglichkeiten*, aber auch die individuellen bzw. kollektiven *Fähigkeiten* verfügen und ihre *Motivationslage* zudem so ausgestaltet ist, dass ein hinreichend starker „Veränderungswille“ anzunehmen ist.³⁸⁴ Andererseits ist zu beurteilen, ob die spezifischen Ziele tatsächlich die Erreichung des allgemeinen Umweltziels fördern und ob die Zielerreichung ggf. unerwünschte Auswirkungen auf andere Regulierungsziele hat.

Nicht jede Bewertung von Regulierungsoptionen erfordert im gleichen Maß eine Rekonstruktion sämtlicher Ebenen einer gesetzlichen Zielhierarchie:

³⁷⁹ Siehe dazu systematisierend Reh binder, 2012, Ziele, Grundsätze, Strategien und Instrumente, in: Hansmann, Klaus/Sellner, Dieter, Grundzüge des Umweltrechts, Kapitel 11, Berlin 2012, 135–297.

³⁸⁰ Walker, Umweltbezogene Sorgfaltspflichten. Extraterritorialer Umweltschutz entlang der Lieferkette durch Inpflichtnahme europäischer Unternehmen, 2022, 143.

³⁸¹ Bizer/Führ, 2014 Praktisches Vorgehen in der interdisziplinären Institutionenanalyse - Ein Kompaktleitfaden [Neuaufgabe 2024 i.V.].

³⁸² Mousmouti beschreibt diese für Juristinnen und Juristen häufig noch ungewohnte Perspektive treffend: “Seen from the perspective of effectiveness, the content of the law determines how it will achieve its results. The choice of rules determines how behaviours will be directed towards the desired goals, what obligations are imposed, how the rules will be enforced and the consequences or motives attached to them.” Mousmouti, Making Legislative Effectiveness an Operational Concept: Unfolding the Effectiveness Test as a Conceptual Tool for Lawmaking, European Journal of Risk Regulation, 9 (2018), 445–464, 454, <https://doi.org/10.1017/err.2018.53>.

³⁸³ EU Better Regulation Toolbox, 2023, 109; zum Ganzen siehe auch Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie. Zur Anwendung auf das Zusammenspiel von Stoff- und Wasserrecht, 2019; Kleihauer et al., SMARTE Schutzziele für prioritär gefährliche Stoffe nach der Wasserrahmen-Richtlinie (EG/2008/105), 2015.

³⁸⁴ Zu diesem „Dreiklang“ siehe Führ et al., Risikominderung für Industriechemikalien nach REACH - Anforderungen an eine Arbeitshilfe für Hersteller, Importeure und Stoffanwender, UBA-Texte 05/2006, 2006, 60 ff., <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3010.pdf> (22.04.2025), unter Verweis auf Ashford, An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment. Nachdruck des gleichnamigen Beitrags. In: Hemmelskamp et al. (Hrsg.), Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approach and Empirical Analysis, 2000; Ashford, Government and Environmental Innovation in Europe and North America. In: American Behavioral Scientist 45 (2002), 1417–1434.

Um *bestehende* umweltrechtliche Regelungen zur Regulierung von ADS in ihrem Einsatzbereich zu bewerten, können die beschriebenen Regulierungsziele dem **Rechtsbestand *de lege lata*** entnommen und auf ihre Tauglichkeit hin analysiert werden, die Problemtreiber im gegebenen Zusammenhang zu adressieren (s.u. 2.4.2).

Umweltrelevantes Verhalten von ADS findet aber nicht ausnahmslos im Regelungsbereich umweltrechtlicher Regelwerke statt; vielmehr können sich, wie dargestellt, neue und bisher unregulierte Umweltrisiken ergeben. Die Frage, ob bestehende rechtliche Vorgaben (auch) ADS und ihre Zielfunktionen effektiv regulieren, geht an solchen neuartigen Regulierungsproblemen naturgemäß vorbei. Will man deshalb umfassender klären, ob Regulierungsinstrumente **neuartigen** Umweltrisiken und -potenzialen von ADS gerecht werden, ist zunächst von den Erkenntnissen zu Umwelteffekten und ihren Ursachen auszugehen und eine „Übersetzung“ dieser Erkenntnisse in rechtlich operationalisierbare Regulierungsziele zu leisten. **D.h., es ist erstens das (neue) Regulierungsproblem zu spezifizieren und zweitens herauszuarbeiten, welche Zielfunktion ADS implementieren müssten, um diese Effekte zu vermeiden/Potenziale zu heben. Drittens ist darüber nachzudenken, ob und wie diese Zielfunktion *de lege ferenda* durch einen rechtlichen Wirkmechanismus „in die Algorithmen“ gebracht werden kann (2.4.3).**

Für beide übergeordneten Zielsetzungen ist zu untersuchen, ob und in welcher Weise Besonderheiten hinsichtlich der rechtlichen Einflussnahme auf maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten bestehen und durch welche Instrumente diesen Besonderheiten Rechnung getragen werden kann (2.4.5).

Damit können schon abstrakt unterschiedliche Ziele einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS beschrieben werden.

2.4.2 Regulierungsziel 1: Einhaltung von Umweltrecht

Im Sinne des ersten Regulierungsziels ist sicherzustellen, dass ADS sich in derselben Weise an **bestehendes Umweltrecht halten**, wie dies auch von menschlichen Akteuren im jeweiligen Einsatzbereich gefordert wird. Eine Regulierung hat dahingehend auf die Entscheidungs- und ggf. Lernprozesse von ADS einzuwirken, dass deren (Entscheidungs-) Verhalten, Entscheidungsvorschläge oder entscheidungsleitende Prognosen (s.o. Abschnitt 2.1.2) im Einklang mit dem Umweltrecht stehen. Die Bewertung umweltrechtlicher Regulierungsansätze konzentriert sich also in der oben beschriebenen Terminologie auf spezifische und operative Zielsetzungen, die im Tatbestand umweltrechtlicher Regeln mehr oder weniger konkretisiert werden. Erkenntnisziel der Bewertung ist dann, ob das betreffende Instrument und insbesondere die mit diesen geregelten Ge- und Verbote, Erlaubnisse oder prozeduralen Vorgaben den Besonderheiten maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens gerecht werden.

Die spezifischen Zielsetzungen umweltrechtlicher Regulierung einerseits und des anzustrebenden algorithmischen Steuerungsoutputs andererseits – der Steuerungsziele oder Zielfunktionen –³⁸⁵ sind in diesem Fall deckungsgleich. Das zu Minderung der identifizierten Risiken, oder zur Hebung umweltbezogener Potenziale gebotene oder verbotene (Entscheidungs-)Verhalten von ADS – die Zielfunktion, das Steuerungsziel (s.o. 2.1.2) – kann also unter den Tatbestand einer bestehenden umweltrechtlichen Norm subsumiert werden. Die Bewertung hat sich dann der Frage zu widmen, ob die konkreten Wirkmechanismen des betreffenden Instruments geeignet sind, das damit herausgearbeitete „Verhaltenssoll“ zu den Akteuren „zu bringen“ deren Beitrag im Lebenszyklus der Systeme dafür entscheidend ist, die angestrebten Umweltziele zu erreichen. In Anbetracht des oben beschriebenen „Alignment Problems“ (s.o.

³⁸⁵ Siehe bereits Abschnitt 2.1.2.

2.1.4.2) stellt sich zudem die Frage danach, ob und wie die adressierten menschlichen Akteure technisch in der Lage sind, umweltrechtlich adäquate Steuerungsziele in ADS sicherzustellen (sie also über entsprechende Möglichkeiten und Fähigkeiten verfügen) und ob das bestehende Regelwerk dafür hinreichende motivationale Impulse setzt. Das Zusammenspiel dieser drei Komponenten³⁸⁶ bestimmt die Effektivität des Instruments.

Textbox 16: „Passung“ bestehender Regulierungsziele: Grundpflichten des BImSchG

Die allgemeine regulatorische Zielsetzung des BImSchG – Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen sowie sonstiger anlagenbedingter Umweltwirkungen vorzubeugen (§ 1 BImSchG) – gilt unabhängig davon, ob beim Betrieb der jeweiligen Anlagen ADS zum Einsatz kommen oder nicht.

Es stellt sich aber bereits die Frage, ob die im Gesetz geregelten Gebote, Verbote (= das Verhaltenssoll), die nach dem oben gesagten in spezifische und operative Regulierungsziele des Gesetzes übersetzt werden können, auf die Besonderheiten maschineller Entscheidungen übertragen werden können. Spezifische Ziele im beschriebenen Sinne, die den Gesetzeszweck aus § 1 BImSchG konkretisieren, liegen etwa in den dynamischen Betreiberpflichten aus § 5 Abs. 1 BImSchG, also der Einhaltung der Schutzpflicht, aber auch der vorsorgeorientierten Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden nach dem Stand der Technik (§ 3 Abs. 6 BImSchG), der Vermeidung von Abfällen oder der sparsamen und effizienten Verwendung von Energie.

Dann stellt sich im Hinblick auf ADS etwa folgende Frage: Ist der Betreiber der Anlage noch der adäquate Adressat immissionsschutzrechtlicher Pflichten, wenn wesentliche Entscheidungen über Vorsorgemaßnahmen und dabei zu bewältigende Zielkonflikte ADS treffen, deren Funktionsweise für den Betreiber und sein Personal unter Umständen kaum oder gar nicht zu durchschauen ist? Sofern hierzu allenfalls die Anbieter der spezialisierten ADS und der jeweils zugrunde liegenden Modelle in der Lage sind, ist zu klären, inwieweit der Wirkmechanismus des BImSchG diese hinreichend zur Sicherstellung der gesetzmäßigen Funktion der Systeme motiviert. Das Problem, dass auch diese vermutlich nicht die ganze Bandbreite der Betriebsweisen industrieller Anlagen und deren Interaktion mit einem selbstlernenden Anlagensteuerungssystem überblicken, bleibt jedenfalls ungelöst.

Ein Problemschwerpunkt der Bewertung liegt angesichts der Unterschiede zwischen maschineller und menschlicher Entscheidungsfindung absehbar³⁸⁷ in der Frage, ob die bestehenden Regulierungsinstrumente hinreichend in der Lage sind, das rechtskonforme Verhalten von ADS in dem Sinne zu gewährleisten, dass ihre *operativen Ziele* maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten effektiv steuern. Solche operativen Ziele sind im Kontext des BImSchG zum Beispiel in dynamisch weiter ausdifferenzierenden technischen Maßnahmen zur Erfüllung der Vorsorgepflichten zu sehen, die konkrete Vorgaben an die Verringerung des Ausstoßes von Luftschadstoffen enthalten. Positiv gewendet könnten ADS dementsprechend auch in der Lage sein, auf der operativen Ebene Umweltentlastungspotentiale im Sinne der dynamischen Grundpflichten des BImSchG zu erschließen, für die es gerade noch keine regelförmig (etwa in Gestalt von Grenzwerten) ausdifferenzierten Vorgaben zur Erfüllung der Vorsorgepflichten gibt. So gibt es etwa im Hinblick auf die Luftreinhaltung neben strikt einzuhaltenden Emissionsbegrenzungen, die sich mit – standardisierungsfähigen – nachgeschalteten Maßnahmen erreichen lassen, auch (unspezifische) Minimierungspflichten für besonders problematische Stoffe. Im Bereich der Ressourcen-Effizienz, also eines Anlagenbetriebs

³⁸⁶ Siehe dazu Ashford, An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment. Nachdruck des gleichnamigen Beitrags. In: Hemmelskamp et al. (Hrsg.), Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approach and Empirical Analysis, 2000; Ashford, Government and Environmental Innovation in Europe and North America. In: American Behavioral Scientist 45 (2002), 1417–1434 sowie die Anwendung dieses Ansatzes bei Führ et al., Risikominderung für Industriechemikalien nach REACH - Anforderungen an eine Arbeitshilfe für Hersteller, Importeure und Stoffanwender, UBA-Texte 05/2006, 2006.

³⁸⁷ Siehe hierzu Kapitel 4.1.

mit hoher stofflicher und energetischer Effizienz, fehlt es an regelförmigen Vorgaben im untergesetzlichen Regelwerk. Hier greifen dann die Minimierungspflichten etwa aus § 5 Abs. 1 Nr. 3 und Nr. 4 BImSchG, die als – ausfüllungsbedürftige – Prinzipien-Normen zu charakterisieren sind. Ähnliches gilt bei Änderungen des Produktionsprozesses, der Wahl rohstoff- und energieärmerer Verfahren oder Verfahren mit einem besseren Wirkungsgrad sowie etwa dem Einsatz emissionsärmerer Roh-, Einsatz- und Hilfsstoffe.³⁸⁸

2.4.3 Regulierungsziel 2: Bewältigung neuartiger (indirekter) Umwelteffekte

Die Analyse unter Regulierungsziel 1 kann zu dem Ergebnis kommen, dass ein potenziell einschlägiges Regulierungsinstrument wesentliche Anwendungsperspektiven von ADS und entsprechende Umweltwirkungen nicht erfasst. Viele gerade der unter Abschnitt 2.2 umrissenen *indirekten Umwelteffekte* von maschinellem Entscheidungsverhalten dürften zudem in umweltrechtlich bislang noch nicht geregelten Lebensbereichen auftreten. Dass solche neuen Risiken und Potenziale in großer Zahl auftreten und auch von einigem Gewicht sein können, ist in Anbetracht der **großen Reichweite, hohen Effektivität** und Persistenz **einer Technosteuerung**³⁸⁹ plausibel. Gerade angesichts dessen, dass ADS Ziele und Interessen skalieren (2.1.3), ihr (Entscheidungs-)Verhalten durch Pfadabhängigkeiten oder lock-in Effekte (s.o. 2.1.3, 2.2.2) auf Dauer gestellt und schwer revidierbar sein kann, sollte die Analyse indirekte Umwelteffekte auch frühzeitig in den Blick zu nehmen.

Die Rekonstruktion des Regulierungsproblems muss entsprechend dieser Perspektive also losgelöst von (absehbaren) Verstößen gegen umweltrechtliche Normen erfolgen. Stattdessen stellen nach der unter 2.4.1 eingeführten Terminologie (absehbare) Umwelteffekte von ADS das relevante Regulierungsproblem dar. Die Minderung negativer oder Förderung positiver Umwelteffekte sind hiervon ausgehend als das allgemeine Ziel einer darauf bezogenen Regulierung zu verstehen. Eine Regulierung kann, entsprechend den Ausführungen unter 2.3 aus umweltverfassungsrechtlichen Gründen geboten sein; vor allem, wenn ein Besorgnispotential besteht, dass negative Umwelteffekte von ADS Grundrechtspositionen oder andere Verfassungsgüter beeinträchtigen. Darüber hinaus kann es aus (verfassungs-)rechtlicher Sicht notwendig sein, Umweltentlastungspotenziale, die sich aus der Nutzung von ADS ergeben können, zu erschließen. Denn dies kommt, mindestens mittelbar, korrelierenden Grundrechtspositionen sowie den umweltbezogenen Gemeinwohlbelangen zugute (s.o. Abschnitt 2.3).

Abstrakte, etwa verfassungsrechtlich begründete Zielsetzungen lassen aber kaum Rückschlüsse auf die Inhalte und die Umsetzung einer Regulierung zu. Daher sollten auch in Abwesenheit spezifischer rechtlicher Verhaltensmaßstäbe möglichst konkrete, „problemtreiber-spezifische Regulierungsziele“ formuliert werden.³⁹⁰ Entsprechende Überlegungen sollen daher nicht losgelöst von konkreten umweltrechtlichen Regulierungsoptionen (z.B. produktrechtlichen oder haftungsrechtlichen Instrumenten, Dokumentationspflichten, Transparenz- und Beteiligungsrechten) angestellt, sondern geklärt werden, ob und inwieweit sich umweltrechtliche Instrumente zur Lösung auch solcher neuen Probleme eignen.

Dieses Ausgehen „vom Instrument her“ hat seinen Grund einerseits in der Aufgabenstellung der vorliegenden Untersuchung. Sie bietet aber auch losgelöst hiervon eine Reihe von Vorteilen. So können durch die Betrachtung der Interventionslogik umweltrechtlicher Instrumente regulatorische Erfahrungen mit ökologisch relevanten Technologien, Praktiken oder Produkten für die

³⁸⁸ Hentschel, Ausgestaltung der Betreiberpflichten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes im Hinblick auf energieeffizienzbezogene Maßnahmen zur Luftreinhaltung, UBA-Texte 54/2018, 2018, 68.

³⁸⁹ Siehe dazu oben, Abschnitt 2.1.2 und 2.1.3.

³⁹⁰ S.o. Kapitel 2.4.1; s.a. EU Better Regulation Toolbox, 2023, 109.

Regulierung neuartiger Problemstellungen fruchtbar gemacht werden (s.o. 2.4.1). Denn Regulierungsinstrumente sind ihrerseits die Antwort des Gesetzgebers auf typische und ggf. mit dem vorliegenden Regulierungsproblem vergleichbare Problemlagen. Durch die Orientierung an solchen umweltrechtlich etablierten „**funktionalen Äquivalenten**“ können im Ausgangspunkt rechtspolitischer Überlegungen **begründete Hypothesen über die Effektivität von Regulierungsoptionen** aufgestellt werden. Die Betrachtung spezifischer Instrumente lässt also auch im Hinblick auf neue Problemlagen relativ konkrete Regelungsvorschläge zu. Parallelen zu Regelungen, in denen der Gesetzgeber bereits eine instrumentelle Ausgestaltung vorgenommen hat, können schließlich dazu beitragen, Legitimität und grundsätzliche politische Machbarkeit neuer Regelungen zu plausibilisieren.

Die Formulierung von spezifischen und operationalen Regulierungszielen *de lege ferenda* ist nicht trivial: Einerseits sind idealerweise vorausschauend zu fördernde oder zu vermeidende Umwelteffekte und ihre Ursachen (als Regulierungsproblem) zu prognostizieren oder zu extrapolieren, um dann zu beschreiben, welches maschinelle (Entscheidungs-)Verhalten eine geeignete umweltrechtliche Regulierung als Antwort auf solche problematischen Effekte anstreben sollte. Die Konkretisierung von Regulierungszielen *de lege ferenda* findet also in der Form einer „Suchbewegung“ statt: Von einem hinreichend klaren Bild bislang unregulierter Umwelteffekte von ADS herkommend ist ein mit Blick auf rechtliche oder umweltpolitische Vorgaben begründetes und am Maßstab konkreter Instrumente zu plausibilisierendes, zieladäquates und rechtlich operationalisierbares „Sollverhalten“ für ADS zu rekonstruieren – welche Umweltziele gehören in die Algorithmenregulierung³⁹¹?

In den nachfolgenden Arbeitspaketen sind die betrachteten Instrumente daher auch auf ihre Tauglichkeit zur Regulierung auf noch unregulierte Umwelteffekte zu untersuchen.

Erster Schritt für die vom Instrument ausgehende Rekonstruktion von Regulierungszielen stellt das *von diesem Instrument adressierte Regulierungsproblem* dar. Maßstab eines *allgemeinen Regulierungsziels* ist dessen normative Fundierung im Verfassungsrecht, oder in politischen Zielvorgaben einschlägiger Instrumente (z.B. den Sustainable Development Goals). Schutzgüter und Gesetzeszweck können entsprechende Orientierung für die Klärung grundsätzlicher rechtlicher Fragestellungen bieten. So kann die Gegenüberstellung von Regulierungsproblem und der allgemeinen Ziele eines Regulierungsinstruments gegebenenfalls Anlass für vertiefte verfassungsrechtliche Überlegungen bieten.

Ein weiterer Schwerpunkt der Analyse ist es zu klären, ob und in welcher Hinsicht auch die **rechtlichen Wirkmechanismen des betrachteten Regulierungsinstruments** – i.S. eines „funktionalen Äquivalents“ – eine „Passung“ zum Regulierungsproblem aufweisen. Ist die grundsätzliche Interventionslogik, also der Instrumententyp (z.B. i.S. einer „direkten“ ordnungsrechtlichen oder einer „indirekten“ auf ökonomische Anreize setzenden Regulierung) auf das ADS-induzierte Umweltproblem übertragbar?

Als **spezifisches Regulierungsziel** *de lege ferenda* ist schließlich zu rekonstruieren, wie das konkrete „Verhaltenssoll“ von ADS aussehen müsste: Wie lässt sich ein im Hinblick auf das Regulierungsziel adäquates (Entscheidungs-)Verhalten von ADS – eine Zielfunktion (siehe Abschnitt 2.1.2) – problemadäquat beschreiben, um negative (indirekte) Umwelteffekte zu vermeiden bzw. positive (indirekte) Umwelteffekte zu fördern?

³⁹¹ Vgl. dazu Gebauer, Roboter als Klimaschützer, ZUR 2019, 513.

Textbox 17: Beispiel: Rekonstruktion „problemtreiber-spezifischer Regulierungsziele“

Die Formulierung „problemtreiber-spezifischer“ Regulierungsziele orientiert sich einerseits an den dargestellten Funktionen von ADS-Anwendungen und ihren (generellen) Auswirkungen. So können sich im Hinblick auf indirekte Effekte Regulierungsprobleme ergeben, weil Regelwerke neuartige Anwendungen von ADS und ihre Auswirkungen noch nicht berücksichtigen, z.B. im Hinblick auf Verhaltensänderungen derjenigen, die ADS nutzen, und Rückkopplungen dieser Verhaltensänderung durch adaptive Mechanismen von ADS (s.o. 2.1.4.2.). Dies kann etwa dann der Fall sein, wenn Voreinstellungen einen vorhandenen „bias“ in ihrem Anwendungsbereich aufrechterhalten oder verstärken und dadurch Umweltprobleme verschärfen (siehe hierzu die Beispiele unter 2.2.3). In Betracht kommt auch, dass eine gesetzliche Regelung neue Umweltentlastungspotenziale durch ADS nicht berücksichtigt und etwa die Chance vergibt, andere Situationswahrnehmungen zu eröffnen und so alternative Handlungsroutinen anzustoßen.

Für die Formulierung spezifischer Regulierungsziele ist es notwendig, solche abstrakten Überlegungen weiter zu konkretisieren. Hierfür kann es hilfreich sein, Beispiele für umweltrelevantes (Entscheidungs-)Verhalten von ADS zu entwickeln. Das sollte in Anlehnung an einen wachsenden Bestand wissenschaftlich beschriebener Fallbeispiele und Analysen erfolgen (s.o. 2.2.3). So könnten Effizienzvorgaben für autonome Kfz auch Vorgaben für ein effizientes Routing beinhalten. Solche Vorgaben würden naturgemäß aber immer noch nicht die (vielfach prognostizierten) Mehrverbräuche adressieren, die mit einer mit autonomen Kfz unter Umständen zu erwartende Intensivierung des Verkehrsverhaltens entstehen. Wären z.B. Vorgaben sinnvoll und angemessen, die integrierten Entscheidungssystemen vorschreiben, Nutzern z.B. die Vorzüge regionaler Reisen nahezu legen, oder sie zur Nutzung anderer Verkehrsmittel zu bewegen?

Im unter Abschnitt 2.2.3 dargestellten Beispiel einer an problematischen Zielfunktionen ausgerichteten „predictive maintenance“ entstehen neue Risiken, weil durch die ökonomisch optimierte Steuerung der Ressourcenplanung im Vergleich zu weniger effektiven menschlichen Strategien mit einiger Wahrscheinlichkeit *zusätzliche* Ressourcen verbraucht werden. Menschliche Einzel-Entscheidungen würden in diesen Beispielen einen entsprechenden Regulierungsbedarf vermutlich nicht auslösen. Eine Regulierung könnte aber gerade wegen der Eigenschaft von ADS in Betracht gezogen werden, menschliche (oder automatisierte) Entscheidungen hochgradig skaliert auf der Basis von ggf. zentral vorgegebenen oder zumindest einheitlichen Mustern folgenden Optimierungszielen zu strukturieren (s.o. 2.1.3) und damit *kumulativ* ökologisch inakzeptable Externalitäten zu verursachen.

2.4.4 Regulierungsziel 3: Minderung direkter Umwelteffekte

Ein eigenständiges Regulierungsziel kann zudem darin bestehen, **direkte Umwelteffekte zu regulieren**.³⁹² Direkte Umwelteffekte können, je nachdem um welche Anwendungen es geht, unter bereits bestehende Regelungen fallen. Bei in jüngerer Zeit vieldiskutierten direkten Effekten, wie dem Ressourcenverbrauch beim Training lernender Systeme ist das im Moment aber noch nicht der Fall.

Das Regulierungsziel 3 besteht insoweit in erster Linie darin, den CO₂-Ausstoß und den Ressourcenverbrauch von Hard- und Software bei Herstellung und Programmierung, aber auch im unmittelbaren Betrieb von ADS zu minimieren. Bei der Umsetzung dieses Regulierungsziels hin zu einem effektiven Instrument sind eine Reihe von Entscheidungen zu treffen, beispielsweise über die durch die Regelung zu adressierende Akteure sowie über spezifische Vorgaben zur Bemessung und Berechnung direkter Umwelteffekte (s.o. 2.2.1). Spezifische Zielsetzungen könnten

³⁹² Siehe Abschnitt 2.2.1.

auch konkrete Reduktionspflichten oder Minderungspfade für den CO₂-Ausstoß oder Ressourcenverbrauch vorsehen. Sie könnten sich auch zunächst auf Dokumentations- und/oder Berichtspflichten beschränken, um Transparenz über direkte Umweltwirkungen herzustellen. Bei allen Herausforderungen unterscheidet sich ein entsprechender Regulierungsansatz für ADS aber z.B. nicht wesentlich von Effizienzvorgaben anderer Produkte. Der spezifische Bezug zu (vormals) menschlichen Entscheidungen, der ADS als „Technosteuerung“ auszeichnet (s.o. 2.1.2) ist für direkte Umwelteffekte wenig relevant (s.o. 2.2.2). **Regulierungsziel 3 steht daher in diesem Vorhaben nicht im Zentrum der Überlegungen.**

2.4.5 Intermediäre Regulierungsziele: Technische Vorgaben für ADS?

Die Regulierungsziele 1-3 verlangen nach einer einfachgesetzlichen Ausgestaltung; ggf. unterfüttert durch ein untergesetzliches Regelwerk. Die Frage danach, in welcher Weise solche (Rechts-)normen effektiv auf maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten einwirken können, stellt einen „Knackpunkt“ der Analyse dar. Schon die basale Forderung, dass rechtliche Vorgaben unabhängig davon zu gelten haben, ob menschliche Akteure oder maschinelle Aktanten handeln, kann an den Spezifika maschineller Entscheidungen scheitern: Grundsätzliche Unterschiede zwischen maschinellen und menschlichen Entscheidungsprozessen können dazu führen, dass Regelungsinstrumente, die auf menschliche Akteure zugeschnitten sind, hinsichtlich maschinellem Verhalten und seinen spezifischen Determinanten (s.o. 2.1.4.1) ihre Wirkung verfehlen. Das kann beispielsweise der Fall sein, wenn Akteure, die über die Zielfunktionen von ADS entscheiden, nicht zum Adressatenkreis umweltrechtlicher Regelungsmechanismen zählen oder sich außerhalb des Geltungsbereichs einschlägiger Regeln befinden. Bestehende Regelungen können ihre Ziele auch deshalb verfehlen, weil entsprechende Regelverstöße von ADS nicht oder nur schwer erkennbar sind. Hinzu kommt, dass möglicherweise unklar bleibt, wer für Normverstöße und ihre Beendigung verantwortlich ist, so dass die herkömmlichen Mechanismen rechtlicher Folgenanlastung ins Leere laufen (s.o. 2.1.4.2).

Textbox 18: Durchsetzungsdefizite umweltrechtlicher Regelungen aufgrund von ADS

Ein prominentes Beispiel für neuartige Wirksamkeitsdefizite bestehenden Umweltrechts durch den Einsatz von ADS zeigt sich in Anwendungen, die intentional so programmiert sind, dass sie geltende Standards umgehen. Beispielhaft hierfür steht der „Diesel-Skandal“: Volkswagen und andere Hersteller hatten in der Folge höherer Anforderungen an die Abgasreinigungssysteme von Dieselfahrzeugen einen Mechanismus in die Fahrzeuge integriert, der es ermöglichte, mindestens sechs Jahre lang US-amerikanische und europäische Abgasvorgaben zu umgehen. Es bedurfte – im Fall von Volkswagen – der mehrjährigen Arbeit eines Forschungsteams, um die dafür eingesetzten Codes zu identifizieren: Sobald das Bordsystem anhand bestimmter Parameter (etwa Temperatur, Lenkradeinschlag, Fahrzeugneigung, Luftdruck) erkannte, dass sich das Fahrzeug nicht auf einem Prüfstand befand, deaktivierte es die Abgasreinigungssysteme des Fahrzeugs. In der Folge emittierte das Fahrzeug im normalen Fahrbetrieb Schadstoffe in einem Umfang, der mehrfach über den Grenzwerten lag. Der „Black-Box-Charakter“ der Abgasuntersuchung auf dem Prüfstand machte es sehr schwer, eine solche softwarebasierte Abschalteneinrichtung zu entdecken,³⁹³ denn

³⁹³ Allerdings legt das europäische Typzulassungsrecht (das in nahezu allen Details mit den entsprechenden OECD-Vorgaben übereinstimmt) fest, dass der Hersteller der Behörde die Parameter für die elektronische Steuerung der Abgasminderungssysteme zu übermitteln hat (Führ 2017, NVwZ 2017, 265/268 m.w.N.); dies ist jedoch unterblieben und die Behörde hat diese Angaben offenbar auch nicht eingefordert.

die forensische Verifikation komplexer Softwaresysteme ist für „Externe“ generell schwierig³⁹⁴ – erst recht bei einem cyber-physischen System wie einem modernen Automobil.³⁹⁵

Vor dem Hintergrund, dass maschinelle Entscheidungen als Output von ADS sowohl auf bewusste menschliche Entscheidungen als auch auf (ggf. schwer erklärbare, s.o. 2.1.4.2) Dynamiken des Lernens von ADS zurückgehen können, empfiehlt es sich vor dem Hintergrund der bisherigen Überlegungen, bei der Rekonstruktion von spezifischen Regulierungszielen zwischen zwei unterschiedlichen Ebenen zu unterscheiden.

Erstens erscheint es sinnvoll, die oben dargestellte regulatorische Zielhierarchie, **um eine technische Ebene** zu erweitern: **Technische Regulierungsziele** sind dann die Regulierungsziele, die für ADS festgelegt werden sollten, um die maschinelle Zielfunktion (s.o. 2.1.2) im Sinne umweltadäquater Outputs sicherzustellen und schädliche Auswirkungen auf andere Regulierungsziele zu vermeiden. Die Analyse von Möglichkeiten zur Einflussnahme auf solche Zielfunktionen betrifft das „Alignment“-Problem bei KI-Systemen (s.o. 2.1.4.2): Es geht also um die Frage, durch welche technologiespezifischen Weichenstellungen oder Methoden die Ausrichtung autonomen maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens an umweltrechtlichen Vorgaben gelingen kann.

Hier stellen sich die oben aufgeworfenen Fragen dazu, wie die Herausforderungen zu bewältigen sind, die sich aufgrund der Komplexität und Opazität („Black Box“) und der (mehr oder weniger) autonomen maschinellen Entscheidungsfindung für die Umsetzung menschlich vorgegebener Ziele ergeben. Solange man nicht versteht, warum ADS aus ökologischer Sicht „falsche“ Entscheidungen treffen, erscheint auch die Ausgestaltung und Durchsetzung rechtlicher Steuerung schwierig. Ein ungenügender Einblick in die dynamischen Veränderungen maschineller Entscheidungsstrukturen dürfte die Entdeckung neu auftretender Risiken und ein entsprechendes rechtliches „Nachsteuern“ zumindest erheblich verzögern. Die (technische) Ermöglichung der möglichst weitgehenden Erklärbarkeit von algorithmenbasierten Entscheidungen (etwa durch XAI, s.o. 2.1.4.2) ist daher eine grundsätzliche Vorbedingung umweltrechtlicher Steuerung.

Zweitens lässt sich die rechtliche Verantwortung für solche Weichenstellungen bis auf weiteres³⁹⁶ nur menschlichen Akteuren zuschreiben. Regulierungsinstrumente sind, zumindest auf absehbare Zeit, auf menschliche Adressaten angewiesen. Auf der **untersten Ebene der Wirkungskette** stehen daher operative Maßnahmen, die auf die (menschlichen) Akteure im KI-Lebenszyklus dahingehend Einfluss nehmen, dass diese im Sinne der Regulierung auf Dynamiken maschinellen Lernen und Entscheidens einwirken.

Textbox 19: Technische Regulierungsinstrumente

Reuel et al. beschreiben in einem Fachartikel vom Juli 2024 einen Überblick über Instrumente technischer KI-Governance („Technical AI Governance – TAIG“) die sie als „technische Analyse der Instrumente zur Unterstützung effektiver Governance von KI“ definieren. Hierfür werden sechs übergeordnete Governance-Instrumente unterschieden („capacities encompass a comprehensive suite of abilities and mechanisms that enable stakeholders to understand and shape the development, deployment, and use of AI, such as by assessing or verifying system properties“). Diese richten sich auf die oben (2.1.4) als Determinanten bezeichneten Hebelpunkte für die Einflussnahme auf KI-Systeme („essential building blocks and operational elements of AI systems that governance

³⁹⁴ Siehe dazu den „Leitfaden IT-Forensik“ des Bundesamtes für die Sicherheit in der Informationstechnik (BSI, Leitfaden IT-Forensik, 2011).

³⁹⁵ Contag et al., 2017, How They Did It: An Analysis of Emission Defeat Devices in Modern Automobiles, <https://cseweb.ucsd.edu/~klevchen/diesel-sp17.pdf>.

³⁹⁶ Vgl. hierzu Abschnitt 4.5.3.2.1.

efforts may aim to influence or manage“). Die Governance-Instrumente Bewertung (assessment),³⁹⁷ Zugang (access)³⁹⁸, Verifizierung/Kontrolle (verification)³⁹⁹ und Sicherheit (security)⁴⁰⁰ bezögen sich dementsprechend jeweils auf Daten, Modelle und Algorithmen, Rechenleistung (Compute) und den Einsatz der Anwendungen. Daneben explizieren die Autorinnen und Autoren zwei übergeordnete Instrumente, die über alle Determinanten hinweg zu beachten sind: *Operationalisierung* beinhalte die Übersetzung von ethischen Grundsätzen, rechtlichen Anforderungen und Governance-Zielen in konkrete Strategien, Verfahren und technische Standards. Schließlich sei eine vorausschauende, zukunftsichere und adaptive KI-Governance zu gewährleisten. Ein „Ökosystem-Monitoring“ ermögliche es den KI-Governance-Akteuren, fundiertere Entscheidungen zu treffen, künftige Herausforderungen besser zu antizipieren und wichtige Hebelpunkte für wirksame Governance-Maßnahmen zu identifizieren.⁴⁰¹

Spezifisch technische Regulierungsinstrumente, die konkret auf die Einhaltung rechtlicher Regelungen ausgerichtet sind, können in diesem Sinne als **spezifisches Störungs-Vorsorgerecht** verstanden werden, wobei der Störfall in einem Verstoß gegen ein rechtlich vorgegebenes Steuerungsprogramm (die rechtlich gebotene Zielfunktion) besteht: Auch die Pflichten der KI-VO, die ein in diesem Sinne rechtmäßiges (Entscheidungs-)Verhalten der Systeme sicherstellen sollen, sind in weiten Teilen als rechtliche Operationalisierungen technischer Governance-Instrumente im Sinne von Reuel et.al.⁴⁰² zu betrachten. In Orientierung an diesem technischen Regulierungsansatz könnte etwa in Erwägung gezogen werden, solche KI-Systeme als Risiko-Systeme zu fassen, die in bestimmten Anwendungskontexten dazu genutzt werden, die Einhaltung von (rechtlich vorgegebenen) Emissionsgrenzwerten oder Umweltqualitätsnormen sicherzustellen. Das „Risiko“ wird nach diesem Ansatz also *nicht unmittelbar* als Bedrohung eines gefährdeten Schutzguts begriffen, sondern *mittelbar*, als drohender Verstoß gegen umweltrechtliche Gebote oder Verbote bestimmt. Risikoanalyse- und -minderungspflichten könnten sich dann z.B. auf die Vermeidung von Fehlsteuerungen von Systemen richten, die dazu eingesetzt werden, rechtlich vorgegebene Grenzwerte für Emissionen, Einsparungen von Ressourcen o.ä. automatisch zu implementieren oder zu kontrollieren.⁴⁰³

Die oben in Abschnitt 2.1.4 dargestellten Herausforderungen einer gezielten Einwirkung auf maschinelles Entscheiden lassen sich in diesem Sinne positiv als spezifische und operative Ziele einer Regulierung von ADS neu formulieren. Diese lauten insbesondere: **Dokumentation** und **Transparenz** der Entscheidungsfindung und ihrer Determinanten ADS-Lebenszyklus, technische Ermöglichung der **Erklärbarkeit (Reflexivität)** und **Reversibilität** maschineller Entscheidungen, um eine (auch) regulatorische Reaktion auf unvorhergesehene Entwicklungen zu ermöglichen.

Wie angedeutet können umweltrechtliche Instrumente gerade hinsichtlich solcher intermediären Ziele wertvolle Orientierung liefern. Das Umweltrecht stellt eine Vielzahl unterschiedlicher Instrumente zur Verfügung, durch die Informationsdefizite verarbeitet, Vorsorgemaßnahmen

³⁹⁷ „The purpose of assessment is to detect problematic behavior or impacts of AI systems before resulting harms can materialize, as well as to ensure systems are safe, robust, and non-discriminatory.“

³⁹⁸ As examples, external access will likely be a necessary consideration for facilitating third-party audits [...], evaluations by government AI safety institutes [...], and independent academic research“.

³⁹⁹ „[V]erification concerns the process of checking whether an AI system complies with a [specific] regulation, requirement, specification, or imposed condition“, as opposed to evaluating the system’s performance, capabilities, or potential societal impacts“.

⁴⁰⁰ “[S]ecurity in the context of AI governance [...] aims to ensure that unauthorized actors are not able to access systems and infrastructure not intended for their use, nor use systems for malicious purposes.“

⁴⁰¹ Z. Ganzen s. Reuel et al., Open Problems in Technical AI Governance, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.14981>.

⁴⁰² Z. Ganzen s. Reuel et al., Open Problems in Technical AI Governance, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.14981>.

⁴⁰³ Vgl. hierzu die Überlegungen unter 6.1.5.1.

relevanter Akteure stimuliert, schädliche Dynamiken eingedämmt, oder mit diffusen Verantwortlichkeiten umgegangen werden soll. Die in den folgenden Kapiteln untersuchten Instrumente sind daher insbesondere auch dahingehend zu analysieren, ob die in ihnen geregelten **Verfahren, Organisationspflichten, ihre Kanalisierung menschlicher Verantwortung** im ADS-Lebenszyklus (auch i.S.e. „Verantwortungszuweisungsrechts“)⁴⁰⁴ sowie ihre **Mechanismen der Kontrolle und Verifizierung** mit Blick auf den Lebenszyklus maschineller Entscheidungen „passen“. Ob dies der Fall ist, hängt davon ab, welche normativen Ziele die Regelung verfolgt und inwieweit angesichts der jeweiligen Problemkonstellation das Recht eine möglichst „maßgeschneiderte“ Antwort auf die Handlungssituation der jeweils involvierten Akteure formuliert. Eine solche „responsive Regulierung“⁴⁰⁵ stützt sich auf ein Verständnis der infrastrukturellen und technischen Kontextbedingungen, die davon bestimmten Handlungsmöglichkeiten sowie die jeweiligen Fähigkeiten und die Motivationslage der Beteiligten.⁴⁰⁶

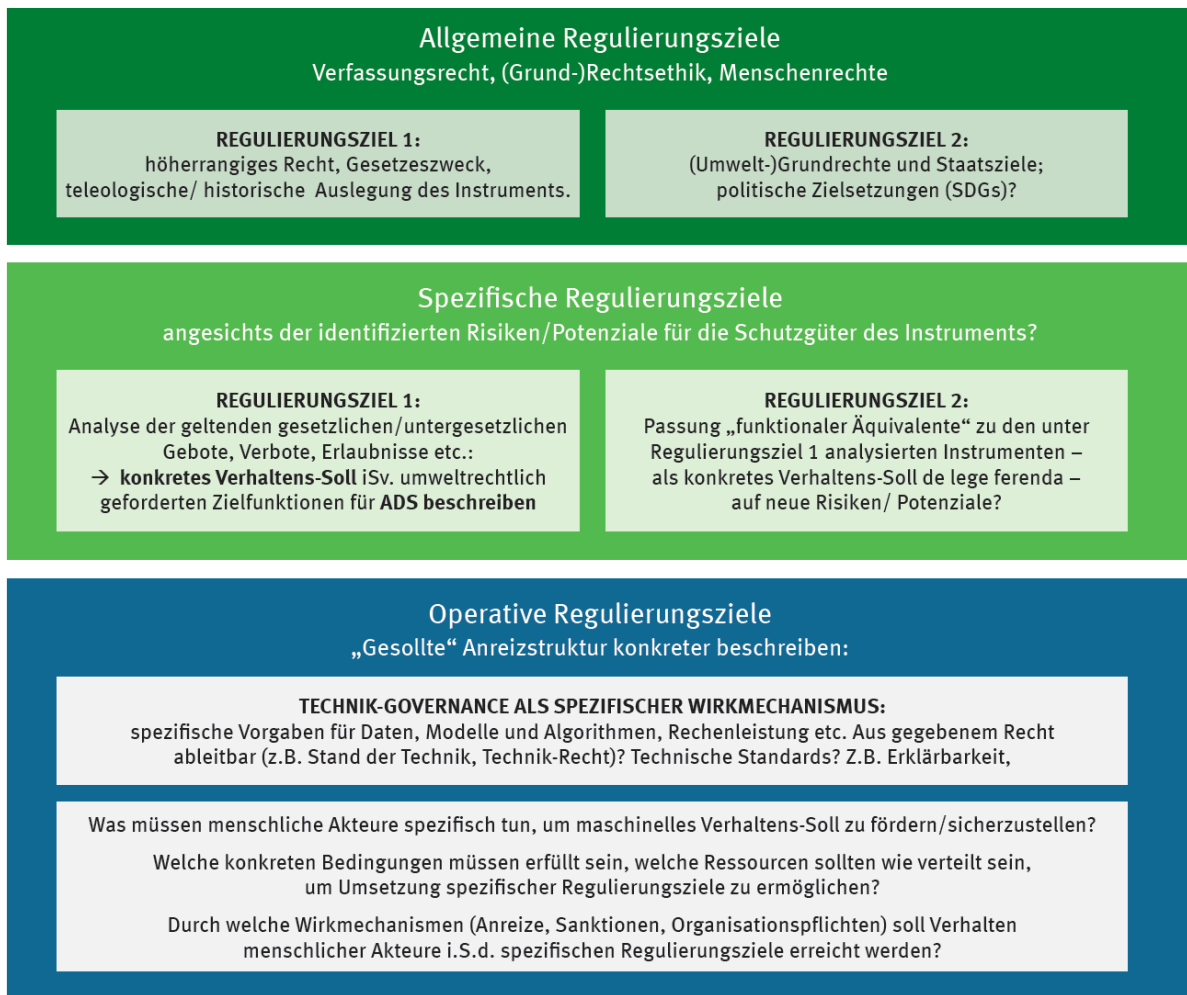
Will man algorithmische Steuerungsinstrumente regulieren, ist sowohl die maschinelles als auch menschliches Verhalten zu adressieren. Dabei sind die unterschiedliche Wirksamkeitsbedingungen zu berücksichtigen. Zu unterscheiden ist zusätzlich zwischen Regulierungszielen *de lege lata* und Regulierungszielen *de lege ferenda*. Damit ergibt sich folgende Zielmatrix:

⁴⁰⁴ v. Landenberg-Roberg, Verantwortungszuweisung im Klimaschutzrecht. In: Ammann et al. (Hrsg.), Verantwortung und Recht. 62. Junge Tagung Öffentliches Recht, 2022, 338. Dem Autor geht es um rechtliche Instrumente, die Probleme einer kollektiven Verantwortung adressieren „Nur wenn am Ende die einzelnen Akteure sicher sein können, dass ihre kostenintensiven Treibhausgasreduktionserfolge nicht durch das „Trittbrettfahren“ Anderer zunichte gemacht werden, hat Klimaschutzpolitik eine Chance auf Erfolg.“ Gemeint sind also solche Regeln, Prinzipien etc., die gerade vermeiden sollen, dass Probleme kollektiven Handelns ein Entstehen der Nutzer von Gemeingütern für die von ihnen verursachten negativen Auswirkungen verhindern.

⁴⁰⁵ Zu diesem Ansatz siehe Bizer et al. (Hrsg.), Responsive Regulierung - Beiträge zur interdisziplinären Institutionenanalyse und Gesetzesfolgenabschätzung, 2002.

⁴⁰⁶ Siehe dazu die Nachweise in Fn. 386.

Abbildung 5: Zielmatrix: rechtlich geforderte menschliche und maschinelle Verhaltensbeiträge



Quelle: eigene Darstellung.

Diese Zielmatrix gestaltet zentrale Analyseschritte der in den folgenden Kapiteln durchzuführenden Bewertung von Regulierungsinstrumenten inhaltlich aus. Regulierungsziele sind dabei mit einem hinreichend klaren und möglichst wissenschaftlich zu plausibilisierenden Bild von Eigenschaft und Ursachen eines möglicherweise **zielabweichenden Verhaltens** der Regulierungsadressaten – dem „Delta“ einer Regulierung – zu kontrastieren. Der folgende Abschnitt skizziert das Vorgehen einer solchen ADS-spezifischen Delta-Analyse.

2.5 Bewertung von Instrumenten zur umweltrechtlichen Steuerung von ADS

Im weiteren Gang der Untersuchung sind bereits bestehende umweltrechtliche Instrumente im Hinblick darauf zu bewerten, inwieweit sie ADS gemäß den vorgenannten Regulierungszielen effektiv adressieren. Für die Frage, inwieweit die damit allgemein umschriebenen gesellschaftlichen Zielvorstellungen im konkret regulierten Handlungsfeld angemessen zum Tragen kommen, bieten die Prüfungsschritte der *Delta-Analyse* einen geeigneten methodischen Rahmen: Ausgangspunkt der *Delta-Analyse* ist die jeweilige Problemkonstellation (1) und die hierauf bezogenen Regulierungsziele. Daran anknüpfend ist zu klären, welche Beiträge von den Akteuren konkret zu leisten sind, um im Soll-Zustand (2) das Regulierungsziel zu erreichen. Stellt man dem die Situation im Status quo (3) gegenüber, ergibt sich in der Abweichung von Ist- zum Soll-Zustand

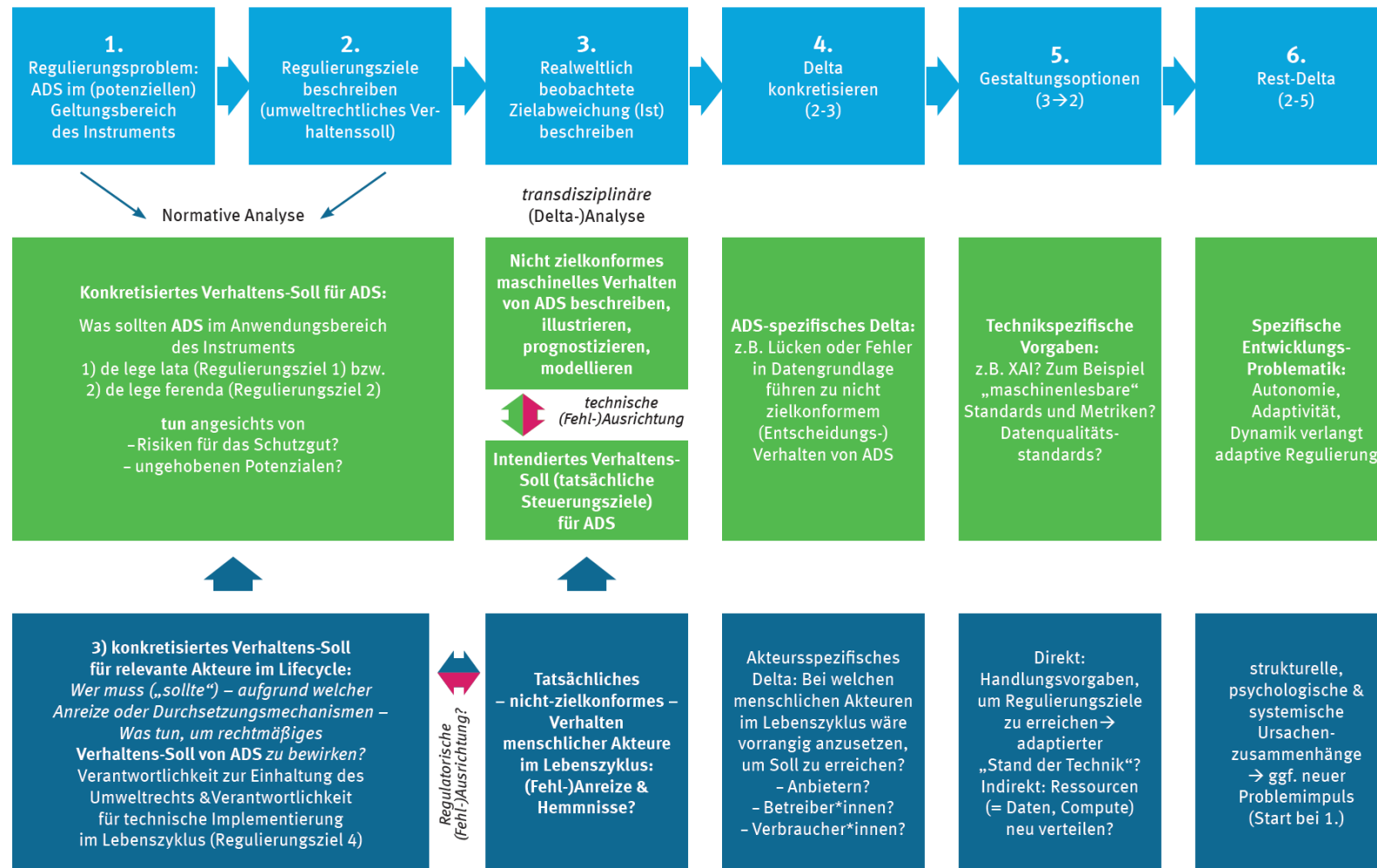
ein Zielerreichungs-Delta (4). Hierauf aufbauend werden Ursachen für das Delta analysiert (5) und regulatorische Hebel vorgeschlagen, um diese Ursachen zu beheben.⁴⁰⁷

Dieses Vorgehen kontrastiert die Regulierungsziele (s.o. 2.4) mit einer empirischen Perspektive auf die beobachtbaren oder absehbaren Entscheidungsmuster von ADS. Ein Schwerpunkt der hier durchgeführten juristischen Analyse liegt darauf, die oben näher beschriebene (insbesondere unter 2.4.5 unten) regulatorische Zielhierarchie im Hinblick auf das im Anwendungsbereich bestehender umweltrechtlicher Regelwerke geforderte (Entscheidungs-)Verhalten zu konkretisieren. Ein wichtiger „Knackpunkt“ der Bewertung von Regulierungsinstrumenten liegt allerdings darin, plausiblerweise zu erwartende Zielabweichungen von ADS zu entwerfen, um konkrete Regelungslücken und passgenaue Gestaltungsoptionen zu identifizieren. Entsprechende Überlegungen bedürften einer transdisziplinären Methodik und Analyse, die im vorliegenden Projektzuschnitt nur ansatzweise zu entwerfen und umzusetzen ist (s. hierzu unten 2.5.2).

Die folgenden Arbeitspakete orientieren sich dementsprechend an den in der folgenden Abbildung skizzierten Analyseschritten.

⁴⁰⁷ Weiterführend hierzu s. Führ/Bizer, Praktisches Vorgehen in der interdisziplinären Institutionenanalyse, 2022 sowie die Darstellung unter <https://www.sofia-darmstadt.de/wir-ueber-uns/delta-analyse> (01.07.2024).

Abbildung 6: Kombinierte Regulierungs- und Technikfolgenbewertung für die umweltrechtliche Regulierung von ADS



Quelle: eigene Darstellung, aufbauend auf: Führ/Bizer (2022).

Diese Struktur wird in den Kapiteln 3 - 4.5 sinnvoll und unter eigener Schwerpunktsetzung auf die jeweilige Fragestellung übertragen. Durch Verweise werden die Ergebnisse der vorangegangenen Unterkapitel in das Bewertungsraster integriert.

2.5.1 Konkretisierung des umweltrechtlichen Verhaltenssolls für ADS de lege lata

Wie dargelegt (s.o. 2.4.1.), sind die betrachteten Regulierungsinstrumente einerseits dahingehend zu untersuchen, ob sie in der Lage sind, bereits erkannte Umwelteffekte, die auf maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten zurückgehen, in ihrem Anwendungsbereich effektiv zu adressieren (Regulierungsziel 1). Hiervon zu unterscheiden ist die Frage, inwieweit die betrachteten Instrumente dazu geeignet sind, bislang nicht regulierte Umwelteffekte von ADS zu adressieren (Regulierungsziel 2).

Beide Regulierungsziele betreffen ein *maschinelles Verhaltenssoll* – es sind also ggf. umwelt-(verfassungs-)rechtlich geforderte *Steuerungsziele* oder *Zielfunktionen* (2.1.2) zu rekonstruieren und in (rechtlich operationalisierbare) Regulierungsziele zu übersetzen.

Im Hinblick auf **Regulierungsziel 1** geht es zunächst um die Beantwortung der *Rechtsfrage*, welche Vorgaben das betrachtete Instrument de lege lata formuliert und was dies für ADS bedeutet. Bei der Beschreibung des maschinellen „Verhaltenssolls“ im Anwendungsbereich des Regulierungsinstruments ist das gesetzliche Normprogramm in den Blick zu nehmen, wobei auch dessen weitere Konkretisierung durch untergesetzliche Regelwerke, Rechtsprechung und Literatur zu berücksichtigen ist. Dabei sind zunächst Anwendungsbereich und Interventionslogik des Instruments möglichst prägnant zu beschreiben (s.o. 2.4): Welche Handlungsvorgaben (= spezifische Ziele) sollen welche (allgemeinen) ökologischen Ziele erreichen helfen? Welche Akteure sollen welche (operationalen) Vorgaben beachten, um zu den Zielen beizutragen?

Das umweltrechtliche Verhaltenssoll dürfte sich für einige der betrachteten Instrumententypen einfacher beschreiben lassen: So formulieren umweltverwaltungsrechtliche Regelungen für manche Konstellationen konkrete Ge- oder Verbote, die man unproblematisch in eine Zielfunktion für maschinelles Verhalten „übersetzen“ kann.

Bei anderen Instrumenten sind die ökologischen Bezüge und Wirkmechanismen hingegen zunächst herauszuarbeiten. Unterschiedliche Typen einer „indirekten“ umweltbezogenen Regulierung formulieren keine Ge- oder Verbote mit einem offensichtlichen Bezug zu umweltrechtlichen Regulierungszielen. Das tatbestandliche „Verhaltenssoll“ weist dann keine unmittelbaren Bezüge zu Umweltwirkungen auf, die u.U. auf ADS übertragbar wären. Allgemeine ökologische Ziele sollen entsprechend der „Interventionslogik“ (also der vorgesehenen Wirkungskette der Instrumente, s. Abschnitt 2.4) solcher Instrumente vielmehr erst durch Verfahren, oder Organisation, über Ansprüche bestimmter Akteure, Mitteilungspflichten oder Auskunftsrechte und daraus ggf. resultierende ökonomische Anreize gefördert werden. Bei „indirekten“ Regulierungsinstrumenten sind zunächst diese vorgelagerten Regulierungsziele zu beschreiben und in einem zweiten Schritt zu rekonstruieren, wie die dazu eingesetzten Instrumente mit ihren spezifischen Vorgaben (allgemeine) Umweltziele fördern – Risiken mindern, Potenziale heben (s.o. 2.4.1) – sollen. Die Bewertung „indirekter“ Instrumente hat dann zu klären, ob sie auch auf die Besonderheiten maschineller Entscheidungen und ihrer Determinanten „passen“.

Textbox 20: Konkretisierung des Verhaltens-Solls indirekter Regulierungsinstrumente:

- Beispielsweise setzen prozedurale Rechte für Umweltverbände darauf, dass die Befähigung von Akteuren, die typischerweise ökologische Gemeinwohlbelange vertreten, dazu führt, dass Vorhabenträger und Behörden Umweltinteressen, beispielsweise bei Planungsentscheidungen, besser Rechnung tragen.

- ▶ Vorschläge einer Datenregulierung (s. hierzu weiter unten, Kapitel 3) zielen ebenfalls auf zu-
meist sehr breit definierte Gemeinwohlziele ab und setzen dabei darauf, dass sie eine – in ih-
ren jeweiligen Zwischenschritten voraussetzungsvolle – „Wirkungskette“ zur Erreichung ihrer
Ziele in Gang setzen: Beispielsweise sollen durch die Ermöglichung der Monetarisierung von
Daten⁴⁰⁸ Anreize zur Produktion zum Verkauf und Weiterverkauf verbessert werden, damit op-
timisierte Datenmärkte die Datenverfügbarkeit verbessern wodurch wiederum datengetriebene
Innovationen gefördert werden. Solche Innovationen werden wiederum ohne weitere Diffe-
renzierung als Treiber von „growth und wellbeing“ betrachtet.⁴⁰⁹ Eine umweltrechtliche Be-
wertung hat diese Interventionslogik auf ihre Vereinbarkeit mit umweltbezogenen Zielsetzun-
gen hin zu analysieren.⁴¹⁰
- ▶ Die Stärkung von Gewährleistungsrechten im Kaufrecht soll zu einer längeren Nutzungsdauer
von Produkten und, indem ein unnötiger Neuerwerb vermieden wird, letztlich zu weniger Res-
ourcenverbrauch führen.
- ▶ Informationspflichten im Verbrauchsgüterkauf sollen unter anderem helfen, informierte Kon-
sumentscheidungen im ökologischen Sinne zu ermöglichen und dadurch produktspezifische
Umweltbelastungen vermeiden helfen.
- ▶ Haftungsrechtliche Regeln sollen entscheidende Akteure in allen denkbaren Sektoren ange-
sichts des geschaffenen (ökonomischen) Haftungsrisikos dazu bewegen, angemessene Vorsor-
gemaßnahmen zur Vermeidung von Schäden Dritter zu ergreifen. Das gilt auch und gerade im
Hinblick auf Umweltschäden, soweit durch diese geschützte Rechte Dritter verletzt werden.
Maßstab für die Angemessenheit vorsorglichen Verhaltens ist die im Verkehr erforderliche
Sorgfalt; konkretisiert etwa durch Organisationspflichten und den Stand der Technik.

In einem zweiten Schritt ist zu erörtern, ob und inwieweit sich aus den Vorgaben der Instru-
mente bereits ein spezifisches Verhaltenssoll für die Ausrichtung maschineller Diagnosen/Prog-
nosen/Empfehlungen oder Entscheidungen ableiten lässt. Es ist also das gesetzlich geforderte
maschinelle Verhalten im Hinblick auf die **Einsatzbereiche, Funktionen und möglichen Aus-
wirkungen** von ADS zu beschreiben. Der Fokus der rechtlichen Analyse des jeweiligen Instru-
ments wird also auf das oben dargestellte Regulierungsproblem (2.2.) hin konkretisiert: lässt
sich der gesetzliche Tatbestand und das damit beschriebene Verhaltenssoll sinnvoll auf maschi-
nelles (Entscheidungs-)Verhalten im betrachteten Anwendungsbereich von ADS übertragen? Die
Analyse bezieht sich in diesem ersten Schritt der Bewertung allein auf die Konkretisierung der
rechtlich geforderten Ergebnisse – die Frage nach den tatsächlichen Bedingungen dafür, unter
denen eine effektive Steuerung möglich ist, sind erst Gegenstand von Schritt 2 (Abschnitt 2.5.2).
Bei der normativen Rekonstruktion sind auch aktuelle rechtspolitische Entwicklungen und
Rechtsprechung zu berücksichtigen, welche die spezifischen und operativen Gehalte des Instru-
ments näher bestimmen.

Textbox 21: Leitfragen für die Entwicklung instrumentenspezifischer Regulierungsziele

Welche Anwendungsperspektiven für ADS sind im Regelungsbereich des Instruments absehbar?

Welches abstrakt-generell beschreibbare, maschinelle (Entscheidungs-)Verhalten fordert das zu
bewertende Regelwerk im Hinblick auf diese Anwendungen?

⁴⁰⁸ Der Vorschlag der Europäischen Kommission für eine Verordnung über harmonisierte Vorschriften für einen fairen Datenzugang und eine faire Datennutzung (COM(2022) 68 final), mittlerweile als „Data Act“ verabschiedet, will die Monetarisierung von Daten explizit ermöglichen, so Hennemann et al., The Data Act Proposal, Literature Review and Critical Analysis, University of Passau Literature Review Series No. 23-01 (2023), 10.

⁴⁰⁹ OECD (2015), Data-Driven Innovation, Big Data for Growth and Well-Being, Report.

⁴¹⁰ So bereits Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019.

- ▶ z.B. **stoff- oder verhaltensbezogene** Ge-/Verbote für ADS in maschinellen Steuerungssystemen für Industrieanlagen: Die im BImSchG und den zugehörigen Verordnungen festgelegten Emissionswerte für bestimmte Schadstoffe sind von ADS ebenso zu berücksichtigen, wie dies für Menschen gilt.
- ▶ z.B. immissionsschutzrechtliche Grundpflichten: Werden neue *Steuerungspotenziale, spezifische Risiken von Fehlsteuerungen „lernender ADS“ oder neue technische Umgehungsmöglichkeiten* durch den immissionsschutzrechtlichen Stand der Technik abgebildet?

Bezüglich **indirekter Instrumente** ist die Rekonstruktion des maschinellen Verhaltenssolls komplizierter: Hier ist zunächst zu klären, in welcher Weise die spezifischen Regulierungsziele des Instruments für die Anwendungsbereiche von ADS relevant werden können. Sodann ist herauszuarbeiten, welches umweltrelevante (Entscheidungs-)Verhalten das Instrument bei ADS bewirken soll. Es ist zu analysieren, ob die spezifischen und operationalen Zielsetzungen des Instruments geeignet sind, allgemeine umweltbezogene Zielsetzungen, die das Instrument – ggf. neben anderen Zielsetzungen – verfolgt, auch im Hinblick auf ADS zu fördern. Solche Überlegungen dürfen in einem ersten Schritt spekulativ sein, z.B.

- ▶ könnte mit Blick auf das Mängelgewährleistungsrecht, gefragt werden, in welcher Weise/in welchen Konstellationen sich kaufrechtliche Gewährleistungsrechte auf ADS erstrecken können. Verlangt der Anspruch auf mangelfreie Leistung von ADS als (Teil einer) Kaufsache eine Funktion im Sinne ggf. versprochener energetischer oder sonstiger Effizienzvorteile? Können ökologisch ungünstige „default“-Einstellungen zur Gerätesteuerung durch ADS (z.B. in Geräten zur automatisierten Heizungssteuerung) als Sachmangel im Rechtssinne betrachtet werden? Wie liegt es, wenn ein Mehrverbrauch auf ein Lernverhalten des ADS (auch) durch eine Ausrichtung des Geräts am Nutzerverhalten zurückgeht?
- ▶ Ist eine Abweichung der mit einem Chatbot im Onlinehandel vereinbarten (ökologischen) Beschaffenheit der Kaufsache von ihrer tatsächlichen Beschaffenheit als kaufrechtlicher Mangel zu begreifen?

Solche Fragen sollten sodann selbstverständlich durch eine vertiefte juristische Analyse beantwortet werden.

2.5.2 Regelungslücken: Eigenschaften und Ursachen rechtswidrigen (Entscheidungs-)Verhaltens von ADS

Im zweiten Schritt der Analyse wird die „Passung“ des Instruments – also die seiner Interventionslogik oder Wirkungskette (s.o. 2.4.1) – auf die Determinanten maschinellen Entscheidungsverhaltens untersucht. Für diesen zweiten Schritt der Delta-Analyse sollten, soweit möglich, **typische Ursachen dafür näher beschrieben werden, dass maschinelles (Entscheidungs-)Verhaltens von den spezifischen und operativen Regulierungszielen** des Instruments abweichen könnte.

Hierfür sind zunächst unter Bezugnahme auf die unter 2.1.2, 2.1.3 und 2.2. beschriebenen Charakteristika von ADS plausible Szenarien zu normabweichendem (Entscheidungs-)Verhalten zu entwickeln. Dieser Schritt der Analyse entwirft also ein Gegenszenario zum zuvor (s. 2.5.1) konkretisierten Verhaltenssoll für eine Technosteuerung und ist eine sinnvolle gedankliche „Übung“ für die Identifikation oder Extrapolation zielabweichenden maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens und seiner Ursachen.

Die untenstehende Abbildung vertieft die entsprechende Stufe der Delta-Analyse (s. Abbildung 7) und illustriert, wie eine die Beschreibung oder Abschätzung zielabweichenden maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens ablaufen könnte. Ein tatsächlich zielabweichendes (Entscheidungs-)Verhalten

)Verhalten kann unter Umständen bereits tatsächlich beobachtet werden. Im Fall, dass umweltrechtswidrige ADS also bereits als empirische Phänomene beschrieben können, besteht die Herausforderung darin, die Ursachen hierfür zu identifizieren und dadurch passgenauen Ergänzungen des Rechtsrahmens zugänglich zu machen (phänomeninduzierte Analyse⁴¹¹). Vielfach dürften entsprechende Rechtsverstöße aber noch nicht vollständig in Erscheinung getreten sein. Eine vorsorgliche umweltrechtspolitische Technikfolgenabschätzung sollte dann ausgehend von den strukturellen Besonderheiten sozio-technischer Systeme prognostizieren, oder modellieren, wie ein zielabweichendes (Entscheidungs-)Verhalten von ADS aussehen könnte (technikinduzierte Analyse⁴¹²). Wichtige Grundlagen für eine solche Analyse wurden in den vorherigen Kapiteln beschrieben. Eine belastbare „phänomeninduzierte“ wie auch eine „technikinduzierte“ soziotechnische Analyse⁴¹³ sollten idealerweise aber in transdisziplinären Settings durchgeführt werden und liegt in dieser Form außerhalb der Möglichkeiten im vorliegenden Projekt.

⁴¹¹ Zweig et.al. 2021, 85 ff.

⁴¹² Zweig et.al. 2021, 113 ff.

⁴¹³ Vgl. Zweig et.al. 2021, 85 ff., sowie 113 ff.

Abbildung 7: Transdisziplinäre Technikfolgenabschätzung: Beschreibung zielabweichenden maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens



Quelle: eigene Darstellung.

Die folgenden Kapitel können eine solche sozio-technische Analyse zwar nur bedingt durchführen, sollen sich aber gleichwohl um die möglichst weitgehende Plausibilisierung absehbaren nicht zielkonformen (Entscheidungs-)Verhaltens bemühen. Neben konkreten Anwendungen und Anwendungsperspektiven aus der Literatur kann es hilfreich sein, sich die Steuerungsfunktionen von ADS (2.1.2) nochmals zu verdeutlichen.

Textbox 22: Beispiele für normabweichendes (Entscheidungs-)Verhalten in Orientierung an ADS-Funktionen

Z.B. im Hinblick auf die *deskriptive* Funktion von ADS:

- ▶ Falsche oder missverständliche Beschreibung technischer oder natürlicher Zusammenhänge durch intelligente Empfehlungsassistenten im Kontext von Industrie 4.0. führt zu Umweltschäden.
- ▶ Falsche Informationen zum ökologischen Fußabdruck z.B. spezifischer Produkte oder Mobilitätsoptionen.

Im Hinblick auf die *prädiktive* Funktion von ADS:

- ▶ Fehler von ADS als Steuerungskomponente in Anlagen zur Einhaltung von Emissionsgrenzwerten führt zu Überschreitung von Grenzwerten.
- ▶ Falsche Priorisierung/Gewichtung unterschiedlicher Umwelteffekte (z.B. Emissionsminderung vs. Ressourceneinsparung) einer Maßnahme führt zu unverhältnismäßigen Belastungen in einem der betroffenen Umweltbereiche.⁴¹⁴

Im Hinblick auf die Prognosefunktion:

- ▶ Zu starke Gewichtung der absehbaren Kosten einer Umweltschutzmaßnahme und/oder die Über-, oder Unterschätzung zu erwartender positiver/negativer Umwelteffekte von Maßnahmen bringen Umweltbelastungen mit sich. Auch kleinere Fehlprognosen führen angesichts der infrastrukturellen Funktion von ADS (2.3.1.2, 2.1.3) ggf. zeitverzögert und/oder in der Summe zu gravierenden Effekten.

Im Hinblick auf die „persuasive“ Funktionalität von ADS:

- ▶ Personalisierung ADS-generierter Entscheidungsvorschläge verstärkt umweltschädliche biases und Gewohnheiten der Nutzer.

Nach der juristischen Analyse in Schritt 1 und der Konkretisierung möglicher Rechtsverstöße durch ADS sollen, soweit möglich, **die Determinanten** identifiziert werden, die für das normabweichende (Entscheidungs-)Verhalten von ADS ausschlaggebend sein können (2.1.4). Wie dargestellt, erfordert der Fokus auf maschinelles Steuerungsverhalten eine Unterscheidung zwischen technologischen Determinanten und solchen Regulierungsansätzen, die auf menschliche Akteure im ADS-Lebenszyklus einwirken sollen.

Textbox 23: Folgende Leitfragen können diese Analyse unterstützen:

Können Determinanten für *autonome* und ggf. von den vorgesehenen Steuerungszielen abweichende maschinelle (Fehl-)Entscheidungen identifiziert werden?

- ▶ Bestehen z.B. sozial-ökologisch relevante biases in der datenförmigen „Lernumwelt“ der Systeme?

⁴¹⁴ Gemäß der vorangestellten Integrationsklausel des § 5 Abs. 1 BImSchG sind unter dem Vorsorgegebot solche technischen Maßnahmen zu ergreifen, die unter Einhaltung von Verhältnismäßigkeitsanforderungen zu einer Emissionsminderung führen, zugleich aber nicht in anderen Umweltbereichen relevante Belastungen hervorrufen. Wie Hentschel (2018) feststellt, kann die Bilanzierung der demnach miteinander ins Verhältnis zu setzenden Belastungen in der Praxis Schwierigkeiten bei der Einschätzung einer Maßnahme bereiten, da unter Umständen verschiedene Emissionen zueinander ins Verhältnis gesetzt werden müssen. So ist unklar, „wie z.B. weniger Feinstaub mit mehr Kohlendioxid“ zu verrechnen ist; s. Hentschel, Ausgestaltung der Betreiberpflichten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes im Hinblick auf energieeffizienzbezogene Maßnahmen zur Luftreinhaltung, UBA-Texte 54/2018, 2018, 68. Gerade der Umgang und die häufig schwer vorhersehbaren Folgen von Zielkonflikten beim Training von KI-Modellen stellen eine besondere Problemstellung von ADS dar. Die Frage, welche praktischen Auswirkungen es hat, wenn die Bewertung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen auf maschinelle Entscheidungsvorschläge gestützt wird, ist ebenso ungeklärt, wie die rechtliche Bewertung von Fehlentscheidungen.

- ▶ Sind andere „Alignment-Probleme“ mit nachteiligen Folgen für die zuvor konkretisierten Regulierungsziele identifizierbar, z.B. „specification-gaming“ oder problematische Wechselwirkungen interagierender Aktanten (s.o. 2.1.4.2)?
- ▶ Ist die mit der regulatorischen Interventionslogik verbundene „Anreizstruktur“ einer Regelung nicht in effektive Anreize im Hinblick auf maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten „übersetzbar“ (z.B.: „wirkt „naming and shaming“ als wesentlicher Hebel von Berichtspflichten auch im Lebenszyklus von ADS)? Unter welchen Bedingungen ist ein mit Sanktionsdrohungen verbundener Abschreckungsmechanismus für lernende Systeme verarbeitbar?
- ▶ Bestehen technologische Hindernisse für die Identifikation von (menschlichen oder maschinellen) Determinanten maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens (z.B. Verantwortungsdiffusion, Black Boxes, Dynamik) als Ursachen nicht-intendierten (Entscheidungs-)Verhaltens von ADS?
- ▶ Kann das maschinelle Fehlverhalten auf bewusste (Management-, oder Design-)Entscheidungen von relevanten menschlichen Akteuren im ADS-Lebenszyklus (s.o. 2.1.4) zurückgeführt werden, z.B. von Verantwortlichen für Entwicklung und Design?
- ▶ Worin liegt der zum maschinellen Rechtsverstoß führende Verhaltensbeitrag dieser Akteure?
- ▶ Sind strukturelle Ursachen für Motive beschreibbar, die dazu führen, dass diese Akteure in entscheidenden Phasen des Lebenszyklus problematische Entscheidungen treffen? Können spezifische (ökonomische?) Fehlanreize für ökologisch problematische Zielfunktionen von ADS identifiziert werden?
- ▶ Bestehen spezifische Governance-Hindernisse bei der Durchsetzung/Umsetzung der Vorgaben des Instruments? Werden Entscheidungen z.B. außerhalb des Wirkungsbereichs/Geltungsbereichs des Instruments getroffen?
- ▶ Besteht ein Mangel an Ressourcen (methodischer Expertise, Daten, Kaufkraft) für Nachhaltigkeitsakteure als Anbieter/Betreiber von ADS?
- ▶ Lassen sich nicht-nachhaltige Zielfunktionen auf eine zu eng gezogene Systemgrenze von ADS zurückführen (s.o. 2.2)?
- ▶ Ist anzunehmen, dass wirtschaftlich dominante Akteure in wichtigen Anwendungsbereichen (z.B. in der Landwirtschaft, s.o. 2.2) den Ausschlag auch für den Einsatz und die Ausrichtung von ADS geben? Was bedeutet das für die Einhaltung umweltrechtlicher Vorgaben?
- ▶ Bestehen strukturelle oder ökonomische Probleme („Datenmonopole“, Netzwerkeffekte, lock-in-Effekte), welche die Entwicklung und/oder Skalierung nachhaltiger Anwendungen erschweren?

Auf der Grundlage der identifizierten Eigenschaften und Ursachen für zielabweichendes maschinelles (Fehl-)Verhaltens können schließlich konkrete Lücken der im 1. Schritt rekonstruierten Interventionslogik des Instruments identifiziert werden. Solche Lücken können auf allen Ebenen einer regulatorischen Wirkungskette bestehen:

- ▶ Entstehen aufgrund der Spezifika der Risiken und Potenziale algorithmischer Steuerung (2.1.3) neuartige *Umwelteffekte*, liegt es nahe, dass bereits das allgemeine Regulierungsziel eines Instruments am (Regulierungs-)Problem vorbei geht. Beispielsweise wird ein zusätzlicher Ressourcenverbrauch durch ADS im Bereich „predictive maintenance“ (s.o. 2.2) bislang von keinen umweltrechtlichen Instrumenten berücksichtigt.
- ▶ Auch wenn potenzielle Umwelteffekte vom *allgemeinen Regulierungsziel* eines gegebenen Instruments umfasst werden, kann eine Regelungslücke bestehen, weil das *spezifische Regulierungsziel* des Instruments das ursächliche maschinelle (Entscheidungs-)Verhalten nicht adressiert. M.a.W. lässt sich die zur Vermeidung schädlicher oder Förderung erwünschter Umwelteffekte erforderliche maschinelle *Zielfunktion* nicht unter die Tatbestände des betreffenden Instruments (Gebote, Verbote, Erlaubnisse) subsumieren.

- ▶ Auf der Ebene spezifischer Regulierungsziele ist auch denkbar, dass das Regulierungsinstrument zwar geeignet erscheint, seine Regeln auch im maschinellen Lebenszyklus effektiv zu implementieren, **das rechtmäßige (Entscheidungs-)Verhalten aber das übergeordnete Umweltziel verfehlt** – etwa, weil ein Instrument (noch) nicht die Hebung solcher ADS-spezifischer Effizienzpotenziale vorschreibt, die nach der übergeordneten Zweckbestimmung einer Regelung aber geboten wäre.
- ▶ Auf den unteren Ebenen der regulatorischen Zielhierarchie kann die Analyse zu dem Ergebnis kommen, dass die spezifischen Ziele des Instruments zwar das zur Vermeidung von negativen/zur Förderung positiver Umwelteffekte erforderliche maschinelle Verhalten vorschreiben. Die zur Lösung des Regulierungsproblems geforderte Zielfunktion lässt sich also unter den gesetzlich bzw. untergesetzlich konkretisierten Tatbestand des Instruments subsumieren. Die Einhaltung dieser Vorgaben würde die identifizierten Umwelteffekte auch im Sinne des allgemeinen Regulierungsziels fördern/verhindern. Eine Regelungslücke kann aber bestehen, weil die **Um- und/oder Durchsetzungsmechanismen des Instruments den Determinanten maschineller Entscheidungen im ADS-Lebenszyklus nicht gerecht** werden. Das kann z.B. der Fall sein, wenn ordnungsrechtliche Instrumente die entscheidenden Akteure im Lebenszyklus nicht adressieren, die rechtliche Verantwortungszuweisung also fehlt (s.o. 2.1.4). Ggf. verhindern auch technische Hindernisse die Einwirkung auf ADS im Sinne rechtlicher Regelungen.

2.5.3 Bewertung im Hinblick auf Regulierungsziel 2

Im Sinne des Regulierungsziels 2 kann es, wie dargelegt, darum gehen, bislang ungeregelte Handlungssphären von Bürgerinnen und Bürgern und Unternehmen zu regulieren. Dies kann z.B. erforderlich werden, weil das entsprechende (Entscheidungs-)Verhalten nun durch ADS übernommen oder zumindest beeinflusst wird und damit spezifische Präferenzen oder partikuläre Interessen mehr oder weniger automatisch und potenziell besonders wirksam umgesetzt werden – mit in der Summe erheblichen Folgen (s.o. 2.1.3). Eine solche Konstellation wirft eine Reihe rechtlicher Fragen auf, denen einige der folgenden Kapitel nachgehen. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass insbesondere negative Umweltwirkungen von ADS auch in solchen bislang ungeregelten Bereichen einen verfassungsrechtlichen Regulierungsauftrag auslösen, zumindest aber eine Regulierung rechtfertigen können (s. dazu oben Abschnitt 2.3).

Das im ersten gedanklichen Schritt zu rekonstruierende Regulierungsproblem (Risiken oder Potenziale) lässt sich den verschiedenen fachlichen Diskursen zu (indirekten) Effekten von ADS entnehmen (s. Abschnitt 2.2). Wie unter 2.4.3, dargelegt, mag bereits die Klärung der „Passung“ des Problems mit der generellen Zwecksetzung des betrachteten Instruments schwierige (Rechts-)Fragen aufwerfen. Diese können sich einerseits auf die Frage beziehen, ob der geregelte Instrumententyp (direkte/indirekte Instrumente) das Regulierungsproblem sinnvoll adressieren kann. Andererseits sind z.B. grundsätzliche Parameter für die verfassungsrechtliche Klärung der Zweck-Mittel-Relation bei Anwendung des Instruments zu definieren.

Textbox 24: Die Leitfragen können dann lauten:

- ▶ Sind neue **direkte oder indirekte Umweltrisiken** von ADS im Hinblick auf die Schutzgüter des analysierten Instruments erkennbar, die der betrachtete Instrumententyp sinnvoll regeln könnte, de lege lata aber noch nicht berücksichtigt?
- ▶ Sind neue, weitergehende **Umweltentlastungspotenziale** durch den Einsatz von ADS erkennbar, die der betrachtete Instrumententyp angesichts seines oben rekonstruierten) Wirkmechanismus adressieren könnte?
- ▶ Lässt sich die grundsätzliche gesetzliche Ausrichtung des Instruments auf die nicht geregelten Effekte von ADS übertragen? Kann an die Zwecksetzung dieses Instruments (z.B. Minderung von Emissionen, Prävention bestimmter Umweltschäden) angeschlossen werden? Erscheint eine Übertragung des Regelungsansatzes auf ADS im Hinblick auf den Regelungsgegenstand (Anlagen, Produkte, spezifische Stoffe) plausibel?
- ▶ Sind die Schwere des ADS-spezifischen und das Gewicht des vom Instrument in den Blick genommenen Regulierungsproblems vergleichbar?
- ▶ Lässt sich durch ein „Herunterbrechen“ grundrechtlicher Schutzpflichten ein allgemeines Regulierungsziel dahingehend rechtfertigen, ein spezifisches (Entscheidungs-)Verhalten von ADS mit den vorliegenden rechtlichen Mitteln zu bewirken?
- ▶ Lässt sich ein Regulierungsauftrag im Hinblick auf nachhaltigkeitspolitische Zielsetzungen fundieren?

Als **spezifisches Regulierungsziel** *de lege ferenda* ist sodann zu rekonstruieren, wie das spezifische „Verhaltenssoll“ von ADS eines damit formulierten allgemeinen Regulierungsziels aussehen müsste: Wie lässt sich ein sozial-ökologisch adäquates (Entscheidungs-)Verhalten von ADS – eine Zielfunktion (s.o. 2.1.2) – generell-abstrakt beschreiben, um konkrete negative (indirekte) Umwelteffekte zu vermeiden, bzw. positive (indirekte) Umwelteffekte zu fördern?

Für die Formulierung rechtlich operabler, spezifischer Ziele *de lege ferenda* kann in dem jeweiligen Arbeitspaket auf die Beschreibung von Regulierungszielen und Interventionslogik unter **Regulierungsziel 1** angeschlossen werden. M.a.W. ist zu klären, ob und in welcher Hinsicht eine zu

dem betrachteten Instrument **funktional äquivalente Regelung** das aus umwelt(-verfassungs-)rechtlicher Sicht erforderliche maschinelle (Entscheidungs-)Verhalten bewirken könnte. Solche zur Lösung des neuen Regulierungsproblems funktionalen Potenziale des Instruments können auf einzelne Elemente der gesetzlichen Interventionslogik fokussiert werden: kommt eine Anwendung einschlägiger Verfahren (z.B. UVP), die Schaffung bestimmter Pflichtentypen (z.B. Sorgfaltspflichten, eine erweiterte Produktverantwortung etc.) oder Rechte (Verbandsklagerechte, Informationsansprüche) in Betracht?

Textbox 25: „Explorativ“ entwickeltes Verhaltens-Soll umweltrechtlicher Instrumente für ADS

Wie könnte eine Regelung das „Soll“ für maschinelles Verhalten/maschinelle Entscheidungen generell-abstrakt beschreiben, die die neuen Risiken vermeidet, oder neue Steuerungspotenziale aus Umweltsicht fördert?

- ▶ z.B. rechtsverbindliche default-Einstellungen für CO2-freundliches Routing.
- ▶ z.B. verbindliche Regelung einer maschinellen Zielfunktion „Ressourceneinsparung“ bei „Predictive-Maintenance“-Applikationen?
- ▶ Lassen sich solche Funktionen z.B. im Produktrecht (Öko-Design) denken?
- ▶ z.B. Transparenzanforderungen für konsumfördernde „persuasive AI“ im Online-Marketing?

2.5.4 Hebelpunkte der effektiven umweltrechtlichen Regulierung von ADS

In einem dritten Schritt sind auf der Basis der vorhergehenden Analyse die **regulatorischen Hebelpunkte zur Verringerung des Deltas** zwischen normgemäßem und (gemessen am rekonstruierten Verhaltenssoll) rechtswidrigem (Entscheidungs-)Verhalten von ADS zu bestimmen. Diese Hebelpunkte sollen im Hinblick auf die identifizierten Regelungslücken zugeschnitten werden. So kann etwa geklärt werden, ob durch Anpassung defizitärer spezifischer/operativer Zielsetzungen eine bessere „Passung“ der gesetzlichen Ziele zum ADS-Lebenszyklus erreicht werden kann.

Hier sollen solche spezifischen und operativen Regulierungsziele rekonstruiert werden, die Problemtreiber normabweichenden (Entscheidungs-)Verhaltens wirksam adressieren könnten. Diese können sowohl materielle, stoff- oder verhaltensbezogene Vorgaben (i.S. umweltrechtlicher „Grundpflichten“⁴¹⁵) ausbuchstabieren, sich aber auch auf **Verfahren, organisatorische Vorgaben, die Kanalisierung rechtlicher Verantwortung, oder auf Mechanismen und Bedingungen effektiver Kontrolle und Durchsetzung von materiellen Vorgaben** beziehen.

Hinsichtlich der Frage, in welcher Weise das „Delta“ zwischen Soll- und Ist-Verhalten geschlossen werden kann, sind auch laufende, z.B. digitalpolitische Vorhaben zu analysieren.

Die Hebelpunkte können als spezifische Zielgrößen nur im Hinblick auf die in den einzelnen Arbeitspaketen rekonstruierten Problemtreiber beschrieben werden. Kriterien wie die folgenden können Anhaltspunkte für die Bewertung geben:

- ▶ Das Instrument nimmt wesentliche Akteure im Lebenszyklus von ADS (Entwickelnde, Anbieter der Systeme) in die Pflicht, die Einfluss auf das Entscheidungsverhalten von ADS haben.
- ▶ Das Instrument adressiert Fehlanreize und im Hinblick auf Entscheidungen menschlicher Akteure (kann eine Gefährdungshaftung beispielsweise Anreize für die entscheidenden Akteure – etwa Anbieter von ADS – zu verbesserter Vorsorge schaffen?).
- ▶ Das Instrument ist in der Lage autonome Lernmechanismen zu kontrollieren/ zu strukturieren.

⁴¹⁵ Siehe Abschnitt 2.4.1.

- ▶ Bestehen grundsätzliche Lücken des Regulierungsinstruments im Hinblick auf autonome ADS, weil es auf eine Identifikation menschlicher Verantwortung angewiesen ist?
- ▶ Bestehen spezifische Steuerungspotenziale des betrachteten Instruments, die unter 2.1.3 umrissenen technologischen Besonderheiten algorithmischer Risiken und Potenziale (s.o., Personalisierung, Dynamik), aber auch die spezifischen Determinanten und Herausforderungen der Einflussnahme auf die Systeme zu verarbeiten?
- ▶ Durchsetzung: Können potenzielle Rechtsverstöße durch ADS mit den Mitteln des betrachteten Instruments/ vorzuschlagender Anpassungen überwacht, aufgedeckt, sanktioniert werden?
- ▶ Technologische Plausibilität: Insbesondere die ökonomischen und technologiespezifischen Grundannahmen für die Effektivität des Wirkmechanismus eines Instruments können einer technologischen und empirischen Fundierung bedürfen, die inter- oder transdisziplinär zu entwickeln ist.

Im Ergebnis der Analyse steht eine Auflistung der Regelungsdefizite und Regelungspotenziale des Regulierungsinstruments. Die Identifikation der Hebelpunkte zur Verringerung des Delta stellt einen weiteren Schwerpunkt der Bewertung dar, ihm sollte deshalb – trotz der juristischen Ausrichtung des Vorhabens – auch ein entsprechendes Gewicht in der Analyse zukommen. Natürlich sind mit Blick auf die Analyse unterschiedlicher Umwelteffekte und Determinanten unter 2.5.2 auch differenzierte Antworten in dem Sinne denkbar, dass das betrachtete Instrument Lösungsansätze für bestimmte Herausforderungen enthält, bezüglich anderer aber Regelungslücken bestehen.

2.6 Zusammenfassung: Regulierungsgegenstand und Regulierungsproblem einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS

Kapitel 2 erarbeitet die Grundlage für die Analyse und Bewertung umweltrechtlicher Instrumente zur Regulierung algorithmenbasierter Entscheidungssysteme (ADS). Seine zentrale Funktion besteht darin, eine präzise methodische Basis zu schaffen, die es ermöglicht, die spezifischen Herausforderungen und Notwendigkeiten einer solchen Regulierung zu erfassen und adäquat darauf zu reagieren.

Das Kapitel beginnt mit einer Definition des Regulierungsgegenstands: ADS werden in Anlehnung an Wolfgang Hofmann Riehm und andere als Instrumente einer "Technosteuerung" verstanden – als technologische Systeme, die analoge oder digitale Umwelten im Sinne impliziter oder expliziter Ziele beeinflussen sollen. Diese funktionale Betrachtung, die sich auf die Auswirkungen von ADS konzentriert anstatt primär auf deren technische Spezifika, erlaubt es, den Fokus auf die rechtlich und rechtspolitisch maßgeblichen Eigenschaften dieser Systeme zu legen, nämlich ihr Potenzial zur gezielten Einflussnahme auf menschliches Verhalten und auf die natürliche Umwelt. Die begrifflichen Weichenstellungen werden unter anderem in Auseinandersetzung mit der rechtspolitischen Debatte um entsprechende Definitionen der KI-Verordnung entwickelt. Der Bericht bleibt hier beim Begriff „ADS“, stellt aber klar, dass ein Schwerpunkt der Bearbeitung auf solche Systeme gelegt wird, die auch unter die Definition von Systemen Künstlicher Intelligenz der KI-Verordnung fallen.

Im Anschluss daran setzt sich das Kapitel mit in der Literatur entwickelten Maßstäben zur Bewertung potenzieller Auswirkungen des Einsatzes von ADS auseinander. Aufbauend hierauf werden „Risiko- und Potenzialfaktoren“ rekonstruiert, die abstrakte Charakteristika der Steuerung durch ADS umfassen und als analytisches Werkzeug zu verstehen sind, um die Besonderheiten der Risiken wie auch der Chancen solcher Systeme zu rekonstruieren. Solche Faktoren

sollen insbesondere helfen, Ausmaß und Gewicht zukünftiger Risiken und Potenziale zu bewerten, beispielsweise im Hinblick auf zeitliche oder räumliche Dimensionen ihrer Verwirklichung. Ein Alleinstellungsmerkmal des entwickelten Ansatzes liegt darin, dass die beschriebenen Faktoren – etwa die Skalierung, Persistenz, Dynamisierung der Einflussnahme auf soziale oder natürliche Zusammenhänge – nicht nur Risiken im engeren Sinne, sondern auch Faktoren für die Bewertung ggf. förderungswürdiger Potenziale von ADS erfassen will. Dies scheint angesichts der begrifflichen Einordnung von ADS als „Technosteuerung“ plausibel: diejenigen Eigenschaften oder typischen Wirkungsweisen solcher Technologien, die für Gewicht und rechtliche Relevanz potenzieller negativer Auswirkungen ausschlaggebend sind, machen unter Umständen – nämlich, wenn die oben angesprochene „Regulierung von Regulierungstechnologien“ gelingt – auch einen Unterschied im Hinblick auf die Bedeutung umweltrechtlicher Potenziale. Damit wird eine einseitig prohibitive Regulierungsperspektive vermieden und das Erfordernis einer differenzierten Abwägung bei regulatorischen Entscheidungen betont.

Ein weiterer zentraler Strang des Kapitels widmet sich der Auseinandersetzung mit den Ansatzpunkten und Hürden einer Regulierung. Hier werden die Determinanten maschineller Entscheidungen – also die technologiespezifischen Faktoren wie Methoden/Modelle, Rechenkapazitäten und Daten – sowie die Akteure identifiziert, die typischerweise wesentliche Einflussfaktoren für eine Technosteuerung darstellen. Gleichzeitig werden grundlegende Herausforderungen für die gezielte Einwirkung auf diese Determinanten benannt, insbesondere die oft diskutierten Probleme der Opazität und Komplexität von KI-Systemen. Die Klärung dieser Aspekte ist notwendig, um zu verstehen, an welchen Punkten im Lebenszyklus der Systeme eine Regulierung effektiv ansetzen kann und welche Widerstände dabei zu erwarten sind.

Einen wesentlichen Brückenschlag unternimmt das Kapitel mit der Übertragung allgemeiner Erkenntnisse über wesentliche Eigenschaften von ADS auf spezifische Umweltaspekte. Die beschriebenen Funktionalitäten, Einflussfaktoren, die Grenzen und Herausforderungen einer Einflussnahme auf ADS erweisen sich als relevant für das Verständnis und die Analyse absehbarer Umwelteffekte. Das Kapitel konkretisiert anhand zahlreicher Beispiele aus der wissenschaftlichen Literatur, wie typische Formen der Entstehung von Umwelteffekten im Zusammenhang mit den Steuerungsfunktionen von ADS auftreten können, etwa bei Anwendungen der „prädiktiven Instandhaltung“, wo Kosteneinsparungen und Umweltschutzziele in Konflikt geraten können. Das Kapitel verdeutlicht einerseits, dass die zuvor dargestellten Funktionen, Risiko-/Potenzialfaktoren und Determinanten algorithmenbasierter „Technosteuerung“ einen Beitrag dazu leisten können, spezifische Umweltwirkungen von ADS in umweltrechtlich relevanten Anwendungsfeldern abzuschätzen und zu bewerten. Andererseits verweist es darauf, dass die wissenschaftliche Beschreibung und (insbesondere) die Quantifizierung solcher Effekte – trotz eines wachsenden Forschungsstands – noch am Anfang ist.

Im nächsten übergeordneten Abschnitt beleuchtet das Kapitel wichtige normative Implikationen der identifizierten Charakteristika von ADS, insbesondere den umweltverfassungsrechtlichen Bedarf für eine Regulierung. Das so verstandene „normative Regulierungsproblem“ manifestiert sich primär in – positiven oder negativen – Umwelteffekten von ADS, die verfassungsrechtlich geschützte Rechtsgüter betreffen und somit einen Regulierungsbedarf begründen. Die besonderen Eigenschaften und Wirkfaktoren einer Technosteuerung unterfüttern und konkretisieren diese Annahme. So wird argumentiert, dass potenzielle Pfadabhängigkeiten und Lock-in-Effekte umweltschädigender Anwendungen schwer oder gar nicht mehr rückgängig zu machen sein könnten. Dies unterstreicht die Relevanz des Vorsorgeprinzips (Art. 20a GG, Art. 191 Abs. 2 Satz 2 AEUV) im vorliegenden Zusammenhang und die Notwendigkeit einer frühzeitigen Risikosteuerung durch den Gesetzgeber – auch zum Schutz der intertemporalen Dimensionen grundrechtlich geschützter Freiheiten wie sie das BVerfG in seinem Klimabeschluss thematisiert hat. Ein

normativer Regulierungsbedarf begründet sich auch aus weiteren Überlegungen, die auf die funktionale Betrachtung von ADS rekurren. Die mit fortschreitender Verbreitung einhergehenden Machtverschiebungen zu privaten Anbietern und/oder Betreibern von ADS erzeugen die regulierungstypische Herausforderung, private Handlungsintentionen am Gemeinwohl auszurichten – eine Aufgabe, die durch algorithmische Eigendynamiken erheblich komplexer wird. Marktdominante Anbieter können aufgrund ihrer gesellschaftlichen Machtposition staatsähnliche Funktionen einnehmen, was wiederum signifikante Eingriffe in ihre Wirtschaftsgrundrechte (Art. 12, Art. 14 GG) im Gemeinwohlinteresse rechtfertigen könnte. Im Ergebnis zeigen die umfangreichen Überlegungen in Kapitel 2.3, dass die staatliche Gewährleistungsverantwortung, die Grundrechte – insbesondere in ihrer intertemporalen Dimension – wie auch das in Art. 20a GG verankerte Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzip, eine vorsorgliche Regulierung der gemeinwohlrelevanten gesellschaftlichen Prozesse im Zusammenhang mit der Entwicklung und Nutzung von ADS fordern.

Schließlich legt Kapitel 2 die methodischen Weichenstellungen für die Bewertung umweltrechtlicher Instrumente in den nachfolgenden Kapiteln. Es orientiert sich hierfür an Ansätzen einer Regulierungsfolgenbewertung, die mit Blick auf die Besonderheiten von ADS angepasst und ergänzt werden. Dabei werden die Fähigkeiten vorhandener oder neuer rechtspolitischer Handlungsoptionen analysiert, die durch die Risiken und Potenziale von ADS aufgeworfenen Regulierungsprobleme zu bewältigen. Das hierfür entworfene grobe Bewertungsraster wird – im Einklang mit der Aufgabenstellung des Forschungsprojekts – ausgehend von den Anforderungen umweltrechtlicher Instrumente entwickelt, deren Inhalte als Regulierungsziele für ADS rekonstruiert werden. Dieses Vorgehen steht im Einklang mit Bewertungsansätzen, etwa der EU Better Regulation Toolbox und soll insbesondere helfen die „ADS-Fitness“ des Umweltrechts zu bestimmen.

Umweltrechtliche Regulierungsziele erfüllen innerhalb dieser Methodik diverse Funktionen: Sie etablieren explizite, (verfassungs-)rechtlich begründete Bewertungsmaßstäbe, spezifizieren rechtlich intendierte Umweltwirkungen von ADS und ermöglichen die Ableitung konkreter operativer Zielvorgaben für das „Verhalten“ der Systeme. Diese Zielarchitektur bildet die Grundlage für die Analyse der Interventionslogik regulatorischer Maßnahmen im Kontext algorithmischer Entscheidungssysteme.

Für die systematische Bewertung umweltrechtlicher Instrumente in den folgenden Kapiteln skizziert Kapitel 2 schließlich eine mehrstufige Vorgehensweise: Zunächst wird ein umweltrechtliches „Verhaltenssoll“ für ADS im Anwendungsbereich des betrachteten Instruments präzisiert, indem die regulatorischen Wirkmechanismen rekonstruiert werden – es wird also herausgearbeitet, durch welche Durchsetzungs- oder Anreizmechanismen die betrachteten Instrumente das gesetzlich geforderte Verhalten bei ihren Adressaten erreichen sollen. Im zweiten Schritt wird die „Passung“ des Instruments auf die Determinanten maschinellen Entscheidungsverhaltens untersucht. Hierfür sind plausible Szenarien für normabweichendes (Entscheidungs-)Verhalten von ADS zu entwickeln. Dieses abweichende Ist-Verhalten kann durch verschiedene Faktoren bedingt sein: Als Ursachen solcher Abweichungen kommen unterschiedliche Determinanten maschineller Entscheidungen, wie Data-Biases, Inkompatibilitäten zwischen menschlichen und maschinellen Anreizstrukturen, technologische Limitationen (Opazität, Verantwortungsdiffusion) sowie strukturelle oder ökonomische Rahmenbedingungen in Betracht. Aus dem Delta zwischen normativem Soll und antizipiertem Ist-Verhalten sollen schließlich konkrete regulatorische Hebelpunkte abgeleitet werden

3 Daten-Governance und Datenregulierung

3.1 Einleitung

In Kapitel 2 dieses Berichts wurde die entscheidende Rolle von Daten im Lebenszyklus von ADS bereits erwähnt: Diese bedürfen großer Mengen an Daten, um trainiert, „feinjustiert“ und betrieben zu werden. Problematische und/oder den Intentionen ihrer Betreiber oder Nutzer entgegenlaufende Entscheidungen werden häufig auf fehler- oder lückenhafte Daten zurückgeführt. Daten sind daher nicht nur Ressource, sondern auch ein wesentlicher Ansatzpunkt für jede Regulierung von ADS.

Das folgende Kapitel nimmt diesen Umstand zum Anlass, die Instrumente zu untersuchen, durch die das Umweltrecht auf datenspezifische Einflussfaktoren im Lebenszyklus von ADS einwirken kann. Es geht also um die Klärung der Chancen und Erfolgskriterien einer Daten-Governance als umweltrechtliches Regulierungsinstrument.

3.2 Begriff, Funktionen und Akteure einer Daten-Governance

Abstrakt kann Daten-Governance definiert werden als die Gesamtheit der Regeln, Prinzipien und Standards, (*Qualitäts*-)Kriterien, Ziele und Indikatoren, Verfahren und Verantwortlichkeiten, nach denen darüber bestimmt wird wie, von wem und zu welchem Zweck Daten gesammelt, geteilt und genutzt werden.⁴¹⁶ Eine allgemein anerkannte Definition des Begriffes, gibt es bisher – soweit ersichtlich – allerdings nicht. Zudem zeigt eine Reihe jüngerer Diskussionsbeiträge, dass begriffliche Aspekte, wie die Frage nach der eigentlichen Funktion, dem „wofür“ oder dem Nutzen einer Daten-Governance,⁴¹⁷ im Fluss sind. Daher bedarf die o.g. Definition weiterer Konkretisierung,

3.2.1 Daten-Governance: Begriffliche Grundlagen

Zunächst können basale Elemente einer Daten-Governance festgehalten werden: So meint „Daten“ jede digitale Darstellung von Handlungen, Tatsachen oder Informationen.⁴¹⁸ Je nach Inhalt und Provenienz⁴¹⁹ von Daten, können unterschiedliche Governance-Ansätze greifen und gelten unterschiedliche Bedingungen. Dabei wird gemeinhin⁴²⁰ zwischen unterschiedlichen Datenkategorien unterschieden, etwa zwischen

- **personenbezogenen Daten**, also Daten und Informationen, die sich auf natürliche Personen beziehen oder die Rückschlüsse auf natürliche Personen zulassen. Auch Geo-Daten oder durch Sensorik im öffentlichen Raum erhobene Daten gelten als personenbezogene Daten, wenn sich ein Bezug zu einer natürlichen Person herstellen lässt.
- Als **verhaltensgenerierte Daten** werden digitale Daten verstanden, deren Datenursprung und Datenbezug durch Verhaltensgenerierung gekennzeichnet sind. Solche digitalen Informationen (verhaltensgenerierte Daten) bestehen aus Daten über das Verhalten von Bürgerinnen und Bürgern. Daten, die maschinengeneriert oder automatisiert generiert werden,

⁴¹⁶ Franke/Gailhofer, Data Governance and Regulation for Sustainable Smart Cities, *Frontiers in Sustainable Cities* 3 (2021), abrufbar unter <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsc.2021.763788/full> (22.04.2025).

⁴¹⁷ Zum Begriff der Funktion s. Eng/Whitehead (2004), A Teleological Explanation of the Major Logic Path in Classic FAST, 44th Annual Conference of the Society of American Value Engineers International (SAVE International). Montreal Canada, July 10-12th, 2004.

⁴¹⁸ S. Artikel 2 Nr. 1 Data Governance Act.

⁴¹⁹ Die Datenprovenienz dient der Nachvollziehbarkeit der Entstehung von Daten und bezieht sich insbesondere auf die Historie der Datenerhebung und Datennutzung, sowie auf die Identität und Authentifizierung des Dateneinhabers, vgl. Lee et al., A Contingency-Based Approach to Data Governance Design for Platform Ecosystems, PACIS 2018 Proceedings, 2018.

⁴²⁰ Schieferdecker et al., Urbane Datenräume - Möglichkeiten von Datenaustausch und Zusammenarbeit im urbanen Raum, 2018, S. 23 ff., <http://doi.org/10.24406/publica-fhg-299136>.

bleiben verhaltensgenerierte Daten der Bürgerinnen und Bürger, unabhängig davon, ob die Daten anonymisiert werden oder personalisiert bleiben.

- ▶ **Amtliche Daten** sind alle Daten, die öffentlich-rechtlichen Institutionen, die Verwaltungsaufgaben wahrnehmen, zur Verfügung stehen.
- ▶ Als **Unternehmensdaten** werden alle in einem Unternehmen vorhandenen Daten bezeichnet. Unternehmensdaten können im Unternehmen selbst gewonnen werden oder aus externen Quellen stammen (wie Markt- und Kundendaten, Daten zu Konsumentenverhalten oder Geschäftsverbindungen).
- ▶ **Forschungsdaten** sind Daten die im Zuge wissenschaftlicher Vorhaben zum Beispiel durch Digitalisierung, Quellenforschungen, Experimente, Messungen, Erhebungen oder Befragungen entstehen.
- ▶ **Feedback-Daten** sind Daten, die lernende IT-Systeme als Reaktion auf ihren Output im Betrieb erhalten. Feedback-Daten sind notwendig, damit sich diese Systeme an sich verändernde Bedingungen anpassen können, die über ihr anfängliches Training hinausgehen, also von Bedeutung für Entwicklung und Betrieb „intelligenter“ Systeme.⁴²¹
- ▶ Eine immer wichtigere Rolle spielen **synthetische Daten**, also künstliche Daten, die mit Hilfe eines spezifischen mathematischen Modells (häufig KI-Modelle) oder eines Algorithmus erzeugt wurden. Sie werden durch Training eines Modells oder Algorithmus auf einem Quelldatensatz abgeleitet, um die Merkmale und die Struktur der Quelldaten nachzuahmen. Synthetische Daten können die statistischen Eigenschaften und Muster der Quelldaten bei entsprechender Qualität in hohem Maße beibehalten. Analysen von synthetischen Daten können so zu ähnlichen Ergebnissen führen wie mit den Quelldaten. Durch die Synthetisierung sollen Nutzung und Weitergabe sensibler (z.B. personenbezogener, oder andere geschützte Informationen, s.Z. Unternehmensgeheimnisse betreffender) Daten erleichtert, aber z.B. auch die Diversität von Daten beim Training von KI-Modellen erhöht werden.⁴²²
- ▶ Ferner können diese Datenkategorien in unterschiedlichen Verarbeitungsstufen vorliegen: So ist zwischen **Rohdaten** und **weiterverarbeiteten oder abgeleiteten Daten** zu unterscheiden.⁴²³ Im Hinblick auf ihre Funktion im Lebenszyklus von ADS (s. dazu sogleich) kann zudem zwischen Daten, die zum Training von Modellen/Systemen verwendet werden, zwischen Test- und Validierungsdaten,⁴²⁴ sowie den Daten trainierter Modelle unterschieden werden.⁴²⁵

Eine Daten-Governance kann sich auf sämtliche Stufen einer Datenwertschöpfungskette beziehen.⁴²⁶ Sie organisiert und regelt also die Erfassung/Generierung, Verarbeitung/Analyse, Speicherung und Bereitstellung von Daten.⁴²⁷ Auf jeder dieser diesen Stufen werden unterschiedliche Technologien, Aktivitäten und Akteure relevant.

⁴²¹ Mayer-Schönberger/Ramge, Das Digital: Das neue Kapital - Markt, Wertschöpfung und Gerechtigkeit im Datenkapitalismus. Ullstein, Berlin, 2018, 91.

⁴²² Zum Ganzen s. Personal Data Protection Commission Singapore, Privacy Enhancing Technology: Proposed Guide on Synthetic Data Generation, 15 July 2024, online. 2024, 5 ff.

⁴²³ So beziehen sich die Rechte und Pflichten des Data Acts betreffend die Bereitstellung zu Daten, die bei der Nutzung eines vernetzten Produkts oder verbundenen Diensts erhoben werden, nicht auf „gefolgerte oder abgeleitete Informationen, die das Ergebnis zusätzlicher Investitionen in die Zuweisung von Werten oder Erkenntnissen aus den [Roh]Daten sind“, s. Vorbem. (15) Data Act.

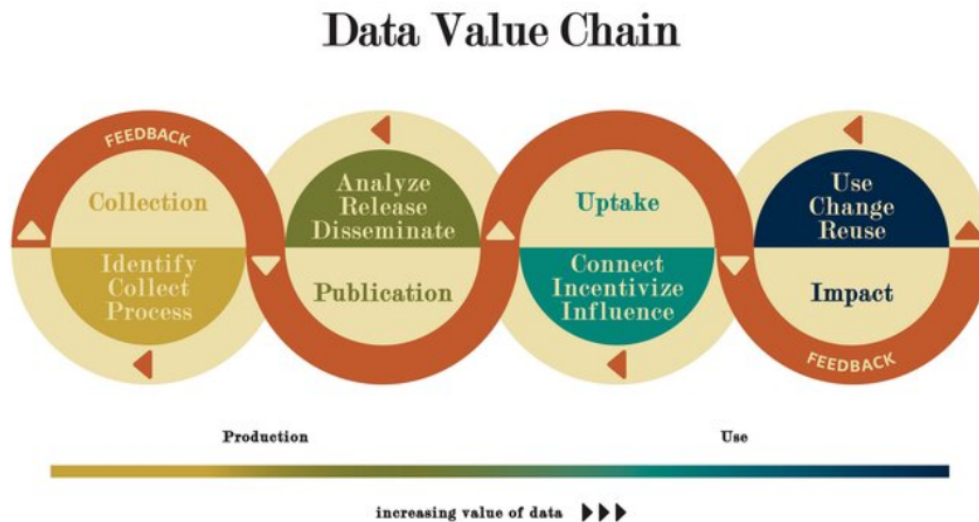
⁴²⁴ S. Art. 10 Abs. 2 KI-VO.

⁴²⁵ In vielen Fällen bestehen trainierte Modelle aus einem Satz hoch aggregierter, anonymer und daher nicht personenbezogener Daten, die ohne datenschutzrechtliche Hürden frei zirkulieren, verkauft und veröffentlicht werden können; Mühlhoff/Ruscheimer, Democratising AI via Purpose Limitation for Models, Manuscript version: 2023-10-18, accepted at CAIP 2023.

⁴²⁶ Arpin/Kambesis, Exploring best practices in data management: examples from cave and karst research and resource management, *Carbonates and Evaporites* 37(3) 2022,

⁴²⁷ Vgl. Piétron et al., Nachhaltige Daten-Governance in der Daseinsvorsorge: Maßnahmen und Strategien für eine zukunftsfähige Kommunalwirtschaft, 2022.

Abbildung 98: Data Value Chain



Quelle: Arpin & Cambesis (2022).

In der Datenwertschöpfungskette kann eine Vielzahl von Akteuren mit unterschiedlichen Rollen ins Spiel kommen (s.u. 3.2.3). Diese Komplexität wird dadurch verstärkt, dass „[i]nnovative datengesteuerte Dienste und Produkte [...] zunehmend durch die Kombination verschiedener Datenquellen von unterschiedlichen Akteuren ermöglicht [werden], eine Datenwertschöpfungskette nicht mehr als linearer Prozess, sondern als dynamischer Prozess mit einer Vielzahl von möglichen Schleifen zu sehen ist“.⁴²⁸ Eine Daten-Governance muss diese Komplexität allerdings nicht in vollem Umfang nachvollziehen. Zum Beispiel kann rechtliche Verantwortung auf einzelnen, als maßgeblich betrachteten Gliedern der Wertschöpfungskette bestimmten Akteuren zugeordnet werden.

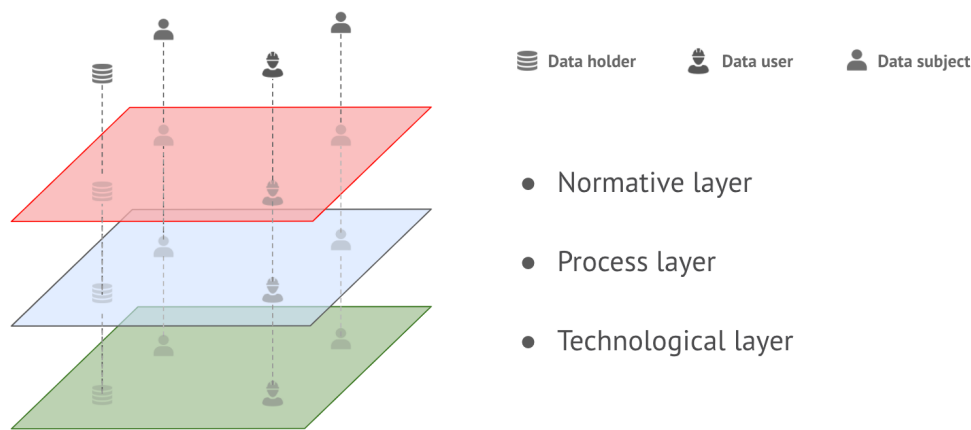
Wie v. Grafenstein betont, unterschätzen viele Ansätze einer Daten-Governance die Relevanz rechtlicher Fragen.⁴²⁹ Tatsächlich spielen Rechtsfragen auf sämtlichen Ebenen der Datenwertschöpfungskette eine entscheidende Rolle für Zugang und Nutzung von Daten. Es ist vor diesem Hintergrund sinnvoll, in Übereinstimmung mit v. Grafenstein et al. (2020) zwischen verschiedenen Dimensionen oder „Schichten“ („layers“) einer Daten-Governance zu unterscheiden: Akteursrollen, Ziele, Verfahren etc. werden demnach nicht nur durch **technische** und **organisatorische**, sondern auch durch **regulatorische Weichenstellungen** festgelegt und implementiert.⁴³⁰

⁴²⁸ Gelhaar et al., Towards a Taxonomy of Incentive Mechanisms for Data Sharing in Data Ecosystems; Conference Paper: Twenty-fifth Pacific Asia Conference on Information Systems, Dubai, UAE, 2021 (eigene Übersetzung), m.w.N., s.a. Saßmannshausen/Schäfer, Datenqualitätssicherung entlang der Datenwertschöpfungskette im Industriekontext. In: Rohde et al. (Hrsg.); Datenwirtschaft und Datentechnologie. Wie aus Daten Wert entsteht, 2022.

⁴²⁹ v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2

⁴³⁰ S. v. Grafenstein/Wernick (2020), Data Governance 1: Erforschung einer gemeinsamen Forschungsgrundlage, online verfügbar unter: <https://www.hiig.de/project/data-governance-1/> Vgl. Gelhaar et al., Towards a Taxonomy of Incentive Mechanisms for Data Sharing in Data Ecosystems; Conference Paper: Twenty-fifth Pacific Asia Conference on Information Systems, Dubai, UAE, 2021.

Abbildung 109: „Schichten“ einer Daten-Governance



Quelle: v. Grafenstein & Wernick (2020)⁴³¹

Rechtliche Aspekte, als wesentliche Elemente der normativen Ebene einer Daten-Governance, können sich aus einem wachsenden Geflecht datenrechtlicher, etwa datenschutzrechtlicher Vorgaben und Ansprüche ergeben, auf die nachfolgend weiter eingegangen wird. Auch ethische Leitlinien oder Prinzipien für Daten werden bereits seit längerer Zeit und von unterschiedlichen Seiten rekonstruiert, um möglicherweise schwerwiegende Folgen der Datennutzung zu vermeiden. Dabei spielen Risiken für Individuen, etwa von Diskriminierungen oder Eingriffen in die Privatsphäre, aber auch gesellschaftliche Risiken wie die Vermeidung von nachteiligen Umweltwirkungen eine Rolle.⁴³²

Die **organisatorische Ebene** definiert bestimmte **Akteursrollen** und Verantwortlichkeiten und kann prominent auch institutionelle Festlegungen enthalten, etwa wo es um die Einschaltung von *Intermediären* oder *Daten-Vermittlern* geht, die den Austausch von Daten erleichtern sollen (s. dazu sogleich unter 3.2.3).⁴³³

Die **technische Ebene** einer Daten-Governance umfasst diverse IT-Aspekte, legt insbesondere aber auch Merkmale der technischen Infrastruktur für Verwaltung und Austausch von Daten fest.

Textbox 26: Datenräume und Datenplattformen als technische Infrastrukturen für den Austausch von Daten

Eine solche Infrastruktur bieten etwa sog. **Datenräume**, die einen offenen, interoperablen Austausch von Daten ermöglichen und dabei Governance-Mechanismen festlegen sollen, um die Rechte der beteiligten Akteure und reibungslose Transaktionen zu gewährleisten.⁴³⁴ Auch sog. **Datenplattformen** sind technische Infrastrukturen für den Austausch von Daten, implizieren aber im Gegensatz zu Datenräumen die Existenz mehrseitiger Märkte, bzw. in variierendem Ausmaß

⁴³¹ v. Grafenstein/Wernick (2020), Data Governance 1: Erforschung einer gemeinsamen Forschungsgrundlage, online verfügbar unter: <https://www.hiig.de/project/data-governance-1/>.

⁴³² Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 10/2021 (2021); OECD, Good Practice Principles for Data Ethics in the Public Sector, OECD Public Governance Policy Papers, 2021, S. 6, https://www.oecd.org/en/publications/oecd-good-practice-principles-for-data-ethics-in-the-public-sector_caa35b76-en.html (25.03.2025).

⁴³³ Wenn die Frage gestellt wird, wie solche Intermediäre gesellschaftsrechtlich ausgestaltet werden sollten, überschneiden sich die organisatorische und die rechtliche Governance-Ebene.

⁴³⁴ Datenräume werden definiert als eine föderierte, offene Infrastruktur für souveränen Datenaustausch, die auf gemeinsamen Vereinbarungen, Regeln und Standards beruht, s. Reiberg et al., Was ist ein Datenraum? Definition des Konzeptes Datenraum, Gaia-X Hub Germany, White Paper 1/2022. 2022, 11.

zentralisierte Entscheidungsmechanismen über die Modalitäten des Datenaustauschs.⁴³⁵ **Datenmarktplätze** werden, gemäß Traut & Meyer, ebenfalls durch eine digitale Plattform charakterisiert, die den sektoren-/branchenübergreifenden Handel und Tausch von Rohdaten, verarbeiteten Daten, auf Daten basierenden KI-Analysemodellen und datenzentrierten Dienstleistungen (z.B. Visualisierungen) ermöglicht.⁴³⁶ Der Begriff der **Data Lakes** bezeichnet demgegenüber eine Datensammlung, in die Daten unterschiedlicher Form (in unterschiedlichen Graden der Strukturierung) ohne vorhergehende Anpassung einbezogen werden. Als Vorteil einer Datenhaltung in Data Lakes wird beispielsweise betrachtet, dass ein Großteil der Daten einer Organisation ohne größeren Aufwand einbezogen werden können, um diese dann bei Bedarf weiter zu verarbeiten und neuen Zwecken zuzuführen.⁴³⁷

3.2.2 Management von Datenqualität und Compliance als maßgebliche Funktionen einer Daten-Governance

Die Gewährleistung der erforderlichen **Datenqualität** ist mit Blick auf alle „Ebenen“ und über die gesamte Datenwertschöpfungskette hinweg eine wesentliche Funktion einer Daten-Governance. Die Datenqualität bezeichnet den Erfüllungsgrad der Gesamtheit der Anforderungen an die für einen bestimmten Zweck benötigten Daten (fitness for use).⁴³⁸ Anders gesagt bezeichnet die Datenqualität den Maßstab für die *Eignung von Daten für die Erreichung der mit der Datennutzung verfolgten Zielen*.⁴³⁹ In der Praxis häufig genannte Datenqualitäts-Dimensionen sind gemäß Zimmermann & Schäffler: Aktualität, Genauigkeit, Konsistenz, Korrektheit, Vollständigkeit und Zuverlässigkeit.⁴⁴⁰ Datenqualitätsmetriken konkretisieren solche „objektiven“ Qualitätsdimensionen für bestimmte Nutzungskontexte und sollen die Datenqualität damit – ggf. auch durch automatisierte Verfahren – messbar machen.⁴⁴¹ Für bestimmte Umstände wird es auch für sinnvoll erachtet, Datenqualitätsmetriken auch jenseits ganz konkreter Nutzungskontexte zu standardisieren.⁴⁴²

Ergeben sich nachträglich Probleme mit der Datenqualität, müssen diese durch äquivalente, aber bessere Datensätze ersetzt werden, um die Ergebnisqualität zu heben. Qualitätskriterien lassen sich daher laut Rohde et al. (2022), insbesondere bei KI-basierten Systemen nicht sämtlich ex ante, etwa als zu fordernde Eigenschaften bestimmter Datentypen, oder -sätze vorab festlegen. Stattdessen wird eine **Variabilität von Qualitätsanforderungen** als unvermeidlich betrachtet: Anschaulich werde dies am Beispiel des Trainings von KI-Modellen. Hier gebe es einen ständigen Wechsel (ein „hin und her“) zwischen der Anforderungsdefinition an die Daten, die etwa aus dem angestrebten Anwendungsfall und der Wahl des KI-Modells erwachse, und der Anforderungsdefinition an die Verarbeitung, die aus den zur Verfügung stehenden Daten erwachse. Dies ließe sich allerdings zum Teil erst nachträglich feststellen, etwa anhand der Bewer-

⁴³⁵ Reiberg et al., Was ist ein Datenraum? Definition des Konzeptes Datenraum, Gaia-X Hub Germany, White Paper 1/2022. 2022, 11.

⁴³⁶ Traut/Mayer, Grenzkostenfreie IoT-Services in den Datenmarktplätzen der Zukunft, in: Rohde et al. (Hrsg.), Datenwirtschaft und Datentechnologie. Wie aus Daten Wert entsteht, Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Springer Vieweg, 2022.

⁴³⁷ Z. Ganzen Reiberg et al., Was ist ein Datenraum? Definition des Konzeptes Datenraum, Gaia-X Hub Germany, White Paper 1/2022, 2, 11

⁴³⁸ Zimmermann/Schäffler, Inter-organisatorische Data Governance: Vorschlag eines Rollenmodells für einen kooperativen Datenaustausch im Kontext von Logistik 4.0, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 60 (2023), 41.

⁴³⁹ Wie Rohde et al. (2022) ausführen, wird zudem gemeinhin zwischen Gebrauchsfähigkeit (usability) und Dienlichkeit (usefulness) von Daten für bestimmte Nutzungen unterschieden; s. dies., Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft, (2022), 21.

⁴⁴⁰ Zimmermann/Schäffler, Inter-organisatorische Data Governance: Vorschlag eines Rollenmodells für einen kooperativen Datenaustausch im Kontext von Logistik 4.0, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 60 (2023).

⁴⁴¹ Rohde et al., Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft, (2022), 21, 27.

⁴⁴² Rohde et al., Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft, (2022), 49.

tung eines gelernten Modells. Wenn Daten sich als unzulänglich für einen Anwendungsfall herausstellten, würden adaptiv Anpassungen der Datengrundlage vorgenommen, etwa durch die zielgerichtete Erweiterung der Eingangsdaten für die Modelle in Kollaboration mit den Datengebern, durch nachträgliches „Labeln“ der Daten durch Domänenexperten oder spezialisierte Dienstleister, durch das Hinzuziehen oder die Synthese weiterer Datensätze oder durch eine Neuerhebung.⁴⁴³

Die verstärkte Berücksichtigung rechtlicher Aspekte in einem Governance-Konzept erfordert auch eine Ergänzung des Qualitätsbegriffs. **Ethische Maßstäbe** werden bereits seit längerem als zentrale Dimensionen der Datenqualität, insbesondere zur Minderung von Verzerrungen im Output datengetriebener Systeme behandelt und systematisiert. Solche ethischen Maßstäbe werden zunehmend verrechtlicht, etwa in Artikel 10 Abs. 2 f) der KI-Verordnung. **Rechtliche Vorgaben** betreffen auch die Zulässigkeit der Nutzung von Daten einer bestimmten Provenienz. Soweit mit der Nutzung von bestimmten Datentypen (z.B. personenbezogene Daten) auch Regelungen zur Bestimmung der zulässigen Nutzungszwecke verbunden sind (wie etwa in Art. 5 Abs. 1 b DSGVO), sind Aspekte der Provenienz/des Datentyps und die Rechtskonformität der Ziele der Datennutzung eng miteinander verbunden. Rechtliche Fragestellungen definieren damit zunehmend auch die Ziele, anhand deren sich die „*Fitness for Use*“ bestimmt. Auch rechtliche Fragen im Zusammenhang mit der Datenqualität lassen sich allerdings nicht sämtlich „ex ante“, etwa als geforderte Eigenschaften bestimmter Datentypen, oder -sätze entscheiden, sondern müssen „dynamisch“ in Abhängigkeit vom Kontext der konkreten Datennutzung entschieden werden.⁴⁴⁴ Die Rechtskonformität der Erhebung und Nutzung von Daten sollten daher ebenso wie grundlegende ethische Prinzipien als wichtiger Aspekt einer dynamischen Bewertung der Datenqualität betrachtet werden.

Daten-Governance kann daneben auch Aspekte eines **Risikomanagements** in Bezug auf die Nutzung von Daten betreffen. Damit ist insbesondere Compliance,⁴⁴⁵ also die Minderung rechtlicher Risiken, aber auch der Umgang mit technischen (z.B. Sicherheits-)Risiken verbunden. Der Umgang mit solchen Risiken wird häufig auch unter dem Aspekt der Datenqualität behandelt.⁴⁴⁶ Unter dem Gesichtspunkt einer Risikoregulierung datengetriebener Technologien, nämlich der europäischen KI-Verordnung, kommt diesem Aspekt eine eigenständige Bedeutung zu (s. dazu u. 3.3.1).

3.2.3 Akteure einer Daten-Governance

Bei der Frage, welche Akteure an einer Daten-Governance beteiligt sind, zeigt sich der begriffliche Aktualisierungsbedarf. Viele Beschreibungen von Daten-Governance -Konzepten oder -Ansätzen gehen ohne weitere Begründung von konkreten Akteurskonstellationen und Rollenverständnissen aus, die keinesfalls alternativlos sind, z.T. aber erhebliche politische und ökonomische Implikationen haben.⁴⁴⁷ Auf solche unterschiedlichen Rollenmodelle im Kontext divergierender Regulierungsansätze einer Daten-Governance wird vertieft im Abschnitt 3.2. eingegangen. An dieser Stelle sollen nur diejenigen Akteure dargestellt werden, die in all diesen Modellen

⁴⁴³ Rohde et al., Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft, (2022), 48.

⁴⁴⁴ v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2, S. 10.

⁴⁴⁵ Vgl. Weber/Gernert, Data Governance – Datenteilung in Ökosystemen rechtskonform gestalten, in: Rohde et al., Datenwirtschaft und Datentechnologie, 2022, S. 109-131.

⁴⁴⁶ S. etwa Rohde et al., Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft, 2022, S. 33 ff.

⁴⁴⁷ v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2; vgl. a. Rohde et al. 2022.

eine – jeweils variierende – Rolle spielen können. Grundlegende Unterschiede ergeben sich dabei in Abhängigkeit von der Frage, ob eine Daten-Governance innerhalb einer Organisation stattfinden (intra-organisatorische), oder den Austausch und die Nutzung von Daten zwischen unterschiedlichen Organisationen (interorganisatorische Daten-Governance) betreffen soll.

3.2.3.1 Intra- und interorganisatorische Daten-Governance

Nach älteren Definitionen regelt und strukturiert Daten-Governance das Management von Daten als „asset“ einer Organisation und zielt auf die Maximierung deren *Werts*, bei Minderung datenspezifischer – insbesondere rechtlicher – Risiken ab.⁴⁴⁸ Wichtige Akteursrollen sind auf die Bedarfe einer solchen „intra-organisatorischen“ Daten-Governance zugeschnitten. So fungieren etwa sogenannte **Data-Stewards** als Bindeglied zwischen unterschiedlichen operativen Bereichen in Organisationen, in denen Daten entstehen oder genutzt werden. Sie stellen sicher, dass Standards oder Richtlinien hinsichtlich dieser Daten eingehalten werden, definieren und überwachen die Datenqualität und sind für die Einhaltung rechtlicher Vorgaben verantwortlich.⁴⁴⁹ **Data Steering Boards**, an denen Repräsentanten aller mit Daten-Governance Aktivitäten befassten Bereiche in der jeweiligen Organisation beteiligt sind, sollen übergeordnete („cross-functional“) Aspekte klären und für sicherere und bessere Informationen für Governance-Entscheidungen und die verbesserte Einhaltung von regulatorischen und rechtlichen Vorgaben sorgen.⁴⁵⁰

Ein solcher aus einem „Management“-Kontext stammender Begriff ist im vorliegenden Zusammenhang um zwei Aspekte zu erweitern. Erstens kann nicht nur der Umgang mit Daten innerhalb einer Organisation, sondern die **organisationsübergreifende Datennutzung** im Fokus einer Daten-Governance stehen. Dies bringt unter anderem eine Erweiterung der beteiligten Akteure und ihrer Rollen mit sich. Zweitens bedingt ein solcher organisationsübergreifender Fokus, wie unter 3.2.4 weiter dargelegt wird auch eine folgenreiche Veränderung im Verständnis des Werts bzw. des übergeordneten Nutzens von Daten, dessen Maximierung das Ziel einer Daten-Governance ist.

Dass es einer Daten-Governance nicht (mehr) vorrangig um ein „intraorganisatorisches“ Management von Daten gehen kann, wird von vielen Forschenden betont. Dazu mag die zunehmende Bedeutung von Daten als kommerzialisierbares Gut ebenso beigetragen haben, wie das wachsende Bewusstsein für die gesellschaftliche Bedeutung von Daten in der digitalen Transformation. Governance soll nach diesem Begriffsverständnis demnach auf den Austausch, bzw. die „gemeinsame Nutzung“⁴⁵¹ oder die „Weiterverwendung“⁴⁵² von Daten zwischen Personen oder Organisationen abzielen, also „interorganisatorisch“⁴⁵³ angelegt sein.

⁴⁴⁸ Abraham/Schneider/vom Brocke, Data governance: A conceptual framework, structured review, and research agenda, *International Journal of Information Management* 49(S1) 2019, 425-438.

⁴⁴⁹ v. Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2; vgl. a. <https://www.datagalaxy.com/en/blog/the-role-of-data-stewards-in-data-governance/>.

⁴⁵⁰ Z. Ganzen s. v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2.

⁴⁵¹ S. Art. 2 Nr. 10 DGA.

⁴⁵² S. Richtlinie 2019/1024 vom 20. Juni 2019 über offene Daten und die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors.

⁴⁵³ v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2; Schweihoff/Jussen/Möller, Trust me, I'm an Intermediary! Exploring Data Intermediation Services. In Proceedings of the 18th International Conference on Wirtschaftsinformatik, 2023; Zimmermann/Schäffler, Inter-organisatorische Data Governance: Vorschlag eines Rollenmodells für einen kooperativen Datenaustausch im Kontext von Logistik 4.0, *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 60 (2023), S. 38-51.

Die KI-Verordnung zur Daten-Governance übernimmt einen solchen interorganisatorischen Governance-Begriff zwar nicht im Hinblick auf Verfahren oder organisatorische Vorgaben – solche sind, wie unter 3.3.1.1 weiter ausgeführt wird, weiter auf organisationsinterne Aspekte ausgelegt –, aber *mit Blick auf das Risiko-Management* und erweitert damit die oben dargestellten Dimensionen der Datenqualität (s.o. 3.2.2): Im Gegensatz zu einem intraorganisatorischen Datenqualitäts- bzw. -risikomanagement geht es also nicht um nur „interne“ Risiken für Unternehmen (i.S. einer Compliance, Haftungsrisiken, usw.), oder um die Maximierung des „Werts“ vorhandener Daten als „asset“, sondern es sind „externe“ Risiken für Dritte und die Gesellschaft in den Blick zu nehmen. Die begriffliche Entwicklung einer (intra-organisatorischen) Daten-Governance weist in dieser Hinsicht Parallelen zu der des allgemeineren Begriffs der unternehmerischen „due diligence“ auf. Bei diesem wurde mit der zunehmenden Referenz auf menschenrechtliche Sorgfaltspflichten („human rights due diligence“) betont, dass der unternehmerische Fokus auf das Management „materieller Risiken für die Unternehmen selbst“ zu ergänzen und „externe“ Risiken für Dritte in die entsprechenden Verfahren einzubeziehen seien.⁴⁵⁴

Da hier die Herausforderungen und Entwicklungsmöglichkeiten einer *interorganisatorischen* Daten-Governance im Fokus stehen, wird von einer detaillierten Darstellung der Binnendifferenzierung der Akteure und ihrer Rollen innerhalb von Organisationen abgesehen.

3.2.3.2 Akteure einer interorganisatorischen Daten-Governance

Die relevanten Akteure einer interorganisatorischen Daten-Governance können wie folgt beschrieben werden:

- **Dateninhaber** („data holder“) sind solche, natürlichen oder juristischen Personen, einschließlich öffentlicher Stellen, die über die Rechte, oder auch nur die tatsächlichen technischen („technologisch-faktischen“⁴⁵⁵) Möglichkeiten verfügen, Daten zugänglich zu machen. **Dateninhaber** können unterschiedlichste, staatliche wie nicht-staatliche Akteure sein.⁴⁵⁶
- **Datennutzer** ist eine natürliche oder juristische Person, die ein Interesse daran hat, diese Daten für ihre Zwecke zu nutzen.⁴⁵⁷

Diese grundlegende Rollenverteilung ergibt sich einerseits daraus, dass (potenziell diverse) Dateninhaber und (potenziell diverse) Datennutzer auseinanderfallen können, während die datengenerierenden Akteure weder Nutzer noch Inhaber sein müssen. Sie liegt damit jeder *interorganisatorischen* Daten-Governance quasi notwendigerweise zugrunde. In Abhängigkeit von recht-

⁴⁵⁴ S. insbes. United Nations General Assembly, Report of the Special Representative of the Secretary-General on the issue of human rights and transnational corporations and other business enterprises, John Ruggie, Guiding Principles on Business and Human Rights: Implementing the United Nations “Protect, Respect and Remedy” Framework, UN A/HRC/17/31, S. 16; ausführlich Rogge, Risk, Uncertainty and the Future of Corporate Human Rights Due Diligence, CRI Working Paper No. 81, 2022, S. 35 ff.

⁴⁵⁵ Specht-Riemenschneider, Der Entwurf des Data Act, Beilage zu MMR 9/2022.

⁴⁵⁶ Im Fall von personenbezogenen Daten können Dateninhaber zudem auch „betroffene Personen“ im Sinne des Datenschutzrechts sein; dies muss aber nicht der Fall sein: personenbezogene Daten können sich auch auf Personen beziehen, die nicht mit dem Dateninhaber identisch sind. Inwieweit rechtliche Regelungen auch Dateninhaber als betroffene Personen im datenschutzrechtlichen Sinne betreffen, hängt also von ihrem sachlichen Anwendungsbereich ab. Der Data Governance Act stellt insoweit etwa klar, dass betroffene Personen i.S.d. DSGVO nicht unter den Begriff der Dateninhaber nach der Verordnung fallen Art. 2 Abs. 8 Data Governance Act.

⁴⁵⁷ Nach Art. 2 (9) Data Governance Act sind Datennutzer Personen, die über einen *rechtmäßigen Datenzugang* verfügen. Diese Definition setzt, wie v. Grafenstein zutreffend feststellt, allerdings voraus, dass die Rollen einer Daten-Governance geregelt und mögliche Interessenkonflikte damit gelöst sind. Sofern wie hier, unterschiedliche Rollenverteilungen in den Blick genommen, und auch rechtliche Lösungsansätze am Maßstab spezifischer umweltrechtlicher Ziele untersucht werden, muss der Kreis der potenziellen Datennutzer demgegenüber weiter gezogen werden, vgl. v. Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2, S. 11.

lichen Vorgaben – hieran zeigt sich die Relevanz der regulatorischen Ebene – und auch technischen oder organisatorischen Ansätzen einer Daten-Governance⁴⁵⁸ können weitere Akteure bzw. Rollen hinzukommen.

- **Berechtigte Dritte:** Die rechtlichen Rahmenbedingungen können diese Akteurskonstellation erweitern, indem Dritten, die in unterschiedlicher Art und Weise in einer relevanten Beziehung zu den betreffenden Daten stehen, Rechte zugeschrieben werden, über Zugang und Nutzung der Daten zu entscheiden.

Textbox 27: Rechte an Daten

Erheblichen Einfluss auf das Akteursgefüge hat das **Datenschutzrecht. Betroffene Personen** im Sinne von Artikel 4 Nummer 1 der Verordnung (EU) 2016/679) können grundsätzlich darüber entscheiden, ob und zu welchen Zwecken die sie betreffenden personenbezogenen Daten eingesetzt werden.

Auch wenn es kein Eigentumsrecht im eigentlichen Sinne an Daten gibt, können natürlichen oder juristischen Personen **geistige Eigentumsrechte** zukommen, die ihren Trägern ermöglichen, über das „ob und wie“ der Datennutzung zu entscheiden. So können, sofern durch die Zugänglichmachung oder Nutzung von Daten urheberrechtlich geschützte Werke berührt werden, unter Umständen etwa Urheberpersönlichkeits- oder -verwertungsrechte betroffen sein. Diese können Unterlassungs- oder Schadensersatzansprüche begründen. Daten als Informationen über Tatsachen oder Ideen sind zwar nicht urheberrechtlich geschützt. Urheberrechte kommen aber in Betracht, wenn Daten als Bestandteile von Werken natürlicher Personen zu betrachten sind, denen eine gewisse Gestaltungs- oder Schöpfungshöhe zukommt.⁴⁵⁹

Nach dem Europäischen Datengesetz („Data Act“) können den **Nutzern/Betreibern datengenerierender Geräte oder Anwendungen** auch unabhängig von geistigen Eigentumsrechten oder einem Personenbezug der betreffenden Daten **spezifische Rechte** zukommen: Daten werden bei der Nutzung von vernetzten Geräten oder Anwendungen generiert und/oder gesammelt. Diese Daten beziehen sich häufig zumindest auch auf das Verhalten der Nutzer der Geräte oder Anwendungen, wurden in der Praxis aber unmittelbar an die Hersteller oder Anbieter dieser Geräte übermittelt, ohne, dass die Gerätenutzer zuvor Zugang auf diese Daten hätten. Der Data Act soll diese Situation ändern, indem insbesondere das Recht der Gerätenutzer geschaffen wird, darüber zu entscheiden, welche weiteren Datennutzer „ihre“ Daten zu welchem Zweck weiterverwenden dürfen. Im Fall von Daten, die unter den Data Act fallen, können Datennutzer auch sog. **„Datenempfänger“** sein, also Personen, die Zugangs- und Nutzungsmöglichkeiten der bei Inhabern befindlichen Daten von Nutzern datengenerierender oder -sammelnder Geräte übertragen bekommen. Datenempfänger ist also eine Person oder Organisation, die – ohne mit dem Gerätenutzer identisch zu sein – Daten zur Weiterverwendung übertragen bekommt.

Prominent kommen bei einer interorganisatorischen Daten-Governance zudem zusätzliche Akteure ins Spiel, welche die gemeinsame Datennutzung zwischen Dateninhabern und Datennutzern vermitteln, bzw. bei der Weiterverwendung von Daten helfen sollen. In den vergangenen Jahren haben solche **Datenintermediäre** erhebliche Aufmerksamkeit erhalten und werden als Lösungsansatz für viele Herausforderungen einer Daten-Governance betrachtet. Intermediäre

⁴⁵⁸ S. dazu oben 3.2.1.

⁴⁵⁹ So können z.B. ppt., oder excel-Tabellen mit umweltrelevanten Daten als Datenbanken urheberrechtlich geschützt sein, wenn sie Ausdruck der „geistigen Schöpfung“ ihres Urhebers sind. Auch die spezifische Zusammenstellung von Daten in einer Datenbank kann ein urheberrechtlich geschütztes Werk darstellen, wenn durch ihren Inhalt oder durch ihre Form oder durch die Verbindung von Inhalt und Form etwas Neues und Eigentümliches entsteht, Rossi, Rechtliche Bewertung der Datenherausgabe für verschiedene Gruppen geologischer Daten – Rechtsgutachten2016.

sind als technische, organisatorische oder rechtlich konstituierte Akteure oder Infrastrukturen zu verstehen, welche

- Die Rechte und Interessen von Dateninhabern, Nutzern oder berechtigten Dritten effektiv wahrnehmen,
- technische Herausforderungen bewältigen, Risiken und entsprechende Unsicherheiten bei der Datennutzung mindern helfen und damit die gemeinsame Nutzung oder die Weiterverwendung von Daten erleichtern.
- unter Umständen die Meinungsbildung über die Ziele und Modalitäten der Datennutzung zwischen mehreren Dateninhabern, Datennutzern, oder berechtigten Dritten organisieren,

Datenintermediären wird häufig auch zugesprochen, zu einer in normativer Hinsicht besseren, z.B. inklusiveren, gerechteren und/oder gemeinwohlorientierten Datennutzung beizutragen.⁴⁶⁰ Tatsächlich können Datenintermediäre in unterschiedlichen Governance-Konstellationen unterschiedlichste Funktionen wahrnehmen, die keineswegs notwendigerweise an Inklusivität, Repräsentation oder einem Gemeinwohl ausgerichtet sein müssen. So werden auch Datenmarktplätze⁴⁶¹ und Plattformen zum Datenaustausch als Intermediäre verstanden, s. etwa Art. 10 (1) DGA. Als eine Ausgestaltungsmöglichkeit sind auch Zusammenschlüsse von Dateninhabern oder Datennutzern denkbar, die etwa als Datengenossenschaften,⁴⁶² oder -kooperativen gemeinsam die weitere Nutzung ihrer Daten organisieren, s. Art. 2 (15) DGA.

3.2.4 Daten-Governance als Regulierungsinstrument?

Bevor eine Analyse der Passung und instrumentellen Potenziale einer Daten-Governance für umweltrechtliche Regulierungsziele erfolgt, ist zu klären, ob eine Daten-Governance überhaupt als ein Regulierungsinstrument betrachtet werden kann. Daten-Governance Konzepte werden in ganz unterschiedlichen, ökonomischen, öffentlichen, unternehmerischen, wissenschaftlichen Kontexten diskutiert und so verwundert es nicht, dass zu dieser Frage unterschiedliche Auffassungen bestehen, die wiederum auf grundlegende Unterschiede im Verständnis der Ziele und Funktionen einer Daten-Governance verweisen. Bevor entsprechend in Kapitel 2 entwickelten Bewertungsschema Regulierungsziele und instrumentelle Logik einer Daten-Governance analysiert werden, ist daher eine kurze Positionierung zu dieser Diskussion gefragt.

Die Ziele einer Daten-Governance werden teilweise vor allem darin gesehen, dass sie kollidierende Interessen an der (Weiter-)Verwendung der Daten austariert. Mit anderen Worten wird es als Funktion einer Governance betrachtet, die Ziele und Interessen der Dateninhaber, -nutzer usw. mit der Datennutzung verbinden, zu koordinieren.⁴⁶³ Die Daten-Governance will dann –

⁴⁶⁰ Micheli et al., Mapping the landscape of data intermediaries Emerging models for more inclusive data governance, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, <https://doi.org/10.2760/261724>. Duncan schlägt vor, dass unterschiedliche Varianten von Datenintermediären, indem sie Ansätze zur Ausbalancierung kollidierender Interessen der Datennutzung ergänzen, „aim to better align the social and economic value of data with the normative interests of individuals described in them by redistributing benefits of data production back to individuals through collectivisation“; s. ders., Data protection beyond data rights: governing data production through collective intermediaries. Internet Policy Review, 12(3) (2023), <https://doi.org/10.14763/2023.3.1722>.

⁴⁶¹ Ein Datenmarktplatz ist durch eine digitale Plattform charakterisiert, die den sektoren-/branchenübergreifenden Handel und Tausch von Rohdaten, verarbeiteten Daten, auf Daten basierenden KI-Analysemodellen und datenzentrierte Dienstleistungen (beispielsweise Visualisierungen) ermöglicht. Traut/Mayer, Grenzkostenfreie IoT-Services in den Datenmarktplätzen der Zukunft. In: Rohde et al. (Hrsg.): Datenwirtschaft und Datentechnologie. Wie aus Daten Wert entsteht, Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, 2022, 20.

⁴⁶² Erwägungsgrund 31 des Data Governance Acts qualifiziert Datengenossenschaften dahingehend, dass diese bestrebt seien, „eine Reihe von Zielen zu erreichen, insbesondere die Position von Einzelpersonen bei der sachkundigen Entscheidung vor der Einwilligung zur Datennutzung zu stärken, die Geschäftsbedingungen von Datennutzerorganisationen im Zusammenhang mit der Datennutzung in einer Weise zu beeinflussen, die den einzelnen Mitgliedern der Gruppe bessere Wahlmöglichkeiten bietet, oder mögliche Lösungen zu ermitteln, wenn einzelne Mitglieder einer Gruppe unterschiedliche Standpunkte zu der Frage vertreten, wie Daten verwendet werden können, wenn sich diese Daten auf mehrere betroffene Personen innerhalb dieser Gruppe beziehen.“

⁴⁶³ v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series

jenseits dieser Koordinierungsfunktion – keine „eigenen“, den Interessen der Dateninhaber und -nutzer über- oder beigeordneten, Ziele erreichen. „Governance“ in diesem Sinne wird abgegrenzt vom spezifischeren Begriff der Regulierung, die sich durch ihre Funktion einer *zielgerichteten* Verhaltensbeeinflussung der Regulierungsadressaten auszeichne.⁴⁶⁴ Während z.T. auch Regulierung durch Private in diesem Sinne definiert wird, meinen andere Theoretiker mit Regulierung noch enger die zielgerichtete Gestaltung von Problemsektoren *durch Träger öffentlicher Gewalt*. Diese nehme die „Steuerung als operative – administrative, bisweilen gouvernementale – Beeinflussung des Verhaltens Privater zur Durchsetzung von Gemeinwohlzielen“ – in den Blick.⁴⁶⁵ Nach einer solchen Begrifflichkeit wäre als Daten-Governance im engeren Sinne – in Abgrenzung zu einer *Datenregulierung* – nur ein solches (privates oder staatliches) Verhalten zu verstehen, das *nicht* auf ein bestimmtes, an Gemeinwohlzielen orientiertes „Sollverhalten“⁴⁶⁶ der beteiligten Akteure jenseits deren Interessen an der Weitergabe und Nutzung der Daten abzielt.

Diese konzeptionelle Perspektive erklärt sich einerseits, wenn man sich verdeutlicht, dass die Idee einer interorganisatorischen wie der einer intraorganisatorischen Daten-Governance zunächst im Kontext einer unternehmerischen Daten-Governance entwickelt wurde: Während bei einem intraorganisatorisch ausgerichteten Konzept die Maximierung des strategischen oder monetären Werts von Daten für die jeweilige Organisation bezweckt wird, geht es bei einer *interorganisatorischen* Daten-Governance im unternehmerischen Kontext um die Interessen der im Datenaustauschverhältnis stehenden Akteure. Dass eine Daten-Governance im Verhältnis zu diesem Austauschverhältnis „externe“ (z.B. regulatorische) Zielsetzungen verfolgen könnte, hat in einer solchen Betrachtung keinen Platz. Wenn auch Daten-Governance Ansätze jenseits einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung eine vergleichbare, „nur“ koordinierende Funktion zugeschrieben wird, kann das auch ihren theoretischen Ursprüngen geschuldet sein. Dem Governance-Begriff wird dann in Orientierung an politikwissenschaftlichen Theorien einer „Global Governance“ ein horizontales, auf reflexive Mechanismen setzendes Verständnis von gesellschaftlicher (Selbst-)Steuerung zugrunde gelegt, das gerade von einer Setzung und Durchsetzung von Regeln, Prinzipien, oder Zielen „top-down“ unterschieden wird.⁴⁶⁷

Gegen ein solches Konzept von Daten-Governance als reinem Koordinierungsmechanismus können mindestens drei grundsätzliche Argumente angeführt werden.

Erstens werden solche Governance-Konzepte mit nachvollziehbaren Gründen für ihre Indifferenz gegenüber demokratischen Prinzipien und Gemeinwohlinteressen kritisiert, laden aber mindestens zu Missverständnissen hinsichtlich der politischen Relevanz einer Daten-Governance ein. In diesem Sinne wird bestimmten Verständnissen einer Governance vorgehalten, dass ihre Indifferenz gegenüber „top down“ vorgegebenen Zielen zu einem unverhältnismäßig großen Einfluss privater, insbesondere privatwirtschaftlicher Akteure und Netzwerke führt.⁴⁶⁸ Dezentrale Ansätze einer Daten-Governance wollen durch flexiblere Entscheidungsstrukturen zu breiterer und verbesserter Partizipation und Verantwortlichkeit führen⁴⁶⁹ drohen aber, sofern ihnen keine normativ begründeten Regeln zugrunde liegen, typischerweise z.B. „datenreiche“

2022-2, S. 10. Die Interessen, die im Zusammenhang mit der Datennutzung berücksichtigt werden, werden dabei typischerweise auf die an der (Austausch-)Beziehung beteiligten Inhaber und Nutzer begrenzt.

⁴⁶⁴ v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2, S. 10; Braithwaite, Coglianese & Levi-Faur, Can regulation and governance make a difference?, Regulation & Governance (2007), 3,

⁴⁶⁵ Schmidt-Preuß, Stand, System und Zukunft der Regulierung, DVBl. 21/2023, 1309.

⁴⁶⁶ S.o. Kapitel 2.4.1

⁴⁶⁷ S. etwa Micheli et al., Emerging models of data governance in the age of datafication. Big Data & Society 7(2) (2020), <https://doi.org/10.1177/2053951720948087>.

⁴⁶⁸ Bria/Morozov, Die smarte Stadt neu denken, 2017, 44.

⁴⁶⁹ Micheli et al., Emerging models of data governance in the age of datafication. Big Data & Society 7(2) (2020), <https://doi.org/10.1177/2053951720948087>.

Akteure bevorzugen. Tatsächlich nehmen Governance-Konzepte durch die Festsetzung der zu berücksichtigenden Akteure und ihrer Rollen folgenreiche Festlegungen vor – aus der nur technisch-faktisch⁴⁷⁰ begründeten Dateninhaberschaft werden dann ohne weitere Rechtfertigung weitreichende Entscheidungsrechte abgeleitet.⁴⁷¹

Zweitens übersehen „zielindifferente“ Ansätze, dass mindestens interorganisatorische Ansätze und Rollenmodelle einer Daten-Governance tatsächlich stets – wenn auch zuweilen nur implizit – recht eindeutige Ziele verfolgen. So sollen Ansätze einer „interorganisatorischen“ Daten-Governance die gemeinsame Nutzung von Daten anregen, die Produktion und Verfeinerung von Daten anreizen, Datensilos vermeiden etc. (s. hierzu im Einzelnen unten, 3.3.1). Damit ist die übergeordnete Zielsetzung verbunden, die tatsächlichen oder vermeintlichen – jedenfalls nur selten hinterfragten – gesellschaftlichen Potenziale eines möglichst weitgehenden „free flow of data“ zu heben. Hierfür setzen auch Governance-Ansätze auf unterschiedliche *Anreizmechanismen*, die naturgemäß nichts anderes bezwecken sollen als die an übergeordneten Zielen ausgerichtete Beeinflussung des Verhaltens relevanter Akteure.⁴⁷²

Hiermit zusammenhängend ist ein „rein reflexiver“ Daten-Governance Begriff *drittens* problematisch, weil er zu dem Missverständnis führen könnte, dass eine (auch staatliche, z.B. kommunale) Daten-Governance keine „eigenen“, Ziele verfolgen *darf* oder *sollte*: *„Under the concept of governance, there is no longer a role for government as advocate for the general interest; instead government is seen as one actor representing a competing interest with other legitimate actors. The public interest is assumed to be met by reaching agreements with the various actors.“*⁴⁷³ Ein entsprechend verengter Governance-Begriff übersieht die Bandbreite der instrumentellen Möglichkeiten staatlicher Steuerung.⁴⁷⁴ Er erscheint zudem mit zunehmenden Evidenzen kollektiver, auch politischer Auswirkungen und Risiken der Datennutzung⁴⁷⁵ immer weniger akzeptabel.

Es ist vor diesem Hintergrund wenig überraschend, dass in vielen Kontexten explizite Prinzipien für eine Daten-Governance entwickelt werden, die die Ausrichtung von Verfahren, Verantwortlichkeiten etc. an insbesondere ethischen Standards sicherstellen sollen. In Abgrenzung zu einem nur koordinierenden Governance-Verständnis wird in diesem Sinne auch von „guter“ Daten-Governance gesprochen.⁴⁷⁶ In ähnlicher Weise werden typisierend potenziell konkurrierende (womöglich gar antagonistische)⁴⁷⁷ Zielsetzungen einer Daten-Governance unterschieden: es sollen Bürgerrechte (Datenschutz, demokratische Partizipation, kollektive Rechte) gewahrt, öffentliche Interessen (etwa wirtschaftspolitische, oder sozial-ökologische) implementiert und

⁴⁷⁰ Specht-Riemenschneider, Der Entwurf des Data Act, Beilage zu MMR 9/2022.

⁴⁷¹ Mit dieser Perspektive passt es zusammen, wenn als aktive, durch Governance zu koordinierende Akteure Datennutzer und Dateninhaber betrachtet werden, während Rechte, rechtlich geschützte Interessen Dritter usw. als (Compliance- oder Haftungs-)Risiken beim Austausch von Daten begriffen werden (vgl. z.B. v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2, 15).

⁴⁷² S. etwa Gelhaar et al., Towards a Taxonomy of Incentive Mechanisms for Data Sharing in Data Ecosystems; Conference Paper: Twenty-fifth Pacific Asia Conference on Information Systems, Dubai, UAE, 2021.

⁴⁷³ Ives, „Neoliberalism and the concept of governance: Renewing with an older liberal tradition to legitimate the power of capital“, *Mémoire(s), identité(s), marginalité(s) dans le monde occidental contemporain* [Online], 14/2015, <https://doi.org/10.4000/mim-moc.2263>.

⁴⁷⁴ Zwar verschwimmt, wie Denker (2008) es ausdrückt, mit indirekten, also etwa kooperativen und selbstregulativen Regulierungsansätzen die eindeutige Trennung zwischen Regulierungssubjekt und Regulierungsadressaten, mit dem Governance-Konzept wird die „zentripale Government-Perspektive des Steuerungsbegriffs“ überwunden. Diese Modi bedeuten jedoch nicht zwangsläufig einen Rückzug des staatlichen Steuerungsanspruchs; Denker, *Alternative Regulierungsansätze im Kontext der Better Regulation Agenda*, Potsdamer Diskussionspapiere zur Verwaltungswissenschaft 1, 2018, 38.

⁴⁷⁵ Vgl. Solano/de Souza/Taylor, Governing data and artificial intelligence for all. Models for sustainable and just data governance. Study, Panel for the Future of Science and Technology, European Parliamentary Research Service, 2022, 10.

⁴⁷⁶ Solano/de Souza/Taylor, Governing data and artificial intelligence for all. Models for sustainable and just data governance. Study, Panel for the Future of Science and Technology, European Parliamentary Research Service, 2022, 38.

⁴⁷⁷ Zygmuntowski, Data Governance in a Trilemma: A Qualitative Analysis of Rights, Values, and Goals in Building Data Commons, *Digital Society* 30 (2023), 29 ff.

ökonomische Inwertsetzung und Wirtschaftswachstum gefördert werden. Vergleichbare „Ziel-dreiecke“ kennt man aus dem Regulierungsrecht, vgl. § 1 EnwG.

Es sprechen daher gewichtige Gründe dafür, Daten-Governance nicht allein als bloßes Koordinationsinstrument, sondern auch als potenzielles Regulierungsinstrument zu betrachten.

3.3 Regulierungsziele und Interventionslogiken einer Daten-Governance

Nach Klärung von Begriff und Funktionen einer Daten-Governance ist im Sinne der unter 2.4 umrissenen Delta-Analyse der normative Maßstab der Bewertung als Regulierungsinstrument herauszuarbeiten. Es sind also die allgemeinen, spezifischen und operationellen Ziele einer umweltbezogenen Daten-Governance zu beschreiben und damit auch die Interventionslogik zu rekonstruieren, nach der die Zielerreichung erfolgen soll.⁴⁷⁸

3.3.1 Regulierungsziel 1: Ziele und Funktionen von Daten-Governance Ansätzen de lege lata

Regulatorische Idealtypen einer Daten-Governance wurden bereits an anderer Stelle konzipiert und einer Bewertung im Hinblick auf nachhaltigkeitpolitische Zielsetzungen unterzogen.⁴⁷⁹

Mittlerweile lassen sich solche Regulierungs Ideen auch anhand einiger gesetzlicher Regelungen, insbesondere auf europäischer Ebene nachvollziehen.

Ein umweltbezogenes „Verhaltens-Soll“ (s.o. 2.5.1) lässt sich diesen Vorgaben nicht unmittelbar entnehmen: Daten-Governance-Regeln enthalten häufig keine schutzgut- oder verhaltensbezogenen Ge- oder Verbote, die daraufhin untersucht werden könnten, ob sie Entscheidungen oder Verhalten von ADS und aus diesen folgende Umweltrisiken oder Potenziale effektiv regulieren. In regulierungstheoretischen Begriffen handelt es sich bei Daten-Governance-Regelungen also nicht um ein „direktes“ Regulierungsinstrument, sondern – zumindest überwiegend – um sog. indirekte Instrumente. Mit solchen Instrumenten greift der Staat nicht direkt durch Ge- und Verbote ein, sondern setzt – häufig durch marktbasierende oder kooperative Ansätze – indirekt Anreize oder schafft Rahmenbedingungen, um das Verhalten von Akteuren in eine gewünschte Richtung zu lenken.⁴⁸⁰

Dazu, wie Daten-Governance Ansätze in dieser Weise Einfluss auf datenökonomische Dynamiken nehmen sollen, bestehen unterschiedliche Ideen. Ein Verständnis solcher konkurrierenden Vorstellungen oder Interventionslogiken (s.o. 2.4.1) ist relevant, um praktische Spielräume wie Herausforderungen einer Regulierung zu identifizieren und zu beurteilen. Die Perspektiven dazu, wie Daten-Governance Regelungen menschliches wie maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten beeinflussen können, lassen auch Rückschlüsse auf die Ziele einer umweltbezogenen Daten-Governance zu. Im Folgenden werden daher Governance-Modelle anhand ihrer Ziele und ih-

⁴⁷⁸ S.o. 2.4.1.

⁴⁷⁹ Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019; Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 10/2021 (2021); Franke/Gailhofer, Data Governance and Regulation for Sustainable Smart Cities, Frontiers in Sustainable Cities 3 (2021), <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsc.2021.763788/full> (22.04.2025); Piétron/Gailhofer/Sommer, Nachhaltige Daten-Governance in der Daseinsvorsorge: Maßnahmen und Strategien für eine zukunfts-fähige Kommunalwirtschaft Kurzstudie in der Codina Forschungslinie „Zukunftsfähige Daseinsvorsorge“, 2022. Ähnlich, wenn auch unter abweichenden Begrifflichkeiten („drei grundsätzliche Datenteilungsszenarien und -modelle“) auch de Macedo Schäfer et al., Data Governance im Spannungsfeld datengetriebener Verwaltung. Herausforderungen von Kommunen bei der Etablierung einer Smart City Administration, HIIG Discussion Paper Series No. 2023-04; Micheli et al., Emerging models of data governance in the age of datafication. Big Data & Society 7(2) (2020) („emerging models“); andere sprechen mit ähnlicher Stoßrichtung von „Narrativen“, oder schlicht von unterschiedlichen „Regulierungsansätzen“, so Schneider, Regulierungsansätze in der Datenökonomie, in: Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ) 2019, 24-26.

⁴⁸⁰ Vgl. Denker, Alternative Regulierungsansätze im Kontext der Better Regulation Agenda, Potsdamer Diskussionspapiere zur Verwaltungswissenschaft 1, 2008, 36 ff.

rer instrumentellen Logik (Interventionslogik) – insbesondere ihrem Verständnis der entscheidenden Akteure und den Anreizmechanismen, die ein zieladäquates Verhalten dieser Akteure gewährleisten sollen – dargestellt.

3.3.1.1 KI-VO: Intraorganisatorische Daten-Governance als Element risikobasierter Selbstregulierung

Mit neuen, risikobasierten Regulierungsansätzen für KI-basierte ADS erhält eine intraorganisatorische Daten-Governance (s.o., 3.2.1) neue Relevanz. Art. 10 der KI-Verordnung sieht für sogenannte Hoch-Risikosysteme eine Reihe datenbezogener Pflichten vor. Demnach sollen datengetriebene Hoch-Risikosysteme Künstlicher Intelligenz so entwickelt werden, dass die verwendeten Trainings-, Validierungs- und Test-Datensätze bestimmten, vorab definierten Qualitätskriterien genügen, die in einem angemessenen Verhältnis zum intendierten Einsatzzweck der Systeme stehen.⁴⁸¹ Diese Daten-Governance-Regelung fügt sich in den umfassenden horizontalen Regulierungsansatz der Verordnung ein, der sicherstellen soll, dass KI-Systeme die Grundrechte, Sicherheitsaspekte und bestimmte ethische Grundsätze beachten. Die KI-Verordnung, auf die in diversen Kapiteln dieses Berichts eingegangen wird, fokussiert insbesondere „klassische“ Sicherheitsaspekte und ethische Risiken der Künstlichen Intelligenz – insbesondere solche für menschliche Selbstbestimmung und Diskriminierungsverbote – und ist damit ganz maßgeblich „anthropozentrisch“ ausgerichtet.

Ziel der Daten-Governance-Regelung in der Verordnung ist es in diesem Sinne, bestimmte datenspezifische Risiken von KI-Systemen einzuhegen. Die Verordnung erkennt an, dass eine

„hohe Datenqualität und der Zugang zu Daten von hoher Qualität eine wichtige Rolle dabei spielen, um Strukturen zu gewährleisten und die Leistung vieler KI-Systeme sicherzustellen, insbesondere wenn Techniken eingesetzt werden, bei denen Modelle mit Daten trainiert werden, um sicherzustellen, dass das Hochrisiko-KI-System bestimmungsgemäß und sicher funktioniert und nicht eine Ursache für Diskriminierung wird, die nach dem Unionsrecht verboten ist“, Erwägungsgrund (44) KI VO.

Die KI-VO bestimmt die **Datenqualität** also abstrakt am Maßstab des Regulierungsziels, KI-typische Risiken – insbesondere von Diskriminierungen – zu mindern.

3.3.1.1.1 Interventionslogik: insbesondere eigenverantwortliche Sicherstellung der Datenqualität

Artikel 10 KI-VO legt keine Aufgaben und Verantwortlichkeiten spezifischer Akteure im Sinne eines **Rollenmodells** fest, definiert in Absatz 1 aber die Pflicht zur Einrichtung von „**Daten-Governance und Datenverwaltungsverfahren**“. Diese Governance-Mechanismen und Verfahren müssen bestimmte Schritte im Lebenszyklus der Systeme adressieren, etwa einschlägige konzeptionelle Entscheidungen im Lebenszyklus, die Datenerfassung, relevante Datenaufbereitungsvorgänge, die Aufstellung relevanter Annahmen, insbesondere in Bezug auf die Informationen, die mit den Daten erfasst und dargestellt werden sollen, oder die vorherige Bewertung der Verfügbarkeit, Menge und Eignung der benötigten Datensätze.

Zudem ist durch verfahrensmäßige Vorkehrungen die Untersuchung möglicher **Daten-Biases und die Ermittlung möglicher Datenlücken oder -mängel** zu ermöglichen, um zu klären, wie diese Lücken und Mängel behoben werden können. Solche Regelungen qualifizieren Art. 10 KI-VO regulierungstheoretisch als ein *betriebsorganisatorisches Instrument*: indem „durch staatliche Rahmensetzung [...] auf die Organisation und Handlungsabläufe in privaten Unternehmen eingewirkt wird“ soll ein im Hinblick auf die adressierten Risiken schonenderes Verhalten veranlasst

⁴⁸¹ Für die Entwicklung von Hochrisiko-KI Systemen, bei denen keine Methoden verwendet werden, die das Training von Modellen beinhalten, gelten die Regelungen gemäß Art. 10 Abs. 6 nur für die Testdatensätze.

und zur Berücksichtigung der in den Schutzbereich der Regelung einbezogenen Güter oder Personen angehalten werden.⁴⁸²

Datenqualitätsmanagement zur Minderung KI-typischer Risiken

Neben solchen betriebsorganisatorischen Pflichten enthält die Regelung eine Reihe **substanzieller Anforderungen an die Datenqualität**: So müssen die Trainings-, Validierungs- und Testdatensätze relevant, hinreichend repräsentativ, sowie möglichst fehlerfrei und vollständig hinsichtlich der angestrebten Einsatzzwecke der Systeme sein. Sie haben die geeigneten statistischen Merkmale zu enthalten, gegebenenfalls auch bezüglich der Personen oder Personengruppen, auf die das Hochrisiko-KI-System bestimmungsgemäß angewandt werden soll.

Datensätze müssen zudem, soweit dies für ihre Einsatzzwecke erforderlich ist, den Merkmalen oder Elementen entsprechen, die für die besonderen geografischen, kontextspezifischen verhaltensbezogenen oder funktionalen Rahmenbedingungen, unter denen das Hochrisiko-KI-System bestimmungsgemäß verwendet werden soll, *typisch* sind, Art. 10 Abs. 4 KI-VO. Um diese Funktionen einer Daten-Governance zu ermöglichen, sieht die Regelung schließlich eng begrenzte Ausnahmeregelungen hinsichtlich der Nutzung von Daten vor, an denen Rechte Dritter bestehen: Soweit es für die Zwecke der Überwachung, Aufdeckung und Korrektur von Verzerrungen (Biases) im Zusammenhang mit Hochrisikosystemen unbedingt erforderlich ist, können die Betreiber dieser Systeme ausnahmsweise besondere Kategorien von personenbezogenen Daten verarbeiten, Art. 10 Abs. 5 KI-VO. Damit wird die Verfolgung der vom Schutzzweck des Gesetzes umfassten Zielsetzungen der Datenverarbeitung rechtlich privilegiert.

Die Interventionslogik der KI-Verordnung ist mit Blick auf die oben dargestellten Ansatzpunkte einer Regulierung von ADS plausibel: Durch die Definition von Vorgaben für die risikorelevanten Eigenschaften von Daten wird das (Entscheidungs-)Verhalten lernender Systeme im Hinblick auf diese Risiken geprägt (s.o. 2.1.4.1). Daten repräsentieren die soziale und natürliche Umwelt, die externen Stimuli, auf die „intelligente“ ADS⁴⁸³ beobachtbar reagieren und durch die sie lernen. Hagendorf beschreibt diesen Zusammenhang anschaulich am Beispiel solcher „klassischer“ KI-Risiken, auf die sich die KI-Verordnung insbesondere bezieht: Wenn Trainingsdaten, die in maschinelle Lernverfahren eingespeist werden, das z.B. diskriminierende Verhalten von Menschen widerspiegeln, wird damit – in Zusammen- oder Wechselwirkung mit anderen Faktoren wie dem Design von Hyperparametern oder spezifischen Verknüpfungen von künstlichen neuronalen Netzen – indirekt ein diskriminierendes (Entscheidungs-)Verhalten der trainierten Systeme oder Anwendungen verursacht. Da die ethische oder rechtliche Qualität von Verhaltensdaten die rechtliche oder ethische Qualität von maschinellern Verhalten beeinflusst, ist es sinnvoll, entsprechende Qualitätskriterien an solche Daten anzulegen. Hagendorf stellt in diesem Zusammenhang die naheliegende Frage, ob es auch Unterschiede in der „Qualität“ der durch Verhaltensdaten repräsentierten menschlichen Partizipation an künstlicher Intelligenz gibt. Hierzu will er klären, was „gute“ menschliche Einflüsse bzw. „gute“ Verhaltensdatensätze im Hinblick auf maschinelles Lernen ausmacht und in unterschiedlichen „Use-Cases“ für KI Anwendungen Datenquellen identifizieren, die ethisch einwandfreies Verhalten widerspiegeln.⁴⁸⁴ Ähnliche Bewertungen verlangt Art. 10 der Daten-Governance Verordnung im Hinblick auf Daten für bestimmte

⁴⁸² S. bezüglich umweltrechtlicher Instrumente Klopfer, Umweltrecht, 4. Aufl. 2016, § 5 Rn. 1434; Walker, Umweltbezogene Sorgfaltspflichten. Extraterritorialer Umweltschutz entlang der Lieferkette durch Inpflichtnahme europäischer Unternehmen, 2022, 144.

⁴⁸³ Also solchen ADS, die auf Methoden maschinellen Lernens basieren und auf die sich die vorliegende Studie im Schwerpunkt fokussiert, s.o. AP 2.1.1.

⁴⁸⁴ Z. Ganzen s. Hagendorf, Linking Human And Machine Behavior: A New Approach to Evaluate Training Data Quality for Beneficial Machine Learning, Minds and Machines (2021) 31:563–593, <https://doi.org/10.1007/s11023-021-09573-8>.

KI-Systeme, wobei die Konkretisierung von Datenqualitätskriterien den Unternehmen selbst überlassen wird.

Qualitative Aspekte, insbesondere in Bezug auf Verhaltensdaten sind, wie oben dargestellt, zwar noch wenig untersucht, aber auch in ökologisch relevanten „Use-Cases“ für ADS ausschlaggebend und sollten daher weiter erforscht werden, wie weiter unten ausgeführt wird. Die Einflussnahme auf die Datenqualität unter ökologischen Gesichtspunkten sollte daher als ein zentrales Regulierungsziel umweltrechtlicher Daten-Governance Ansätze betrachtet werden.⁴⁸⁵

Ordnungsrechtliche Umsetzung: Datenzugang für Vollzugsbehörden

Art. 10 KI-VO enthält keine Vorgaben zum Teilen relevanter Daten, etwa zur behördlichen Überprüfung datenspezifischer Risiken. Vielmehr zielt die Regelung in ihrer primären Stoßrichtung auf den intraorganisatorischen Umgang mit Daten. Die Daten-Governance der KI-Verordnung ist dementsprechend als ein selbstreflexives Instrument zu betrachten, das risikovermeidendes Verhalten durch staatliche Vorgaben motiviert, Konkretisierung und Umsetzung der Maßnahmen aber primär bei privaten Akteuren verortet. In der Kombination mit Art. 11 KI-VO spielen die Vorgaben zur Daten-Governance aber auch eine Rolle bei der behördlichen Kontrolle und Umsetzung der Verordnung. Demnach ist eine technische Dokumentation zu erstellen, um den Vollzugsbehörden die notwendigen Informationen zur Überwachung und Bewertung der Einhaltung der geregelten Pflichten zur Verfügung zu stellen. Gemäß Annex IV Zif. 2d und 2g KI-VO sind hierbei, „gegebenenfalls“, auch Informationen zu datenspezifischen Aspekten, etwa zu Trainingsdatensätzen, einschließlich einer allgemeinen Beschreibung der Datenprovenienz, Umfang und Charakteristiken der genutzten Daten, sowie zu methodischen Aspekten (labelling, data cleaning), sowie zu Test- und Validierungsdatensets zu dokumentieren.

3.3.1.1.2 Selbstreflexive und betriebsorganisatorische Instrumente im Umweltrecht de lege lata

Während Umweltrisiken hierdurch angesichts der ganz vorrangig „anthropozentrischen“ Ausrichtung der KI-VO durch deren Art. 10 kaum betroffen sein werden, sind ähnliche, auf Betriebsorganisation und unternehmerische Eigenverantwortung im Umgang mit Risiken setzende Instrumente gerade im Umweltrecht häufig anzutreffen. Ein Beispiel für ein selbstreflexives betriebsorganisatorisches Instrument ist das Umweltaudit- und Umweltmanagementsystem nach der EMAS-III-Verordnung, das eine regelmäßige Selbstüberwachung zur Umsetzung technischer Standards verlangt.⁴⁸⁶ Ein weiteres Beispiel stellen die für Unternehmen mit hohem Jahresenergieverbrauch verpflichtenden Energiemanagementsysteme und -audits gemäß § 11 Energieeffizienz-Richtlinie, umgesetzt in § 8 EnEfG, dar.⁴⁸⁷ Pflichten zur Einrichtung und Durchführung von Verfahren und zur Schaffung von Verantwortlichkeiten wurden auch mit der Regelung umweltbezogener unternehmerischer Sorgfaltspflichten im deutschen Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LKSG) eingeführt: die dortigen Regelungen sollen helfen, u.U. versteckte Umweltrisiken in unternehmerischen Lieferketten zu identifizieren und stehen damit in einer funktionalen Verbindung mit weitergehenden Pflichten, die auf die Prävention bzw. zur Wiedergutmachung der

⁴⁸⁵ S. hierzu bereits Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie – Ansätze einer sozial-ökologischen Positionierung, 2019; Gailhofer/Franke, Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 2021, 532 ff.; Franke/Gailhofer, Data Governance and Regulation for Sustainable Smart Cities, Frontiers in Sustainable Cities 3 (2021), abrufbar unter <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsc.2021.763788/full> (22.04.2025).

⁴⁸⁶ Walker, Umweltbezogene Sorgfaltspflichten. Extraterritorialer Umweltschutz entlang der Lieferkette durch Inpflichtnahme europäischer Unternehmen, 2022, 144, s. a. bereits Scherf et al., Umweltbezogene und menschenrechtliche Sorgfaltspflichten als Ansatz zur Stärkung einer nachhaltigen Unternehmensführung, UBA-Texte 102/2019, 2019.

⁴⁸⁷ Vgl. Walker, Umweltbezogene Sorgfaltspflichten. Extraterritorialer Umweltschutz entlang der Lieferkette durch Inpflichtnahme europäischer Unternehmen, 2022, 144, s. a. bereits Scherf et al., Umweltbezogene und menschenrechtliche Sorgfaltspflichten als Ansatz zur Stärkung einer nachhaltigen Unternehmensführung, UBA-Texte 102/2019, 2019.

identifizierten, drohenden oder schon eingetretenen Rechtsverletzungen stehen.⁴⁸⁸ Die Identifikation und Prävention „versteckter“ Risiken oder Schäden stellen auch bei ADS eine entscheidende Herausforderung dar (s.o. 2.1.4.2).

Auch wenn umweltrechtliche Regelungen i.S. einer risikobasierten Daten-Governance im Umgang mit ADS bislang nicht ersichtlich sind, spricht damit wenig gegen die grundsätzliche Möglichkeit, solche betriebsorganisatorischen Vorgaben auch in Umweltrecht zu integrieren.

3.3.1.2 Exklusive Rechte, ökonomische Anreize: Allokation von Daten durch Datenmärkte

Ein theoretisch wie praktisch relevanter, zweiter Ansatz einer Daten-Governance will Daten als Wirtschaftsgüter oder marktfähige Leistung behandeln.

Mit dieser Einordnung ist – bei allen Unterschieden zwischen einzelnen Ansätzen – eine klare Rollenverteilung zwischen Dateninhabern und Datennutzern verbunden. Die Allokation von Daten folgt in diesem Modell der „dezentralen Entscheidungsprärogative“ der Dateninhaber,⁴⁸⁹ die ihre Daten im Sinne ihrer ökonomischen Präferenzen veräußern können – und sollen: Entsprechende Governance-Ansätze setzen auf die Stärkung ökonomischer Anreize zum Teilen von Daten, auf die Minderung von rechtlichen und tatsächlichen Risiken und Unsicherheiten und die Beseitigung von Marktungleichgewichten, die der Veräußerung von Daten und der Realisierung der vollen Potenziale datengetriebener Innovationen im Weg stehen.⁴⁹⁰ Mindestens ebenso prominent geht es aber darum, die „unumschränkte Nutzbarkeit und die reibungslose Allokation aller generierten Daten an die für die jeweilige Datenart und -qualität optimale Verarbeitungsstelle“,⁴⁹¹ um digitale Anwendungen und Geschäftsmodelle zu ermöglichen und die Wohlfahrts- und Wachstumsversprechen der datengetriebenen Wirtschaft einzulösen.

3.3.1.2.1 Interventionslogik: Anreizmechanismen und Rollenmodell

Die **Interventionslogik**, die den Weg zur Erreichung dieser Ziele beschreibt, besteht darin, Datenmärkte zu schaffen bzw. zu verbessern. Durch die klare Zuordnung von Rechten zur kommerziellen Verwertung von Daten an konkrete Akteure sollen Anreize zur Produktion/Verfeinerung von Daten geschaffen, durch die rechtssichere Möglichkeit der (Weiter-)Übertragung von Daten die Datenverfügbarkeit verbessert werden.⁴⁹² Wer innovative Lösungen entwickeln will, soll sich (zumindest, sofern er/sie über die nötigen Mittel verfügt) auf Datenmärkten mit den für ihre Zwecke geeigneten Daten versorgen können.

Ein marktbasierter Ansatz führt also zu einer spezifischen Betrachtung von **Akteuren bzw. Akteursrollen, Konzepten und Anreizen** zum Teilen von Daten.

Datennutzer sind solche Akteure, die Nutzungsrechte von den **Dateninhabern** – also den Erzeugern oder vorherigen Erwerbern von Daten – oder **Träger von Verwertungsrechten** (etwa den (Geräte-)Nutzern i.S.d. Data Act) übertragen bekommen. Die Entscheidung über die Übertragung von Daten bzw. Datenzugangs- oder Datennutzungsrechten liegt also – dezentral – zunächst bei den Dateninhabern.

⁴⁸⁸ Umfassend zu entsprechenden Regelungsmodellen, s. Krebs, Environmental Due Diligence Obligations in Home State Law with Regard to Transnational Value Chains. In: Gailhofer et al. (Hrsg.): Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, Springer International Publishing, Basel, 2022, S. 245–352, <https://doi.org/10.1007/978-3-031-13264-3>. Näher zu den unterschiedlichen Typen unternehmerischer Sorgfaltspflichten und ihrem funktionalen Verhältnis zueinander: Gailhofer, Rechtsfragen im Kontext einer Lieferkettenregulierung, UBA Factsheet 12/2020, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rechtsfragen-im-kontext-einer> (22.04.2025).

⁴⁸⁹ Denga, Digitale Souveränität durch Datenprivatrecht?, GRUR 2022, 1113, 1120.

⁴⁹⁰ Vgl. Azkan et al., Anreizsysteme und Ökonomie des Data Sharing, 2024, https://ieds-projekt.de/wp-content/uploads/2024/04/IEDS-Whitepaper_2024_Final.pdf (25.03.2025).

⁴⁹¹ Denga, Digitale Souveränität durch Datenprivatrecht?, GRUR 2022, 1113.

⁴⁹² Schweitzer/Peitz, Datenmärkte in der digitalisierten Wirtschaft: Funktionsdefizite und Regelungsbedarf?, ZEW Discussion Paper No. 17-043, 2017, 59.

Der **Wert** von Daten in diesem Modell liegt maßgeblich in ihrem Marktwert.⁴⁹³ **Welche Daten** in welcher **Datenqualität** erzeugt und weiterverarbeitet werden, wird durch die primäre Datennutzung der Dateninhaber, maßgeblich aber auch durch die angestrebte Datennutzung der Erwerbenden von Daten bestimmt: wenn das Ziel der Dateninhaber zumindest auch darin liegt, ihre Daten in einer für sie möglichst vorteilhaften Form zu veräußern, entscheiden maßgeblich die Interessen derjenigen über die Ziele der **Datennutzung**, die den Dateninhabern, bzw. berechtigten Personen den höchsten Gegenwert für ihre Daten bieten können. Die Datenqualität wird sich ggf. an dieser Anreizstruktur orientieren: „fitness for use“⁴⁹⁴ heißt dann Eignung der Daten für die vom zukünftigen Erwerbenden verfolgten Ziele.

Rechte Dritter an den betreffenden Daten – also insbesondere datenschutzrechtlich betroffener Personen, aber z.B. auch einschlägige urheberrechtliche Rechte von Personen, die weder mit dem Dateninhabern noch den Datennutzern identisch sind – werden in diesem Governance-Modell demgegenüber als „Transaktionshindernisse“⁴⁹⁵ bzw. als (Compliance-, bzw. Haftungs-)Risiken betrachtet.⁴⁹⁶

Besonders deutlich war diese Interventionslogik an dem einflussreichen Vorschlag zur Einführung eines neuen Eigentumsrechts für Datenerzeuger erkennbar, wobei insbesondere an Gerätenuutzer als Rechtsträger im o.g. Sinne gedacht wurde. In diesem Sinne wurde ein exklusives Nutzungs- und Verfügungsrecht der Datenerzeuger vorgeschlagen, das sich auf maschinenlesbare codierte Informationen erstrecken sollte, die durch automatisierte Messungen, geistige Aktivitäten oder Rechenleistung entstehen.⁴⁹⁷ Die Schaffung eines Dateneigentums wird mittlerweile zwar kaum noch ernsthaft in Erwägung gezogen.⁴⁹⁸ Die Betrachtung von Daten als marktfähige Güter oder Leistungen ist aber keinesfalls nur in Verbindung mit einem Eigentumsrecht denkbar: So werden Daten etwa als Leistung („data as a service“) betrachtet, oder Rechte von Datenerzeugern vorgeschlagen, die analog zur Arbeitskraft („data as labour“) verstanden werden sollen.⁴⁹⁹ Solche Vorschläge unterscheiden sich in rechtlicher Hinsicht zwar erheblich vom Vorschlag eines Dateneigentums,⁵⁰⁰ weisen in ihrer Interventionslogik aber erhebliche Parallelen

⁴⁹³ Allerdings ist ein übergeordneter Marktwert von Daten schwer zu bestimmen. In diesem Sinne wird etwa betont, dass Daten kein homogener Rohstoff seien, die Metapher von „Daten als Öl des 21. Jahrhunderts“ am Kern des Problems vorbei gehe. Weil Daten diverse Formate, Strukturen, Inhalte hätten, an vielen Stellen durch die unterschiedlichsten Akteure auf vielfältige Art und Weise erzeugt und gespeichert würden, erlangten sie erst einen Wert, wenn der Kontext, in welchem sie erhoben wurden, bekannt ist und sie für den angestrebten Zweck nutzbar gemacht werden können. Ramesohl et al., Datenökosysteme für die Nachhaltigkeitstransformation, Studie im Auftrag von Huawei Technologies Deutschland GmbH, 2022, 8, https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/8060/file/8060_Datenoekosysteme.pdf (25.03.2025).

⁴⁹⁴ Zum Begriff s.o. 3.2.2.

⁴⁹⁵ Vgl. Denga, Digitale Souveränität durch Datenprivatrecht?, GRUR 2022, 2022.

⁴⁹⁶ v. Grafenstein, Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2.

⁴⁹⁷ Zum Ganzen s. Zech Industrie 4.0 – Rechtsrahmen für eine Datenwirtschaft im digitalen Binnenmarkt, GRUR 2015, 1151 ff. 1160, s.a. Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019.

⁴⁹⁸ Diese Abkehr von den – prominent z.B. auch von der EU Kommission vertretenen – Ideen zu einem Dateneigentumsrecht war einer Reihe von Gründen geschuldet: so wäre es im Gegensatz z.B. zu Urheberrechten schwer, Inhaber eines Dateneigentumsrechts in einer universell akzeptablen Art und Weise zuzuordnen, Anreize zur erhöhten Datenproduktion wurden in ihrer Berechtigung und ihrer Wirksamkeit infrage gestellt, Umfang Inhalt des neuen Rechts waren umstritten und es wurde befürchtet, dass durch ein Eigentumsrecht die „datenmächtigen Stellungen“ großer Digitalunternehmen weiter gestärkt würden, s. dazu z.B. Geiregat The Data Act: Start of a New Era for Data Ownership?, 2022, 8 ff., https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4214704 (25.03.2025), und Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019.

⁴⁹⁹ Arrieta-Ibarra et al., Should We Treat Data as Labor? Moving Beyond “Free”, American Economic Association Papers & Proceedings Vol. 1, No. 1, 2017, <https://doi.org/10.1257/pandp.20181003>; vgl. a. Schneider, Regulierungsansätze in der Datenökonomie, in: Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ) 2019.

⁵⁰⁰ Ein *exklusives* Verfügungs- und Verwertungsrecht in diesem Sinne vermittelt den Datenerzeugenden besonders weitgehende rechtliche Möglichkeiten, über Nutzung und Zugang von Daten zu entscheiden, z.B. andere von der Nutzung auszuschließen, oder z.B. auch Schadensersatz bzw. entgangenen Gewinn zu verlangen, wenn Daten entzogen oder ohne Zustimmung genutzt werden. In vielen Aspekten orientieren sich entsprechende Vorschläge an geistigen Eigentumsrechten. Entsprechende Datenrechte gelten gegenüber jedermann und können erworben und auch vom Erwerber weiterveräußert werden. Gelangen die Daten in den Zugriff Dritter, mit denen kein Vertragsverhältnis besteht, so vermittelt ein Eigentumsrecht dem Eigentümer rechtlichen Schutz, den er bei einer nur vertraglichen Übertragung von Nutzungsrechten unter Umständen nicht hat, s. dazu schon Gailhofer 2021.

auf. Statt einem exklusiven, u.U. auch zeitlich unbegrenzten (Verfügungs-)Rechts zur Nutzung und Weiterveräußerung, geht es dann um die Rahmenbedingungen für Verträge, die Zugangs- und/oder Nutzungsrechte, z.B. an Echtzeitdaten veräußern. Fragen der Exklusivität und Dauer von Zugang und Nutzung, Möglichkeiten der Weiterübertragung an Dritte etc. werden dann „nur“ vertraglich geregelt und ggf. durch technische Vorkehrungen sichergestellt. Entsprechende Steuerungsansätze fokussieren dann technische Lösungen, neu zu schaffende Vertragstypen, oder Regelungen im AGB-Recht.⁵⁰¹ Am oben dargestellten Allokationsmechanismus, an Akteursrollen und Anreizen ändert das aber nichts.

3.3.1.2.2 Situation de lege lata: Daten als Wirtschaftsgut

Eine marktbasierte Betrachtung ist ein wesentlicher Faktor jeder interorganisatorischen Daten-Governance. Wo es in der Praxis um die Übertragung von Nutzungs- und/oder Verwertungsrechten an Daten geht, ist die Betrachtung von Daten als „asset“ oder (Gegen-)Leistung längst Realität. Praktisch bedeutet das regelmäßig, dass die Nutzer datengenerierender Geräte, „ihre“ Daten gegen Entgelt – z.B. als Gegenleistung für die Nutzung digitaler Angebote – veräußern, z.B. Miet- oder Lizenzverträge über Daten abschließen. Das digitale Geschäftsmodell „Dienst gegen Daten“ hat sich also zweifellos durchgesetzt.⁵⁰²

Eine marktbasierte Interventionslogik kann auf sämtlichen „Schichten“ einer Daten-Governance (s.o. 3.2.1) beobachtet werden: auch digitale tools auf sollen es Datenerzeugern ermöglichen, ihre Daten sicher zu speichern, ihre Herkunft nachzuweisen, die vereinbarte Datennutzung zu kontrollieren und ggf. auch gegen Entgelt zu übertragen.⁵⁰³ Unterschiedliche Plattformen, Intermediäre oder Datenmarktplätze werden als technische Infrastruktur für den kommerziellen Austausch von Daten entworfen, die es Dateninhabern ermöglichen sollen „selbst zu entscheiden, wo [ihre] Daten gelagert werden und von wem sowie zu welchem Zweck sie verarbeitet werden dürfen“, „die Grundlage zur Monetarisierung“ insbesondere von Unternehmensdaten schaffen und damit „Anreize zum Datenaustausch über die verschiedenen Akteure hinweg“ generieren sollen.⁵⁰⁴

Auf der rechtlichen „Governance-Schicht“ setzen die neuen, europäischen Datengesetze zentrale Leitplanken für eine marktbasierte Daten-Governance: So verfolgt der europäische Data Act das Ziel, den Europäischen Markt für den Datenaustausch zu entwickeln (s. Gesetzesentwurf zum Data Act, 8), indem klare Rechte und Pflichten eingeführt werden. Insbesondere beinhaltet das dort neu eingeführte Recht der Gerätenutzer, über die Nutzung und Weiterverwendung der durch ihre Geräte bzw. durch verbundene Dienste gesammelten Daten auch durch Dritte zu entscheiden, auch das Recht, ein Entgelt für diese Daten zu verlangen. Vor dem Hintergrund dieser Rechte wird z.T. von einem „de-facto“ exklusiven Recht an nicht-personenbezogenen Daten gesprochen.⁵⁰⁵ Auch diesbezüglich bestehen wesentliche Unterschiede zu einem (geistigen) Eigentumsrecht darin, dass das neue Datenrecht nicht erga omnes gilt, also nur zwischen Dateninhabern, Gerätenutzern und Datenempfängern Wirkung entfaltet. Damit sind Einschränkungen in der Marktfähigkeit der betreffenden Datentypen verbunden. Die eindeutige Zuordnung des

⁵⁰¹ Zum Ganzen s. Zech, Building a European Data Economy – The European Commission’s Proposal for a Data Producer’s Right, Zeitschrift für geistiges Eigentum (ZGE) 9 (2017), 317–330, <https://doi.org/10.1628/186723717X15069451170892>.

⁵⁰² Denga, Digitale Souveränität durch Datenprivatrecht?, GRUR 2022, 1113. Allerdings wird bzgl. der datenschutzrechtlichen Zulässigkeit entsprechender Vereinbarungen Diskussionsbedarf gesehen; Hacker, Daten als Gegenleistung: Rechtsgeschäfte im Spannungsfeld von DS-GVO und allgemeinem Vertragsrecht, ZfPW 2019, 148.

⁵⁰³ Z.B. unter Nutzung der Blockchain-Technologie. Vgl. etwa <https://bitmark.com/about/mission> oder <https://oceanprotocol.com/#papers>.

⁵⁰⁴ Vgl. zum europäischen Projekt BMWi, Das Projekt Gaia X. eine vernetzte Infrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Öko-Systems, 2019, <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x.pdf?blob=publication-File&v=16> (25.03.2025).

⁵⁰⁵ Geiregat, The Data Act: Start of a New Era for Data Ownership?, 2022, S. 8 ff., https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4214704 (25.03.2025), 29.

Rechts bei den Gerätenutzern, Daten auch zu kommerziellen Zwecken an Dritte weiterzugeben, dient nichtsdestotrotz explizit dem Zweck, die Entstehung „liquide(r), faire(r) und effiziente(r) Märkte für nicht-personenbezogene Daten“ zu unterstützen, s. Erwägungsgrund (26) Data Act.

Bei der Vermarktung – die z.B. durch eine Lizenzierung der Datennutzung durch Dritte erfolgen kann⁵⁰⁶ – sollen auch die mit dem Data Governance Act geregelten, sog. **Datenvermittlungsdienste** helfen. Diese könnten also Daten auf der Basis von Verträgen mit Nutzern sammeln und in deren (kommerziellen) Interesse gegenüber Dritten vermarkten. In diesem Fall würden kommerzielle Anreize zum Teilen von Daten also auf der organisatorischen „Governance-Schicht“ entfaltet.⁵⁰⁷

3.3.1.3 Daten als rechtlich allokierte „Infrastruktur“ für evidenzbasierte Entscheidungen und technologische Innovationen

In Abgrenzung zu Vorschlägen, die auf die Schaffung oder Absicherung quasi-proprietärer Datenrechte abzielen, werden Daten als „infrastrukturelle Ressource“⁵⁰⁸ begriffen. Dabei wird deren Eigenschaft als öffentliche Güter bzw. Investitionsgüter hervorgehoben, die in vielfältiger Weise privat, gesellschaftlich und öffentlich nutzbar sind. Auch die sog. Nicht-Rivalität von Daten, der Umstand also, dass sich diese durch ihre Nutzung nicht erschöpfen, soll möglichst konsequent ausgebeutet werden, indem eine Daten-Governance Zugang und Nutzungsmöglichkeiten möglichst breit „streut“.⁵⁰⁹

In seinen **übergeordneten Zielen** liegt dieser Governance-Typ zunächst nahe bei marktbasierten Vorschlägen: Daten werden als „Impulsfaktoren wirtschaftlicher Wohlfahrt und technischer Innovation“ begriffen,⁵¹⁰ deren Schubkraft durch die Beseitigung von Hindernissen für ihre Nutzung und Weiterverwendung verwirklicht werden soll.⁵¹¹ Hinsichtlich der Frage, durch welche **Akteursrollen und Anreizmechanismen** diese Ziele erreicht werden sollen, bestehen aber fundamentale Unterschiede dieser Betrachtung zu marktbasierten Governance-Ansätzen. Denn die Potenziale von Daten sollen gerade nicht durch exklusive oder „quasi-exklusive“ Nutzungs- und Verwertungsrechte und entsprechende Anreize zur Produktion und zum Teilen, sondern durch die möglichst weitgehende „Streuung“ der Nutzungsmöglichkeit von Daten gehoben werden. Es sollen also möglichst viele Akteure möglichst viele Daten zu möglichst geringen Transaktionskosten für ihre Zwecke verwerten können.

Von großer theoretischer wie praktischer Bedeutung ist das Instrument einer Datenteilungspflicht von dominanten Marktakteuren zugunsten ihrer Konkurrenten. Der wettbewerbsrechtliche Kern dieser Idee zeigt sich, darin, dass sie in Bestehen und Umfang abhängig von der Größe bzw. marktbeherrschenden Position eines Unternehmens ist.⁵¹² In der adressierten Akteurs- und Interessenkonstellation ganz anders gelagert sind öffentlich-rechtliche Datenzugangsregime („Open-Public Data“); der angestrebte Wirkmechanismus – also die Idee Wohlstand und Wachstum durch die Streuung von Datenzugang und -nutzung zu bewirken – ist aber bei beiden Regimen identisch. „Open Public Data“ und private Daten-Teilungspflichten werden hier daher unter einem Governance-Typ zusammengefasst.

⁵⁰⁶ Geiregat, The Data Act: Start of a New Era for Data Ownership?, 2022, S. 8 ff., https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4214704 (25.03.2025).

⁵⁰⁷ Vgl. Kerber, Governance of IoT Data: Why the EU Data Act Will not Fulfill Its Objectives, GRUR International, 72(2), 2023, 125.

⁵⁰⁸ OECD, Data-Driven Innovation. Big Data for growth and well-being, 2015, 177 ff.

⁵⁰⁹ OECD, Data-Driven Innovation. Big Data for growth and well-being, 2015; Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019.

⁵¹⁰ Martini/Damm, Auf dem Weg zum Open Government: Zum Regimewechsel im Geodatenrecht, DVBl. 2013, 1 ff.

⁵¹¹ OECD, Data-Driven Innovation. Big Data for growth and well-being, 2015.

⁵¹² Mayer-Schönberger/Ramge, Das Digital: Das neue Kapital - Markt, Wertschöpfung und Gerechtigkeit im Datenkapitalismus. Ullstein, Berlin, 2018.

3.3.1.3.1 Interventionslogik: Anreizmechanismen und Rollenmodell

Auch der Vorschlag einer „Pflicht zum Datenteilen“ versteht den **Wert von Daten** ganz vorrangig in deren ökonomischen Potenzialen. Er überlässt ihre Allokation aber nicht dem Markt. Insbesondere sollen Daten als infrastrukturelle Ressource helfen, Märkte sonstiger Art, etwa Sekundär- oder Folgemärkte⁵¹³ zu optimieren („Märkte durch Daten“).⁵¹⁴ Durch die umfassende Versorgung mit Daten über die Präferenzen potenzieller Kundinnen und Kunden sollen v.a. – auch die speziellste – Nachfrage erkannt und befriedigt, innovative Produkte ermöglicht und letztlich „Wachstum und Wohlbefinden“ („growth and wellbeing“) gefördert werden.⁵¹⁵ Die möglichst umfassende *gemeinsame Datennutzung* zwischen Unternehmen und Behörden umfangreicher, hochwertiger, sicherer und belastbarer Datensätze gilt auch als zentrale Bedingung für die Entwicklung von KI-Systemen und der Wettbewerbsfähigkeit der EU in diesem Bereich (EU KOM 2021, 6, 13 ff.).⁵¹⁶

Auch aus einem solchen „offenen“ Daten-Governance-Ansatz ergibt sich eine eigenständige Konstellation von Akteursrollen und Anreizmechanismen.

Präferenzen und Entscheidungen der **Dateninhaber** spielen im Gegensatz zum Vorschlag einem auf die Allokation durch Datenmärkte setzenden Governance-Ansatz eine untergeordnete Rolle. Entscheidungen darüber, welche Daten unter welchen Bedingungen geteilt werden, sollen nicht aufgrund der Ziele oder Interessen vorab definierter Dateninhaber oder -produzenten, sondern „zentral“ durch die gesetzliche Regelung von Datenteilungspflichten geregelt werden. Statt auf ökonomische Anreize setzt das Modell auf **rechtliche Pflichten als Anreizmechanismus** bzw. motivierendes Element zum Datenteilen.⁵¹⁷

Demgegenüber erfolgen Entscheidungen über die Datennutzung – zumindest idealtypisch – dezentral. Denn eine möglichst unbegrenzte Zahl von **Datennutzern** soll Daten zu ihren jeweiligen Zwecken einsetzen können.

Da die Zwecke der Datennutzung nicht vorgegeben werden sollen, sind auch Maßstäbe für die **Datenqualität** in *idealtypischen Modellen* einer Datenteilungspflicht zumindest nachrangig. Angesichts der idealerweise nicht zu begrenzenden Zwecke der potenziellen Datennutzungen (vgl. § 4 Abs. 1 DNG) sind hier auch bestenfalls recht abstrakte Qualitätskriterien möglich. Es bleibt in diesem Modell also den Datennutzern überlassen, Kriterien für die Eignung von Daten für ihre jeweiligen Zwecke zu bestimmen und sicherzustellen. Der Fokus entsprechender Vorschläge liegt demgegenüber auf der Formalisierung von Maßnahmen, die den Zugang zu Daten sicherstellen – z.B. der Festlegung von Datenformaten oder der Interoperabilität. Jenseits solcher konzeptioneller Überlegungen bleibt die Kategorie der Datenqualität aber – wie sogleich weiter ausgeführt wird – aber eine zentrale Größe von Zugangsregimen.

Auch im Modell einer Datenteilungspflicht kommen **Rechte Dritter** vor allem als Hürde oder Risiko ins Spiel, die dem eigentlichen Allokationsmechanismus im Weg stehen.

3.3.1.3.2 Daten als Infrastruktur einer „Technosteuerung“ de lege lata

Datenteilungspflichten und korrespondierende Rechte auf Zugang und Weiterverwendung von Daten bestehen in ganz unterschiedlichen Ausprägungen, als horizontale Regelungen oder im

⁵¹³ S. Erwägungsgrund (6) Data Act.

⁵¹⁴ Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019 mit Verweis auf Mayer-Schönberger/Ramge, Das Digital: Das neue Kapital - Markt, Wertschöpfung und Gerechtigkeit im Datenkapitalismus. Ullstein, Berlin, 2018.

⁵¹⁵ OECD, Data-Driven Innovation. Big Data for growth and well-being, 2015.

⁵¹⁶ Eine größere Vielfalt spezialisierter und/oder personalisierter datengetriebener KI-Systeme soll auch deren Fehleranfälligkeit verringern, Mayer-Schönberger/Ramge, Das Digital: Das neue Kapital - Markt, Wertschöpfung und Gerechtigkeit im Datenkapitalismus, 2018.

⁵¹⁷ Vgl. Gelhaar et al., Towards a Taxonomy of Incentive Mechanisms for Data Sharing in Data Ecosystems; Conference Paper: Twenty-fifth Pacific Asia Conference on Information Systems, Dubai, UAE, 2021.

Kontext bestimmter Regelungsbereiche oder Daten und für unterschiedliche Konstellationen von Dateneinhabern und Datennutzern. Zentrale Unterschiede bestehen zwischen Pflichten öffentlicher Dateneinhaber zum Teilen amtlicher Daten („open data“), sowie privaten Dateneinhabern („b2g-“ und „b2b-Data Sharing“).

Als „Realtyp“ ist das Governance-Modell „Daten als Infrastruktur“ für **öffentliche Daten** („open government data“)⁵¹⁸ eine relevante Größe. Auf europäischer, nationaler und kommunaler Ebene regeln diverse horizontale oder sektorspezifische „Open Data“-Gesetze die Modalitäten des ggf. verbindlichen, jedenfalls möglichst ungehinderten Zugangs zu amtlichen Daten und ihrer generellen Weiterverwendung.⁵¹⁹ „Open Data“-Gesetze wie die Europäische Open Data Richtlinie und das diese umsetzende Datennutzungsgesetz (DNG), oder das auf der INSPIRE-Richtlinie basierende Geodatenzugangsgesetz, sollen die Nutzungsrechte der unter ihr Regime gestellten Daten umfassend für die Allgemeinheit und alle gegenwärtigen und zukünftigen Nutzungen garantieren.⁵²⁰

Die Gesetze sehen generelle Ausnahmen von der Verbreitung und Weiterverwendung vor, wenn private Rechte Dritter betroffen sind. Der **EU Data Governance Act** (DGA) soll dies ändern und sieht Regeln für solche „Datenkategorien“ (s. Art. 3 DGA) amtlicher Daten (s.o.) vor, die Rechte Dritter, geistige Eigentumsrechte, personenbezogene Daten oder Geschäftsgeheimnisse betreffen. Der Zugang zur Weiterverwendung geschützter Daten soll demnach nur gewährt werden, wenn die öffentliche Stelle sicherstellen kann, dass die Daten geschützt sind, also im Fall von personenbezogenen Daten anonymisiert oder – im Hinblick auf vertrauliche Informationen geschäftlicher Art – durch eine Methode der Offenlegungskontrolle behandelt werden (z.B. durch Aggregation oder Modifikation), Art. 5 (3.) DGA. Die Bedingungen für die Weiterverwendung müssen in Bezug auf Datenkategorien, die Zwecke der Weiterverwendung und die Art der Daten, deren Weiterverwendung erlaubt wird, nichtdiskriminierend, transparent, verhältnismäßig und objektiv gerechtfertigt sein und dürfen nicht der Behinderung des Wettbewerbs dienen, Art. 5 (2) DGA. Auch bezüglich Daten, an denen private Rechte Dritter bestehen, ist also eine gewisse „Verschiebung von Exklusivität zu Zugang“⁵²¹ zu beobachten.

Pflichten zur Ermöglichung von Zugang und Weiterverwendung **privat gehaltener Daten** beschränken sich demgegenüber bislang auf bestimmte Sektoren, Akteurskonstellationen und/oder relativ eng gehaltene Ausnahmeregelungen.

⁵¹⁸ Als „offen“ werden Formate bezeichnet, die plattformunabhängig und maschinenlesbar sind und der Öffentlichkeit ohne Beschränkung zur Wiederverwendung bereitgestellt werden, Breiter/Kubicek, Offene Verwaltungsdaten und Verwaltungstransparenz, Verwaltung und Verwaltungsmanagement 6/2016, 284.

⁵¹⁹ So soll etwa die EU-Richtlinie über offene Daten ((EU) 2019/1024) die umfassende Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors und mit öffentlichen Mitteln erhobenen Informationen ermöglichen, die sich im Besitz von öffentlichen Stellen und öffentlichen Unternehmen der Mitgliedstaaten befinden. Die Bedingungen für die Nutzung von Daten und datengestützte Innovationen sollen u.a. dadurch verbessert werden, dass der Zugang zu dynamischen Echtzeit-Daten und besonders hochwertigen Daten geschaffen wird.

⁵²⁰ Martini/Damm, Auf dem Weg zum Open Government: Zum Regimewechsel im Geodatenrecht, DVBl. 2013, welche die die vom GeoZG erfassten Geodaten ebenso wie das Geoportal selbst als öffentliche Sachen im Gemeingebrauch qualifizierten – das Zugangsregime folge einem Widmungsmodell, s. dies. 16. Auch Klessmann et al. (2012) hielten hinsichtlich der rechtlichen Einordnung von „Open Government Data“ die „weitgehende Orientierung an einem öffentlich-rechtlichen Gedankenmodell vorzugswürdig“. In diesem Verständnis sei ein Open-Data-Portal als eine öffentliche Einrichtung, die einzelnen Datensätze als öffentliche Sachen, Nutzungsbedingungen als Umschreibung des konkreten Widmungszweckes (z auch unter Ausschluss der kommerziellen Nutzung) und die ggf. zu entrichtende Geldleistung als eine Benutzungsgebühr zu klassifizieren. Die *Widmung* obliege der verfügungsberechtigten, in der Regel der datenhaltenden Stelle und sei im gesetzlichen Rahmen nicht an besondere Handlungsformen gebunden, könne sich also auch konkludent durch die Bereitstellung und die Definition von Nutzungsbestimmungen vollziehen. Im Falle der Nutzung entstehe ein öffentlich-rechtliches Benutzungsverhältnis zwischen Bereitsteller und Datennutzer, welches durch die Nutzungsbestimmungen und die tatsächliche Inanspruchnahme begründet werde. Bei der Ausgestaltung dieser Aufgabe müsse die Behörde den geltenden gesetzlichen Rahmen beachten, s. dies., Open Government Data, Eine Studie zu Open Government in Deutschland im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, 2012, 4, <https://doi.org/10.24406/publica-fhg-296000>. Entsprechende Qualifikationsversuche gab es in den vergangenen Jahren, soweit ersichtlich, nicht mehr.

⁵²¹ Geiregat, The Data Act: Start of a New Era for Data Ownership?, 2022, S. 8 ff., https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4214704 (25.03.2025), 10.

Der **EU Data Act** enthält in diesem Sinne einerseits horizontale Regeln für die **Nutzung von Unternehmensdaten durch Behörden (b2g Data-Sharing)**. Allerdings besteht eine Pflicht privater Dateninhaber zur Bereitstellung solcher Daten nur im Falle einer „außergewöhnlichen Notwendigkeit“, in der Maßnahmen im Interesse des Gemeinwohls ergriffen werden müssen, insbesondere zur Bewältigung eines öffentlichen Notstands. Eine außergewöhnliche Notwendigkeit liegt, sofern es um nicht-personenbezogene Daten geht, auch vor, wenn das Fehlen spezifischer, beim Inhaber vermittelter Daten die öffentliche Stelle daran hindert, eine bestimmte, im öffentlichen Interesse liegende Aufgabe zu erfüllen, die ausdrücklich gesetzlich vorgesehen ist, siehe Art. 15 (1) b) Nr. 2 Data Act. Die Weiterverwendung ist jedoch nur dann möglich, wenn der öffentliche Datenempfänger die Daten nicht auf anderem Wege diese Daten nicht auf andere Weise beschaffen konnte, etwa durch den Kauf der Daten zu Marktpreisen.

Jüngere **wettbewerbsrechtliche Regelungen** ermöglichen unter bestimmten Umständen einen **Datenzugang im Verhältnis zwischen konkurrierenden Unternehmen**. Das Datenzugangsregime der §§ 19a, 20 GWB erleichtert zugangssuchenden Unternehmen den Zugang zu den Daten datenhaltender Unternehmen, wenn letzteren eine überlegene (u.a. auch auf ihrem Zugang zu wettbewerbsrelevanten Daten beruhende) überlegene Marktmacht zukommt und erstere für ihre Geschäftstätigkeit unbedingt abhängig von diesen Daten sind. Ein Anspruch auf Datenzugang besteht jedoch nicht, wenn der Zugang aus rechtlichen oder tatsächlichen Gründen unmöglich ist oder wenn er zu einer unverhältnismäßigen Beeinträchtigung des datenbesitzenden Unternehmens führen würde. Die Regelungen fordern damit auch eine Abwägung der Auswirkungen auf das herausgebende Unternehmen gegenüber den zu erwartenden positiven Wirkungen. Der Datenzugang ist zudem nur möglich, wenn keine anderen Rechte oder Regelungen (Datenschutz, geistige Eigentumsrechte, oder der Schutz von Unternehmensgeheimnissen) dies ausschließen und es keine alternativen Quellen für vergleichbare Daten gibt.⁵²²

Spezifischere Regelungen sehen Pflichten zum Teilen von Daten für spezifische Akteure und Weiterverwendungen vor. Auch diesbezüglich werden Datenteilungspflichten, Datenzugang und -weiterverwendung rechtlich zugewiesen. Solche engeren Regelungen „öffnen“ Daten dementsprechend nur in stark eingeschränkter Form, sind hinsichtlich ihrer basalen Interventionslogik aber ähnlich gelagert, wie „open data“-Regelungen.

So schafft der Digital Services Act (DSA) einen originären, subjektiv-rechtlichen **Forschungsdaten Zugangsanspruch** gegenüber sehr großen Online-Plattform- und Suchmaschinenanbietern. Gemäß Art. 40 Abs. 4 DSA besteht dieser Anspruch zum ausschließlichen Zweck der Durchführung von Forschungsarbeiten, die zur Aufspürung, zur Ermittlung und zum Verständnis systemischer Risiken (i.S.v. Art. 34 Abs. 1 DSA) erfolgen. Die Dateninhaber können diesem Anspruch allerdings „berechtigten Interessen“ (z.B. den Schutz von Geschäftsgeheimnissen) entgegenhalten, wobei Vorschläge für eine oder mehrere Alternativen gemacht werden müssen, die zeigen, wie der Zugang zu den angeforderten Daten oder zu anderen Daten gewährt werden kann, die für die Zwecke des Verlangens der Forschenden angemessen und ausreichend sind, Art. 40 Abs. 6 S. 1 DSA.⁵²³

Gem. § 3a PBefG haben Unternehmer und Vermittler im Sinne von § 2 Abs. 1, Abs. 1 (b) des Personenbeförderungsgesetzes statische und dynamische Daten im Zusammenhang mit der Beförderung von Personen im Linien- und Gelegenheitsverkehr in maschinenlesbarem Format bereitzustellen. Diese Daten sind auf dem Nationalen Zugangspunkt (NAP)⁵²⁴ zugänglich zu machen.

⁵²² Z. Ganzen s. Rusche, Ist die GWB-Novelle ein Daten für alle Gesetz? IW Kurzbericht 124/2020.

⁵²³ Z. Ganzen Wehde, Forschungsdatenzugang im Digital Services Act (DSA), Forschungsstelle Datenrecht, 2023, <https://www.forschungsstelle-datenrecht.de/datenzugang-digital-services-act-forscher-data-access-researchers-dsa> (22.04.2025).

⁵²⁴ Die Einrichtung von NAPs, einer öffentlich betriebenen Cloud, wird europarechtlich durch die delegierte Verordnung 2017/1926 vorgegeben. In Deutschland erfüllt bislang der Mobilitäts-Daten-Marktplatz (MDM) diese Funktion, s. <https://www.mdm-portal.de/> (22.04.2025).

Sie können insbes. von Kommunen, Behörden, Ministerien und Dritten, die bedarfsgesteuerte Mobilitätsdienstleistungen oder multimodale Reiseinformationsdienste erbringen, für bestimmte gesetzlich festgelegte Weiterverwendungszwecke zugänglich gemacht werden, § 3b Abs. 1 PBefG.

Nach der Biozid-Verordnung besteht eine Pflicht zum Teilen von im Rahmen von Zulassungsverfahren vorgelegten Daten aus Tests und Studien zu Biozid-Wirkstoffen und Produkten, bei denen Tierversuche durchgeführt wurden, Art. 62 Biozid-Verordnung (EU 528/2012). Durch diese Pflicht zum Datenteilen sollen unnötige Tierversuche vermieden werden. Eine Reihe weiterer Regeln sieht die Möglichkeit zur Weiterverwendung von Daten, an denen private Verwertungsrechte bestehen, nach Ablauf bestimmter Fristen vor, s. etwa. Art. 25 REACH und Art. 64 Biozid-Verordnung (für Zwecke der Registrierung neuer Substanzen).

Auch innerhalb des zweiten Modells übernehmen **Intermediäre** die Aufgabe, Hürden und (Rechts-)Unsicherheiten im Kontext der Rechte und Pflichten im Zusammenhang mit den zur Weiterverwendung bereitzustellenden Daten zu mindern. Die Rolle der Vermittlung wird im Fall rechtlich geregelter Zugangs- und Weiterverwendungsansprüche bzw. Pflichten durch staatliche Akteure übernommen. Die Rolle des Intermediärs im DSA (s.o.) übernimmt der „Koordinator für digitale Dienste“ (in Deutschland die Bundesnetzagentur), an den die Forschenden ihr Zugangsbegehren zu richten haben und der nach einem konkret geregelten Verfahren über den Anspruch und ggf. entgegenstehende berechnete Interessen entscheidet. Der Nationale Zugangspunkt (NAP) erfüllt die entsprechende Funktion, den nach § 3b PBefG berechtigten Empfängern Daten zu den gesetzlich festgelegten Zwecken (je nach Datentypus auch in Echt-Zeit) zu übermitteln.

3.3.1.4 Daten als Medium partizipativer Planung und Entscheidung

Vergleichsweise spät haben Ansätze an Einfluss gewonnen, die Daten als Gegenstand und Mittel demokratischer Governance, als „demokratisches Medium“ betrachten.⁵²⁵ Solche Überlegungen weisen vielfältige Berührungspunkte zu früheren, v.a. in der Datenökonomie konzipierten Ideen auf, Daten als „Commons“, als gemeinschaftlich verwaltete und verwertete Güter zu nutzen, die v.a. im Kontext von Debatten um die „Smart City“ großen Einfluss entfaltet haben.⁵²⁶ Data-Commons-Initiativen sollen den Bürgerinnen und Bürgern Handlungsspielräume und Kontrolle vermitteln, mit dem Ziel, gemeinsame Daten und Informationen zur Verbesserung des Wohlergehens aller zu nutzen.⁵²⁷ Im Vergleich zu vielen „Data Commons“-Konzepten legt die stärker an verfassungsrechtlichen Begriffen orientierte Rekonstruktion von Rechten an Daten als „demokratisches Medium“ aber weniger Gewicht auf Fragen der Verteilung des ökonomischen Werts von (etwa im urbanen Raum generierten) Daten, sondern auf die Regulierung der Auswirkungen datengetriebener Anwendungen auf Individuen und Gemeinwohl.

Dieser Ansatz geht einerseits davon aus, dass Bürgerinnen und Bürger als Datenerzeuger durch die Entscheidungen, die auf der Grundlage von (zunehmend automatisierten) Analysen dieser Daten getroffen werden, in vielfacher Weise persönlich betroffen sein können. Weil diese Entscheidungen häufig auf hochaggregierten Datensätzen „auf Bevölkerungsebene“ basieren,

⁵²⁵ Vgl. Fezer, Repräsentatives Dateneigentum, Ein zivilgesellschaftliches Bürgerrecht, Studie im Auftrag der Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. zum Thema „Einführung eines besonderen Rechts an Daten“, 2018; Viljoen, A Relational Theory of Data Governance, 131 YALE L.J. 573, 613 (2021), 580, z. Ganzen s.a. schon Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019.

⁵²⁶ Vgl. hierzu z.B. Fia, Governance of urban data commons as a matter of value redistribution in the smart city, [sens public] Essais – 2024/02/13, 2024, <https://www.sens-public.org/articles/1648/#value-redistribution-as-a-matter-of-data-governance-in-the-smart-city> (22.04.2025).

⁵²⁷ „Data commons initiatives put agency and data control into the hands of citizens, with the aim of leveraging collective data and information to improve citizens’ wellbeing“, Mozorov/Bria, Rethinking the Smart City. Democratizing Urban Technology, Rosa Luxemburg Stiftung, New York Office, January 2018, 32.

kommt eine solche Betroffenheit nicht nur durch die Verwendung personenbezogener Daten zustande, sondern kann bei Daten aller Art bestehen, die auf der Basis des Verhaltens der Bürgerinnen und Bürger generiert wurden.⁵²⁸ Zudem will man dem grundlegenden Problem begegnen, dass sich die – positiven wie negativen – Auswirkungen der Datennutzung nicht auf individuelle Interessen reduzieren lassen. Als Konsequenz aus dieser „Relationalität“⁵²⁹ von Daten – der Betroffenheit Einzelner wie der Allgemeinheit durch Datenanalysen, die auf der Grundlage (vielfachen) individuellen Verhaltens generiert wurden – wird die Idee von Datenrechten *politisiert*: Rechte an Daten werden nicht als Verfügungsrechte zum Nutzen individueller (oder kollektiver) Interessen betrachtet, sondern als "personaler und demokratischer Funktionsbegriff".⁵³⁰ Die Träger entsprechender Rechte sollen Daten nicht in erster Linie verwerten, sondern im Rahmen ihrer „zivilgesellschaftlichen Gestaltungskompetenz“⁵³¹ über die Ziele der Datennutzung (mit-)entscheiden.

3.3.1.4.1 Interventionslogik: Anreizmechanismen und Rollenmodell

In seiner Interventionslogik bestehen Parallelen und Unterschiede des dritten zu beiden zuvor genannten idealtypischen Regulierungstypen:

Wie im ersten Typus werden Entscheidungen über die Ziele der gemeinsamen Nutzung oder Weiterverwendung von Daten nicht „zentral“, durch gesetzliche Regelungen zu den zu teilenden oder zu veröffentlichenden Daten, sondern – direkt, oder vermittelt auf Basis repräsentativer Verfahren – „dezentral“ durch die Bürgerinnen und Bürger als Rechtsträger getroffen. Diese sollen im Gegensatz zum ersten Regulierungsmodell aber nicht aufgrund von ökonomischen Anreizen über das Teilen von Daten entscheiden, sondern sind politisch oder altruistisch motiviert. Der **Anreizmechanismus** zählt also auf „[s]oziale und ökologische Motive [die] in der Regel darauf gerichtet sind, zum Nutzen anderer Akteure oder der Allgemeinheit beizutragen“.⁵³²

Intermediäre erleichtern im dritten Modell nicht allein die Ausübung datenbezogener Rechte, sondern sind notwendige Voraussetzung dafür, partizipative Verfahren zu organisieren und über zulässige Nutzungszwecke und etwaige Zielkonflikte der Datennutzung zu entscheiden. Es bedarf also der Einrichtung von Organisationen und Verfahren, die in der Lage sind, den relationalen Dimensionen der Datennutzung Rechnung zu tragen.⁵³³ Diese können eine letztlich politische Rolle bei der Daten-Governance spielen, indem sie die gemeinsamen Interessen und Überzeugungen derjenigen Individuen bei der Datennutzung kanalisieren, artikulieren und implementieren, deren Verhalten durch die Daten repräsentiert wird.⁵³⁴ Indem sie die Ziele der Datennutzung in dieser Weise repräsentativ festlegen, wird Datenintermediären auch eine wesentliche Rolle dabei zukommen, Kriterien für die **Datenqualität** zu definieren und zu konkretisieren.

⁵²⁸ Viljoen, A Relational Theory of Data Governance, 131 YALE L.J. 573, 613 (2021), 580.

⁵²⁹ Viljoen, A Relational Theory of Data Governance, 131 YALE L.J. 573, 613 (2021), 580.

⁵³⁰ Fezer, Repräsentatives Dateneigentum, Ein zivilgesellschaftliches Bürgerrecht, Studie im Auftrag der Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. zum Thema „Einführung eines besonderen Rechts an Daten“, 2018.

⁵³¹ Fezer, Repräsentatives Dateneigentum, Ein zivilgesellschaftliches Bürgerrecht, Studie im Auftrag der Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. zum Thema „Einführung eines besonderen Rechts an Daten“, 2018, 72.

⁵³² Gelhaar et al., Towards a Taxonomy of Incentive Mechanisms for Data Sharing in Data Ecosystems; Conference Paper: Twenty-fifth Pacific Asia Conference on Information Systems, Dubai, UAE, 2021.

⁵³³ Im Entwurf von Fezer, a.a.O., soll eine Datenagentur, als „zivilgesellschaftliches Repräsentativorgan“ und „kooperatives Steuerungsinstrument“ die zivilgesellschaftliche Verhandlung zwischen Bürgern und Unternehmen organisieren, die Rechte der Bürger wahrnehmen, digitale und datenbezogene Verhaltensstandards sektorspezifisch erlassen, vgl. dazu bereits Gailhofer/Scherf (2019). Viljoen (2021) stellt in diesem Zusammenhang fest, dass „data’s relationality results in widespread population-level interests in data collection and use that are irreducible to individual legal interests within a given data exchange. Contending with the economic realities of data production thus expands the task of data-governance law: from disciplining against forms of interpersonal violation to also structuring the rules of economic production (and social reproduction) in the information economy“, Viljoen, A Relational Theory of Data Governance, 131 YALE L.J. 573, 613 (2021), 580.

⁵³⁴ Vgl. Duncan, Data protection beyond data rights: governing data production through collective intermediaries, Internet Policy Review, 12(3), 2023, <https://doi.org/10.14763/2023.3.1722>.

3.3.1.4.2 Datenaltruistische Organisationen als „Realtypus“ einer gemeinwohlorientierten Daten-Governance

Substanzielle Rechtsverbürgungen, die Datenrechte als „zivilgesellschaftliches Gestaltungsrecht“ definieren, existieren im europäischen Rechtsraum nicht. Auch im Zusammenhang mit dem dritten Regulierungstypus erweisen sich Datenrechte aber im Hinblick auf das gewählte Governance-Modell als relativ neutral, bzw. anschlussfähig: Träger datenbezogener Rechte können also ihre Rechte ebenso für Zwecke eines Datenaltruismus nutzen, wie sie sie kommerziell verwerten können. Altruistische Motive konkurrieren dann mit ökonomischen Anreizen.

Mit dem Data Governance Act wurde erstmalig ein rechtlicher Rahmen für organisatorische und technische Vorkehrungen geschaffen, die einen altruistischen Einsatz von Daten bzw. datenbezogenen Rechten ermöglichen. Diese Vorkehrungen sollen dazu beitragen, die Potenziale der Nutzung von Daten für Ziele von allgemeinem Interesse zu heben, die von betroffenen Personen auf der Grundlage ihrer Einwilligung oder – wenn es sich um nicht-personenbezogene Daten handelt – freiwillig von Dateninhabern bereitgestellt werden. Als Beispiele für Ziele von allgemeinem Interesse werden die Gesundheitsversorgung, die Bekämpfung des Klimawandels, die Verbesserung der Mobilität, die wissenschaftliche Forschung, die Verbesserung öffentlicher Dienstleistungen oder eine bessere staatliche Entscheidungsfindung genannt.

Für die Erreichung des Ziels, zur Entstehung von ausreichend großen Datenbeständen für Datenanalysen und maschinelles Lernen zu Gemeinwohlzwecken beizutragen, sollen betroffenen Personen oder Dateninhabern insbesondere leicht verwendbare Werkzeuge zur Verfügung gestellt werden, mit denen sie die Einwilligung oder Erlaubnis zur altruistischen Datennutzung erteilen können (s. z. Ganzen Erwägungsgrund 45 DGA).⁵³⁵ Eine prominente Rolle spielt im DGA die Einrichtung datenaltruistischer Organisationen: Die Möglichkeit der Eintragung solcher Organisationen als „in der Union anerkannte datenaltruistische Organisationen“ soll die Erfüllung einer Reihe von Anforderungen⁵³⁶ bestätigen und damit für Vertrauen dahingehend sorgen, dass die für bestimmte Gemeinwohlzwecke bereitgestellten Daten tatsächlich auch in diesem Sinne genutzt werden.⁵³⁷

3.3.1.5 Zwischenergebnis: Herausforderungen für eine umweltrechtliche Daten-Governance de lege lata

Die Darstellung unterschiedlicher Governance-Typen zeigt, dass eine umweltrechtliche Daten-Governance unter hochgradig hybriden Rahmenbedingungen operiert. Je nach Datentypus, -provenienz und Sektor haben Datennutzer und andere Stakeholder es mit unterschiedlichen Rechten, Akteursrollen und Anreizmechanismen zu tun.

Diese hybride Konfiguration stellt aus der Perspektive einer umweltrechtlichen Daten-Governance eine Herausforderung dar, indem sie erstens Probleme für eine hinreichende Datenversorgung mit ökologisch relevanten Daten mit sich bringt, zweitens zu einer, aus ökologischer

⁵³⁵ Weiter sieht Art. 16 DGA die Möglichkeit der Festlegung nationaler Strategien der Mitgliedstaaten vor die, betroffene Personen unterstützen könnten, sie betreffende personenbezogene Daten im Besitz öffentlicher Stellen freiwillig für den Datenaltruismus zur Verfügung zu stellen, und die erforderlichen Informationen festzulegen, die betroffenen Personen in Bezug auf die Weiterverwendung ihrer Daten im allgemeinen Interesse zur Verfügung gestellt werden müssen.

⁵³⁶ Etwa einen Niederlassungsort oder gesetzlichen Vertreter in der Union, der Anforderung, dass anerkannte datenaltruistische Organisationen keinen Erwerbszweck verfolgen, aus Transparenzanforderungen und aus spezifischen Vorkehrungen zum Schutz der Rechte und Interessen der betroffenen Personen und Unternehmen. Schutzvorkehrungen sollten außerdem eine sicheren Verarbeitungsumgebung sicherstellen, mittels Aufsichtsmechanismen wie Ethikräten oder -gremien, einschließlich Vertretern der Zivilgesellschaft, hohe wissenschaftliche Ethikstandards und den Schutz der Grundrechte gewährleisten, dass wirksame und klar kommunizierte technische Mittel vorhanden sind, um datenschutzrechtliche Einwilligungen jederzeit widerrufen oder ändern zu können, sowie Mittel, mit deren Hilfe sich betroffene Personen über die Verwendung der von ihnen bereitgestellten Daten laufend informieren können, Erwägungsgrund (46) DGA.

⁵³⁷ Allerdings sollen Dateninhaber die Verarbeitung ihrer nicht personenbezogenen Daten auch für eine Reihe von Zwecken erlauben können, die zum Zeitpunkt der Erteilung der Erlaubnis noch nicht festgelegt waren, s. Erwägungsgrund (45) DGA.

Sicht ungenügenden, Kanalisierung von Daten-Flüssen führt und drittens Fehlanreize hinsichtlich ökologischer Qualitätsmaßstäbe für die Datenqualität schafft.

Im Sinne des ersten Problems können eine Reihe von **Zielkonflikten marktbasierter Ansätze** mit nachhaltigkeitspolitischen Zielsetzungen identifiziert werden. Insbesondere liegt es nahe anzunehmen, dass die Interessen der Allgemeinheit oder unbeteiligter Dritter auf kommerziellen Datenmärkten nur eine nachrangige Rolle spielen,⁵³⁸ ökonomische Anreize kaum zur Erfüllung der Bedarfe sozial-ökologischer Anwendungen und Akteure beitragen. Eine Ausrichtung der Ziele der Datennutzung mit ökologischen Regulierungszielen wird in einer solchen Anreiz-Situation als Aspekt der Datenqualität wohl nur dann in den Fokus kommen, wenn sie sich im Marktwert von Daten widerspiegelt (was auch dann der Fall sein kann, wenn solche Qualitätsmaßstäbe ausnahmsweise als rechtliche Anforderungen vorgeschrieben werden).

Diese Anreiz-Situation führt im Sinne des zweiten genannten Problems dazu, dass eine **marktförmige Allokation** von Daten, wie Macedo Schäfer et al. (2023) feststellen, bislang vor allem im rechtlichen Graubereich⁵³⁹ des Online-Marketings existieren, bei dem Werbeprofile und Kontaktdaten von Endkunden in großem Ausmaß gehandelt werden. In anderen Bereichen existieren Datenmärkte nach der Beobachtung der Verfasser (noch) gar nicht. Ein Markt setze eine hinreichende Anzahl gleichartiger Transaktionen zwischen einer hinreichenden Anzahl von Marktakteuren voraus, die noch nicht stattfindet. Die Allokationsfunktion funktionierender Medienmärkte bestehe bislang also nur als Idee. Ein Entstehen solcher Märkte würde jedenfalls voraussetzen, dass Datenhalter im Teilen ihrer Daten einen deutlich höheren Mehrwert, als mit diesem verbundene (Compliance) Risiken und Kosten sehen. Aktuell sei der Mehrwert, an dem Datennutzer die Datenhalter teilhaben lassen könnten, relativ unklar, die Compliance Risiken und Kosten erschienen sehr hoch. Das Entstehen von umfassenden Datenmärkten sei daher noch nicht absehbar.⁵⁴⁰

Solange als Erwerber vor allem Akteure in Frage kommen, die Nutzungen i.S. eines personalisierten Online-Marketing, schafft der Markt nur Anreize für die Produktion und das Teilen von Daten, die aus ökologischer Perspektive in der Tendenz kontraproduktiv sind und wird die Versorgung mit ökologisch relevanten Daten nicht sicherstellen können.

Zugangs- und Nutzungsmöglichkeiten von Daten beeinflussen naturgemäß die Konfiguration der Akteure, die im Lebenszyklus von ADS Einfluss auf die Ziele und Funktionen relevanter Anwendungen nehmen. Die durch datenbezogene Verwertungsrechte geschaffene oder verstärkte Anreizsituation könnte aufgrund datenökonomischer Gesetzmäßigkeiten weniger zu funktionierenden Datenmärkten, als zu Akteurskonfigurationen führen, die mit Blick auf umweltrechtliche Ziele und entsprechende Handlungsspielräume höchst problematisch sind. So weisen viele Autorinnen und Autoren seit längerem darauf hin, dass ökonomische Verwertungsrechte an Daten eher zur Verschärfung, als zur Abmilderung von Konzentrationsdynamiken auf Datenmärkten führen – unter anderem weil datenreiche Akteure aufgrund von Netzwerk- und Feedbackeffek-

⁵³⁸ Die Idee, durch privatnützige Verwertungs- und/oder Verfügungsrechte Anreize für Innovationen und letztlich gesellschaftliche Wohlfahrt zu fördern, wird klassischerweise mit Blick auf sog. negative Externalitäten kritisiert: ökonomische Akteure, die über die Übertragung von Eigentum oder entsprechende Nutzungsrechte verhandeln, verkennen demnach gerade ökologische Kosten, da diese in ihren Kosten- und Nutzenkalkulationen nicht auftauchen, Fees/ Seeliger (2013), Umweltökonomie und Umweltpolitik. München, Vahlen, 39 ff.; Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019; Gailhofer et al., The role of Artificial Intelligence in the EU Green Deal, 2021).

⁵³⁹ S. hierzu Hacker, Daten als Gegenleistung: Rechtsgeschäfte im Spannungsfeld von DS-GVO und allgemeinem Vertragsrecht, ZfPW 2019

⁵⁴⁰ S. de Macedo Schäfer et al., Data Governance im Spannungsfeld datengetriebener Verwaltung. Herausforderungen von Kommunen bei der Etablierung einer Smart City Administration, HIIG Discussion Paper Series No. 2023-04, 12, m.w.N.

ten und einem mit solchen korrespondierenden technologischen Vorsprung Dateninhabern regelmäßig einen höheren Gegenwert für „ihre“ Daten bieten können.⁵⁴¹ Mit der Zuweisung von Entscheidungsrechten über Zugang und Nutzung von Daten an private Akteure wird in vielen relevanten Einsatzfeldern von ADS das Risiko verbunden, dass diese die Daten im Sinne ihrer eigenen Ziele nutzen und Gemeinwohlaspekte vernachlässigen.⁵⁴²

Textbox 28: Marktkonzentrationen und umweltpolitische Handlungsspielräume

Eine Konzentration bei privatnützig agierenden Akteuren kann in von Netzwerk- und Feedbackmechanismen geprägten digitalen Märkten dazu führen, dass datenreiche „Upstream wie Downstream“-Akteure mit der Definition von Algorithmen automatisierte Entscheidungen in wirtschaftlichen Betrieben determinieren. Damit kann, wie Finger im Hinblick auf die Landwirtschaft feststellt, eine Minderung der Steuerungspotenziale öffentlicher und anderer gemeinwohlorientierter Akteure korrespondieren.⁵⁴³ So stellt Finger (2023) mit Blick auf die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten digitaler Innovationen in der Landwirtschaft fest, dass die datenökonomischen Dynamiken in diesem Sektor zur Konzentration von technologischen Angeboten auf wenige marktbeherrschende Unternehmen und Datenmonopole führen. Dies könne das Risiko erhöhen, dass auch Beratungs- und Informationsangebote zunehmend durch solche privaten Akteure übernommen würden. Der zunehmende Einsatz von datengesteuerten, ggf. automatisierten Entscheidungsfindungsansätzen könne damit die Bedeutung von öffentlichen, unabhängigen Beratungen verringern. Es habe sich jedoch gezeigt, dass eine solche unabhängige Beratung entscheidend für die Förderung der Anwendung nachhaltigerer landwirtschaftlicher Praktiken sei.⁵⁴⁴ Auch im Kontext der Daseinsvorsorge wird kritisiert, dass die „Privatisierung“ von relevanten Daten durch große Datenunternehmen einen *Souveränitätsverlust* bei den öffentlichen Trägern bewirkt⁵⁴⁵ – diesen also die Möglichkeit nimmt, etwa datengetriebene Infrastrukturen im Sinne von Gemeinwohlzielen zu steuern.

Wie dargestellt, werden sich Maßstäbe für die **Datenqualität** an einer durch datenbezogene Verwertungsrechte geprägten Anreizstruktur orientieren: „fitness for use“⁵⁴⁶ bedeutet unter solchen Bedingungen zentral (auch) Eignung der Daten für die vom zukünftigen Erwerber verfolgten Ziele. Das Fehlen funktionierender Datenmärkte für Umwelthanwendungen und die mit Verwertungsrechten verbundenen Anreize könnten also zu in ökologischer Hinsicht qualitativen Mängeln an Daten führen – mit Folgen für den Output lernender Systeme.

Textbox 29: Einfluss von Verhaltensdaten auf das (Entscheidungs-)Verhalten von ADS

Der Einfluss der durch Daten repräsentierten menschlichen Präferenzen und Verhaltensmuster auf maschinelles Verhalten folgt, wie von *Hagendorff* prägnant beschreibt, keiner direkten Beziehung i.S. einer Äquivalenz zwischen dem repräsentierten menschlichen und einem durch dieses verursachten maschinellen Verhalten. Zumindest im Hinblick auf „typische“ KI-Risiken, etwa Diskriminierungsrisiken in KI-gestützten Bewerbungsverfahren oder „predictive policing“ ist aber gut beschrieben, wie Trainingsdaten, die in lernende Systeme einfließen, soweit es sich um solche Verhaltens- und/oder Präferenzdaten handelt, die etwa diskriminierendes Verhalten widerspiegeln,

⁵⁴¹ Zur Relevanz von Marktkonzentrationen für die Umsetzung von Umweltzielen für und durch ADS s.o. 3.3.2.; umfassender m.w.N. Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019, 17 ff., 36. Zu Beispielen für „data biases“ s.a.o. Kapitel 2.2.3.

⁵⁴² S. hierzu ausführlich Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019.

⁵⁴³ Finger, Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems, European Review of Agricultural Economics 50(4), 2023, 1277–1309, 1293, <https://doi.org/10.1093/erae/ibad021>.

⁵⁴⁴ Finger, Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems, European Review of Agricultural Economics 50(4), 2023, 1277–1309, 1293 f., <https://doi.org/10.1093/erae/ibad021>.

⁵⁴⁵ Piétron et.al. (2022), Nachhaltige Daten-Governance in der Daseinsvorsorge: Maßnahmen und Strategien für eine zukunftsfähige Kommunalwirtschaft.

⁵⁴⁶ Zum Begriff s.o. 3.2.2.

indirekt zu einem – dann ebenfalls diskriminierenden – maschinellen Verhalten führen.⁵⁴⁷ Aber auch Entstehung und Auswirkungen eines ökologisch nachteiligen (Entscheidungs-)Verhaltens von ADS aufgrund von durch Daten repräsentierten Verhaltensmustern oder Präferenzen werden mit Blick auf konkrete Anwendungen wissenschaftlich beschrieben (zu diesen Beispielen s.o., 2.2). Solche Verzerrungen können aus der an bestimmten Zielen, Interessen oder Funktionen orientierten Auswahl von Daten und der fehlenden Berücksichtigung anderer resultieren.⁵⁴⁸ In struktureller Hinsicht werden solche Verzerrungen in den enormen Beständen an, nur teilweise personalisierten Verhaltensdaten gesehen, die vor allem für Marketing-Zwecke in der Datenökonomie gesammelt werden, um immer detailliertere, hochaufgelöste Simulationen von menschlichen Verhaltensmustern und individuellen Präferenzen zu erhalten.⁵⁴⁹ An anderer Stelle wurde bereits vor einiger Zeit darauf hingewiesen, dass eine überwiegende Repräsentation ökologisch problematischer, individueller Prioritäten und Präferenzen in Datenbeständen zu spezifisch ökologischen Datenverzerrungen führen könnten. Die Outputs von auf solchen Daten trainierten Systemen könnten Maßstäben eines ökologischen Gemeinwohls regelmäßig ebenso widersprechen, wie intertemporalen oder intergenerationalen Präferenzen oder Prioritäten, die in vielen Datensätzen – insbesondere, wo diese menschliches Verhalten betreffen – in hohem Maße unterrepräsentiert sind.⁵⁵⁰ Hagendorff macht den naheliegenden Vorschlag, Datenqualitätskriterien für das Training lerner Systeme auch auf der Basis der ethischen Qualität des menschlichen Verhaltens zu rekonstruieren, die dem Training zugrunde gelegt werden. Er identifiziert hierfür Datenquellen, die ethisch einwandfreies Verhalten widerspiegeln und entwickelt eine Matrix für die Bewertung verschiedener Datenquellen.⁵⁵¹

Die Parallelen dieser Diagnose zur mit Blick auf Large Language Models in jüngerer Zeit aufgeworfenen Frage, an welcher „persona“ sich deren Entwicklung ausrichten sollte, ist offensichtlich.⁵⁵² Die ökologische Relevanz dieser Frage zeigt sich bei Hagendorff etwa bei der Bewertung von Daten, die im Bereich des Online-Shopping erhoben und genutzt werden:

„Using the many data sources e-commerce platforms can gather as a basis, they can implement specific automated mechanisms for customer segmentation. Typically, differentiations for types of customers are made purely from a sales perspective, distinguishing between loyal, impulsive, novice, etc. customers. Notwithstanding that, customers can be segmented along criteria like health- or eco-consciousness by analyzing their product views, shopping behavior, product reviews, search terms, personality, socio-demographic factors, and the like. Sticking to the aforementioned values of sustainability and public health, e-commerce platforms could use all available data from health- as well as eco-conscious customers and use specifically those data to train models for product recommendations, dynamic pricing, or ranking algorithms for their search engines, to name just three major setting options. Such measures could significantly foster the extent to which e-commerce platforms promote more sustainable and healthier consumer behavior.“⁵⁵³

⁵⁴⁷ Hagendorff, Linking Human And Machine Behavior: A New Approach to Evaluate Training Data Quality for Beneficial Machine Learning, *Minds and Machines* 31 (2021), 563–593, 567 f., <https://doi.org/10.1007/s11023-021-09573-8>.

⁵⁴⁸ S. zu entsprechenden Beispielen o. AP 1., s.a. Fraser, ‘You can’t eat data’: Moving beyond the misconfigured innovations of smart farming, *Journal of Rural Studies* 91 (2022), 200–207, <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.06.010>.

⁵⁴⁹ Zum sozialwissenschaftlichen Diskurs s. Hagendorff, Linking Human And Machine Behavior: A New Approach to Evaluate Training Data Quality for Beneficial Machine Learning, *Minds and Machines* 31 (2021), 563–593, 567 f., <https://doi.org/10.1007/s11023-021-09573-8>.

⁵⁵⁰ S. hierzu ausführlich Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, 2019, 42 f.

⁵⁵¹ Hagendorff, Linking Human And Machine Behavior: A New Approach to Evaluate Training Data Quality for Beneficial Machine Learning, *Minds and Machines* 31 (2021), 563–593, 565, <https://doi.org/10.1007/s11023-021-09573-8>.

⁵⁵² <https://openai.com/blog/democratic-inputs-to-ai> (22.05.2025), s.o. S. 2.1.4.1

⁵⁵³ Hagendorff, Linking Human And Machine Behavior: A New Approach to Evaluate Training Data Quality for Beneficial Machine Learning, *Minds and Machines* 31 (2021), 563–593, 579, <https://doi.org/10.1007/s11023-021-09573-8>.

Solche Vorschläge dürften, sofern sie rechtspolitisch diskutiert werden, ähnliche grundrechtliche, und politische Fragestellungen aufwerfen, wie solche eines ökologisch ausgerichteten „Nudging“ (s. Kapitel 4.2). Für viele der eher technisch und auf professionelle Anwendungen ausgerichteten Sektoren des Umweltrechts ist die Perspektive, Datenqualitätsmetriken oder -kriterien am Maßstab des Regulierungsziels 1, also dem rechtmäßigen (Entscheidungs- oder Verhaltens-)Output von ADS zu entwickeln, aber naheliegend (s.u.).

Die Defizite des im Hinblick auf viele Datenkategorien dominanten marktasierten Governance-Rahmens können mit der Realität von Daten als **infrastruktureller Ressource** in eine ungünstigen Wechselwirkung treten: „Open Data“-Regelungen richten sich, mit wenigen, praktisch bislang kaum relevanten Ausnahmen, einseitig an öffentliche Akteure, die dementsprechend auch hinsichtlich sehr hochwertigen Daten nicht als Anbieter auf Datenmärkten agieren können. Indem diese unter gleichen Bedingungen für jedermann zugänglich gemacht werden müssen, verlieren öffentliche Akteure an Verhandlungsmasse: insbesondere können sie den Datenzugang nicht ohne weiteres im Austausch gegen privat gehaltene Daten anbieten, um etwa den Zugang auch öffentlicher, zivilgesellschaftlicher oder wissenschaftlicher Akteure zu Unternehmensdaten zu sichern. Im Hinblick auf die Weiterverarbeitung und Nutzung öffentlicher Daten durch Private können zudem weder qualitative Anforderungen gestellt noch gezielt nachhaltige, auf digitalen Märkten regelmäßig benachteiligte Nachhaltigkeitsanwendungen bevorzugt werden. Zumindest vollwertige „Open Data“-Regulierungen überlassen die Ziele der Datennutzung, an denen sich auch qualitätsorientierte Maßnahmen orientieren, den Datennutzern.

Schließlich könnte auch die praktische Relevanz von altruistischen Datenallokationsmodellen durch die – mindestens theoretische – Möglichkeit einer zukünftigen ökonomischen Inwertsetzung von Daten gemindert werden. Die *exklusive* Nutzungs- und Verwertungsmöglichkeit an wichtigen Daten definiert vielfach deren besonderen Wert und entsprechende Wettbewerbsvorteile in datengetriebenen Wirtschaftsfeldern. Selbst die theoretische Erwartung zukünftiger Verwertbarkeit wird gewinnorientierte Akteure regelmäßig davon abhalten, solche datenspezifischen Wettbewerbsvorteile zugunsten altruistischer Nutzungen aufzugeben. Dementsprechend wird in vielen Anwendungsfeldern eher ein „Nischendasein“ für Datenaltruismus zu erwarten sein, das ökonomisch nicht oder nicht mehr verwertbare Datenbestände einer Sekundärnutzung zuführt.

3.3.2 Regulierungsziel 2: Perspektiven einer umweltrechtlichen Daten-Governance

Nach dem oben gesagten kann eine umweltrechtliche Daten-Governance nicht ohne weiteres darauf zählen, dass die datenrechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen ihren Zielen entgegenkommen. Vielmehr bewegt sie sich in einem hybriden Umfeld, in denen Zugang und Nutzung von Daten in Abhängigkeit von der konkreten Governance-Konstellation von unterschiedlichen, teilweise gegenläufigen Bedingungen abhängig sein können. Insbesondere wird unter den bestehenden datenökonomischen und rechtlichen Verhältnissen das „Ob“ und „Wozu“ der Datennutzung in je nach Datentyp bzw. Datenprovenienz variierendem Maß durch Entscheidungen unterschiedlicher Akteure mit divergierenden Interessen und Motivationen bedingt. Ein hinreichend klares Bild darüber, welche Ziele eine umweltrechtliche Governance verfolgen sollte, schafft unter solchen hybriden Bedingungen Orientierung.

Wie dargestellt stellen Daten an diversen Punkten im Lifecycle von ADS relevante Ansatzpunkte für eine umweltrechtliche Regulierung dar. Ausgehend von dieser wichtigen Rolle und aufbauend auf die Ziele und Interventionslogiken unterschiedlicher existierender Ansätze, lassen sich drei allgemeine Regulierungsziele einer umweltrechtlichen Daten-Governance ableiten.

3.3.2.1 Verfügbarkeit und Weiternutzung von Daten verbessern

Das „klassische“ Ziel einer Daten-Governance, Daten so umfassend zu erfassen und bereit zu stellen, dass deren Potenziale für datengetriebene Innovationen gehoben werden können, wird vielfach auch eine umweltrechtliche Daten-Governance verfolgen. Es wird also häufig darum gehen, Datenbestand und Datenverfügbarkeit für digitale Innovationen zu verbessern, Datensilos zu vermeiden und die Weiterverwendung von Daten zu ermöglichen. Der Aspekt der für viele hier relevanten Technologien erforderlichen Quantität an Daten wurde lange etwa unter dem Stichwort „Big Data“⁵⁵⁴ als prominenter Faktor für die Entwicklung vieler Anwendungen und Produkte hervorgehoben.

Neben der Quantität ist auch die Qualität verfügbarer Daten entscheidender Bedeutung für die Leistungsfähigkeit von ADS. So wird etwa im Zusammenhang mit Large Language Models, die auf der Basis extrem großer Datenmengen trainiert werden, immer wieder angeführt, dass eine Knappheit, insbesondere an qualitativ hinreichenden Daten zukünftig eine Herausforderung für die weitere Entwicklung der Systeme darstellen wird. Wissenschaftliche Arbeiten weisen darauf hin, dass sich der Trend zu immer größeren Machine-Learning-Modellen, die auf riesigen Datensätzen beruhen, verlangsamen könnte, wenn nicht die Effizienz der Datennutzung drastisch verbessert wird oder neue Datenquellen verfügbar gemacht werden.⁵⁵⁵

Eine quantitativ wie qualitativ hinreichende Versorgung mit Daten ist auch geboten, um die zunehmend beschriebenen Potenziale datengetriebener Innovationen für ökologische Anwendungen zu heben.⁵⁵⁶ Ein Mangel relevanter Daten, deren ungenügende Qualität, fehlendes Vertrauen von Datenhaltern und rechtliche Unsicherheiten hinsichtlich der Nutzung vorhandener Datenbestände sind praktisch allgegenwärtige Hindernisse für die Realisierung datengetriebener Innovationen im Nachhaltigkeitskontext.⁵⁵⁷ Insbesondere auch die in Abschnitt 2.2.3 dieses Berichts beschriebenen Potenziale von ADS für die Um- und Durchsetzung von Umweltrecht sind auf den Zugang und Nutzungsmöglichkeiten von Daten abhängig und profitieren dementsprechend häufig von möglichst „offenen“ Daten.⁵⁵⁸

Eine umweltrechtliche Daten-Governance hat im Sinne dieses allgemeinen Regulierungsziels also organisatorische, technische und rechtsförmige Mechanismen zu schaffen, die die Produktion und den interorganisatorischen Austausch von Daten ermöglichen und bestehende rechtliche, ökonomische, oder technische Hindernisse für Datenzugang und -nutzung überwinden helfen.

Das „klassische“ Ziel, Bestand und Verfügbarkeit von Daten zu erhöhen, ist aus umweltrechtlicher Perspektive allerdings dahingehend zu ergänzen, dass Maßnahmen zur Verbesserung der

⁵⁵⁴ Big Data ist nach der Definition von Mauro et al. (2016) der Informationswert, der sich durch eine so große Menge, Geschwindigkeit und Vielfalt auszeichnet, dass für seine Umwandlung in Wertschöpfung spezifische Technologien und Analysemethoden erforderlich sind, s. de Mauro, Greco & Grimaldi, A Formal Definition of Big Data based on its Essential Features. Library Review 65 (2016), 122-135.

⁵⁵⁵ Villalobos et al., Will we run out of data? An analysis of the limits of scaling datasets in Machine Learning, 2022, <https://arxiv.org/pdf/2211.04325.pdf> (22.04.2025), die kalkulieren, dass der Bestand an hochwertigen Sprachdaten wahrscheinlich vor 2026 erschöpft sein wird. Dagegen sei der Bestand an Sprach- und Bilddaten von geringer Qualität erst viel später erschöpft sein, nämlich zwischen 2030 und 2050 (für Sprachdaten) und zwischen 2030 und 2060 (für Bilder).

⁵⁵⁶ Vgl. nur Natarajan et al., A Theoretical Review on AI Affordances for Sustainability. AMCIS 2022 Proceedings. 13, 2022, https://aisel.aisnet.org/amcis2022/sig_green/sig_green/13 (22.04.2025); Artificial Intelligence and Sustainable Decisions. Eur Bus Org Law Rev 24, 1-39 (2023).

⁵⁵⁷ Für konkrete Anwendungsperspektiven im „building information modeling“ (BIM) s. Weber/ Achenbach (2023), Legal governance for BIM – rights management and lawful data use, in: Biondini/ Frangopol (Hrsg.), Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems.

⁵⁵⁸ Dies gilt nicht nur für Datennutzungen von ADS. Im Hinblick auf Geoinformationen formulieren Martini & Damm in diesem Sinne, dass diese nicht nur ein Wirtschaftsgut seien. „Sie sind auch eine zentrale Grundlage staatlicher Planung. Ob eine Kommune ein Gewerbegebiet plant, ein Land ein Naturschutzgebiet ausweisen möchte, ein neues Verkehrsleitsystem entwickeln will oder der Bund ein atomares Endlager sucht, ständig müssen Hoheitsträger auf allen Ebenen staatlichen Handelns auf verlässliche Informationen mit Raumbezug, sog. Geodaten zurückgreifen. Schätzungen zufolge haben 80 % aller Entscheidungen einen räumlichen Bezug“. S. dies., Auf dem Weg zum Open Government: Zum Regimewechsel im Geodatenrecht, DVBl. 2013, 2.

Verfügbarkeit von Daten gezielt an den Bedarfen von Anwendungen ausgerichtet werden sollten, die mit umweltrechtlichen Regulierungszielen im Einklang stehen. Die Frage, wie die hinreichende Verbesserung von Datenzugang und -nutzungsmöglichkeiten aussehen sollte, ist nicht trivial und kann im Einzelfall ganz unterschiedlich zu beantworten sein – so mögen Roh- oder weiterverarbeitete Daten, strukturierte, oder unstrukturierte Datensätze, historische Daten oder Echt-Zeit Daten für an Nachhaltigkeitszielen ausgerichtete Methoden und Anwendungen erforderlich sein. Beispielsweise stellen Sakao et al. (2021) fest, dass der Weiterentwicklung von KI-gestützten Techniken eines lifecycle engineering für die Zwecke einer konsequenten Kreislaufwirtschaft, ein Mangel an relevanten Daten im Weg steht. Sie schlagen daher sog. „data lakes“ vor,

„stepping away from a normal database approach where data is structured and stored locally for a specific purpose (and if no specific application requests it, it is not stored), we open up the possibility to continuously add more and more AI functionality (AI modules), producing feedback and improving the overall lifecycle in all stages. Data lakes separate structures from data, which enables structuring data in different ways to match the users (optimization or AI modules), and access permissions and confidentiality can be handled more efficiently.“⁵⁵⁹

3.3.2.2 Kanalisierung von Datenflüssen

Zweitens sollte eine Daten-Governance Datenflüsse im Sinne von umweltrechtlichen Regulierungszielen kanalisieren.

Die Ausrichtung datengetriebener Innovationen an umweltrechtlichen Zielen und Bedarfen kann es vor diesem Hintergrund erfordern, den Datenzugang und Weiterverwendung von Daten für umweltrechtlich wünschenswerte Anwendungen zu priorisieren und einen hinreichenden Datenzugang öffentlicher und anderer gemeinwohlorientierter Akteure sicherzustellen. Die Frage, welche Konfiguration von Datenzugangs- und Nutzungsrechten sich in umweltrelevanten Zusammenhängen in nachteiliger Weise auf das (Entscheidungs-)Verhalten von ADS auswirkt, lässt sich belastbar nur mit Blick auf konkrete Anwendungen und Anwendungskontexte beantworten.

Die Kanalisierung von Datenflüssen hin zu spezifischen Akteuren kann, wie eine Reihe von bestehenden Regelungen (s.o. 3.2.3.2.) belegen, aber auch dazu beitragen, Informationsdefizite über maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten, die dem zugrundeliegenden Zielfunktionen und andere etwa akteursspezifische Ursachenzusammenhänge abzubauen. Ein allgemeiner, oder z.B. auf Forschungseinrichtungen begrenzter Datenzugangsanspruch könnte analog zu den oben umrissenen Regelungen im Digital Services Act, dazu beitragen, systemische Umweltrisiken in relevanten Anwendungsbereichen zu identifizieren. Entsprechende Regulierungsperspektiven werden, auch in ihren Bezügen zu bestehenden umweltrechtlichen Informationszugangsansprüchen, in AP 4.3 näher untersucht.

Auch die Kanalisierung von Datenflüssen hin zu bestimmten Akteuren bzw. Datennutzungen kann ganz unterschiedlich ablaufen. So ist mit der Vermittlung von Datenzugangs- und Nutzungsrechten an Daten nicht notwendigerweise der Transfer einer Kopie der betreffenden Daten verbunden. Vielmehr kann ein Teilen von Daten auch stattfinden, indem diese auf einem Server des Dateninhabers, oder eines Cloud-Service-Anbieters zur Verfügung gestellt werden.⁵⁶⁰ Ein solcher sog. „in-situ“-Datenzugang basiert auf der Idee, datenverarbeitende Algorithmen „zu den Daten zu bringen“, statt die „Daten zu den Algorithmen“ zu bringen.⁵⁶¹ Die Dezentralisierung der

⁵⁵⁹ Sakao et al., AI-LCE: Adaptive and Intelligent Life Cycle Engineering by applying digitalization and AI methods – An emerging paradigm shift in Life Cycle Engineering, *Procedia CIRP* 98 (2021), 571–576, 573.

⁵⁶⁰ Vgl. Kerber, Governance of IoT Data: Why the EU Data Act will not fulfill its objectives, Version: 8. April 2022, S. 8 f.

⁵⁶¹ Kerber, Governance of IoT Data: Why the EU Data Act Will not Fulfill Its Objectives, *GRUR International*, 72(2), 2023.

Datennutzung bei zentraler Bereitstellung der Daten selbst kann die Kontrolle darüber, welche Akteure Daten für welche Zwecke nutzen, erleichtern.

3.3.2.3 Datenqualität: Eignung von Daten für die Ausrichtung an umweltrechtlichen Zielen sicherstellen

Wie oben (unter 3.2.2) dargestellt, ist die Sicherstellung von Datenqualität eine zentrale Funktion einer Daten-Governance: Die Prüfung, Bereinigung und Aufbereitung der zur Produktion von ADS genutzten Daten soll dann so weit wie möglich gewährleisten, dass deren Entscheidungen insbesondere repräsentativ, verlässlich und frei von Verzerrungen („data biases“) sind.⁵⁶² Die Klärung der Repräsentativität, Vollständigkeit, Relevanz und Fehlerfreiheit wird vielfach beim Design der Modelle vorgenommen. Mit den Vorgaben der KI-Verordnung an eine Daten-Governance wird diese Funktion der Datenqualität im Hinblick auf den Output datengetriebener Systeme zu einem wichtigen Baustein einer risikobasierten Regulierung (s.o. 3.3.1.1.).

Wie dargestellt, stehen Fragen der Datenqualität im Zentrum vieler Probleme der Ausrichtung von ADS an umweltrechtlichen Maßstäben. Auch eine umweltrechtliche Daten-Governance hat also sicherzustellen, dass nicht unsaubere, im Hinblick auf ökologische Aspekte unvollständige, voreingenommene oder verzerrte Daten zu fehlerhaften Modellen und unzuverlässigen Ergebnissen führen.

Vor diesem Hintergrund ist der Vorschlag naheliegend, Kriterien oder Metriken für die Datenqualität anhand einer (umwelt-)ethischen Bewertung des Verhaltens, das sie repräsentieren, zu bestimmen. Hagendorff schlägt in diesem Sinne ein „innovatives Filterregime“ vor, um den Übergang von der Big-Data-Rationalität $n = \text{alle}$ zu einer selektiveren Verarbeitung von im Hinblick auf normative Kriterien geeigneten Daten für Trainingssätze im maschinellen Lernen zu ermöglichen. Die Frage, welche mehr oder weniger sozial-, oder umweltverträgliche „persona“ als „proxy“ den durch einen Algorithmus zu optimierenden Zielfunktionen zugrunde gelegt wird,⁵⁶³ soll einem solchen Filterregime also durch spezifische, ethisch begründete Qualitätskriterien für die Vorauswahl, Prüfung, Bereinigung und Aufbereitung der Verhaltensdaten beantwortet werden, die aggregiert in das Training lernender Systeme einfließen.⁵⁶⁴

Eine vertiefte Auseinandersetzung mit entsprechend umweltethisch begründeten Qualitätskriterien oder -metriken ist an dieser Stelle nicht möglich. Die Rekonstruktion solcher ökologischer Qualitätskriterien müsste sich plausiblerweise auf konkrete Anwendungskontexte und -sektoren im Geltungsbereich umweltrechtlicher Vorgaben fokussieren. Als allgemeines Regulierungsziel lässt sich aber festhalten, dass eine umweltrechtliche Daten-Governance die Datenqualität dahingehend zu gewährleisten hat, dass Nachhaltigkeitsaspekte, ökologische Risiken und Potenziale hinreichend durch die verwendeten Daten repräsentiert werden. Das bedeutet auch ökonomische Anreize so zu setzen, dass in ökologischer Hinsicht relevante Daten produziert und für die Weiterverarbeitung nutzbar gemacht werden.⁵⁶⁵ Die Bedeutung der Datenqualität für den Output umweltrelevanter ADS sollte also in rechtspolitischer Hinsicht auch berücksichtigt werden, wo es um die rechtsförmige Allokation von Nutzungs- und Verwertungsrechten an Daten geht. Mit anderen Worten sollten datenökonomische Anreizmechanismen und Rollenmodelle so

⁵⁶² S. etwa Rohde et al., Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz von der Begleitforschung zum Technologieprogramm „Smarte Datenwirtschaft“, 2022, 46, https://www.digitale-technologie.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SDW/2022_11_15_Datenmetriken_Studie.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (22.04.2025).

⁵⁶³ S.o., 2.1.4.1.

⁵⁶⁴ Hagendorff, Linking Human And Machine Behavior: A New Approach to Evaluate Training Data Quality for Beneficial Machine Learning, *Minds and Machines* 31 (2021), 563–593, 567 f., <https://doi.org/10.1007/s11023-021-09573-8>.

⁵⁶⁵ Piétron et.al. (2022), Nachhaltige Daten-Governance in der Daseinsvorsorge: Maßnahmen und Strategien für eine zukunftsfähige Kommunalwirtschaft.

konfiguriert werden, dass die Produktion, das Vorhalten und Teilen von Daten begünstigt werden, die bestimmten, ökologische Qualitätskriterien genügen.

3.4 Gestaltungsoptionen einer umweltrechtlichen Daten-Governance de lege ferenda

3.4.1 Handlungsspielräume für umweltpolitische Akteure unter hybriden Bedingungen nutzen

Die datenrechtliche Konfiguration de lege lata, wenngleich in unterschiedlicher Hinsicht problematisch, bietet schon gegenwärtig strategische Spielräume für eine an Umweltzielen ausgerichtete Daten-Governance. Solche strategischen „Schleichwege“ oder „Hacks“, die bestehende Regelungen unter Umständen entgegen ihrer vorrangigen Interventionslogik für eine ökologisch orientierte Daten-Governance instrumentalisieren, werden an anderer Stelle vertieft ausgelotet. Der rechtspolitische Fokus des vorliegenden Projekts gebietet stärker auf legislative Handlungsoptionen ausgerichtete Handlungsvorschläge. Ein kurzer Überblick zeigt aber, wie ein klares Bild der rechtlichen Instrumente, Akteure und ihrer typischen Anreize zielgerichtetes Handeln und Gestalten auch unter widrigen datenökonomischen Bedingungen ermöglichen kann.

- So könnte, neben punktuell geregelten Datenzugangsrechten, das neue, v.a. ökonomisch gedachte Datenrecht der Gerätenutzer nach Art. 5 Data Act – quasi „gegen den Strich“ seiner primär marktorientierten Interventionslogik gelesen –⁵⁶⁶ dazu eingesetzt werden, Bestände an hochwertigen Daten für umweltbezogene Nutzungen zu erweitern. Relevante Daten, die etwa in unterschiedlichen Infrastruktursektoren durch vernetzte Geräte, Anwendungen und Dienstleistungen generiert werden, können, z.B. wenn kommunale Unternehmen als Gerätenutzer auch im Sinne der Daseinsvorsorge operieren, von den datenhaltenden Produzenten oder Dienstleistern angefordert und zur Erweiterung beispielsweise kommunaler Datenbestände genutzt werden. Ein Beispiel für diese Option stellen etwa die Fuhrparks von Kommunen und ÖPNV dar: eine kommunale Datenstrategie könnte ÖPNV-Betreiber dazu veranlassen, die durch vernetzte Fahrzeuge in ihrem Besitz generierten Daten zu katalogisieren, (ggf. standardmäßig) anzufordern und Rechte auf Zugang und Nutzung bei Bedarf auf Dritte zu übertragen.
- In ähnlicher Weise könnte Artikel 5 Data Act auch für Datenspenden altruistisch orientierter Verbraucher eingesetzt werden. Dezentrale Entscheidungsrechte, wie das neue Recht der Gerätenutzer, können also zur nachhaltigkeitspolitischen Kanalisierung von Datenflüssen genutzt werden, solange und soweit eine entsprechende, altruistische Motivation der entscheidenden Akteure besteht. Ähnliche grundsätzliche Möglichkeiten bestehen im Hinblick auf andere „dezentrale“ – etwa datenschutzrechtliche – Rechte, die von den Rechtsträgern zur Zuweisung gemeinwohlorientierter Nutzungsrechte eingesetzt werden können.
- Staatlichen Akteuren verbleiben, bei allen grundsätzlichen Beschränkungen durch Open Data Regelungen (s.o. 3.3.1.3.2.), gewisse Spielräume zur Privilegierung nachhaltiger Datennutzungen. Ein exklusiver Datenzugang für Nachhaltigkeitsanwendungen ist zumindest im Anwendungsbereich von Open Public Data-Regelungen, wie auch unter dem Data Governance Act, nur unter relativ engen Bedingungen rechtmäßig.⁵⁶⁷ Eine denkbare Lösung kann es aber sein, dass Zugang und Nutzung von Daten für nachhaltige Datennutzungen kostengünstiger ausgestaltet werden als für aus Nachhaltigkeitssicht nachteilige oder indifferente

⁵⁶⁶ S. dazu oben 3.3.1.2.2.

⁵⁶⁷ Die PSI/OD-RL erkennt allerdings an, dass Exklusivitätsvereinbarungen unter Umständen für die Erbringung von Diensten von allgemeinem wirtschaftlichem Interesse notwendig sein können, s. Erwägungsgrund 48.

Weiterverwendungen. So stellt der DGA für die Weiterverwendung von bei Behörden vorhandenen Daten, die Rechte und Interessen Dritter, insbesondere von Unternehmen betreffen (s. Art. 3 Abs. 1 DGA) klar, dass eine differenzierte Datenbepreisung zulässig sein kann. Öffentliche Stellen können demnach „Gebühren für die Weiterverwendung von Daten erheben [...], aber auch entscheiden [...], *beispielsweise für bestimmte Kategorien der Weiterverwendung, etwa für nichtkommerzielle Zwecke oder durch kleine und mittlere Unternehmen, die Daten zu niedrigeren Gebühren oder unentgeltlich zur Verfügung zu stellen*, um so Anreize für die Weiterverwendung der Daten in Forschung und Innovation zu schaffen und im Einklang mit den Vorschriften über staatliche Beihilfen⁵⁶⁸ *Unternehmen zu unterstützen, von denen wichtige Innovationen ausgehen und für die es in der Regel schwieriger ist, einschlägige Daten selbst zu sammeln*“ (Erwägungsgrund 25 Data Governance Act, eigene Hervorhebung).

- Eine weitere Strategie kann darin bestehen, den Zugang zu öffentlichen, ggf. sehr hochwertigen Daten nur für solche privaten Akteure zu eröffnen, die ihrerseits relevante und hochwertige Daten – z.B. auf staatlichen Plattformen – zur Verfügung stellen. Solche „Gegenseitigkeitsvereinbarungen“ (reciprocity agreements) können als eine Variante des datenökonomischen Standard-Modells „Daten als Gegenleistung“ betrachtet werden, wobei die Leistung der Empfänger der privat gehaltenen Daten nicht wie dort, in einer digitalen Dienstleistung, der Mediennutzung oder ähnlichem liegt, sondern wiederum in Daten. Ein solcher Datenaustausch ist im Anwendungsbereich von Open Data-Regelungen nicht, oder nur ausnahmsweise möglich, aber etwa denkbar, wenn amtliche Daten private Rechte Dritter betreffen, § 2 Abs. 3 Nr. 1 a), b) DNG. Größere Spielräume für die „entgeltliche“ Bereitstellung bestehen auch, wenn die Bereitstellung von Daten nicht unter den gesetzlich festgelegten öffentlichen Auftrag einer öffentlichen Stelle fällt, z.B. in Konstellationen, in denen diese Daten allein aufgrund der Erwartung erheben, dass Dritte bereit sind, Entgelte für die Nutzung zu entrichten.⁵⁶⁹ Die Bereitstellung von Daten dürfte auch dann nicht als Teil der öffentlichen Aufgabe einer öffentlichen Stelle betrachtet werden können, wenn diese die Daten ausschließlich im Rahmen der Zweckbestimmung einer anderen Instanz (Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen etc.) verarbeitet. Dieser Umstand könnte Perspektiven für eine Nutzung des hier beschriebenen Handlungsansatzes im Zusammenspiel mit institutionalisierten Formen des Datenaustauschs bieten. Für die rechtssichere Umsetzung des Datenaustauschs dürfte etwa die Schaffung eines Datentreuhänders in Betracht kommen.⁵⁷⁰
- Datenintermediäre oder Datentreuhänder werden zurecht vielfach als Lösungsansatz diskutiert, um unterschiedliche Herausforderungen bei Austausch und Kanalisierung von privaten und öffentlichen Daten zu ermöglichen. Sie könnten aufgrund spezifischer Expertise helfen, Unsicherheiten über bestimmten Nutzungen entgegenstehende Rechte Dritter zu beseitigen und insbesondere gewährleisten, dass die Datennutzung nicht entgegen den Rechten und Interessen der Datengebenden erfolgt. Damit würden Hindernisse für das Teilen von Daten

⁵⁶⁸ Vom europarechtlichen Verbot staatlicher Beihilfen bestehen eine Reihe von Ausnahmen, die gerade im Kontext nachhaltiger urbaner Infrastrukturen relevant sind. So kann die Unterstützung von Unternehmen im Bereich der Regionalförderung, der Energie-, Umwelt- und Klimaschutzpolitik oder im Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsbereich unter Umständen zulässig sein, vgl. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/europa-beihilfen.html> (22.04.2025). Nach der geltenden **allgemeinen De-minimis-Verordnung** sind geringfügige Beihilfen freigestellt, da davon ausgegangen wird, dass solche keine Auswirkungen auf den Wettbewerb und den Handel im Binnenmarkt haben, zum Vorgehen der Prüfung, ob eine Beihilfe vorliegt s. etwa https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/B/beihilfenkontrollpolitik-grundlagenuebersicht-und-beihilfe-selbst-test.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (22.04.2025).

⁵⁶⁹ Martini et al., Das Datennutzungsgesetz als digitalpolitischer Ordnungsrahmen für die Monetarisierung kommunaler Daten, NVwZ – Extra 11/2022.

⁵⁷⁰ Wobei die Frage zu klären bliebe, unter welchen Bedingungen (Finanzierung, Weisungsgebundenheit, Erfüllung eines gesetzlich geregelten öffentlichen Auftrags) Datentreuhänder selbst als öffentliche Stelle i.S. einschlägiger Open Data Regelungen zu betrachten wären. Jedenfalls wären die genannten Einschränkungen von DNG/DVO aber nicht einschlägig, solange dieser sich im Rahmen der Zweckbestimmungen (privater) Datengeber hält, s. v. Grafenstein, The New Hanse: Data sharing between public and private actors in the public interest, A first legal assessment toward a legal blueprint, 2023, 13.

adressiert, die in fehlendem Vertrauen in Zweckbindung und Rechtmäßigkeit der Datennutzung bestehen. Durch die Beteiligung der Stakeholder der Datennutzung an der Entscheidungsfindung über Zugang, Kontrolle, Weitergabe und Nutzung von Daten könnten Datentreuhänder auch zu einer inklusiven Daten-Governance beitragen.⁵⁷¹ Entsprechende Ansätze könnten insbesondere in Anwendungsbereichen von ADS von Interesse sein, in denen vielfältige Zielkonflikte bestehen und etwa die Festlegung von Datenqualitätskriterien durch organisierte Aushandlungsprozesse an Legitimität gewinnen könnte.

3.4.2 Daten-Governance-Pflichten in umweltrechtliche Regelwerke integrieren

Umweltrechtliche Regelungen könnten relevanten Systemen in ihrem Anwendungsbereich – in Orientierung an den Vorgaben der KI-VO –⁵⁷² substanzielle Qualitätskriterien im Sinne ihrer Schutz- und Regelungszwecke vorgeben. Das heißt, dass die Zielsetzungen, an denen sich die Eignung von Daten („fitness for use“) für das Training von ADS in umweltrechtlich geregelten, oder zu regelnden Anwendungsbereichen bestimmt, an den gesetzlichen Regelungszwecken auszurichten wären.

Beispielsweise hätten sich Metriken oder Kriterien der Datenqualität für ADS, die den Düngemiteleinsatz regeln und/oder implementieren, an der Eignung der Daten für die Optimierung von Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz beim Einsatz von Stickstoffdünger auszurichten, § 1 Nr. 4 Düngegesetz. Das Wissen um Risiken kontextspezifischer biases („transfer context bias“, s.o. Kapitel 1) sollte genutzt werden, um Qualitätskriterien zu definieren, die den jeweiligen konkreten Anwendungskontext der Anwendungen berücksichtigen, also etwa bestimmte, selbst von kleinen Betrieben gewählte Pflanzensorten, besondere Geographien und spezifische Optimierungspotenziale alternativer landwirtschaftlicher Techniken abdecken.

Neben substanziellen Vorgaben könnten Governance-Pflichten auch organisatorische und prozedurale Regelungen enthalten. So bietet es sich an, für die Entwicklung und Konkretisierung ökologischer Datenqualitätsmetriken oder -kriterien die Einbeziehung unabhängiger Expertinnen und Experten vorzuschreiben. Diese hätten wiederum Defizite, die auf die Provenienz, Verlässlichkeit, wissenschaftliche Qualität oder andere qualitative Eigenschaften von Daten zurückgehen, zu analysieren und konkrete Kriterien oder Metriken zu formulieren, auf deren Basis Datensätze geprüft, bereinigt, aufbereitet würden. Für die gesetzliche Ausgestaltung solcher Vorgaben könnten Expertengremien herangezogen werden, die nach einschlägigen Gesetzen bereits eine beratende Funktion ausüben (s. z.B. der nach § 10 Düngegesetz eingerichtete interdisziplinäre Beirat für Düngungsfragen).

Expertinnen und Experten könnten auch eine Rolle bei der Konkretisierung substanzieller gesetzlicher Vorgaben an die Datenqualität spielen. Substanzielle Qualitätskriterien lassen sich *gesetzlich* nur generell-abstrakt festhalten und müssen mit Blick auf spezifische Anwendungsfälle oder -felder, dynamischen Entwicklungen (s.o. 3.2.2) konkretisiert werden. Dementsprechend sollten entsprechende Regelungen, etwa durch Verweis auf einen dynamischen Stand der Technik, stetig fortzuentwickelnde Standards o.ä., Instrumente integrieren, die die Adaption von Qualitätskriterien ermöglichen.

3.4.3 Ökonomische Anreize durch rechtliche Verpflichtungen

Datenökonomische Anreizstrukturen sind für die Datenversorgung, die Allokation von Datenflüssen und die Definition und Sicherstellung von Datenqualität von entscheidender Bedeutung und prägen den Output von ADS damit in indirekter, aber vermutlich bedeutender Weise. Die

⁵⁷¹ So schon Gailhofer/Scherf, Regulierung der Datenökonomie, Working Paper 2019; s.a. Micheli et al., Emerging models of data governance in the age of datafication. Big Data & Society 7(2) (2020), <https://doi.org/10.1177/2053951720948087>.

⁵⁷² S.o. 3.3.1.1.

Frage, wie durch regulatorische Interventionen Einfluss auf diese Anreizstrukturen genommen werden kann, lässt sich kaum durch Verweis auf einzelne Maßnahmen beantworten, sondern wird einen gut durchdachten „Policy Mix“ erfordern. Wesentliche gesetzliche Parameter datenökonomischer Anreizstrukturen, wie geistige Eigentums-, oder Datenschutzrechte, horizontale Open-Data Verpflichtungen oder die neuen Datenrechte auf europäischer Ebene können durch sektorspezifisches Umweltrecht typischerweise nicht geändert werden.

Es bleibt aber darauf hinzuweisen, dass auch rechtliche Verbindlichkeiten hinsichtlich Produktion und Qualitätssicherung von Daten ökonomische Anreize schaffen und Datenmärkte stärken könnten. Untersuchungen, die mit Möglichkeiten der Wert- und Preisbildung von Daten wesentliche Voraussetzungen für die Schaffung von Datenmärkten und entsprechende Anreize in den Blick nehmen, konzentrieren sich häufig auf ökonomische Ansätze und betriebswirtschaftliche Modelle.⁵⁷³ Ähnliche Wirkungen können aber auch durch Regulierung,⁵⁷⁴ z.B. mit Blick auf die datenbezogenen Pflichten zur Nachhaltigkeitsberichterstattung entstehen. So beschreiben Muller Prado & Oliveira Junqueira in einem jüngeren Papier unter anderem, wie sich das wachsende Geflecht gesetzlicher und privater Standards in diesem Bereich sukzessive, aber deutlich in einer Änderung der ökonomischen Anreize zur Schaffung und Veräußerung von Daten in globalen Lieferketten niederschlägt: Die zunehmende Verrechtlichung datenspezifischer Anforderungen in Bezug auf die Lieferketten berichtspflichtiger (also größerer) Unternehmen erweitere die Nachfrage an entsprechenden Daten auf viele Unternehmen unterschiedlicher Größe und geographischen Lage. Die Einhaltung von Berichtspflichten, verbunden mit der Produktion und Offenlegung von Daten zur Bewertung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten von Unternehmen werde hierdurch zu einem ökonomischen Erfolgsfaktor von Unternehmen. Mangelhafte Datenbestände könnten zur Ablenkung von Finanzflüssen von einzelnen Unternehmen oder ganzen Weltregionen führen.⁵⁷⁵ Informationspflichten, die die Erhebung von Daten voraussetzen und/oder zur Weiterverwendung solcher Daten in der nachgeordneten Lieferkette verpflichten, schaffen also ökonomische Anreize, die Quantität und Qualität von Daten über Nachhaltigkeitsaspekte in der Lieferkette zu erhöhen. Die Autoren nennen eine Vielzahl von Voraussetzungen für die Wirksamkeit solcher Anreize, etwa technische Standards, oder einheitliche (auch KI-gestützte) Verfahren und Infrastrukturen, die die Erhebung und den Austausch von Daten gerade kleiner Zulieferer erleichtern. Sofern dies gelingt, soll die verbesserte Datenverfügbarkeit aber nicht zuletzt zu Innovationschancen und verbesserter Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen führen.⁵⁷⁶

Rechtlich festgeschriebene Standards könnten auch ökonomische Anreize zur Produktion und Sicherstellung ökologisch hochwertiger Daten schaffen, indem sie Haftungsrisiken konfigurieren.⁵⁷⁷ Rechtlich geforderte und/oder zunehmend durch die wirtschaftliche Praxis (die Verkehrssitte, den Stand der Technik) konkretisierte Standards einer „guten“ Daten-Governance könnten in Fällen von Umweltschäden auch als Element der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt

⁵⁷³ Rix/Leiting/Holst, Herausforderungen der Preisbildung datenbasierter Geschäftsmodelle in der produzierenden Industrie, in: Rohde et al., Datenwirtschaft und Datentechnologie, 2022, 49-69, 61.

⁵⁷⁴ In der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur wird seit langem (häufig unter dem Begriff der so genannten „Porter-Hypothese“) anerkannt, dass Regulierung u.U. ein starker Anreiz für Innovation und Unternehmertum sein kann, Pelkmans/Renda, How Can EU Legislation Enable and/or Disable Innovation?, 16, https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/39-how_can_eu_legislation_enable_and-or_disable_innovation.pdf (22.04.2025).

⁵⁷⁵ Muller Prado/Oliveira Junqueira, Sustainability Reporting in the Digital Age. Overcoming Challenges for SMEs and EMDEs. Paper presented to the Central Bank of Brasil, 2024, 4, https://itsrio.org/wp-content/uploads/2017/02/Relatorio-Sustentabilidade-na-era-digital_ENG.pdf (22.04.2025).

⁵⁷⁶ Muller Prado/Oliveira Junqueira, Sustainability Reporting in the Digital Age. Overcoming Challenges for SMEs and EMDEs. Paper presented to the Central Bank of Brasil, 2024, 4, insbesondere unter 37, 39, https://itsrio.org/wp-content/uploads/2017/02/Relatorio-Sustentabilidade-na-era-digital_ENG.pdf (22.04.2025).

⁵⁷⁷ Zu Haftungsrisiken in Datenaustauschverträgen s. Straub, Herausforderungen und Grenzen bei der Gestaltung von Datenverträgen, in: Rohde et al., Datenwirtschaft und Datentechnologie, Springer Vieweg 2022, 138 ff.

zur Definition des Haftungsmaßstabs herangezogen werden. Die Einhaltung solcher Sorgfaltsmaßstäbe ist notwendig, um Haftungsrisiken zu vermeiden. Daten, durch ihre Übereinstimmung mit anerkannten Qualitätsstandards den Nachweis der Einhaltung entsprechender Sorgfaltsmaßstäbe erleichtern, könnten aufgrund dieser rechtlichen Funktion einen erheblichen Zuwachs an ökonomischen Wert verzeichnen, wodurch wiederum Anreize für deren Produktion und Veräußerung entstehen.

3.5 Zusammenfassung

Die Untersuchung zur Daten-Governance im Kontext des Umweltrechts erfolgt vor dem Hintergrund der in Kapitel 2 beschriebenen Umweltrisiken und -potenziale von ADS. Diese Forschungsfrage zielt aufgrund der unter 2.1.4.1 dargestellten Bedeutung von Daten als Ressource und Fehlerquelle (s.a. 2.2.3) algorithmenbasierter Entscheidungen auf eine zentrale Stellenschraube einer Regulierung: ADS benötigen große Mengen an Daten für Training, Betrieb und Optimierung. Fehlerhafte oder lückenhafte Daten können zu falschen Prognosen, Diagnosen oder zu schädlichen maschinellen Entscheidungen führen. Es liegt daher nahe, Instrumente in den Blick zu nehmen, durch die das Umweltrecht so auf datenspezifische Einflussfaktoren im Lebenszyklus von ADS einwirken kann, dass ökologisch adäquates (Entscheidungs-)Verhalten der Systeme gefördert wird.

Kapitel 3 widmet sich also der Frage, wie Daten-Governance – verstanden als die Gesamtheit der Regeln, Prinzipien, Standards, Qualitätskriterien, Ziele, Indikatoren, Verfahren und Verantwortlichkeiten für die Erhebung, das Teilen und die Nutzung von Daten – als ein Instrument des Umweltrechts zur Ausrichtung maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens eingesetzt werden kann.

Die Untersuchung betont, dass die Frage, durch wen und unter welchen Anreizen über die Erhebung, das Teilen und die Zwecke der Nutzung von Daten entschieden wird, von zentraler Bedeutung für die Ausrichtung von ADS ist. Unterschiedliche Akteurskonstellationen und Rollenverständnisse einer Daten-Governance haben unterschiedliche normative, vor allem aber ökonomische Implikationen, die sich auf diese Entscheidungsstrukturen auswirken. Dabei lassen sich Ansätze, die primär auf ein intraorganisatorisches Management von Daten als „asset“ einer Organisation fokussieren, von interorganisatorischen Modellen unterscheiden, die den Datenaustausch zwischen verschiedenen Organisationen betonen.

Um diese Unterschiede zu verdeutlichen, analysiert die Untersuchung vier idealtypische Modelle einer Daten-Governance.:

- **Intraorganisatorische Daten-Governance als Element risikobasierter Selbstregulierung:** Das erste Modell, das am Beispiel der KI-Verordnung erläutert wird, definiert bestimmte Qualitätskriterien für Trainings-, Validierungs- und Testdatensätze und begründet datenbezogene Pflichten zur Berücksichtigung dieser Kriterien. Dieser Regulierungstypus zielt auf eine gesteigerte Aufmerksamkeit und ein vorsorgliches Verhalten im Hinblick auf datenspezifische Risiken durch die Betreiber von risikoträchtigen KI-Systemen, wobei erhebliche Entscheidungsspielräume zur Konkretisierung und Umsetzung bei den relevanten Akteuren im Lebenszyklus der Systeme – vor allem deren Anbietern und Betreibern – verbleiben. Die KI-Verordnung führt damit **Daten-Governance als ein risikoadaptiertes, „betriebsorganisatorisches“ Instrument** ein, das die Einrichtung von Verfahren fordert, die sicherstellen sollen, dass die genutzten Datenbestände für die Zwecke des betreffenden KI-Systems geeignet sind.
- **Allokation von Daten durch Datenmärkte (Daten als Wirtschaftsgüter):** Das zweite Modell behandelt Daten als handelbare Güter oder Leistungen. Die Entscheidung, welche Ak-

teure welche Daten für welche Zwecke nutzen können, soll dabei den Dateninhabern beziehungsweise den Trägern datenbezogener Verwertungsrechte zukommen, während ökonomische Anreize zur Datenverwertung die Bereitschaft zum Teilen von Daten fördern sollen. Wenn Dateninhaber ihre Daten gewinnbringend verkaufen wollen, bestimmen letztendlich die zahlungskräftigsten Käufer darüber, wofür die Daten verwendet werden sollen, die angestrebte Datenqualität richtet sich an deren spezifischen Bedürfnissen aus. Rechte Dritter werden unter solchen Anreizstrukturen typischerweise als Transaktionshindernisse betrachtet, während Allgemeinwohlinteressen (unbeschadet sonstiger regulatorischer Rahmenbedingungen) tendenziell eine nachrangige Rolle spielen.

- **Daten als rechtlich allokierte „Infrastruktur“ für evidenzbasierte Entscheidungen und technologische Innovationen** (Datenteilungspflichten, Open Data): Hier werden Daten als öffentliche Güter oder Investitionsgüter betrachtet, deren breite Nutzungsmöglichkeiten durch Datenteilungspflichten, Zugangs- und Nutzungsrechte zu öffentlich oder privat gehaltenen Daten gefördert werden sollen. Entscheidungen über die Datennutzer und Nutzungszwecke sollen idealerweise dezentral erfolgen, Maßstäbe für die Datenqualität tendenziell nachrangig sein. De lege lata können aber datenbezogene Rechte dem ungehinderten Teilen von Daten entgegenstehen. Gerade bei entgegenstehenden Rechten oder Interessen an den zu teilenden Daten sehen bestehende Regelungen auch Zweck-Mittel-Abwägungen vor: Daten sollen dann nur für bestimmte besonders wichtige oder gesellschaftlich relevante Nutzungszwecke geteilt und genutzt werden.
- **Partizipative/ altruistische Daten-Governance:** Der vierte Ansatz betrachtet Daten als „demokratisches Medium“ und grenzt sich von rein ökonomischen Verwertungsmodellen ab. Dieser Ansatz geht davon aus, dass Datenanalysen sowohl Einzelpersonen als auch die Allgemeinheit betreffen können, auch wenn keine personenbezogenen Daten verwendet werden. Denn Datennutzungen, die auch Einzelpersonen als „Datenerzeugern“ betreffen können, beruhen oft auf aggregierten Verhaltensdaten. Anstatt Datenrechte als individuelle Verfügungsrechte zu verstehen, werden sie als politische Gestaltungsrechte konzipiert, bei denen Bürgerinnen und Bürger aus altruistischen oder politischen Motiven über die Ziele der Datennutzung mitentscheiden sollen. Da einzelne Bürgerinnen und Bürger diese komplexen Entscheidungen nicht allein treffen können, sind vermittelnde Organisationen (Intermediäre) erforderlich, die partizipative Verfahren organisieren, die gemeinsame Interessen der Betroffenen artikulieren und Zielkonflikte bei der Datennutzung moderieren. Als Variante einer Umsetzung dieser Idee führt das Kapitel sog. datenaltruistische Organisationen nach dem EU Data Governance Act an, die einen rechtlichen Rahmen für die gemeinwohlorientierte Nutzung von Daten schaffen und durch eine besondere Vertrauenswürdigkeit dazu beitragen sollen, dass Daten für Zwecke wie Gesundheitsversorgung, Klimaschutz oder wissenschaftliche Forschung bereitgestellt werden.

Unter anderem aus dieser Analyse leitet die Untersuchung drei allgemeine Regulierungsziele einer umweltrechtlichen Daten-Governance ab.

Das erste Ziel liegt in der **Verbesserung der Verfügbarkeit und Stärkung der Weiterverwendung von Daten** im Sinne umweltrechtlicher Ziele durch organisatorische, technische und rechtsförmige Mechanismen, die die Produktion und den interorganisatorischen Austausch von Daten ermöglichen. Entsprechende Maßnahmen sollten sich insbesondere an den datenspezifischen Bedarfen von Anwendungen ausrichten, die mit umweltrechtlichen Regulierungszielen im Einklang stehen. Das zweite Ziel fordert die **Kanalisation von Datenflüssen im Sinne umweltrechtlicher Regulierungsziele**, sodass der Datenzugang und die Weiterverwendung für umweltrechtlich wünschenswerte Anwendungen priorisiert und ein hinreichender Datenzugang für öffentliche und andere gemeinwohlorientierte Akteure sichergestellt wird. Das dritte Ziel

verlangt die **Sicherstellung der Datenqualität für die Ausrichtung von ADS an umweltrechtlichen Zielen**, sodass Nachhaltigkeitsaspekte, wie ökologische Risiken und Potenziale, hinreichend durch die verwendeten Daten repräsentiert werden.

Mit Blick auf das Datenrecht de lege lata kommt die Untersuchung zu dem Ergebnis, dass eine umweltrechtliche Daten-Governance unter **hochgradig hybriden Rahmenbedingungen** operiert, da je nach Datentyp und -provenienz mit unterschiedlichen Rechten, Akteursrollen und Anreizmechanismen umgegangen werden muss. Diese Situation bringt Herausforderungen hinsichtlich der genannten Regulierungsziele mit sich – also für die hinreichende Versorgung mit ökologisch relevanten Daten, die Kanalisierung von Datenflüssen und die Schaffung ökologisch angemessener Maßstäbe für die Datenqualität. Die Frage, durch wen und nach welchen Anreizen über die Datennutzung entschieden wird, ist entscheidend für die Ausrichtung an Umweltzielen.

Die abschließenden Handlungsempfehlungen für eine umweltrechtliche Daten-Governance folgen einem zweigleisigen Ansatz. Kurzfristig können bereits bestehende Datenrechte strategisch für Umweltzwecke genutzt werden, teilweise indem sie „gegen den Strich“ ihrer eigentlichen ratio gelesen und eingesetzt werden: So könnte es das neue Recht der Geräatenutzer nach Art. 5 Data Act z.B. Kommunen ermöglichen, von Herstellern Daten aus vernetzten Geräten (z.B. ÖPNV-Fahrzeugen) anzufordern, altruistisch motivierte Verbraucherinnen und Verbraucher könnten diese Rechte für „Datenspenden“ für nachhaltige Zwecke einsetzen. Durch die Schaffung von Datentreuhändern als spezialisierten Intermediären könnte die Ausübung solcher Rechte erleichtert und bei Zielkonflikten vermittelt werden. Öffentliche Stellen könnten durch die Nutzung ihrer rechtlichen Möglichkeiten in „Open Data“ Regelungen differenzierte Bepreisungsmodelle und damit Anreize schaffen, die Nachhaltigkeitsanwendungen privilegieren und über "Gegenseitigkeitsvereinbarungen" den Austausch hochwertiger Daten für ökologische Zwecke fördern.

Langfristig bedarf es jedoch spezifischer gesetzlicher Regelungen. Umweltrechtliche Vorschriften sollten konkrete Datenqualitätskriterien für ADS in ihrem Anwendungsbereich definieren – Kriterien oder Metriken zur Eignung von Daten („fitness for use“) für das Training von ADS in umweltrechtlich relevanten Bereichen wären dann an den gesetzlichen Regelungszwecken auszurichten. Gesetze könnten die Beteiligung unabhängiger Experten bei der Entwicklung solcher Standards vorsehen, die dynamisch an technische Entwicklungen angepasst werden sollten. Ordnungsrechtliche Vorgaben und ökonomische Anreize durch Regulierung sind dabei kein Gegensatz: So argumentieren jüngere Studien, dass Nachhaltigkeitsberichtspflichten bereits heute die Nachfrage nach entsprechenden Daten in Lieferketten erhöhen. Rechtlich definierte Standards einer "guten" Daten-Governance können u.U. einen Maßstab für die Minderung von Haftungsrisiken bilden und damit ebenfalls den Wert qualitativ hochwertiger Umweltdaten steigern.

4 Regulierungsansätze

Dieses Kapitel analysiert sechs Regulierungsansätze im Hinblick darauf, welche Beiträge sie dazu leisten können, eine effektive Ausrichtung von ADS an Umweltzielen zu verwirklichen. Die Darstellung orientiert sich an den umweltrechtlichen Regulierungszielen aus Abschnitt 2.4. und damit an den folgenden Leitfragen:

1. Inwieweit erfasst der bereits bestehende Rechtsrahmen im jeweiligen Handlungsfeld die in plausibler Weise zu erwartenden Auswirkungen von ADS auf die Umwelt, einschließlich des Klimas?
2. Inwieweit ergeben sich aus den Befunden zur vorgenannten Frage Regelungslücken zum Schutz von Umwelt- und Klima bei ADS?
3. Welche Regelungsansätze innerhalb der sektoralen und funktionalen Logik im Handlungsfeld kommen in Betracht, um diese Lücken zukünftig zu schließen?

Die Frage der Regulierung von Umwelteffekten von ADS wird dementsprechend, in Übereinstimmung mit der diesem Projektbericht zugrunde liegenden Forschungsfrage, nicht umfassend in gutachterlicher Manier geprüft, sondern der Fokus auf die Identifikation von Lücken und Potenzialen der betrachteten Instrumente gelegt. Ziel ist es, aus dieser Analyse Elemente für ein effektives umweltrechtliches Regulierungskonzept für ADS abzuleiten.

Zunächst ist der Frage nachzugehen, inwieweit öffentlich-rechtliche Zulassungsverfahren als Regulierungsinstrumentarium in Betracht kommen (siehe Abschnitt 4.1). Daraufhin werden Instrumente zur Regulierung von ADS unterstütztem „Nudging“ und anderen Formen der indirekten Verhaltensbeeinflussung in umweltrechtlicher Hinsicht analysiert (Abschnitt 4.2). Die Rechte der Zivilgesellschaft im Lichte der drei Säulen der Aarhus-Konvention sind Gegenstand von Abschnitt 4.3. Sodann ist die Rechtslage im Bereich der Produktregulierung auszuleuchten (Abschnitt 4.4), bevor dann umwelthaftungsrechtliche Fragestellungen erörtert werden (Abschnitt 4.5).

4.1 Regulierung von ADS im öffentlich-rechtlichen Umweltrecht

Das öffentlich-rechtliche Umweltrecht beinhaltet eine Reihe materiellen und prozeduralen Vorgaben, die relevant für den Einsatz von ADS sein können. Anhand der Systematisierung der Regulierungsziele aus Abschnitt 2.4 sind zunächst bestehende Regelwerke – jenseits der produktbezogenen Vorgaben, die Gegenstand von Abschnitt 4.4 sind – daraufhin zu überprüfen, ob hier ein ADS-spezifischer Regulierungsbedarf vorliegt. In einem zweiten Schritt sind Lösungsansätze aus dem öffentlich-rechtlichen Umweltrecht in den Blick zu nehmen, um die gegebenenfalls festgestellten Regulierungslücken zu schließen.

Ausgangspunkt ist dabei die Feststellung, dass umweltrechtliche Regelwerke im Sinne der ersten beiden Regulierungsziele aus Abschnitt 2.4 ADS *als solche* bislang nicht adressieren, woran auch die KI-Verordnung (Abschnitt 4.1.4.3) nichts ändert. ADS können aber in öffentlich-rechtlich regulierten Regelungsgegenständen zum Einsatz kommen (Abschnitt 4.1.1). Zu klären ist diesbezüglich, inwieweit man den Regelwerken Vorgaben entnehmen kann, die dazu beitragen, ADS an den Anforderungen des geltenden Umweltrechts auszurichten. In einer weiter gezogenen Perspektive soll es auch darum gehen, neue indirekte Umwelteffekte regulatorisch bewältigen (siehe Abschnitt 4.1.2). Direkte Umwelteffekte aus dem Einsatz von ADS sind bislang nur punktuell geregelt (Abschnitt 4.1.3).

Will man „intermediäre Regulierungsziele“ (2.4.5) erreichen, kommen Anknüpfungspunkte im UVP-Recht, in der REACH-Verordnung sowie in den Governance-Strukturen der KI-Verordnung

in Betracht (Abschnitt 4.1.4). Zu fragen ist hier, ob sich im geltenden öffentlich-rechtlichen Umweltrecht instrumentelle Ansätze finden, die sich für die Einhegung der Umweltwirkungen von ADS fruchtbar machen lassen. Diese Instrumente können materieller, prozeduraler oder organisationaler Natur sein. Solche auf außergewöhnlich komplexe, hochgradig dynamische und intransparente Regelungsgegenstände zugeschnittenen Instrumente, könnten unter Umständen auch Orientierung für die Regulierung der komplexen technologischen Probleme im Zusammenhang mit ADS liefern.⁵⁷⁸ Diese Instrumente sind daher Gegenstand der Untersuchung „intermediärer“ Regulierungsziele (4.1.4). Dieser Abschnitt erörtert, welche umweltrechtlichen Instrumente „technikbezogener Governance“ sich fruchtbar machen lassen, um ADS im Sinne rechtlicher Vorgaben zu beeinflussen.

Die im Rahmen der Analyse identifizierten Lücken fasst abschließend Abschnitt 4.1.5 zusammen.

4.1.1 Regulierungsziel 1: Einhaltung von Umweltrecht

Umweltbezogene Vorgaben im öffentlichen Recht, die für das Regulierungsziel 1 „Einhaltung von Umweltrecht“ relevant sein können, werden hier mit Blick auf industrielle Anlagen zur Herstellung von Materialien und Produkten, aber auch auf Kraftfahrzeuge, bei deren Betrieb ADS zum Einsatz kommen können, betrachtet. Beide Anwendungsfelder unterliegen einer öffentlich-rechtlichen Eröffnungskontrolle. Die dort etablierten Interventionslogiken bieten Anschauungsmaterial für eine zukünftige Regulierung von ADS.

Die Analyse der Regelungen zu den nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungspflichtigen Anlagen findet sich in Abschnitt 4.1.1.1, jene zu den nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen in Abschnitt 4.1.1.2 sowie die zur Regulierung von Fahrzeugen in Abschnitt 4.1.1.3. Die in der Analyse hervortretenden Befunde zur Einhaltung öffentlich-rechtlicher Umweltvorgaben fasst Abschnitt 4.1.1.4 zusammen, während Abschnitt 4.1.1.5 die Gemeinsamkeiten in der Interventionslogik einordnet.

4.1.1.1 Genehmigungspflichtige industrielle Anlagen

Für industrielle Anlagen, die nach § 4 BImSchG **genehmigungspflichtig** sind, muss nach § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG „sichergestellt“ sein, dass die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen erfüllt sind. Diese ergeben sich einerseits aus den Grundpflichten, wie sie § 5 Abs. 1 BImSchG formuliert, und andererseits aus dem untergesetzlichen Regelwerk, welches die Grundpflichten inhaltlich weiter konkretisiert.

Das Recht unterfüttert die materiellen Vorgaben aus den Grundpflichten durch prozedurale und organisationale Vorgaben. In prozeduraler Hinsicht greift – gemäß der Figur des „präventiven Verbots mit Erlaubnisvorbehalt“ – die Pflicht, beim Neubau und der Änderung der Anlagen und der Betriebsweisen bei der Behörde eine Genehmigung einzuholen.⁵⁷⁹ Diejenigen, die eine hoheitliche Gestattung anstreben, sind verpflichtet, die maßgeblichen Parameter im Antragsverfahren offenzulegen. Sie müssen sich zudem einem Diskurs stellen; und zwar nicht nur mit allen im Verfahren beteiligten (Fach-) Behörden, deren Zuständigkeitsbereich berührt ist, sondern auch mit „Dritten“, also Privatpersonen, Nichtregierungsorganisationen und kommunalen Gebietskörperschaften. Die prozeduralen Vorgaben gewährleisten Transparenz und eröffnen Beteiligungsmöglichkeiten.

Organisationale Vorgaben enthält das Anlagenrecht an verschiedenen Stellen. Die Pflicht, die innerbetriebliche Organisation umweltorientiert auszurichten, ist seit jeher impliziter Bestandteil

⁵⁷⁸ Martini, Blackbox Algorithmus. Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, 2019, 113 ff., 137 ff.

⁵⁷⁹ Bei einer Anlagenänderung mit einer geringeren immissionsschutzrechtlichen Relevanz ist gemäß § 15 BImSchG eine Anzeige zu erstatten; auch im Anzeigeverfahren hat der Antragsteller entsprechende Unterlagen vorzulegen.

der Grundpflichten. Mittlerweile ist auch explizit geregelt,⁵⁸⁰ dass der Betreiber darüber hinaus nach § 52b Abs. 2 BImSchG mitzuteilen hat, „auf welche Weise sichergestellt ist“, dass die gesetzlichen Vorschriften und behördlichen Anordnungen „beim Betrieb beachtet werden“. Wer im Leitungsorgan die persönliche (auch strafrechtliche) Verantwortlichkeit dafür trägt, „die Pflichten des Betreibers“ wahrzunehmen, ist nach § 52b Abs. 1 BImSchG der Behörde zu übermitteln. Insgesamt kann man darin – in den Worten von Feldhaus als dem „Vater des BImSchG“ – „eine Konkretisierung der Grundpflicht des § 5 zu einer umweltschutzsichernden Betriebsorganisation“⁵⁸¹ sehen. Zudem verlangen die Vorschriften in §§ 53 ff. BImSchG unter bestimmten Voraussetzungen vom Betreiber, Beauftragte für Immissionsschutz und Störfallvorsorge zu beschäftigen.

Festhalten lässt sich, dass die Organisationsanforderungen seit jeher den materiell-rechtlichen Grundpflichten aus § 5 BImSchG immanent waren. Damit einher geht die Verpflichtung des Betreibers, für die Prüfung durch die Behörden alle relevanten technischen und organisatorischen Parameter in den Antragsunterlagen⁵⁸² zu dokumentieren. Im öffentlichen Genehmigungsverfahren sind diese Angaben auch für Drittbetroffene und die interessierte Öffentlichkeit zugänglich.

In der Zusammenschau zeigt sich: Soweit der Anlagenbetrieb auf ADS zurückgreift, ändert dies nichts an die Vorgaben aus den Grundpflichten und deren untergesetzlicher Konkretisierung. Denn die materiellen, organisationalen und prozeduralen immissionsschutzrechtlichen Pflichten sind unabhängig davon einzuhalten, ob die Steuerung unmittelbar durch Menschen, durch klassische Automatisierung oder selbstlernende Systeme erfolgt. In jedem Fall hat der Anlagenbetreiber „sicherzustellen“, dass dabei die Grundpflichten des Immissionsschutzrechts eingehalten sind. Ihr dynamischer Charakter⁵⁸³ eröffnet jedoch Potentiale für ADS, weitergehende Minderungspotentiale zu erschließen (siehe dazu Textbox 16 in Abschnitt 2.4.2).

Fraglich ist jedoch, ob das geltende Recht hinreichende Instrumente bereithält, die den Anlagenbetreiber veranlassen, ADS zielkonform einzusetzen. Steuern ADS den Anlagenbetrieb, gehört dies bereits nach geltendem Recht zum Prüfungsumfang im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren.⁵⁸⁴ Der Zielzustand besteht dann darin, ADS grundpflichtenkonform auszugestalten. Dazu müssen sie unter „Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt“ dafür sorgen, dass „schädliche Umwelteinwirkungen“ und sonstige, „auf andere Weise“⁵⁸⁵ von der Anlage ausgehenden negativen Effekte „nicht hervorgerufen werden können“ (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG). Außerdem ist nach § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG Vorsorge zu treffen, insbesondere durch Maßnahmen zur Minderung von Emissionen aller Art nach dem Stand der Technik (§ 3 Abs. 6 BImSchG i.V.m. den in der Anlage genannten Kriterien, wozu etwa „Fortschritte in der Technologie“ gehören). ADS könnten im Produktionsprozess zudem dazu beitragen, Abfälle zu vermeiden⁵⁸⁶ und zu verwerten (§ 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG). Technisches Optimierungspotential wird zudem in der energiebezogenen Grundpflicht aus § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG adressiert, die verlangt, Energie „sparsam und effizient“ zu verwenden.

⁵⁸⁰ Die Vorschrift nahm der Gesetzgeber nach der Störfallserie der damaligen Hoechst AG in den 1980-er Jahren in das BImSchG auf.

⁵⁸¹ Feldhaus, Umweltschutzsichernde Betriebsorganisation, NVwZ 1991, 927/930.

⁵⁸² In Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung sind diese Angabe dann auch Gegenstand der öffentlich ausgelegten Unterlagen, soweit darin keine schützenswerten Geheimnisse enthalten sind (§ 10 Abs. 2 BImSchG).

⁵⁸³ Jarass BImSchG, 15. Aufl. 2024, BImSchG § 5 Rn. 2; Böhm, in Führ (Hrsg.) GK-BImSchG, § 4 Rn. 22; Hentschel/Roßnagel, in Führ (Hrsg.) GK-BImSchG, § 5 Rn. 25 – jeweils m.w.N.

⁵⁸⁴ Martini et al., Regulierung algorithmenbasierter Entscheidungsprozesse aus Umweltsicht, 2020, 35.

⁵⁸⁵ So § 1 Abs. 2 Spiegelstrich 2 BImSchG; womit das Gesetz bei genehmigungsbedürftigen Anlagen auch Einwirkungen auf die Schutzgüter erfasst, die den Titel des Gesetzes deutlich überschreiten, siehe dazu Führ, in ders., GK-BImSchG, § 1 Rn. 94.

⁵⁸⁶ Dies könnte etwa in der Weise geschehen, dass ADS die Materialausnutzung optimiert (Vermeidung von „Verschnitt“ aus bahnen- oder tafelförmigen Einsatzmaterialien oder von „Overspray“ bei der Beschichtung von Oberflächen).

Inwieweit sich die ADS-unterstützten Minderungspotentiale im konkreten Betrieb erschließen lassen, hängt einerseits von der apparativen Ausstattung und dem stofflichen Inventar des jeweiligen Herstellungsprozesses ab; hinzu kommt aber die konkrete Steuerung der Prozess-Parameter. Zu einem erheblichen Teil erfolgt diese bei den meisten Industrieanlagen nicht mehr durch manuelle Intervention; vorherrschend ist – vor allem bei komplexeren Anlagen – vielmehr bereits seit längerer Zeit eine digitale Steuerung. In der Regel kommen dabei automatisierte IT-Programme zum Einsatz, die auch Selbstlernfunktionen beinhalten können.

Sowohl im Hinblick auf den Stoff- und Energieeinsatz und die „Ab-Produkte“, also den Anteil der nicht intendierten stofflichen Prozessergebnisse im Normalbetrieb, als auch für die Vermeidung von betrieblichen Störungsfällen ist die Software entscheidend, die den Ablauf der Herstellungsprozesse steuert. Dementsprechend sind im Hinblick auf die immissionsschutzrechtlichen Grundpflichten – etwa zur Vermeidung von „Fehlbedienungen“ i.S.v. § 6 Abs. 1 Nr. 3 der Störfall-VO (12. BImSchV)⁵⁸⁷ – auch die jeweilige Software-Umgebung in die Prüfung der „sicherheits-technischen Vorkehrungen“ mit einzubeziehen. Gleiches gilt für die Steuerung der Vorgänge, die den Normalbetrieb ausmachen.

Es handelt sich dann um eine integrierte Betrachtung⁵⁸⁸ der Anlagensteuerung im Hinblick auf die Grundpflichten: Je gewichtiger der „automatisierte“ Anteil ist, desto intensiver sind die diesbezüglichen Dokumentations- und Nachweispflichten auf Seiten der Anlagenbetreiber, mit denen dann Prüfungspflichten auf Seiten der Behörden korrespondieren. Dies zeigt sich bei den vom Betreiber vorzulegenden Antragsunterlagen (siehe dazu die umfangreiche Auflistung in den §§ 4, 4a – 4d der 9. BImSchV). Es gilt aber auch für den Betrieb selbst (siehe etwa die Messvorschriften zu den Emissionen einer Anlage, etwa in der 13., 17. und 31. BImSchV sowie in der TA Luft). Als Organisationspflichten kommen Vorgaben für unternehmensinterne Beauftragte hinzu (§§ 53 – 58 sowie 53a – 53e BImSchG).

Zusammenfassend lässt sich Folgendes festhalten: Die Interventionslogik des BImSchG ist geprägt von der Grundkonstruktion des „Verbots mit Erlaubnisvorbehalt“. Wer für sich die Verbotsschranke öffnen will, muss zunächst eine Anlagenauslegung wählen, die den Grundpflichten entspricht. Diese sind über darin enthaltenen unbestimmten Rechtsbegriffe als inhaltlich ausfüllungsbedürftige Prinzipien-Normen⁵⁸⁹ ausgestaltet, die mit ihrem dynamischen Charakter darauf angelegt sind, das Ziel der „Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt“ (§ 5 Abs. 1 Hs. 1 BImSchG) zu erreichen. Ein hoch differenziertes untergesetzliches Regelwerk aus Verordnung, Verwaltungsvorschriften und „privaten“ Normen unterstützt den Vollzug. Hinzu kommen europaweit gültige BVT-Merkblätter und BVT-Schlussfolgerungen (§§ 6a und 6b BImSchG), die den Stand der Technik und die zugehörigen Überwachungsmaßnahmen weiter ausbuchstabieren. Aus alledem ergibt sich ein Anreiz für den Antragsteller, sich zu bemühen, den dynamischen Grundpflichten in geeigneter und angemessener Weise zu entsprechen (**Bemühenspflicht**). In den Antragsunterlagen hat er dies umfassend zu dokumentieren (**Dokumentationspflicht**). Erst wenn er seiner diesbezüglichen Darlegungslast entspricht, kann er davon ausgehen, dass die Behörde die angestrebte Erlaubnis erteilt und das Verbot für die beantragte Anlagenauslegung aufhebt. Für den Betreiber geht damit zugleich die Pflicht einher, den Anlagenbetrieb zu überwachen (**Monitoring**); auch insoweit trifft ihn eine **Dokumentationspflicht**. Hinzu kommt die Pflicht zu einer umweltsichernden **Betriebsorganisation**. Diese soll nicht nur sicherstellen, dass der Betrieb den Vorgaben im Genehmigungsbescheid entspricht, sondern auch darauf hinwirken, dass das Unternehmen neue „umweltfreundliche Verfahren“

⁵⁸⁷ Siehe dazu Umweltbundesamt, Vollzugshilfe Störfall-VO, 2004, 50, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3225/dokumente/vollzugshilfe_stoerfall-vo_2004.pdf (22.04.2025).

⁵⁸⁸ Ähnlich Martini et al. 2020, 35.

⁵⁸⁹ Siehe dazu bereits bei Fn.388 und die dort genannten Nachweise.

entwickelt und einführt (§ 54 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG), um so dem **Innovationsimpuls** der dynamischen Grundpflichten zu entsprechen.

Für die umweltrechtliche Ausrichtung von ADS im Anlagenbetrieb lässt sich damit festhalten, dass die materiell-rechtlichen Vorgaben bereits jetzt grundsätzlich anwendbar sind und das auch zur Minderung ADS-spezifischer Risiken, bzw. zur Hebung ADS-spezifischer Potenziale geforderte Verhaltenssoll (s.o. 2.4.2) abstrakt beschreiben. **Allerdings fehlt es an einer untergesetzlichen Konkretisierung.** Eine solche ist aber notwendig, um die ADS-Anbieter und den Anlagenbetreiber zu veranlassen, die Zielfunktionen von ADS entsprechend der abstrakten Bemühenspflicht zu konkretisieren und zur Anwendung zu bringen. Auch die Behörden benötigen diese Konkretisierung, um die vorgelegten Dokumente angemessen prüfen und ggf. Sachverständige mit Überwachungsaufgaben zu betrauen. Ohne eine solche Konkretisierung, etwa in Form von Ergänzungen der Durchführungsverordnungen (ggf. infolge von BVT-Schlussfolgerungen nach § 3 Abs. 6b i.V.m. § 7 Abs. 1a BImSchG auf europäischer Ebene), der Verwaltungsvorschriften (ggf. auch nach § 48 Abs. 1a BImSchG) oder durch Leitfäden dürften für die Betreiber keine hinreichenden Anreize bestehen, die Bemühenspflicht mit Leben zu füllen und die Ausrichtung von ADS an den dynamischen immissionsschutzrechtlichen Grundpflichten sicherzustellen.

Weiterer Untersuchung bedarf die Frage, welcher Konkretisierungsgrad in der Lage ist, im untergesetzlichen Regelwerk die gewünschten verhaltensbeeinflussenden Wirkungen mit Blick auf ADS herbeizuführen: Zu klären ist etwa, wie die geforderten Optimierungspotenziale festzulegen sind und für den Antragsteller erkennbar werden. Dabei wäre festzustellen, inwiefern sich insbesondere der ADS-spezifisch zu fordernde „Stand der Technik“ hinsichtlich der technisch zu gewährleistenden Anforderungen, etwa zur Verhinderung von betrieblichen Störfällen (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) an die Begrenzung von Emissionen (§ 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG) oder an die Ressourceneffizienz der Prozesse (§ 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG) so weit konkretisieren lässt, dass daraus ein hinreichender Anreiz zur grundpflichtenkonformen Optimierung auch für diejenigen entsteht, die ADS entwickeln und nutzen.

4.1.1.2 Rechtslage bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen

Soweit die von ADS ausgehenden Risiken mit Störungen im Betriebsablauf im Zusammenhang stehen, greifen auch für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen die Vorgaben aus dem Seveso-Regelwerk der EU, in Deutschland umgesetzt in der 12. BImSchV i.V.m. u.a. §§ 16a, 23a und 23b BImSchG. Anknüpfungspunkt ist hier nicht die Zuordnung zu einer der Anlagenkategorien der 4. BImSchV, sondern lediglich das (potenzielle) Vorhandensein von Störfallstoffen in der Anlage. Auch insoweit unterliegen ADS-unterstützte Produktionsprozesse also der behördlichen Kontrolle.

Vor dem Hintergrund, dass diese Anlagen kein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren zu durchlaufen haben, ist im Hinblick auf das informationelle Gleichgewicht zwischen Privaten und der öffentlichen Hand das in § 19 der 12. BImSchV verankerte Meldeverfahren relevant. Danach hat der Anlagenbetreiber der zuständigen Behörde unaufgefordert und unverzüglich eine Meldung zu erstatten, wenn ein Ereignis eingetreten ist, welches den Kriterien entspricht, die Anhang VI zur 12. BImSchV definiert. Die örtlichen Behörden melden dies wiederum an den Bund, der die Europäische Kommission darüber zu informieren hat (§ 19 Abs. 4 12. BImSchV). Hat eine elektronische Steuerung (inkl. ADS) das Ereignis (mit) hervorgerufen, so ist dies schon nach geltendem Recht Gegenstand der Meldepflichten. Diese sind deutlich weitreichender als die Definition eines „schwerwiegenden Vorfalls“ in Art. 3 Nr. 49 der KI-Verordnung, die erst eingreift, wenn die Fehlfunktion eines KI-Systems „a) den Tod oder die schwere gesundheitliche Schädigung einer Person“ zu Folge hat. Ein Bedarf, im Hinblick auf die Grundpflichten für genehmigungsbedürftige Anlagen oder solche mit besonderer Störfallrelevanz, ein „Sonderregime“ für

ADS zu etablieren, besteht vor diesem Hintergrund nicht. In Betracht kommt aber, im untergesetzlichen Regelwerk oder durch andere Vorgaben (etwa in den Verwaltungsvorschriften zu Störfall-Verordnung) eine entsprechende Klarstellung einzufügen.

4.1.1.3 Typzulassung für Kraftfahrzeuge

Der vorstehend skizzierte Befund entspricht in der Grundstruktur der Rechtslage bei der öffentlich-rechtlichen Typzulassung für Kraftfahrzeuge: Der Antragsteller muss auch hier die Parameter der elektronischen Steuerung der Emissionsminderungssysteme als Teil der Antragsunterlagen offenlegen, um die Behörde in die Lage zu versetzen, die Einhaltung der diesbezüglichen Vorgaben (etwa des Verbots von Abschaltvorrichtungen) zu prüfen.⁵⁹⁰ Mit der in den Antragsunterlagen beschriebenen technischen Auslegung definiert der Antragsteller zugleich den späteren Genehmigungsgegenstand.

Damit ist die grundsätzliche rechtliche Konstruktion identisch mit derjenigen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen. Im Regelungsgegenstand gibt es allerdings einen entscheidenden Unterschied: Jede Industrieanlage ist – schon aufgrund des jeweiligen Standorts – eine Einzelfallentscheidung; die Typzulassung hingegen bildet die Grundlage für eine Serienproduktion einer Vielzahl gleich konfigurierter Fahrzeuge. Dynamische Grundpflichten wären dann ein Systembruch.

Allerdings bleibt die technische Entwicklung auch in der Motorenauslegung und Abgassteuerung nicht stehen. Die Fahrzeughersteller bringen daher in regelmäßigen Abständen neue Motorvarianten auf den Markt, für die sie zuvor eine Typgenehmigung erlangen müssen. Auf diesem Wege ist dann immer der jeweils aktuelle Stand der Genehmigungsanforderungen Gegenstand der Prüfung. Soweit in der Motorsteuerung oder in der Emissionsbegrenzung ADS zum Einsatz kommen, müssen sie folglich die aktuellen Anforderungen erfüllen.

In der praktischen Anwendung stellt sich hier aber – ähnlich wie im Anlagenrecht (siehe Abschnitt 4.1.1.1) die Frage, wie sich die Anforderungen an ADS weiter konkretisieren lassen. In Betracht kommen hier vor allem delegierte Rechtsakte der Europäischen Kommission im Rahmen des Typzulassungsregimes.⁵⁹¹

4.1.1.4 Befunde zum Anlagen- und Kraftfahrzeugrecht

Zusammenfassend lässt sich damit für das Anlagenrecht festhalten: Die gesetzlichen Grundpflichten erfassen grundsätzlich auch einen ADS-unterstützten Anlagenbetrieb. Schon nach geltendem Recht ist der Antragsteller im Genehmigungsverfahren (oder später im laufenden Anlagenbetrieb im Rahmen der Anlagenüberwachung nach §§ 52 f. BImSchG) verpflichtet, gegenüber der Behörde oder von ihr beauftragten Sachverständigen die für den Anlagenbetrieb maßgeblichen Steuerungsparameter offenzulegen. Hier besteht eine Analogie zur Steuerung der Abgasminderungssysteme im Rahmen der Typenzulassung für Kraftfahrzeuge.⁵⁹²

Die eigentliche Herausforderung besteht daher – sowohl im Industrieanlagenrecht als auch in der Typzulassung für Kraftfahrzeuge – darin, die rechtlichen Vorgaben in den Vollzugsalltag zu integrieren. Diesbezüglich fehlt es in beiden Rechtsgebiete bislang allerdings an untergesetzlicher Konkretisierung und Operationalisierung. Solange das Regelwerk diese Lücke nicht schließt, ist nicht zu erwarten, dass die adressierten Akteure ihr Handeln von sich aus an dem in

⁵⁹⁰ Dies ergibt sich aus Anhang I der Rahmen-Richtlinie 2007/46/EG in der Fassung von 2008; siehe dazu – und den Versäumnissen auf Seiten der Antragsteller und der Behörden – im Detail Führ, Der Dieselskandal und das Recht – Ein Lehrstück zum technischen Sicherheitsrecht, NVwZ 2017, 265/268 ff.

⁵⁹¹ In der Praxis lehnen sich die delegierten Rechtsakte der Europäischen Kommission oftmals an Vereinbarungen auf OECD-Ebene an (etwa zu den Testbedingungen), um auf dem globalisierten Automobilmarkt zu weitgehend einheitlichen Standards zu gelangen.

⁵⁹² Siehe dazu Führ, Der Dieselskandal und das Recht – Ein Lehrstück zum technischen Sicherheitsrecht, NVwZ 2017, 265/268 (unter Verweis auf Anhang I der Richtlinie 2007/46/EG).

den Grundpflichten geforderten Verhaltens-Soll ausrichten. Hinzu kommt: Behördliche Vollzugsmaßnahmen sind ohne untergesetzliche Konkretisierung mit erheblichem Begründungsaufwand verbunden; zudem besteht das Risiko, dass die Adressaten Umsetzungsmaßnahmen mit Rechtsmitteln angreifen. Vor diesem Hintergrund laufen eigentlich bestehende umweltorientierte Anforderungen an ADS womöglich ins Leere.

Um diese Lücke zu schließen, könnte man gemäß der Grundpflicht, die Auswirkungen industrieller Anlagen – „insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen“ – zu vermindern (§ 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG), klarstellende Hinweise in das untergesetzliche Regelwerk aufnehmen, also etwa in Durchführungsverordnungen und Verwaltungsvorschriften des Bundes oder Antrags- bzw. Vollzugsleitfäden der Länder. Auf diese Weise ließe sich darauf hinwirken, dass diejenigen, die die Steuerungsprogramme gestalten, schon in der Entwicklungsphase darauf achten, Entlastungspotentiale aus dem Einsatz von ADS in möglichst großem Umfang zu erschließen.⁵⁹³

In welchem Umfang solche Potentiale tatsächlich bestehen, bleibt durch Forschung und Praxis zu klären. Eine Pflicht, solche Entlastungspotentiale zu nutzen, die sich mit zumutbarem Aufwand erschließen lassen, ergibt sich jedenfalls bereits aus den bestehenden Grundpflichten aufgrund deren dynamischen und unmittelbar wirksamen Charakters.

Damit gilt folgender Befund: Die anlagen- und kraftfahrzeugbezogenen Pflichten erfassen von ihrem Anwendungsbereich durchaus den Einsatz von ADS. Das Recht stellt aber keine angemessenen Instrumente bereit, die Pflichten auch umzusetzen. Solange es aber an einer untergesetzlichen Konkretisierung fehlt, laufen die Grundpflichten somit ins Leere: Sie entfalten keine verhaltensbeeinflussende Wirkung auf Seiten der Adressaten. Im Ergebnis ist das öffentlich-rechtliche Anlagen- und das Kraftfahrzeugrecht in der jetzigen Konstellation nicht in der Lage, ADS-Anwendungen wirksam zu steuern. Bildhaft gesprochen ist es zwar nicht komplett blind, weist aber doch eine sehr starke Sehschwäche auf, die einen effektiven Zugriff unmöglich macht.

4.1.1.5 Gemeinsamkeiten in der Interventionslogik

Betrachtet man die vorstehend beschriebenen öffentlich-rechtlichen Instrumente, dann zeigen sich Gemeinsamkeiten in den jeweiligen Interventionslogiken, die sich auch für die Debatte über eine angemessene Regulierung ADS-bedingter Risiken bzw. der darin liegenden Potentiale fruchtbar machen lassen. In Bezug auf die etablierten Interventionslogiken (siehe Abschnitt 2.4) im umweltbezogenen Anlagen- und Fahrzeugrecht gilt folgendes: Das öffentlich-rechtliche Technikrecht für Anlagen und Kraftfahrzeuge hält einen breiten Instrumentenkasten bereit, den man auch für die Regulierung von ADS fruchtbar machen könnte. In der Gesamtschau zeigt sich ein dichtes Normen-Geflecht, das den Betreiber veranlassen soll, die dynamischen, auf fortlaufende Optimierung ausgerichteten Prinzipiennormen aus § 5 Abs. 1 BImSchG in den Anlagenbetrieb zu integrieren.

In systematisierender Perspektive ist zunächst das Zusammenspiel von materiellen mit prozeduralen und organisationalen Vorgaben zu nennen, die gemeinsam die Kontextbedingungen der Technikentwicklung herstellen: Die materiellen Grundpflichten gestalten – im Sinne einer „Inhaltsbestimmung des Eigentums“ (Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG) – die Rechtsposition des Genehmigungsinhabers als unmittelbar geltendes Recht. Ist die Genehmigung erteilt, ist der laufende Betrieb⁵⁹⁴ zu dokumentieren und den Behörden zugänglich zu machen. In bestimmten Fällen ist

⁵⁹³ Zu klären wäre diesbezüglich auch, ob durch erweiterte ADS-Anwendungen neue Risiken (z.B. durch den Ausfall des Systems infolge von Selbstlern-Mechanismen) auftreten können und wie darzulegen ist, dass man Vorkehrungen gegen derartige Risiken getroffen hat.

⁵⁹⁴ Dazu gehört u.a. die Pflicht, Emissionen periodisch durch anerkannte Prüfeinrichtungen messen zu lassen oder diese kontinuierlich zu erfassen sowie sicherheitstechnische Prüfungen durchzuführen (§ 26 – 29a BImSchG).

der Betreiber zudem verpflichtet, die Behörden unaufgefordert zu informieren. Hinzu kommen als integraler Bestandteil der Grundpflichten auch Pflichten zur Betriebsorganisation. Die den laufenden Betrieb ausgestaltenden Pflichtenkreise (Monitoring mit Dokumentations- und Meldepflichten sowie umweltsichernde Betriebsorganisation) können auch dann zum Tragen kommen, wenn es keine „Eröffnungskontrolle“ im Sinne der Interventionslogik des Erlaubnisvorbehaltes gibt. Das Anlagen- und Fahrzeugrecht stellt insoweit ein Muster für eine technikbezogene Kontextsteuerung bereit.

Es finden sich durchweg materielle, auf umweltbezogene Schutz- und Vorsorgeziele gerichtete „Grundpflichten“. Der konkrete Pflichtengehalt ergibt sich durch Auslegung der jeweils verwendeten unbestimmten Rechtsbegriffe. In rechtstheoretischer Perspektive handelt es sich um Prinzipinnormen, die nach wechselseitiger Optimierung verlangen.⁵⁹⁵ Ihre inhaltliche Offenheit erlaubt es, unterschiedliche Konstellationen rechtlich einzuhegen und dabei auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Entwicklungen dynamisch zu integrieren. Wie weit diese im konkreten Fall reichen, ist in der Rechtsanwendung im Wege einer wechselbezüglichen Optimierung bzw. „reziproken Rücksichtnahme“ bezogen auf die konkrete Handlungssituation zu ermitteln.⁵⁹⁶ Die Grundpflichten gestalten auf diese Weise als unmittelbar geltendes Recht die Rechtsposition der Adressaten aus, allerdings nicht als mit klaren Grenzziehungen ausgestattete Vorgaben, sondern als inhaltlich ausfüllungsbedürftige, dauerhaft zu beachtende Bemühenspflichten.

Die Funktion, die sich aus den Grundpflichten ergebenden Anforderungen zu konkretisieren, übernimmt in manchen Fällen die Legislative, wenn sie etwa in Anhängen Einzelfragen regelt. In erheblichem Umfang ist die Konkretisierung jedoch an die Exekutive delegiert, die dann befugt ist, Durchführungsvorschriften (z.B. Rechtsverordnungen) oder Verwaltungsvorschriften zu erlassen.⁵⁹⁷ Oftmals bemüht sich die Exekutive zudem, durch Leitfäden die normative Erwartungshaltung zu veranschaulichen. Für die Besonderheiten von ADS im Hinblick auf die Anwendung des geltenden Umweltrechts fehlt es bislang an konkretisierenden Vorgaben.

Selbst wenn sich dies in Zukunft ändern sollte, verbleibt eine solche Konkretisierung der materiellen Vorgaben jedoch in aller Regel eher auf einem allgemeinen Niveau. Um zu verhindern, dass die Grundpflichten in konkreten Konstellationen ins Leere laufen, hat der Gesetzgeber sie bei allen betrachteten Regelwerken arrondiert und unterfüttert durch einen ganzen Kranz an prozeduralen, informatorischen und organisationalen Anforderungen. Sie sollen die Adressaten dazu veranlassen, das ihnen zur Verfügung stehende Können und Wissen im Sinne der Grundpflichten einzusetzen. Dementsprechend obliegen ihnen Pflichten, Sachverhalte zu erheben, die gewonnenen Daten zu dokumentieren und weiterzugeben, auf dieser Grundlage eigenständig eine Bewertung vorzunehmen sowie dies alles in multipolare Verfahren einzubringen. Auch nachdem behördliche Prüf- und Genehmigungsverfahren abgeschlossen sind, wirken die Grundpflichten weiter auf die Rechtsposition der Adressaten ein: Sie sind gehalten, weitere Entlastungspotentiale (etwa technisch oder organisatorisch) zu erschließen und umzusetzen. Auch im laufenden Betrieb gelten zudem Dokumentations- und Meldepflichten.

Alle vorgenannten regulativen Ansätze sind grundsätzlich geeignet, Beiträge zu einem Baukastensystem zu liefern, aus denen sich eine umweltorientierte rechtliche Einhegung von ADS bedienen kann (siehe dazu Kapitel 6).

⁵⁹⁵ Siehe dazu Alexy, Theorie der Grundrechte, 1985, 71 ff.

⁵⁹⁶ Siehe dazu ausführlich Führ 2003, 152 ff. m.w.N.

⁵⁹⁷ Strukturell sehr ähnlich findet sich dieses Vorgehen auch in der KI-Verordnung (siehe dazu unten Abschnitt 4.1.4.2). Neben der Ermächtigung, Durchführungsvorschriften als „delegierte Rechtsakte“ zu erlassen, ist auch vorgesehen, fehlende materielle Vorgaben durch Verhaltenskodizes zu kompensieren, die auch ökologische Belange adressieren sollen.

4.1.2 Regulierungsziel 2: Bewältigung neuer indirekter Umwelteffekte

Im Hinblick auf das Regulierungsziel 2 (siehe Abschnitt 2.4.3) ist die Frage beantworten, wo es im öffentlich-rechtlichen Umweltrecht bislang ungeregelte Handlungssphären von Einzelpersonen oder Organisationen (etwa Unternehmen) gibt, bei denen davon auszugehen ist, dass ein Regulierungsbedarf besteht, um negative Umweltwirkungen durch den ADS-Einsatz zu verringern bzw. Verbesserungspotentiale zu heben. Dabei ist die Herausforderung zu bewältigen, zunächst einmal die „weißen Flecken“ auf der umweltrechtlichen Regulierungslandkarte zu identifizieren. Dazu bedarf es Instrumente im Sinne des oben beschriebenen „intermediären Regulierungsziels“ (s.o. 2.4.5), die ein „regulatorisches Lernen“ ermöglichen (siehe dazu Abschnitt 4.1.4). Generalisierend lässt sich an dieser Stelle festhalten, dass das öffentlich-rechtliche Umweltrecht ein sehr dichtes, sich vielfach in der Pflichtenstellung überlagerndes regulatives Geflecht enthält; wo gleichwohl bislang noch vollständig unregulierte Bereiche auszumachen sind, ist daher schwer zu sagen. Was sich jedenfalls festhalten lässt, ist der Umstand, dass die bestehende Pflichtenlage praktisch nirgends die Umweltwirkungen von ADS explizit zum Gegenstand hat (zur daraus resultierenden „Sehnschwäche“ siehe Abschnitt 4.1.1.4).

Hat man in diesem Sinne einen Regulierungsbedarf im Sinne von Abschnitt 2.2.2 identifiziert, dann müssen für die Aufgabe, neue indirekte Umwelteffekte regulatorisch zu bewältigen, zwei Voraussetzungen erfüllt sein: Zum einen müssen die neuen Risiken und Potenziale bekannt sein (Abschnitt 4.1.2.1) und zum anderen müssen diese dem jeweiligen Akteur auch als Ergebnisse eigenen Handelns oder Unterlassens zurechenbar sein (Abschnitt 4.1.2.2). Erste Ansatzpunkte, Umweltentlastungspotentiale im „Graubereich“ bereits existierender Regulierungen zu erschließen, umschreibt Abschnitt 4.1.2.3. Eine Zusammenschau der Befunde findet sich in Abschnitt 4.1.2.4.

4.1.2.1 Vorhersehbarkeit neuer indirekter Umwelteffekte

Grundsätzlich ist es denkbar, neue indirekte Umwelteffekte aus dem Einsatz von ADS zum Gegenstand einer öffentlich-rechtlichen Regulierung, wie sie der vorherige Abschnitt diskutiert hat, zu machen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass diese Effekte als solche auch erkennbar sind. Ist dies nicht der Fall, lassen sich – nach dem Grundsatz „ultra posse nemo obligatur“ – auch keine Handlungspflichten formulieren.

Angesichts der vielfältigen Anwendungsoptionen und der noch weit größeren Kombinationsmöglichkeiten einzelner ADS-Nutzungen lassen sich damit einher gehende indirekte Umwelteffekte im Vorhinein in der Regel nicht ohne weiteres überblicken und in ihrer Wirkung bewerten.⁵⁹⁸ Um diese Lücke zu schließen, ist nach problemadäquaten prozeduralen und informativischen Instrumenten zu suchen. Strukturell vergleichbar ist dies der Problemlage, auf die die REACH-Verordnung eine Antwort geben will: Ging es dort darum, die sog. „toxic ignorance“ zu überwinden, so besteht hier die Herausforderung darin, die Ungewissheiten zu den (positiven und negativen) Umweltfolgen von ADS zu verringern („ADS-impact ignorance“). Dazu müsste das Recht einen institutionellen Rahmen etablieren, der die Akteure dazu veranlasst, entsprechende Beiträge zur Überwindung der Wissenslücken zu leisten.

Ansatzpunkte in dieser Richtung finden sich in den Artikeln 51 ff. der KI-Verordnung, die Anbieter von bestimmten KI-Modellen dazu verpflichten, eine vorausschauende Betrachtung systemischer Risiken vorzunehmen; Umweltwirkungen sind allerdings nicht Gegenstand der prospektiven Risikoanalyse (siehe dazu Abschnitt 4.1.4.3.3). Gefragt bleiben also einerseits Instrumente, die gestützt auf einen belastbaren Methodenkanon eine vorsorgeorientierte Abschätzung zu-

künftiger Entwicklungen und der damit einher gehenden (auch indirekten) Umweltfolgen stimulieren. Solche prozedural angelegten Mechanismen könnten materielle Vorgaben – etwa in Gestalt von inhaltlich offenen Grundpflichten (siehe Abschnitt 4.1.1.5) – in prospektiver Perspektive unterfüttern. Inwieweit UVP-Instrumente in der Lage sind, diese prospektive Funktion zu erfüllen, hängt auch davon ab, ob es gelingt, die in Abschnitt 4.1.4.1.3 aufgezeigten Erweiterungsbedarfe zu befriedigen.

Ergänzend sind begleitend die Umweltfolgen des Einsatzes von ADS zu beobachten, um so – im Sinne eines lernenden Systems – eine Faktenbasis für Maßnahmen zur Nachsteuerung zu schaffen. Soweit es sich um „schwerwiegende Umweltschäden“ handelt, statuiert Art. 55 Abs. 1 lit. c KI-VO für Anbieter von KI-Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck mit systemischem Risiko die Pflicht „einschlägige Informationen (...) zu erfassen und zu dokumentieren“ (siehe dazu auch Abschnitt 4.1.4.3.3). Auch in diesem Zusammenhang erscheinen Anleihen beim UVP-Recht, die vorschreiben, auftretende Effekte begleitend zu im Sinne eines „Monitorings“ beobachten (siehe dazu die in Abschnitt 4.1.1.5 beschriebenen Beobachtungs- und Dokumentationspflichten). Sinnvoll erscheint es zudem, Mechanismen vorzusehen, die den Beobachtungsrahmen (etwa im Sinne eines „Scopings“ analog zu § 15 UVPG, siehe dazu Abschnitt 4.1.4.1) spezifisch abstecken. Regulativer Anknüpfungspunkt wäre – in Anlehnung an die KI-Verordnung (siehe Abschnitt 4.1.4.3.3) – das Anbieten und Betreiben von ADS.

4.1.2.2 Zurechenbarkeit neuer indirekter Effekte

Will man über die Beobachtung und Dokumentation indirekter Effekte aus dem Einsatz von ADS hinaus auch konkrete Handlungspflichten verankern, dann benötigt man einen Adressaten, dem die (potenziellen) Wirkungen auch zurechenbar sind. Nach der „conditio sine qua non“-Formel gehören dazu zweifellos diejenigen, die ADS entwickeln, anbieten und betreiben. Allerdings stellt sich die Frage, wie weit der Zurechnungszusammenhang in den komplexen Lebenszyklen von ADS (s.o. 2.1.4.2) tragfähig erscheint. In Anlehnung an das allgemeine Produktsicherheitsrecht dürfte dies gelten für eine „vorhersehbare Verwendung“, einschließlich eines „naheliegenden Fehlgebrauchs“ bzw. einer „vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung“ nach Art. 3 Nr. 13 KI-VO.

Bei der Einordnung dieser Zurechnungszusammenhänge hat das Recht Maßstäbe zu entwickeln, anhand derer sich das Wissen der Adressaten über erwartbares Verhalten anderer Akteure und die Entscheidungen von Aktanten beurteilen lässt. Auch diesbezüglich können umweltrechtliche Instrumente (siehe Abschnitt 4.1.4.1), wie auch stoff- und technikspezifische Regelungen und Methoden (siehe Abschnitt 4.1.1.5) Orientierung bieten (zu den sich daraus ergebenden Regulierungsbausteinen siehe Kapitel 6).

Setzen jenseits dieser – im Einzelfall u.U. nicht einfachen – Schwellen – beispielsweise andere Akteure eigenständige und für die Betreiber nicht vorhersehbare Ursachen, für neue indirekte Effekte, dann kann es an einem belastbaren Zurechnungszusammenhang zum ADS-Anbieter fehlen.

4.1.2.3 Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen

In Betracht kommt als neues, ADS-spezifisches Regulierungsziel zudem, technologische Umweltentlastungspotenziale durch rechtliche Instrumente zu erschließen, die hier allerdings nur punktuell skizziert werden können.⁵⁹⁹

Ansatzpunkte in dieser Richtung waren bereits Gegenstand der Überlegungen zum Anlagen- und Kraftfahrzeugrecht in Abschnitt 4.1.1. Dabei geht es darum, von den Grundpflichten erfasste

⁵⁹⁹ Zu dem hier zugrunde gelegten Risikobegriff siehe bereits Abschnitt 2.2.3; weitere Anwendungsperspektiven werden in Abschnitt 5 beschrieben.

technische Optimierungsoptionen zu erkennen und umzusetzen. Um die technischen Potentiale zu heben, bedarf es aus vollzugspraktischer Sicht allerdings einer Konkretisierung im untergesetzlichen Regelwerk (siehe dazu bereits Abschnitt 4.1.1.4).

Auch im Stoffrecht könnten ADS im Hinblick auf die REACH-Mechanismen eine den Umweltrechtsvollzug unterstützende Funktionen erfüllen. Die REACH-Verordnung will „ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt sicherstellen“ (Art. 1 Abs. 1 REACH). Dazu etabliert sie ein stark auf Eigen-Verantwortung der wirtschaftlichen Akteure beruhendes Regelwerk.⁶⁰⁰ Dieses „beruht auf dem Grundsatz“, dass die Marktakteure, „sicherstellen müssen, dass sie Stoffe herstellen, in Verkehr bringen und verwenden, die die menschliche Gesundheit oder die Umwelt nicht nachteilig beeinflussen“ (Art. 1 Abs. 3 Satz 1 REACH). „Ihren Bestimmungen liegt das Vorsorgeprinzip zugrunde“ (Art. 1 Abs. 3 Satz 2 REACH). Damit formuliert REACH eine anspruchsvolle Zielvorgabe. Diese in größerem Umfang zu erreichen, könnte ein Zielerreichungsbeitrag von ADS sein. Explizit geregelt ist dies in der – aus dem Jahr 2006 stammenden – REACH-Verordnung bislang nicht.

Die REACH-Verordnung wird in der vorliegenden Untersuchung vor allem auf ihre auch im Kontext von ADS relevanten Instrumente „regulatorischen Lernens“ hin analysiert – ihre Potenziale also, durch insbesondere datenbezogene Pflichten und Mechanismen zu einer Verbesserung des Risikowissens bei relevanten Akteuren beizutragen (s.u. 4.1.4.2). Neben einer solchen Betrachtung als „Regulierungslabor“ im Kontext ungewisser Risiken bietet aber gerade das Stoffrecht einen Anwendungsfall, in dem ADS erheblich zur Verbesserung des Risiko-Wissens beitragen könnten. So liegt es etwa nahe, ADS-gestützt größere Datenmengen auszuwerten, um etwa strukturelle Ähnlichkeiten von Stoffen und damit verknüpfte Wirkmechanismen zu identifizieren. Möglicherweise ließe sich auf diesem Wege eine „quantitative oder qualitative Struktur-Wirkungs-Beziehung ((Q)SAR)“ begründen, die „auf das Vorhandensein oder Fehlen einer bestimmten gefährlichen Eigenschaft“ hinweist (REACH Anhang XI, Abschnitt 1.3). Im behördlichen Vollzug könnte man ADS-gestützt die Aussagekraft und Konsistenz der in einem Registrierungs-Dossier übermittelten Datensätze überprüfen und so die Evaluationsaufgaben der ECHA unterstützen. Dabei wäre allerdings darauf zu achten, dass mit dem Einsatz von ADS keine „Black Box“-Probleme (siehe dazu Abschnitt 2.1.4.2) einhergehen. Soweit ADS den Vollzug lediglich unterstützen und nicht determinieren, sollte dieses Problem nicht als zu gewichtig zu betrachten sein. Ähnliche Potenziale von ADS zur Verbesserung des Vollzugs (wie auch ihre Risiken) werden in dem dieser Untersuchung zugrunde liegenden Projekt in Grundzügen reflektiert (s.u. Kapitel 5) und bedürfen noch eingehender wissenschaftlicher Betrachtung.

Jenseits der Erfüllung bereits bestehender regulatorischer Anforderungen wäre darüber hinaus zu prüfen, inwieweit ADS hilfreich sein können, wenn es darum geht, Datenlücken zu schließen bzw. neue Daten zu generieren.⁶⁰¹ In Betracht kommt hier etwa, den bisherigen Einzelstoff-Ansatz des EU-Stoffrechts zu überschreiten, um mittels ADS auch die Wirkungen mehrerer gleichzeitig auftretender Stoffe („Chemikalien-Cocktail“) zu bewerten.

4.1.2.4 Befunde zur Bewältigung neuer (indirekter) Umwelt-Effekte

Die Frage, in welchen Handlungsfeldern ein Bedarf zu identifizieren ist, neue, bislang ungeregelte Umwelteffekte zu bewältigen, ist – wie eingangs bereits betont – vor dem Hintergrund des bereits sehr dichten umweltrechtlichen Normengeflechts nicht leicht beantworten. Umso wichtiger sind die kontextuellen Instrumente im Sinne von Regulierungsziel 4 (siehe Abschnitt 4.1.4, zur hier vorgenommenen Unterscheidung von Regulierungszielen, s.o. 2.4). Besonders relevant

⁶⁰⁰ Siehe dazu Reh binder, Stoffrecht, in Hansmann/Sellner (Hrsg.), Grundzüge des Umweltrechts, Kapitel 15, Berlin 2018 sowie Führ, Chemikalien, in Ehlers/Fehling/Pünder (Hrsg.), Band 2, § 58, Berlin 2020; jeweils m.w.N.

⁶⁰¹ Vorschläge für „Data Generation Mechanisms“ finden sich bei Polcher et al. 2023, Data generation study, 74 ff. (mit dem Feedback der Anspruchsgruppen auf S. 112 f.)

sind in diesem Zusammenhang Vorgaben, die auf eine anwendungsbegleitende Beobachtung setzen (zu entsprechenden Überlegungen siehe Abschnitt 4.1.5.2). Zusätzlich bietet es sich an, auf die auf der Meso-Ebene angesiedelten Ansätze der KI-VO (siehe Abschnitt 4.1.4.1.4) zurückzugreifen, um so auch einen (fach-) öffentlichen Diskurs und entsprechende technische, organisationale und regulative Lernprozesse zu ermöglichen.

4.1.3 Regulierungsziel 3: Bewältigung direkter Umwelteffekte aus Rechenzentren

Die (komplexe) Frage der Einhegung sog. direkter Umwelteffekte von ADS wird in dieser Untersuchung nachrangig behandelt (siehe Abschnitt 2.4.4). Ein Ansatzpunkt, solche mit Training und Einsatz von (KI-basierten) ADS verbundenen Umwelt- und Klimawirkungen zu regulieren, sind die Rechenzentren,⁶⁰² die die IT-Infrastruktur beherbergen, die man für ADS benötigt. Training und Einsatz von ADS gehen mit einer hohen Rechenleistung einher. Dazu ist Strom nötig, aus dessen Nutzung erhebliche Mengen an Abwärme entstehen. Zudem ist die Erzeugung und Übertragung des Stroms mit direkten Umwelteffekten verbunden. Eine auf diese Problemlage abzielende Regulierung, mit dem Ziel „klimaneutraler Rechenzentren“ findet sich seit November 2023 in den §§ 11 ff. EnEfG.⁶⁰³ Bei bereits vorhandenen Rechenzentren fehlt es in der Regel an Möglichkeiten, die anfallende Wärme sinnvoll an anderer Stelle – etwas in einem lokalen Wärmenetz – zu nutzen. Hier scheitert eine Minderung direkter Umwelteffekte dann an den tatsächlichen Gegebenheiten, was sich allenfalls im Rahmen einer kommunalen Wärmeleitplanung angehen ließe.

4.1.4 Intermediäre Regulierungsziele

Intermediäre Regulierungsziele sind solche, die auf keinen unmittelbar umweltbezogenen „Sollzustand“ abzielen, sondern mittelbar, als notwendige Zwischenschritte zur Ermöglichung eines solchen beitragen.⁶⁰⁴ Hierzu zählen kann man die bereits in Abschnitt 4.1.1.5 beschriebenen Ansätze der Kontextsteuerung (etwa zu Datengewinnung und -dokumentation sowie Datenweitergabe bis hin zu prozeduralen und organisationalen Vorgaben), einschließlich der darin eingebetteten Elemente einer „inclusive Governance“. Es bietet sich an, solchen Ansätzen bei der Entwicklung von Regulierungsinstrumenten für ADS besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Aus der Umweltperspektive kann man diesbezüglich an das UVP-Instrumentarium anknüpfen (Abschnitt 4.1.4.1).

Zudem sind die Mechanismen von Interesse, mit denen die Industriegesellschaft die Umweltrisiken bewältigen will, die mit dem Einsatz von chemischen Stoffen verbunden sind. Die REACH-Verordnung schafft einen spezifischen Mechanismus inklusiver Governance, der helfen soll, die Vielfalt des „chemischen Universums“⁶⁰⁵ im Hinblick auf das Ziel, die stoffbedingten Risiken „angemessen zu beherrschen“ (Abschnitt 4.1.4.2). Außerdem sind die Regulierungsmechanismen der KI-Verordnung in den Blick zu nehmen (Abschnitt 4.1.4.2).

4.1.4.1 Umweltverträglichkeitsprüfung und ADS-spezifische Grundpflichten

Aus dem bestehenden öffentlich-rechtlichen Regulierungsbestand kann man daran denken, ADS zum Gegenstand einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) zu machen. So verweisen Stimmen

⁶⁰² Rechenzentren sind bislang keine genehmigungsbedürftigen Anlagen nach dem BImSchG. Würde man dies ändern, wären die aus Errichtung und Betrieb des Rechtszentrums unmittelbar resultierenden „schädlichen Umweltwirkungen“ (§ 3 Abs. 1 BImSchG) Gegenstand der Prüfung: Der einzuhaltende Soll-Zustand bestünde gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG darin, im Rechenzentrum „Energie sparsam und effizient“ zu verwenden, wozu auch gehören würde, Abwärme zu nutzen; siehe dazu etwa Hentschel, Ausgestaltung der Betreiberpflichten, UBA-Texte 54/2018, 2018, 30 ff. Indirekte Effekte wären hingegen nicht von den Grundpflichten erfasst.

⁶⁰³ Energieeffizienzgesetz vom 13. November 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 309).

⁶⁰⁴ 2.4.5

⁶⁰⁵ Zu der Frage, wie sich das „chemische Universum“ vermessen lässt, siehe das Internetangebot der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) <https://echa.europa.eu/how-does-the-chemical-universe-mapping-work> (03.02.2025).

in der Literatur⁶⁰⁶ auf die UVP und ihr Potential, Umweltwirkungen medienübergreifend zu erfassen. Viel diskutiert werden auch andere, im Grundsatz vergleichbare Prüfansätze, etwa eine Abschätzung der Wirkungen auf Menschenrechte („human rights assessment“),⁶⁰⁷ die über Umweltmedien vermittelte Wirkungen auf die Menschenrechte („man via environment“) mit erfassen können.⁶⁰⁸ Eine Regelung zu einem „Fundamental Rights Impact Assessment“ hat – allerdings beschränkt auf „Einrichtungen des öffentlichen Rechts oder private Einrichtungen die öffentliche Dienste erbringen“ – Eingang in Artikel 27 der KI-Verordnung gefunden. Entsprechende Standards und Regelungen sind angesichts ihres anthropozentrischen Fokus nicht unmittelbar Gegenstand des – im Mittelpunkt dieses Abschnitts stehenden – Umweltrechts. Sie werden daher nicht in einem eigenen Abschnitt behandelt, sondern gegebenenfalls im Rahmen der Überlegungen zu umweltrechtlichen Folgenbetrachtungen reflektiert.

Die UVP ist ein vorwiegend prozeduraler Regelungsansatz, der eine systematische, wissenschaftlich unterfütterte Wirkungsanalyse mit einer Beteiligung der Öffentlichkeit zusammenführt und schließlich in eine behördliche Entscheidungsfindung mündet. Die behördlichen Verfahren, mit denen das UVP-Instrumentarium verknüpft ist, erfüllen die Funktion einer „Eröffnungskontrolle“; sie sind also zu durchlaufen, bevor ein Vorhaben die hoheitliche Gestattung erhält, die Voraussetzung für dessen Realisierung ist.

Das Instrumentarium der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) könnte Ansatzpunkte für eine vorsorgeorientierte ADS-Regulierung bieten. Es könnte dazu beitragen, die vielschichtigen sozio-technischen Zusammenhänge und deren (oft mittelbare) verhaltensbeeinflussende Potentiale mit den daraus resultierenden Umweltwirkungen genauer in den Blick zu nehmen (zu den Potentialen der UVP siehe Abschnitt 4.1.4.1.1). Dazu müsste das Instrumentarium in der Lage sein, die Ungewissheiten darüber zu mindern, ob, auf welche Weise und in welchem Umfang ADS auf Umweltgüter einwirken. Damit bestünde dann die Möglichkeit, indirekte und systemische Umwelteffekte so aufzubereiten, dass sich diese Informationen mit Rechtspflichten verknüpfen lassen. Die prozeduralen Anforderungen der UVP-Verfahrensschritte (Abschnitt 4.1.4.1.2) sind also im Zusammenhang zu sehen mit korrelierenden materiellen Rechtspflichten (wie sie etwa im Industrieanlagenrecht bestehen, siehe Abschnitt 4.1.1.1). Abschnitt 4.1.4.1.3 skizziert die Anwendungsmöglichkeiten von UVP-Elementen für die ADS-Regulierung, während Abschnitt 4.1.4.1.4 auf den diesbezüglichen methodischen Erweiterungsbedarf hinweist.

4.1.4.1.1 Potentiale der UVP

Im Zentrum der im UVP-Recht verankerten Umweltprüfungen steht es, nach § 3 Satz 1 UVPG, „erhebliche Umweltauswirkungen“ bereits im Vorfeld einer behördlichen Entscheidung zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten. Die Darlegungslast liegt – wie bei anderen öffentlich-rechtlichen Eröffnungskontrollen – bei denjenigen, die ein UVP-pflichtiges Vorhaben konzipieren. Daraus resultiert ein Anreiz, bereits in der Konzeptionsphase eines Vorhabens Umweltaspekte zu berücksichtigen (sog. „Vorwirkung“).

Umweltprüfungen dienen nach § 3 Satz 2 UVPG „einer wirksamen Umweltvorsorge“. Für den so umrissenen Sollzustand enthält das UVP-Recht keine eigenen Maßstäbe. Vielmehr ist die Umweltvorsorge jene, die sich „nach Maßgabe der geltenden Gesetze“ ergibt. Das UVP-Recht erfüllt daher im Kern eine konzeptionsbeeinflussende und entscheidungsunterstützende Funktion

⁶⁰⁶ Martini et al. 2016, KI und Umwelt, 47 f. Thomas et al. 2024, The case for a broader approach to AI assurance: addressing “hidden” harms in the development of Artificial Intelligence, 6 ff.

⁶⁰⁷ S. etwa Skoric et al. (2023), Human rights in AI impact assessment: insights from pilot implementations, normative frameworks, and a proposal, online zugänglich unter: <https://www.ippapublicpolicy.org/file/paper/6476ec2fe5c7f.pdf>, sowie Skoric et al. (2024), Roles of Standardised Criteria in Assessing Societal Impact of AI, online zugänglich unter: <https://gsileno.net/articles/CAI2024.pdf>.

⁶⁰⁸ Vgl. etwa die Darstellung bei Gailhofer/Scherf (2023), Liability of Private Actors in International Law, in: Gailhofer et al. (2023), Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, 117 ff.

durch ein methodisch strukturiertes Vorgehen und eine Beteiligung der Öffentlichkeit. Beide Elemente bieten Potentiale auch im Kontext von ADS. Sie sind daher im Folgenden kurz darzustellen.

Der zentrale Ansatz, eine „wirksame Umweltvorsorge“ zu erreichen, besteht darin, Umweltbelange bereits in einem frühen Stadium in die Planungs- und Entscheidungsprozesse einzubringen (§ 15 UVPG). Dies unterstützt die Vorgabe, „vernünftige Alternativen“ darzustellen, soweit relevant und geprüft (§ 16 Abs. 1 Nr. 6 UVPG), sowie die strukturierte Öffentlichkeitsbeteiligung (§§ 18-19 UVPG), Transparenz über das Internet (§ 20 UVPG) und Berücksichtigung mehrerer gleichartiger, kumulierender Vorhaben (§ 10 UVPG). Darüber hinaus gerät vermehrt auch eine die Umsetzung von Vorhaben begleitende Wirkungserhebung („Monitoring“, siehe §§ 28, 45 und 68 UVPG) in den Blick. Dabei verschiebt die UVP zwar nicht die Genehmigungsvoraussetzungen; über das Verfahren lassen sich jedoch die Entscheidungsgrundlagen verbessern: Über die UVP können „Kontrastinformationen“ in das Verfahren einfließen; zugleich erlauben die Vorgaben zu Transparenz und Beteiligungsmöglichkeiten eine zivilgesellschaftliche „Gegenmachtbildung“.⁶⁰⁹

Damit erscheint das UVP-Instrumentarium grundsätzlich geeignet, zentrale Herausforderungen der ADS-Regulierung zu adressieren. So sind nach § 2 Abs. 2 UVPG „unmittelbare und mittelbare Auswirkungen“ Gegenstand der Prüfung. Die UVP-Methodik deckt damit von ihrem Ansatz her auch Wirkungsketten mit ab. Sie nimmt jedoch jeweils ein bestimmtes Vorhaben bzw. sich in ihrem Einwirkungsbereich überschneidende, „mehrere Vorhaben derselben Art“ (§ 10 Abs. 4 UVPG: kumulierende Vorhaben) in den Blick. Gegenstand der herkömmlichen UVP ist damit ein klar definierter „Normalbetrieb“ eines Vorhabens. Allerdings sind die Bandbreite möglicher ADS-Anwendungen und die damit (potenziell) einhergehenden und sich gegebenenfalls gegenseitig verstärkenden Wirkungen demgegenüber deutlich vielfältiger. In den Blick zu nehmen wären also erheblich komplexere Wirkungszusammenhänge, etwa im Zusammenhang mit vernetzten bzw. interagierenden ADS und deren verhaltensbeeinflussenden Wirkungen (s.o. 2.1.4).

4.1.4.1.2 ADS und UVP-Recht

Für die Frage nach den Wirkungen der UVP-Elemente ist zunächst zu prüfen, ob der Anwendungsbereich des UVPG eröffnet ist. Dazu müssten ADS als solche zu den „UVP-pflichtigen Vorhaben“ nach Anlage 1 des UVPG gehören. Dies ist bislang nicht der Fall, denn ADS passen als Softwareanwendung „nicht als eigener Prüfungsgegenstand“ in das „auf konkrete Vorhaben bezogene Regelungsregime“.⁶¹⁰ Allenfalls die aus dem Betrieb der Hardware resultierende direkten Umwelteffekte kommen als „physischer Anknüpfungspunkt“ in Betracht;⁶¹¹ siehe dazu Abschnitt 4.1.3.

Sind ADS allerdings in die Konzeption oder die Steuerung genehmigungsbedürftiger Anlagen integriert, sind sie – wie bereits festgestellt (siehe Abschnitt 4.1.1.1) – Gegenstand der Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen nach dem BImSchG. Fällt der jeweilige Verfahrensgegenstand zusätzlich in den Kanon der „UVP-pflichtigen Vorhaben“ nach Anlage 1 des UVPG, dann sind in das jeweilige Genehmigungsverfahren die Verfahrensschritte der UVP⁶¹² zu integrieren. In diesen Fällen besteht, wie bereits erläutert, schon nach geltendem Recht u.a. die Verpflichtung, Umweltwirkungen medienübergreifend zu prüfen und dabei auch „vernünftige Alternativen“ (§ 16 Abs. 1 Nr. 6 UVPG) in den Blick zu nehmen.

⁶⁰⁹ Zu diesen – aus den prozeduralen Gehalten der Grundrechte abgeleiteten – Funktionen siehe ausführlich Denninger, Verfassungsrechtliche Anforderungen an die Normsetzung im Umwelt- und Technikrecht 1990.

⁶¹⁰ Martini et al. 2016, KI und Umwelt, 47.

⁶¹¹ Martini et al. 2016, KI und Umwelt, 47.

⁶¹² Siehe dazu etwa §§ 1a, 2a, 4e, 11a sowie 20 Abs. 1a und 1b der 9. BImSchV.

Jenseits dieser Anwendungsfelder fallen ADS-Anwendungen, soweit ersichtlich, nicht in den Anwendungsbereich des UVP-Rechts. Gleichwohl erscheint es sinnvoll, die prospektiven Elemente des UVP-Instrumentariums daraufhin zu untersuchen, inwieweit sich aus ihnen Impulse im Hinblick auf intermediäre Regulierungsziele ergeben können.

4.1.4.1.3 UVP als vorausschauendes Element einer zukünftigen ADS-Regulierung

Will man in rechtsgestaltender Perspektive die Potentiale der UVP für ein eigenständiges, öffentlich-rechtliches ADS-Regime nutzbar machen, benötigt man einen geeigneten regulativen Anknüpfungspunkt. Dieser müsste so ausgestaltet sein, dass er einen Zurechnungszusammenhang zwischen den Einflussfaktoren von ADS (Determinanten, siehe Abschnitt 2.1.4) und den spezifisch aus diesen resultierenden Umwelteinwirkungen erfasst.⁶¹³ Diese auszumachen und zum Gegenstand einer vorausschauenden integrativen Prüfung zu machen, ist voraussetzungs-⁶¹⁴ Die bewährten Instrumente der UVP könnten bei einem solchen Unterfangen aber in unterschiedlicher Weise hilfreich sein.

Diese auch im vorliegenden Zusammenhang vielversprechenden Instrumente lassen sich in knapper Form wie folgt zusammenfassen:⁶¹⁵ Zunächst wäre ein funktionales Äquivalent zum „Träger des Vorhabens“ zu identifizieren. Hier bietet sich in Anlehnung an die Terminologie aus Art. 2 Abs. 1 a) KI-Verordnung der- bzw. diejenige an, der als „Anbieter“ fungiert. Diesen trifft im UVP-Verfahren (ebenso wie in anderen hoheitlichen Genehmigungsverfahren; siehe dazu Abschnitte 4.1.1.1 und 4.1.1.3) zunächst die **Darlegungslast**, dass die von ihm zum Gegenstand des Verfahrens gemachte Ausgestaltung den hoheitlichen Vorgaben entspricht. Damit korrespondieren **Prüfpflichten** zu den (voraussichtlichen) Umweltwirkungen, und zwar nicht nur für die gewählte Ausgestaltung, sondern auch zu „vernünftigen Alternativen“, die möglicherweise mit geringeren Umweltwirkungen einhergehen (**Alternativenprüfung**). Die zur Erfüllung der Prüfungsvorgaben eingesetzten Methoden, die gewonnenen Daten sowie die Ergebnisse und ihre Bewertung sind sodann in den Antragsunterlagen zu dokumentieren (**Dokumentationspflicht**). Die Unterlagen schaffen die Grundlage zur Beantwortung der Frage, ob das Vorhaben in der beantragten Form den öffentlich-rechtlichen Vorgaben entspricht. Dabei ist jeweils der aktuelle Wissensstand zum Zeitpunkt der behördlichen Entscheidung zu berücksichtigen. Damit fließen auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse in das Verfahren mit ein.

Von hoher praktischer Relevanz ist dabei ein in einem frühen Stadium des Verfahrens durchzuführender Zwischenschritt (**Scoping**): Die Behörde unterrichtet den Antragsteller „frühzeitig über Art, Inhalt, Umfang und Detailtiefe“ (§ 2a Abs. 1 Satz 1 der 9. BImSchV; ähnlich § 15 Abs. 1 UVPG) der einzureichenden Unterlagen. Grundlage dafür sind „geeignete Unterlagen zu den Merkmalen des UVP-pflichtigen Vorhabens, einschließlich seiner Größe oder Leistung und des Standorts sowie zu den möglichen Auswirkungen auf die (...) Schutzgüter“ der UVP (2a Abs. 2 der 9. BImSchV; ähnlich § 15 Abs. 2 UVPG). Hier zeigt sich erneut, dass das geltende Recht die **Darlegungslast** dem „Träger des Vorhabens“ zuweist. Das frühzeitige „Scoping“, zu dem die federführende Behörde auch andere Fachbehörden und Sachverständige, aber auch „Umweltvereinigungen“ nach dem UmwRG hinzuziehen kann (§ 15 Abs. 3 Satz 3 UVPG), kann dazu beitragen, den jeweiligen Verantwortlichen für zuvor nicht erkannte Wirkungszusammenhänge zu sensibilisieren. Ein gut dokumentiertes Scoping, etwa in Gestalt eines Pflichtenheftes, erleichtert es,

⁶¹³ Thomas et al 2024, 5 formulieren: „addressing the environmental impacts of deep learning systems will require addressing the novel, AI specific impacts of model training, alongside the broader impacts of the data, hardware, and labour that these systems depend on“.

⁶¹⁴ Zu entsprechenden Überlegungen siehe Abschnitt 6.3.3. Bei den Basis-Modellen dürfte es schwierig sein, den Zurechnungszusammenhang herzustellen, denn die konkreten Verwendungen und die daraus induzierten Umweltwirkungen dürften für diejenigen, die die Basis-Modelle entwickeln und betreiben, nicht erkennbar sein.

⁶¹⁵ Zu den praktischen Erfahrungen in der Anwendung des UVPG und den Möglichkeiten, die Wirksamkeit des UVP-Instrumentariums zu verbessern, siehe Führ et al. 2009.

sich auf die zentralen Aspekte zu konzentrieren und hierzu fachlich fundierte Antrags-Unterlagen zu erstellen. Es lässt sich empirisch belegen, dass sich dies positiv auswirkt auf die **Qualität** der weiteren Verfahrensschritte.⁶¹⁶

In Verfahren mit UVP sind sodann – wie auch in anderen förmlichen Verfahren – die Antragsunterlagen öffentlich auszulegen bzw. über das Internet zugänglich zu machen. Privatpersonen, Organisationen oder auch Kommunen haben dann die Gelegenheit, schriftlich oder elektronisch **Einwendungen** zu erheben (§ 10 Abs. 3 Satz 4 BImSchG bzw. § 18 Abs. 1 UVPG). Schon im herkömmlichen UVP-Verfahren ist der Kreis derjenigen, die Einwendungen erheben, nicht auf örtliche räumliche Zusammenhänge begrenzt. Vielmehr können sich auch sonstige Interessierte einbringen. Die Behörde kann die vorgebrachten Argumente dann in einem gesonderten Termin mit allen Beteiligten erörtern (**Erörterungstermin**). In der späteren Entscheidung ist dann zu begründen, wie die Behörde die entscheidungsrelevanten Argumente aus den Einwendungen berücksichtigt hat (§ 21 Abs. 1 Nr. 5 der 9. BImSchG).

Anknüpfungspunkt der hier skizzierten Überlegungen, UVP-Elemente in eine zukünftige ADS-Regulierung zu integrieren, sind die Auswirkungen, die durch deren Anwendung entstehen. In welcher Weise ADS bestimmungsgemäß zur Anwendung kommen sollen, lässt sich im Entwicklungsprozess bereits – jedenfalls grob – abschätzen. Schwieriger wird es schon, wenn es um die damit einher gehende Beeinflussung menschlichen Verhaltens oder um indirekte Umweltwirkungen geht. Diese hängen unter anderem von der Einschätzung ab, welche verhaltensbeeinflussende Wirkung die Nutzung der Software entfaltet und wie sich ein Nutzungsverhalten auf die Adaption lernender Systeme auswirkt. Inwieweit dies der Fall ist, lässt sich bei ADS-Anwendungen, die Bedarfe im alltäglichen Handeln adressieren (Mobilität, Konsum von Produkten und Dienstleistungen) eher abschätzen als bei weiter davon entfernten Anwendungen. Jedenfalls lässt sich die Frage, inwieweit sich solche Wirkungen vorausschauend identifizieren und erfassen lassen, nicht generell (etwa auf der Ebene von sog. Basismodellen bzw. Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck⁶¹⁷), sondern in Abhängigkeit von der betrachteten Anwendung beantworten lassen. Im Hinblick auf das Verursacherprinzip bzw. den Grundsatz, Probleme möglichst dicht an ihrem Entstehungszusammenhang zu adressieren („rectify at source“, Art. 191 Abs. 2 Satz 2 AEUV), scheint es sinnvoll, eine solche Pflicht zur Folgenbetrachtung denjenigen zuzuordnen, die konkrete ADS-Anwendungen konzipieren.

4.1.4.1.4 ADS-spezifischer methodischer Erweiterungsbedarf

Entscheidet man sich dafür, bei der Regulierung von ADS Anleihen beim UVP-Instrumentarium zu nehmen, besteht Bedarf, dessen Funktionen ADS-spezifisch zu erweitern; etwa im Hinblick auf spezifische Risiko- und Potentialfaktoren (siehe Abschnitt 2.1.3, zu den daraus resultierenden Regulierungsproblemen Abschnitt 2.2.2). Die entsprechenden Verfahren hätten direkte und indirekte Umwelteffekte (siehe Abschnitte 2.2.1 und 2.2.2) in den Blick zu nehmen, einschließlich der systemischen Zusammenhänge und der Langzeitwirkungen unter Berücksichtigung von Lern- und Skalierungseffekten und dabei insbesondere auch Wechselwirkungen zwischen ADS und menschlichen/gesellschaftlichen Akteuren oder die Implikationen der Adaption an Marktbedingungen zu berücksichtigen.

Gelingt es, einen geeigneten ADS-spezifischen regulatorischen Anknüpfungspunkt zu finden, dann könnten UVP-äquivalente Verfahrenselemente dazu beitragen, mögliche erwünschte und unerwünschte Umweltwirkungen aus dem Einsatz von ADS zu identifizieren und zu bewerten,⁶¹⁸

⁶¹⁶ Führ et al. 2009, 58.

⁶¹⁷ S.o. Abschnitt 2.1.1.

⁶¹⁸ Thomas et al 2024, The case for a broader approach to AI assurance: addressing “hidden” harms in the development of Artificial Intelligence, SSRN Electronic Journal, January 2024, 6, sehen für ADS-Einsatz in Lieferketten folgende UVP-Anwendungsbeispiele:

um dann Entlastungspotentiale zu erschließen bzw. Umweltrisiken zu mindern. Voraussetzung dafür ist wie erwähnt ein plausibler Zurechnungszusammenhang zwischen den Determinanten von ADS, den ADS-unterstützten Entscheidungen und den möglichen Umweltwirkungen (siehe Abschnitt 4.1.2.2) Zu entwickeln wären methodische Ansätze, all dies vorausschauend zu erfassen, aufzubereiten und einer intersubjektiv nachvollziehbaren Bewertung zuzuführen. Um mit Informationsdefiziten und Ungewissheiten umzugehen könnte es etwa erforderlich erscheinen, bei unvollständigem Wissen Szenarien zu bilden, die etwa Worst-Case-Betrachtungen beinhalten.

Die transparenzfördernden und partizipativen Elemente der UVP bieten Ansatzpunkte für den gesellschaftlichen Austausch zu den Umweltwirkungen von ADS. Die strukturierte Stakeholder-Beteiligung könnte zur Identifikation und Bewertung von Zielkonflikten beitragen.

Weitere Überlegungen zur Ausgestaltung entsprechender Schritte finden sich in Kapitel 6.

4.1.4.2 Stoffrecht (REACH) als Regulierungs-Labor

Das Stoffrecht als mögliches Einsatzfeld von vollzugsunterstützenden ADS wurde bereits angerissen (s.o. 4.1.2.3). Die nähere Betrachtung der REACH-Mechanismen kann aber auch insbesondere, um zu klären, in welcher Weise ADS effektiv reguliert werden können, lehrreich sein. Im Hinblick auf Regulierungsziele zweiten Grades (siehe Abschnitt 2.4.4) kann man in der REACH-Verordnung eine Art „Regulierungs-Laboratorium“⁶¹⁹ sehen, das neue institutionelle Arrangements zur Stärkung von Transparenz und der Mitwirkung von Anspruchsgruppen in der Umsetzung gesetzlicher Vorgaben („inclusive governance“) erprobt.

Die Verordnung nimmt den (Einzel-) Stoff in den Blick und enthält Bestimmungen, die durch besondere Mechanismen der Datengewinnung (etwa spezifische Prüfvorgaben) darauf abzielen, stoffliche Gefährdungen systematisch zu identifizieren. Dazu widmet sie sich dem Stoff „als solchem“. Anders als die sektoralen Regelungen (etwa zur Beschränkung von Stoffen in Elektronikprodukten in der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU) ist sie als Querschnittsregelung angelegt. Sie gehört damit zum „originären Stoffrecht“.⁶²⁰ In dieser Funktion will sie die Unkenntnis über die toxischologischen Wirkungen von Chemikalien („toxic ignorance“) verringern, um eine „angemessene Beherrschung“ stoffbedingter Risiken zu erreichen (so die Grundpflicht für die primären und sekundären „Stoffverantwortlichen“ aus Art. 14 Abs. 6 und Art. 37 Abs. 5 REACH).

Nach dem Grundsatz „Ohne Daten kein Markt“ müssen Hersteller und Importeure von Stoffen auf Grundlage aller verfügbaren Daten sowie mengenabhängig auch zusätzlicher Studien nachweisen, dass die Risiken, unter Berücksichtigung von Risikominderungsmaßnahmen über den gesamten Lebensweg eines Stoffes, angemessen beherrscht sind. Dies ist in einem Registrierungsdossier – und oberhalb einer Jahresmenge von 10 Tonnen auch in einem gesonderten Stoffsicherheitsbericht – zu dokumentieren und der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) elektronisch zu übermitteln. Die ECHA erteilt – wenn der Datensatz vollständig ist – eine Registrierungsnummer, die Voraussetzung dafür ist, den jeweiligen Stoff für die im Dossier auf eine „angemessene Beherrschung“ geprüften Verwendungen in der EU zu vermarkten.

Anschließend untersucht die ECHA stichprobenartig die wissenschaftliche Qualität und Aussagekraft der Daten („Dossier-Evaluierung“). Die Mitgliedstaaten können dann einzelne Stoffe oder auch Stoffgruppen darauf hin untersuchen, ob hier weiterer Regulierungsbedarf besteht („Stoff-Evaluierung“). Dabei können sie von den Registranten auch verlangen, zusätzliche Daten durch

„Assessing the environmental impact of an organisation's AI supply chain activities, from rare earth mining and harms to biodiversity, water use, chemical waste, transportation, to assessing carbon emissions from model training and operation.“

⁶¹⁹ Siehe dazu Führ/Schenten 2020.

⁶²⁰ Für diese Systematisierung des Stoffrechts siehe Führ 2020, Führ, M. (2020): Chemikalien. In: Ehlers, D.; Fehling, F.; Pünder, H. (Hrsg.): Besonderes Verwaltungsrecht, Band 2, § 58, C.F. Müller, Heidelberg, Rn. 11 ff.

Tests zu erheben und der ECHA vorzulegen. Weitere Mechanismen sind einerseits „Beschränkungen“ (also „klassische“ hoheitliche Verbote) und andererseits das neu etablierte, mehrstufige Zulassungsverfahren („Authorisation“).

Die ECHA stellt die Daten dann über ihre Datenbank der Allgemeinheit kostenfrei zur Verfügung (Art. 119 REACH). Damit haben Interessierte aus der Wissenschaft oder der Zivilgesellschaft, aber auch konkurrierende Unternehmen die Möglichkeit, die Vollständigkeit und Qualität der Daten zu hinterfragen. Darin liegt eine „Demokratisierung des Risikowissens“, was zugleich Lernprozesse in Wirtschaft und Verwaltung, aber auch in Wissenschaft und Zivilgesellschaft stimulieren soll.

Die REACH-Verordnung unterfüttert dies durch Beteiligungsmöglichkeiten für unterschiedliche Anspruchsgruppen („stakeholder“) in den internen Entscheidungsprozessen (Stoffeinstufung, aber auch jenen zu Beschränkungen und Etablierung der Zulassungspflicht) bis hinauf in den Verwaltungsrat (Management Board) der ECHA. Alle vorgenannten Mechanismen⁶²¹ zielen darauf ab, in ihrem Zusammenspiel ein „lernendes System“⁶²² zu etablieren, um sowohl regulatives Lernen im Sinne der Nachjustierung der Rahmenbedingungen⁶²³ zu ermöglichen, als auch eine Lernkurve bei denjenigen zu initiieren, die die Vorgaben der Verordnung mit Leben zu füllen haben (Akteure aus Behörden auf nationaler und europäischer Ebene, sowie aus Industrie und ihren Verbänden, aber auch Umwelt- und Verbraucherorganisationen und aus der Wissenschaft).

Die strukturellen und prozeduralen Rahmenbedingungen aus REACH können nach alldem als Vorbild betrachtet werden, wenn es darum geht, ADS-bedingte Risiken zu regulieren (siehe dazu die Überlegungen in Abschnitt 6.1.3 auf Seite 382).

4.1.4.3 Umweltbezüge und Governance-Aspekte in der KI-Verordnung

Die EU-Verordnung zu künstlicher Intelligenz (KI-Verordnung 2023/1689/EU) regelt lediglich in geringem Umfang Umweltwirkungen von KI. Jenseits davon schafft sie mit den von ihr geschaffenen Einrichtungen aber einen Governance-Rahmen für Lernprozesse, der auch für eine umweltrechtliche Regulierung von ADS relevant sein kann. So etabliert etwa Kapitel VII der Verordnung unter der Überschrift „Governance“ ein neues, bei der Kommission angesiedeltes „Büro“ (siehe dazu Abschnitt 4.1.4.3.4) sowie ein „KI-Gremium“ (Abschnitt 4.1.4.3.5), welches den Vollzug koordinieren soll. Ergänzend tritt noch ein pluralistisch zusammengesetztes „Beratungsforum“ hinzu (4.1.4.3.7).

4.1.4.3.1 Materielle Ausrichtung und Umweltbezüge

Das Europäische Parlament konnte sich mit seinen Vorschlägen nicht durchsetzen, Umweltaspekte stärker zu integrieren.⁶²⁴ Damit blieben erhebliche Potentiale ungenutzt, im Rahmen dieses Rechtsetzungsaktes die Regulierungsziele 1 bis 3 aus Abschnitt 2.4 mit Leben zu füllen.⁶²⁵

⁶²¹ Zu den weiteren Mechanismen und dem Zusammenwirken von nationalen Behörden mit der ECHA siehe ausführlich die Beiträge in Führ, Praxishandbuch REACH, 2011.

⁶²² Führ, Martin, REACH als lernendes System - Wissensgenerierung und Perspektivenpluralismus durch Stakeholder Involvement, in: Wissensregulierung und Regulierungswissen (Hrsg.: Alfons Bora, Anna Henkel, Carsten Reinhardt), Detmold 2014, 109-134.

⁶²³ Eine Liste der Punkte, bei denen man bereits bei Verabschiedung der Verordnung Nachbesserungsbedarf sah, findet sich – versehen mit zeitlichen Vorgaben – in Art. 138 REACH. Aber auch jenseits dieses Katalogs kann die Europäische Kommission im Wege der Komitologie delegierte Rechtsakte als „Durchführungsbestimmungen“ erlassen (Art. 132 REACH), „die notwendig sind, um die Bestimmungen dieser Verordnung wirksam umzusetzen“.

⁶²⁴ Zu den Potentialen einer doppelten – ökologischen und digitalen – Transformation siehe Salzborn/Gailhofer, ZUR 2023, 577, sowie Gailhofer et al. (2023).

⁶²⁵ Die Änderungsvorschläge des Parlaments sind daher im Rahmen der zu entwickelnden Regelungskonzeption in Kapitel 6 aufzugreifen.

Immerhin nimmt die Zweckbestimmung in Art. 1 Abs. 1 der verabschiedeten Fassung Bezug auf die Grundrechtscharta und nennt („einschließlich“) in diesem Zusammenhang auch den Umweltschutz.⁶²⁶ Der Rechtsakt will künstliche Intelligenz (KI) „fördern und gleichzeitig ein hohes Schutzniveau (...) vor schädlichen Auswirkungen von KI-Systemen in der Union gewährleisten und die Innovation unterstützen“. Anders als in den Änderungsvorschlägen des Europäischen Parlaments enthält die KI-VO aber keine explizit auf den Schutz (oder die Vorsorge hinsichtlich) von Umweltgütern bezogenen Grundpflichten für die KI-Anbieter und Betreiber.

Die Regelungen der KI-VO greifen ganz vorrangig nur für sog. Hochrisiko-KI-Systeme. Als Hochrisiko-KI-Systeme definiert Art. 6 KI-VO jenseits des dort in Abs. 1 genannten Produktbezugs (siehe dazu Abschnitt 4.4.2.1) in Abs. 2 zusätzlich die Anhang III aufgeführten KI-Systeme.⁶²⁷ Darunter fallen nach der Definition in Nr. 2 zur „Kritischen Infrastruktur“ auch solche, „die bestimmungsgemäß als Sicherheitsbauteile im Rahmen der Verwaltung und des Betriebs kritischer digitaler Infrastruktur, des Straßenverkehrs oder der Wasser-, Gas-, Wärme- oder Stromversorgung verwendet werden sollen“. Hervorzuheben ist, dass es bei den Letztgenannten nicht um Entsorgungssysteme geht, bei denen – etwa in der Abwasserbehandlung – Fehlfunktionen unmittelbar zu Umwelteinwirkungen führen können, sondern lediglich um solche zur Versorgung mit den genannten Angeboten der Daseinsvorsorge. Auch hier können Fehlfunktionen zu Umweltwirkungen führen; allerdings wohl in geringerem Umfang. Außerdem adressiert Nr. 2 lediglich „Sicherheitsbauteile“. Damit sind nicht-sicherheitsrelevante KI-Anwendungen nicht erfasst; also etwa solche, die auf eine umweltorientierte Optimierung der jeweils eingesetzten Prozesse abzielen. Nicht erfasst sind zudem Sicherheitsaspekte bei sonstigen industriellen Anlagen, wie beispielsweise solchen, die der Seveso-Richtlinie bzw. Störfall-Verordnung unterfallen (siehe dazu oben Abschnitt 4.1.1.2).

Anbieter von „KI-Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck“ mit systemischem Risiko (Art. 3 Nr. 63, Art. 51 f. KI-VO) trifft nach Art. 55 Abs. 1 Buchstabe c zudem die Pflicht, „einschlägige Informationen über schwerwiegende Vorfälle und mögliche Abhilfemaßnahmen zu erfassen und [zu] dokumentieren“. Außerdem müssen Anbieter das „Büro für Künstliche Intelligenz“ (siehe Abschnitt 4.1.4.3.4) „und gegebenenfalls die zuständigen nationalen Behörden unverzüglich darüber unterrichten“. Sie können sich dabei – solange es noch keine harmonisierten Normen gibt (Abschnitt 4.1.4.3.7) – auf die anwendungsunterstützenden Praxisleitfäden (Abschnitt 4.1.4.3.8) stützen. Hier zeigt sich ein weiter gefasster „Governance-Rahmen“, auf den im Folgenden weiter einzugehen ist.

Nach alldem ist festzuhalten, dass die KI-Verordnung nur in sehr begrenztem Umfang umweltbezogene Anforderungen enthält; diese betreffen zudem lediglich solche Systeme, die aus anderen (nicht ökologischen) Gründen als risikoträchtig zu gelten haben.⁶²⁸ Für alle anderen Systeme gibt es – da sich die Vorschläge des Europäischen Parlaments nicht durchsetzen konnten – nicht einmal inhaltlich offene Grundpflichten.

4.1.4.3.2 Qualitätsmanagementsystem für Anbieter von Hochrisiko-KI-Systemen

Anbieter von Hochrisiko-KI-Systemen müssen unter anderem nach Art. 9 KI-VO ein Risikomanagementsystem und nach Art. 16 Buchstabe c KI-VO ein Qualitätsmanagementsystem einrichten. Letzteres umfasst nach Art. 17 Abs. 1 Buchstabe i KI-VO ein „Verfahren zur Meldung eines schwerwiegenden Vorfalls gemäß Artikel 73“ (siehe auch Abschnitt 4.1.4.3.3). Nach der Begriffsbestimmung in Art. 3 Nr. 49 schließt ein solcher auch „schwere Sach- oder Umweltschäden“ mit

⁶²⁶ Umweltaspekte und ökologische Belange thematisieren auch die Erwägungsgründe 1, 2 und 4 sowie 8, 27, 48, 130 und 155.

⁶²⁷ Einschränkungen finden sich in Art. 6 Abs. 3 KI-VO, wobei Abs. 4 der Norm die Anbieter verpflichtet, die Bewertung im Hinblick auf die Ausnahmekriterien zu dokumentieren und das KI-System nach Art. 49 Abs. 2 zu registrieren.

⁶²⁸ S. hierzu Gailhofer et al. (2023).

ein, die „direkt oder indirekt“ auf „einen Vorfall oder eine Fehlfunktion“ eines KI-Systems zurückgehen. An dieses Meldesystem angeknüpft sind wiederum Aufgaben des KI-Gremiums (siehe Abschnitt 4.1.4.3.5), um übergreifende Lernprozesse zu etablieren. Um dem zu entsprechen, bedarf es – wie im unmittelbar davor zu findenden Buchstaben h gefordert – eines Beobachtungssystems gemäß Art. 72 KI-VO.

4.1.4.3.3 Monitoring und Informationsaustausch bei Hochrisiko-KI-Systemen

Kapitel IX der KI-VO widmet sich der „Beobachtung nach dem Inverkehrbringen“ und dem „Informationsaustausch“: beides Pflichten, die ausgestaltet sind als Elemente der Eigen-Verantwortung der Anbieter von Hochrisiko-KI-Systemen. Zur Durchsetzung dieser und anderer Pflichten tritt die „Marktüberwachung und Kontrolle von KI-Systemen auf dem Unionsmarkt“ nach Art. 74 ff. KI-VO hinzu.

Die KI-VO kennt – anders als bei Industrieanlagen und UVP-pflichtigen Vorhaben (s.o. 4.1.4.1) – auch bei Hochrisiko-KI-Systemen keine präventive hoheitliche Eröffnungskontrolle. Zwar formuliert Art. 51 KI-VO Vorgaben zur Klassifizierung von „KI-Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck mit systemischem Risiko“. Daraus resultiert gemäß Art. 52 Abs. 1 KI-VO allerdings zunächst lediglich eine Mitteilungspflicht, ohne dass damit ein Genehmigungsvorbehalt einhergeht. Rechtsfolge ist nach Art. 52 Abs. 6 KI-VO vielmehr, dass die entsprechenden Modelle auf der öffentlich zugänglichen Liste entsprechender KI-Modelle verzeichnet sind. Daraus könnte ein Anreiz entstehen, das Modell so zu konfigurieren, dass es die Klassifizierungskriterien aus Art. 51 KI-VO nicht erfüllt. Hinzu kommt, dass Anbieter solcher KI-Modelle – zusätzlich zu den Pflichten aus Art. 53 und 54 KI-VO – nach Art. 55 Abs. 1 KI-VO u.a. bestimmte Risikobewertungen (nach Art. 55 Abs. 1 lit. a) etwa „Angriffstests“) vornehmen und Risikominderungsmaßnahmen ergreifen sowie „schwerwiegende Vorfälle“ erfassen und dokumentieren müssen, um auf dieser Grundlage das „Europäische Büro“ (Abschnitt 4.1.4.3.4) und nationale Stellen unverzüglich zu unterrichten.

So verlangt Art. 55 Abs. 1 lit. c) von Anbietern des KI-Modells, „einschlägige Informationen über schwerwiegende Vorfälle und mögliche Abhilfemaßnahmen [zu] erfassen und [zu] dokumentieren und das Büro für Künstliche Intelligenz und gegebenenfalls die zuständigen nationalen Behörden unverzüglich darüber [zu] unterrichten“. Über die Begriffsbestimmung eines „schwerwiegenden Vorfalls“ in Art. 3 Nr. 49 lit. c. KI-VO umfasst diese Pflicht auch „schwere Sach- oder Umweltschäden“. Die Beobachtungs- und Dokumentationspflicht aus Art. 55 Abs. 1 lit. c) der Anbieter⁶²⁹ gilt damit auch für gravierende Schäden am Schutzgut Umwelt. Sie beinhaltet allerdings keine Pflicht zur systematischen Beobachtung der Umweltwirkungen. Für die praktische Umsetzung verweist Art. 55 Abs. 2 auf die untergesetzliche Konkretisierung (siehe die Abschnitte 4.1.4.3.7 und 4.1.4.3.8).

Zusätzlich formuliert Art. 72 übergreifende Organisations- und Dokumentationspflichten. Um diesen zu entsprechen, haben die Anbieter von Hochrisiko-KI-Systemen einen „Plan für die Beobachtung nach dem Inverkehrbringen“ zu erstellen. Bis zum 2. Februar 2026 erlässt die Kommission dafür einen „Durchführungsrechtsakt, in dem sie detaillierte Bestimmungen für die Erstellung eines Musters des Plans für die Beobachtung nach dem Inverkehrbringen sowie die Liste der in den Plan aufzunehmenden Elemente (...) detailliert festlegt.“

Dies versetzt die Anbieter in die Lage, ihrer in Art. 73 Abs. 1 KI-VO etablierten Meldepflicht im Hinblick auf „schwerwiegende Vorfälle“ zu entsprechen. Damit korrespondiert nach Abs. 6 der Vorschrift die Pflicht der Anbieter, „unverzüglich die erforderlichen Untersuchungen im Zusammenhang mit dem schwerwiegenden Vorfall und dem betroffenen KI-System“ durchzuführen,

⁶²⁹ Eine korrelierende Pflicht, an die „Betriebsanleitung“ gestützte Pflicht für Betreiber von Hochrisiko-KI-Systemen findet sich in Art. 26 Abs. 5 KI-VO.

wobei „mit den zuständigen Behörden und gegebenenfalls mit der betroffenen notifizierten Stelle“ zu kooperieren ist. Daran anknüpfend sehen die Absätze 7 bis 11 einen Informationsaustausch auf nationaler und europäischer Ebene vor.

4.1.4.3.4 Europäisches Büro für künstliche Intelligenz

Art. 65 KI-VO definiert die Struktur für das „Büro für Künstliche Intelligenz“. Sie ist dem Management Board einer europäischen Agentur nachgebildet (siehe etwa Art. der REACH-Verordnung),⁶³⁰ allerdings ohne, dass ihr die Entscheidungsbefugnisse die einer rechtlich verselbständigten Agentur⁶³¹ zukommen. Art. 64 Abs. 1 KI-VO beschreibt die Funktion des Büros wie folgt: „Die Kommission entwickelt über das Büro für Künstliche Intelligenz die Sachkenntnis und Fähigkeiten der Union auf dem Gebiet der KI“.

Schon vor Verabschiedung der KI-Verordnung hat die Europäische Kommission das bei ihr angesiedelte „Europäische[s] Amt [Büro] für künstliche Intelligenz“ (European Artificial Intelligence Office - EAIO) mit einem eigenständigen „Beschluss“ gegründet.⁶³² Nach Art. 4 des Beschlusses soll das Amt zudem mit Interessengruppen (Stakeholder) sowie mit anderen Dienststellen der Kommission (Art. 5), mit sonstigen Einrichtungen der EU (Art. 6) sowie auf internationaler Ebene (Art. 7) kooperieren.

4.1.4.3.5 Europäisches Gremium für Künstliche Intelligenz (KI-Gremium)

In Art. 65 hat die KI-Verordnung zudem ein „Europäisches Gremium für Künstliche Intelligenz“ eingerichtet. Laut Erwägungsgrund 20 soll dieses „die Kommission dabei unterstützen, KI-Kompetenzinstrumente sowie die Sensibilisierung und Aufklärung der Öffentlichkeit in Bezug auf die Vorteile, Risiken, Schutzmaßnahmen, Rechte und Pflichten im Zusammenhang mit der Nutzung von KI-Systeme zu fördern.“

Das KI-Gremium soll helfen, die in Art. 4 von den Anwendern geforderte KI-Kompetenz (Abschnitt 4.1.4.3.8) aufzubauen; u.a. durch freiwillige Verhaltenskodizes. Es soll „eine reibungslose, wirksame und harmonisierte Durchführung dieser Verordnung“ erleichtern.⁶³³

Nach Art. 66 KI-VO „berät und unterstützt“ das KI-Gremium „die Kommission und die Mitgliedstaaten, um die einheitliche und wirksame Anwendung dieser Verordnung zu erleichtern.“ Die Vorschrift enthält zudem in den Buchstaben a) bis o) eine nicht abschließende Aufzählung möglicher Beratungs- und Unterstützungsgegenstände.

4.1.4.3.6 Beratungsforum

Art. 67 Abs. 1 KI-VO etabliert ein Beratungsforum, das technisches Fachwissen bereitstellt, das KI-Gremium und die Kommission berät und zu deren Aufgaben im Rahmen dieser Verordnung beiträgt. Die Intention geht ausweislich von Erwägungsgrund 150 dahin, „Interessenträger in die

⁶³⁰ Dazu Führ, Praxishandbuch REACH, 2011, Kapitel 27 Rn. 9 ff.

⁶³¹ Siehe dazu Führ, Vom Wesen Europäischer Agenturen. In: Ewer et al. (Hrsg.), Methodik - Ordnung - Umwelt (Festschrift für Hans-Joachim Koch), 2014, S. 229-252.

⁶³² Beschluss C(2024) 390 der Kommission vom 24.1.2024 zur Errichtung des Europäischen Amtes für künstliche Intelligenz (European Artificial Intelligence Office - EAIO). Die Aufgaben des Amtes umschreibt Art. des Beschlusses umfänglich in Abs. 1 Lit. a) – f) sowie Abs. 2 Lit. a) – i).

⁶³³ Erwägungsgrund 149 beschreibt die Funktionen des Gremiums weiter wie folgt: „Das KI-Gremium sollte die verschiedenen Interessen des KI-Ökosystems widerspiegeln und sich aus Vertretern der Mitgliedstaaten zusammensetzen. Das KI-Gremium sollte für eine Reihe von Beratungsaufgaben zuständig sein, einschließlich der Abgabe von Stellungnahmen, Empfehlungen, Ratschlägen oder Beiträgen zu Leitlinien zu Fragen im Zusammenhang mit der Durchführung dieser Verordnung – darunter zu Durchsetzungsfragen, technischen Spezifikationen oder bestehenden Normen in Bezug auf die in dieser Verordnung festgelegten Anforderungen – sowie der Beratung der Kommission und der Mitgliedstaaten und ihrer zuständigen nationalen Behörden in spezifischen Fragen im Zusammenhang mit KI“. Weiter heißt es dort u.a. „Das KI-Gremium sollte zwei ständige Untergruppen einrichten, um Marktüberwachungsbehörden und notifizierenden Behörden für die Zusammenarbeit und den Austausch in Fragen, die die Marktüberwachung bzw. notifizierende Stellen betreffen, eine Plattform zu bieten.“

Umsetzung und Anwendung dieser Verordnung“ einzubeziehen. Es geht also um unmittelbare Vollzugfragen.

Die Zusammensetzung des Forums regelt Art. 67 Abs. 2 KI-VO. Er schreibt „eine ausgewogene Auswahl von Interessenträgern, darunter die Industrie, Start-up-Unternehmen, KMU, die Zivilgesellschaft und die Wissenschaft“ vor. Nach Satz 2 der Vorschrift gilt zudem: „Bei der Zusammensetzung des Beratungsforums wird auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen wirtschaftlichen und nicht-wirtschaftlichen Interessen und innerhalb der Kategorie der wirtschaftlichen Interessen zwischen KMU und anderen Unternehmen geachtet“. Nach Abs. 5 sind ständige Mitglieder des Beratungsforums: Die „Agentur der Europäischen Union für Grundrechte, ENISA,⁶³⁴ das Europäische Komitee für Normung (CEN), das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) und das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI)“, was die Bedeutung dieser Einrichtungen für den Vollzug der Verordnung unterstreicht.

Inhaltlich gibt es keine Einschränkungen. Abs. 8 beschreibt die Tätigkeit des Beratungsforums wie folgt: Es „kann auf Ersuchen des KI-Gremiums oder der Kommission Stellungnahmen, Empfehlungen und schriftliche Beiträge ausarbeiten“. Eine dahingehende Verpflichtung gibt es jedoch nicht, wie auch die engl. Formulierung „may“ unterstreicht. Andererseits ist das Beratungsforum auch nicht gehindert, aus eigener Initiative tätig zu werden. Der autonome Charakter des Beratungsgremiums zeigt sich auch darin, dass es sich selbst eine Geschäftsordnung gibt (Abs. 6 Satz 1 KI-VO).

Damit besteht durchaus die Möglichkeit, Anliegen, wie sie die Regulierungsziele in Abschnitt 2.4 umschreiben, über das Beratungsforum zu thematisieren. Diese Möglichkeit könnten etwa auch das Umweltbundesamt oder Umweltorganisationen nutzen.

4.1.4.3.7 Rolle der Normung

An mehreren Stellen – etwa Art. 40 („Harmonisierte Normen und Normungsdokumente“) und Art. 41 („Gemeinsame Spezifikationen“) – sieht die KI-Verordnung vor, ihre Anforderungen durch Rückgriff auf die Normungsgremien zu konkretisieren. Deren Vertreter sind daher gemäß Art. 67 Abs. 5 KI-VO ständige Mitglieder des Beratungsforums.

Dem Ordnungsgeber war bewusst, dass die Normung auch Festlegungen treffen kann, die für die Umweltwirkungen von KI-Systemen relevant sind. Dabei geht es, anders als oftmals angenommen, nicht allein um im engeren Sinne technische Vorgaben. Vielmehr behandeln viele Normen auch organisationale Aspekte, einschließlich von Fragen des Qualitäts-, Umwelt- und Risikomanagements (wie etwa die Normenfamilien ISO 9.000, 14.000 oder 31.000). Damit konkretisieren sie zugleich Sorgfalts-, Nachverfolgungs- und Dokumentationsanforderungen. Oftmals verweist das untergesetzliche Regelwerk auf Normungsdokumente. Aber auch in Fällen, in denen sich kein expliziter Verweis findet, entfalten Normen vielfach eine faktische Bindungswirkung; dies nicht zuletzt auch deshalb, weil die Rechtsprechung – mangels anderer Ansatzpunkte – oftmals auf solche Normen zurückgreift.

Ökologische Belange und andere, teilweise diffuse Interessen haben es allerdings schwer, die personellen Ressourcen und die fachliche Expertise für die Beteiligung an Normungsgremien und -prozessen aus „eigener Kraft“ aufzubauen. Schon aus Kapazitätsgründen haben industrie-nahe „interessierte Kreise“ daher in der Regel in deutliches Übergewicht in den meist ressourcenintensiven mehrjährigen Normungsprozessen. Entsprechend der Intention der „Gemeinwohlrichtigkeit“, die auch für die Verfahren Geltung beansprucht, aus denen untergesetzliche

⁶³⁴ Die Agentur der Europäischen Union für Cybersicherheit.

Regelwerk hervorgeht,⁶³⁵ ist die öffentliche Hand daher gehalten, eine qualifizierte Beteiligung auch der ökologischen Belange durch entsprechende Unterstützung zu gewährleisten.⁶³⁶ Es gibt daher schon den 1970er Jahren Bemühungen, auch die Perspektiven von Gewerkschaften, KMUs und Verbraucherorganisationen in den Prozessen zu stärken. In den 1990er Jahren erreichte diese Entwicklung dann auch Umweltbelange.⁶³⁷ Gleiches gilt für die jeweiligen nationalen Spiegelgremien.⁶³⁸

Demensprechend sind in der KI-Verordnung „ökologische Interessenvertreter“, die an der Arbeit der europäischen Normungsgremien mitwirken, nicht nur explizit benannt.⁶³⁹ Vielmehr verlangt Erwägungsgrund 121 in Satz 3 auch ausdrücklich, deren Einbeziehung zu fördern. Dahinter steht die Intention, mögliche Umweltwirkungen im Zusammenhang mit KI-Systemen zu thematisieren. Ob und in welcher Weise die Mitwirkung dann praktisch umgesetzt wird, ist allerdings ebenso offen wie die inhaltliche Qualität der auf diesem Wege zu erzielenden Ergebnisse.

Im Ergebnis können Normen also generell-abstrakte Regelungen, z.B. also auch (Bemühens-, oder Dokumentations-) Pflichten inhaltlich konturieren. Sie geben dann Orientierung bei der Ausfüllung einer Verantwortungskonstellation, was deren Durchsetzung erleichtert. So lassen sich etwa aus den inhaltlich unspezifischen Grundpflichten konkrete Handlungsanforderungen ableiten, an denen sich hoheitliche Maßnahmen, aber auch zivilrechtliche Haftungsmaßstäbe orientieren. Eine solche Normsetzung „im Schatten der Hierarchie“ (Mayntz/Scharpf 1995) durch private Organisationen ist allerdings nicht nur demokratietheoretisch, sondern auch verfassungsrechtlich problematisch.⁶⁴⁰ Angesichts der oben angerissenen Durchsetzungsmacht „interessierter Kreise“, vor allem aus Unternehmen und deren Verbänden, besteht zudem eine strukturelle Schieflage, die zu der Befürchtung Anlass gibt, dass Gemeinwohlbelange nicht angemessen zum Tragen kommen.

4.1.4.3.8 Praxisleitfäden und Verhaltenskodizes als Bausteine organisationsinterner Governance

Die KI-Verordnung schafft einen generellen Rahmen für KI-Systeme. Dieser ist auf der regulativen „Makro-Ebene“ angesiedelt. Die Adressatenschaft der Regelungen, also die „Akteure“ (Art. 3 Nr. 8 KI-VO), die mit der Entwicklung, Nutzung, der Bereitstellung, oder dem Inverkehrbringen von Hochrisiko-KI-Systemen befasst sind, sind gehalten, im Rahmen ihrer jeweiligen Organisa-

⁶³⁵ Denninger, Verfassungsrechtliche Anforderungen an die Normsetzung im Umwelt- und Technikrecht, 1990 (im Auftrag des Umweltbundesamtes).

⁶³⁶ Siehe dazu – die mit Unterstützung des Büros für Technikfolgenabschätzung am Deutschen Bundestag und der Europäischen Kommission – erstellte Studie Führ et al., Reform der europäischen Normungsverfahren – Verfassungs- und europarechtliche Anforderungen an private Normungsverfahren, 1995, in deren Folge dann in Brüssel die „Environmental Coalition on Standards“ (ECOS) entstand mit der primären Aufgabe, Umweltbelange in die Normungsverfahren einzubringen (siehe <https://ecostandard.org/our-journey/> (22.04.2025)).

⁶³⁷ Führ, M./Brendle, U./Gebers, B./Roller, G., Produktbezogene Normen in Europa zwischen Binnenmarkt und Umweltschutz - Reformbedarf aus der Sicht des Verfassungs- und des Europarechts, Darmstadt 1995 (Neudruck: sofia-Studien zur Institutionenanalyse Nr. 99-2).

⁶³⁸ In Deutschland etwa durch die „Koordinationsstelle Umweltschutz“ im DIN sowie durch das Koordinierungsbüro der Umweltverbände (KNU, <https://www.knu.info/> (22.04.2025)).

⁶³⁹ Erwägungsgrund 121 erläutert die Motive der Rechtssetzungsorgane wie folgt: „Die Normung sollte eine Schlüsselrolle dabei spielen, den Anbietern technische Lösungen zur Verfügung zu stellen, um im Einklang mit dem Stand der Technik die Einhaltung dieser Verordnung zu gewährleisten und Innovation sowie Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum im Binnenmarkt zu fördern. (...) Daher sollte eine ausgewogene Interessenvertretung unter Einbeziehung aller relevanten Interessenträger, insbesondere KMU, Verbraucherorganisationen sowie ökologischer und sozialer Interessenträger, bei der Entwicklung von Normen gemäß den Artikeln 5 und 6 der Verordnung (EU) Nr. 1025/2012, gefördert werden. Um die Einhaltung der Vorschriften zu erleichtern, sollten die Normungsaufträge von der Kommission unverzüglich erteilt werden. Bei der Ausarbeitung des Normungsauftrags sollte die Kommission das Beratungsforum und das KI-Gremium konsultieren, um einschlägiges Fachwissen einzuholen. In Ermangelung einschlägiger Fundstellen zu harmonisierten Normen sollte die Kommission jedoch im Wege von Durchführungsrechtsakten und nach Konsultation des Beratungsforums gemeinsame Spezifikationen für bestimmte Anforderungen im Rahmen dieser Verordnung festlegen können.“

[Herv. d. V.]

⁶⁴⁰ Siehe etwa Denninger, Verfassungsrechtliche Anforderungen an die Normsetzung im Umwelt- und Technikrecht, 1990 (im Auftrag des Umweltbundesamtes); Führ, Wie souverän ist der Souverän? - Technische Normen in demokratischer Gesellschaft, Frankfurt 1994.

tion – also auf der Mikro-Ebene – entsprechende Strukturen und Verantwortlichkeiten zu etablieren (siehe Abschnitte 4.1.4.3.2 und 4.1.4.3.3). Aber auch für Anbieter von KI-Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck formuliert die KI-VO in den Art. 53 ff. Informations- und Dokumentations-Pflichten, die implizit voraussetzen, interne Strukturen zu etablieren, um diesen Anforderungen zu entsprechen.

In welcher Weise dazu die organisationsinterne Governance auszugestalten ist, lässt sich auf einer Meso-Ebene etwa durch auslegungsunterstützende Praxisleitfäden oder freiwillige Verhaltenskodizes konkretisieren. Diese erfüllen dann eine Brücken-Funktion zwischen den Vorgaben der Verordnung auf Makro-Ebene und der betrieblichen Umsetzung auf der Mikro-Ebene.

Praxisleitfäden zu erstellen, ist eine der Aufgaben, die das „Büro“ (Abschnitt 4.1.4.3.4) zu erfüllen hat. Nach Art. 56 Abs. 1 KI-VO „fördert und erleichtert“ es deren Ausarbeitung „auf Unions-ebene, um unter Berücksichtigung internationaler Ansätze zur ordnungsgemäßen Anwendung dieser Verordnung beizutragen“. Nach Art. 56 Abs. 2 KI-VO wirkt auch das KI-Gremium (Abschnitt 4.1.4.3.5) daran mit, „sicherzustellen, dass die Praxisleitfäden mindestens die in den Artikeln 53 und 55 vorgesehenen Pflichten abdecken“. Sie richten sich also – jenseits der Hochrisiko-KI-Systeme – an „Anbieter von KI-Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck“ sowie ebensolchen „mit systemischem Risiko“.⁶⁴¹ Nach Art. 56 Abs. 3 KI-VO kann das „Büro“ Anbieter von KI-Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck, aber auch die nationalen Behörden dazu einladen, sich in die Ausarbeitung der Praxisleitfäden einzubringen. Nach Satz 2 der Norm können den Prozess ebenfalls unterstützen „Organisationen der Zivilgesellschaft, die Industrie, die Wissenschaft und andere einschlägige Interessenträger wie nachgelagerte Anbieter und unabhängige Sachverständige“. Hier zeigt sich der Regulierungsansatz der „inclusive governance“, der bereits bei der Erstellung der „Guidance Documents“ unter der REACH-Verordnung breite Anwendung fand. Damit besteht – innerhalb der engen Grenzen des „anthropozentrischen“ Anwendungsbereichs der Verordnung (s.o. 4.1.4.3.1) – grundsätzlich auch die Möglichkeit, ökologische Belange in deren Erstellung einzubringen.⁶⁴²

Die Praxisleitfäden sollen nach Art. 56 Abs. 4 KI-VO ihre Ziele klar benennen und u.a. auch „wesentliche Leistungsindikatoren“ enthalten. Indem sie die Pflichten aus den Artikeln 53 und 56 der KI-Verordnung konkretisieren, helfen sie den Anbietern der KI-Modelle, diese umzusetzen. Sie bieten aber auch Orientierung für die anderen Marktakteure und nicht zuletzt auch für die Vollzugsbehörden.

Die Kommission hat es zudem in der Hand, die Verbindlichkeit der Praxisleitfäden aufzuwerten. Nach Art. 56 Abs. 6 Abs. 2 kann sie „im Wege eines Durchführungsrechtsakts einen Praxisleitfaden genehmigen und ihm in der Union allgemeine Gültigkeit verleihen.“

An „**Verhaltenskodizes**, einschließlich damit zusammenhängender Governance-Mechanismen“ nach Art. 95 Abs. 1 KI-VO können sich Anbieter von solchen KI-Systemen, die nicht die Kriterien als Hochrisiko-KI-System erfüllen, freiwillig orientieren. Gegenstand ist die entsprechende Anwendung der für Hochrisiko-KI-Systeme formulierten Anforderungen „einiger oder aller der in Kapitel III Abschnitt 2 genannten Anforderungen“. Ziel der Verhaltenskodizes ist es nach Erwägungsgrund 165, „zu einer stärkeren Verbreitung ethischer und vertrauenswürdiger KI in der Union“ beizutragen. Um die Mitwirkungsbereitschaft der Akteure zu fördern, liegt es nahe, die Anforderungen aus den Art. 8 ff. adressatengerecht zu modifizieren. Dabei, so Erwägungsgrund 165 weiter, seien die „verfügbaren technischen Lösungen und bewährten Verfahren der Branche

⁶⁴¹ Der „General-Purpose AI Code of Practice“ ist seit Juni 2025 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/contents-code-gpai> abrufbar. Eine detaillierte Analyse des Codes konnte im vorliegenden Projekt nicht mehr erfolgen. Bei kursorischer Prüfung folgt auch dieser im Hinblick auf die lückenhafte Berücksichtigung von Umweltrisiken dem Muster der KI-Verordnung als Ganzer.

⁶⁴² Siehe dazu unter <https://www.echa.europa.eu/support/guidance/consultation-procedure/ongoing-reach> (09.02.2025).

wie Modell- und Datenkarten“ zu berücksichtigen. Die KI-Verordnung will gemäß Erwägungsgrund 165 Satz 2 alle Anbieter von KI-Modellen (ob mit hohem Risiko oder nicht) ausdrücklich ermutigen, „freiwillig zusätzliche Anforderungen anzuwenden, z.B. in Bezug auf die Elemente der Ethikleitlinien der Union für vertrauenswürdige KI, die ökologische Nachhaltigkeit, Maßnahmen für KI-Kompetenz“. Um die Wirksamkeit der freiwilligen Verhaltenskodizes zu steigern, „sollten sie auf klaren Zielen und zentralen Leistungsindikatoren zur Messung der Verwirklichung dieser Ziele beruhen.“ Um die Orientierung an den adressierten Akteuren zu stärken, erläutert Erwägungsgrund 165 Satz 4 den intendierten inklusiven Ansatz demgemäß, dass „[diese] außerdem in inklusiver Weise entwickelt werden [sollten], gegebenenfalls unter Einbeziehung einschlägiger Interessenträger wie Unternehmensverbände und Organisationen der Zivilgesellschaft, Wissenschaft, Forschungsorganisationen, Gewerkschaften und Verbraucherschutzorganisationen.“

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Verhaltenskodizes explizit auch darauf abzielen, Belange der „ökologischen Nachhaltigkeit“ zu stärken. Damit greift zumindest dieses freiwillige Instrument die umweltbezogene Zielsetzung aus Art. 1 Abs. 1 KI-VO auf.

4.1.4.3.9 Weitere Bausteine für ein „Lernendes System“

Die vorstehend thematisierten Einrichtungen und Governance-Bausteine der KI-Verordnung entfalten ihre Wirkung erst mit den weiteren in der Verordnung verankerten Mechanismen. Sie sind darauf ausgerichtet, bei allen Beteiligten „KI-Kompetenz“ (engl. „AI literacy“) zu fördern: Art. 4 KI-VO verpflichtet „Anbieter und Betreiber von KI-Systemen“ Maßnahmen zu ergreifen, „um nach besten Kräften sicherzustellen, dass ihr Personal und andere Personen, die in ihrem Auftrag mit dem Betrieb und der Nutzung von KI-Systemen befasst sind, über ein ausreichendes Maß an KI-Kompetenz verfügen, wobei ihre technischen Kenntnisse, ihre Erfahrung, ihre Ausbildung und Schulung und der Kontext, in dem die KI-Systeme eingesetzt werden sollen, [...] zu berücksichtigen sind“.

Die Vorschrift etabliert also eine „Bemühenspflicht“, die sich an die Formulierungen in den Grundpflichten anlehnt, die in den Änderungsvorschlägen des Europäischen Parlaments enthalten waren. Diese formulierten eine Bemühenspflicht („best efforts“). Die Formulierung in Art. 4 dürfte mit „ensure, to their best extent“ („nach besten Kräften sicherzustellen“) sogar noch über den Vorschlag des Parlaments hinausgehen. Dies ändert aber nichts daran, dass die Vorschläge des Europäischen Parlaments schon im Hinblick auf den Prüfungsgegenstand deutlich breiter angelegt waren und insbesondere auch Umweltwirkungen⁶⁴³ mit einschlossen (siehe Abschnitt 6.3.1).

Bemerkenswert ist zudem, dass sich die Pflichtenstellung nicht auf Personen beschränkt, die im unmittelbaren organisationalen Einwirkungsbereich der Verantwortlichen liegen. Sie umfasst ausweislich des letzten Halbsatzes vielmehr auch „die Personen oder Personengruppen, bei denen die KI-Systeme eingesetzt werden sollen.“ Damit kommen alle Anwendungsfelder und die darin maßgebliche Nutzerperspektive in den Blick. Es liegt nahe, dass die KI-Kompetenz auch „vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen“ im Sinne von Art. 3 Nr. 13 KI-VO adressieren soll.

Letztlich könnten hierin Impulse liegen für ein vielschichtiges, letztlich gesamtgesellschaftliches Lernen, das auch Umweltwirkungen miteinschließen kann. Erwägungsgrund 142 „ermutigt“ die Mitgliedstaaten, „Forschung und Entwicklung zu KI-Lösungen, die zu sozial und ökologisch vor-

⁶⁴³ Dazu, welche Verursachungszusammenhänge und welche Umweltwirkungen hier in Betracht kommen, siehe Abschnitt 2.2.3.

teilhaften Ergebnissen beitragen, zu unterstützen und zu fördern“. Dies ändert aber nichts daran, dass die materielle Ausrichtung der KI-Verordnung Umweltaspekte nur marginal umfasst (siehe Abschnitt 4.1.4.3.1).

Im Zusammenspiel mit den in der Verordnung verankerten Transparenz-Vorgaben, den inhaltlich bereits teilweise vorstrukturierten Berichtspflichten und daran anknüpfenden Fortschreibungsaufträgen an die Europäische Kommission zeigt sich aber immerhin das Bemühen der Rechtsetzungsorgane, für den noch wenig regulativ durchdrungenen Regelungsgegenstand, wie ihn Art. 1 KI-VO umschreibt, ein „Lernendes System“⁶⁴⁴ zu etablieren. Dazu gehören dann etwa auch die KI-Reallabore (Art. 57 ff. KI-VO) bis hin zum „Test unter Realbedingungen“ (Art. 3 Nr. 57, Art. 9 Abs. 7 i.V.m. Art. 60 f. und Anhang IX KI-VO). Beiträge erwartet die Verordnung nicht nur von den wirtschaftlichen Akteuren (siehe Art. 3 Nr. 8 KI-VO), sondern auch von den Organen der Exekutive im Mehrebenen-System sowie von allen sonstigen gesellschaftlichen Interessenträgern (Stakeholdern).

Für die nationalen und europäischen Organe und Interessengruppen, die sich dafür einsetzen wollen, ökologische Belange in den regulativen Diskurs einzubringen, eröffnet der von der KI-Verordnung geschaffene Governance Rahmen dafür durchaus Möglichkeiten. Sie sollten daher prüfen, welche der vorgenannten Einrichtungen und Prozesse sich hierfür vor dem Hintergrund der jeweiligen Kompetenzen und Ressourcen besonders eignen.

4.1.4.4 Befunde zu intermediären Regulierungszielen

Als Befunde zu intermediären Regulierungszielen lässt sich festhalten, dass sich aus den Instrumenten des UVP-Rechts, aber auch aus den Governance-Mechanismen, wie sie sich in der REACH-Verordnung und der KI-Verordnung finden, Anknüpfungspunkte für eine umweltorientierte Fortentwicklung des Rechtsrahmens für ADS identifizieren lassen.

Im Hinblick auf das UVP-Recht sollten weitere Überlegungen dazu angestellt werden, wie sich durch methodische Erweiterungen (Abschnitt 4.1.4.1.4) Elemente einer vorausschauenden Umweltfolgenprüfung für ADS fruchtbar machen lassen. Erste Ansätze solcher Überlegungen finden sich in Abschnitt 6.3.

Der REACH-Verordnung lassen sich Anregungen entnehmen, wie sich das Problem der Ungewissheit über die Umweltfolgen („toxic ignorance“) durch Vorgaben zur Gewinnung, Dokumentation und Bewertung entsprechender Informationen angehen und in einen „inclusive governance“-Rahmen einordnen lässt.

Die KI-Verordnung lässt bislang Umweltaspekte weitgehend außer Betracht. Immerhin lassen sich Organe und Einrichtungen, die die KI-Verordnung etabliert, als eine Governance-Struktur verstehen, die es grundsätzlich erlaubt, auch Umweltaspekte in das im Entstehen begriffene untergesetzliche Regelwerk einzubringen. Die Voraussetzungen dafür erscheinen allerdings aus zwei Gründen nicht besonders günstig: Zum einen sind die materiell-rechtlichen Anknüpfungspunkte im Verordnungstext bislang nur sehr marginal ausgeprägt. Zum anderen ist kaum davon auszugehen, dass sich an der strukturellen Übermacht der nicht an Umweltzielen ausgerichteten „interessierten Kreise“ in absehbarer Zeit etwas ändert. Hierzu müsste die Europäische Kommission sehr deutliche Signale senden; etwa in Form von inhaltlich entsprechend ausgerichteten Normungsmandaten an die europäischen Standardisierungsorganisationen.

⁶⁴⁴ Zu den diesbezüglichen Vorstellungen des Ordnungsgebers siehe die Erwägungsgründe 138-144.

4.1.5 Lücken im öffentlich-rechtlichen Zulassungsregime und Lösungsansätze

Die vorstehend identifizierten Lücken im öffentlich-rechtlichen Zulassungsregime und die Ansatzpunkte, diese zu schließen, lassen sich zusammenfassend wie folgt den in Abschnitt 2.4 entwickelten Regulierungszielen zuordnen.

4.1.5.1 Regulierungsziel 1: Einhaltung von Umweltrecht

Konkretisierungsbedarf im umweltbezogenen öffentlich-rechtlichen Zulassungsregime für industrielle Anlagen de lege lata (s. Regulierungsziel 1, Abschnitt 2.4.2) ist nach dem Vorstehenden dort zu verorten, wo ADS in genehmigungspflichtigen oder störfallrelevanten Anlagen nach dem BImSchG zum Einsatz kommen. Hier bietet es sich an, auf untergesetzlicher Ebene in Verordnungen oder Verwaltungsvorschriften auf Prüfungs- und Dokumentationspflichten hinzuweisen, die mit dem Einsatz von ADS in solchen Anlagen einhergehen. Klarzustellen wäre etwa, in welcher Weise bei genehmigungspflichtigen Anlagen die konkreten Algorithmen und dort hinterlegten Parameter offenzulegen bzw. zu prüfen sind. Dabei geht es jedoch nicht um die ADS-Anwendung als solche, sondern jeweils um deren spezifische Funktionen in Bezug auf die konkrete Industrie-Anlage. Eine solche Prüfung, die außerhalb des Anwendungsbereichs der KI-Verordnung (siehe Abschnitt 4.1.4.2) anzusiedeln ist, erscheint jedenfalls bei Anlagen mit besonderen, verfahrenstechnischen oder stofflichen Risiken unbedingt geboten.

ADS in BImSchG-Anlagen oder Kraftfahrzeugen sind typischerweise keine Modelle mit „allgemeinem Verwendungszweck“ im Sinne von Art. 3 Nr. 63. der KI-VO. Allerdings kann es sich bei ADS unter Umständen um Hochrisikosysteme i.S.v. Art. 6 Abs. 1 der Verordnung i.V.m. Anhang 1 bzw. Art. 6 Abs. 3 i.V.m. Anhang III Nr. 2 handeln. Soweit solche Anlagen zugleich dem Industrieanlagenrecht unterfallen, es sich also um genehmigungspflichtige Anlagen nach dem BImSchG bzw. der IE-Richtlinie handelt, überlagern sich die anlagenbezogenen Grundpflichten mit den Vorgaben der KI-VO. Nach dem Grundsatz der „Einheit der Rechtsordnung“ sind die Vorgaben aus der KI-VO dann auch im Anlagenrecht Teil des Antrags- und Prüfungsgegenstandes. Entsprechende Vorgaben zu den Antragsunterlagen und den Prüfpflichten der Behörde stehen im Einklang mit den „Allgemeinen Prinzipien der Grundpflichten der Betreiber“ aus Art. 11 IE-Richtlinie und den spezifischen Grundpflichten aus § 5 Abs. 1 BImSchG. Damit greifen auch die materiellen Schutz- und Vorsorgepflichten des Anlagenrechts. Hiermit korrespondieren Dokumentationspflichten auf Seiten der Anlagenbetreiber und Prüfungspflichten der Behörden. Jedenfalls von der grundsätzlichen Pflichtenlage her werden damit durch ADS hervorgerufene negative Einwirkungen auf die Schutzgüter adressiert, ebenso damit einher gehende Entlastungspotentiale (etwa in der Optimierung der Anlagensteuerung).

In der Gesamtschau lässt sich festhalten, dass die anlagen- und kraftfahrzeugbezogenen Pflichten grundsätzlich einen Einsatz von ADS in den jeweiligen technischen Systemen mit erfassen. Solange die Pflichten aber nicht vollzugstauglich operationalisiert sind, ist nicht damit zu rechnen, dass die adressierten Akteure sich grundpflichtenkonform verhalten.⁶⁴⁵ Das Anlagen- und das Kraftfahrzeugrecht vermag es in der jetzigen Konstellation damit nicht, umweltrelevante Auswirkungen von ADS zu identifizieren und wirksam zu steuern.

Für die praktische Umsetzung bedarf es daher vollzugsunterstützender untergesetzlicher Regelwerke in Gestalt von Durchführungsverordnungen, Verwaltungsvorschriften oder Leitfäden. Diese müssten auch Aussagen dazu enthalten, welche Leistungsmerkmale (im Sinne eines „sustainability by design“) ADS in diesem Anwendungsfeld zu erfüllen haben, um Konzeption und Betrieb der Anlagen grundpflichtenkonform auszurichten.

⁶⁴⁵ S.o. 4.1.1.4.

4.1.5.2 Regulierungsziel 2: Bewältigung neuer indirekter Umwelteffekte

Für die Frage, inwieweit sich neue indirekte Umwelteffekte, die mit dem Einsatz von ADS einher gehen können, regulatorisch bewältigen lassen, ist zunächst in tatsächlicher Hinsicht zu konstatieren, dass es eine sehr große Bandbreite an Interaktionsmöglichkeiten von ADS mit technischen Anwendungen und menschlichen Verhaltensmöglichkeiten gibt. Wenn es darum geht, neue indirekte Effekte der Anwendung von ADS in den Blick zu nehmen sind methodische Herausforderungen zu bewältigen (siehe dazu Abschnitt 4.1.4.1.4).

Gelingt es, die ADS-Anwendungen zu identifizieren, die im Hinblick auf die Umweltwirkungen besonders relevant sind, verfügt man über Anknüpfungspunkte für ein abgestuftes Pflichtenkonzept. Strukturell könnte man sich anlehnen an die Klassifizierungskriterien aus Art. 51 i.V.m. Anhang XIII der KI-VO, die allerdings um Umweltaspekte zu erweitern wären. Daran anknüpfend ließen sich materielle Anforderungen und präventive Prüfpflichten formulieren (s. hierzu die weiteren Überlegungen im Abschnitt 6.1.5)

Es bietet sich an, die materiellen Anforderungen – in Anlehnung an das Anlagenrecht – in Form von Grundpflichten zu formulieren, die in einen entsprechenden regulativen Kontext einzubetten wären. Anknüpfungspunkt für die Formulierung explizit umweltbezogener Grundpflichten könnten die Änderungsvorschläge des Europäischen Parlaments sein, die in Artikel 4a entsprechende Prinzipiennormen vorsahen.⁶⁴⁶ Eine solche Vorschrift würde nach Einschätzung der Parlamentsmehrheit dazu beitragen, „die Einführung von menschenzentrierter und vertrauenswürdiger künstlicher Intelligenz zu fördern und ein hohes Maß an Schutz der Gesundheit, der Sicherheit, der Grundrechte, der Demokratie und der Rechtsstaatlichkeit sowie der Umwelt vor schädlichen Auswirkungen von Systemen der künstlichen Intelligenz in der Union sicherzustellen und gleichzeitig die Innovation zu fördern und das Funktionieren des Binnenmarktes zu verbessern.“⁶⁴⁷

Die Ausgestaltung der Grundpflicht war in der Fassung des Europäischen Parlaments als Bemühenspflicht ausgestaltet. Die Eingangsklausel zu Art. 4a Abs. 1 sollte nach dem Vorschlag des Parlaments folgenden Wortlaut haben:

*„All operators falling under this Regulation **shall make their best efforts to develop and use AI systems or foundation models in accordance with the following general principles establishing a highlevel framework that promotes a coherent human-centric European approach to ethical and trustworthy Artificial Intelligence, which is fully in line with the Charter as well as the values on which the Union is founded.**“*

Das Anspruchsniveau ist mit der Formulierung „shall make their best efforts to develop and use“ recht zurückhaltend ausgestaltet. Ihre Wirkung hätten die vom Parlament vorgesehenen Grundpflichten, wären sie Gesetz geworden, wohl am ehesten mit den weiteren, vom Parlament ebenfalls deutlich gestärkten Governance-Mechanismen entfaltet. Letztere finden sich jedenfalls teilweise in der verabschiedeten Fassung wieder.

Die Grundpflichten wären um eine anwendungsbegleitende Folgen-Beobachtung zu ergänzen. Eine solche Monitoring-Pflicht für umweltrelevante ADS zu verankern, erscheint sachlich angemessen.

⁶⁴⁶ Siehe dazu Salzborn/Gailhofer, Regulierung für die doppelte Transformation: Wie die KI-Verordnung zu einem Meilenstein werden kann, ZUR 2023, 577 f.

⁶⁴⁷ P9_TA (2023) 0236, Gesetz über künstliche Intelligenz, Änderungsvorschläge des Europäischen Parlaments vom 14. Juni 2023 zu dem Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Union, COM (2021) 0206 – Aktenzeichen C9-0146/2021 – 2021/0106(COD) (Ordentliches Gesetzgebungsverfahren: erste Lesung).

Für die praktische Umsetzung sind auch hier untergesetzliche Vorgaben hilfreich, die konkretisieren, welche Parameter im Auge zu behalten und in welcher Weise die Monitoring-Befunde zu dokumentieren sind, um sie dann zum Gegenstand weiterer Maßnahmen zu machen, die dann von Anbietern und ggf. weiteren Akteuren zu ergreifen wären. Vorzusehen wären auch Mechanismen, die auf einer Meso-Ebene (zu den diesbezüglichen Ansätzen der KI-VO siehe Abschnitt 4.1.4.1.4) sowie im gesellschaftlichen Diskurs Lernprozesse unterstützen. Voraussetzung dafür wäre, dass die Ergebnisse des Monitorings allgemein verfügbar sind (Transparenzgebot).

Insgesamt erscheint es vor diesem Hintergrund empfehlenswert, auch jenseits von Hochrisikolanwendungen im Hinblick auf die potenziellen Umweltwirkungen abgestufte und methodisch unterfütterte Pflichten zur Risikoanalyse- und Beobachtung zu verankern. Diese könnten – in Anlehnung an Art. 55 Abs. 1 lit. c KI-VO – die Anbieter verpflichten, solche Auswirkungen bei der Anwendung im Auge zu behalten und gegebenenfalls Abhilfemaßnahmen zu ergreifen. Über Transparenzvorgaben lassen sich zudem technische, organisationale und regulative Lernprozesse ermöglichen. Dafür dürfte es hilfreich sein, auch Foren für einen öffentlichen fachlichen und gesellschaftlichen Diskurs zu schaffen bzw. auf die auf der Meso-Ebene angesiedelten Ansätze der KI-VO (siehe Abschnitt 4.1.4.1.4) zurückzugreifen, um so entsprechende technische, organisationale und regulative Lernprozesse zu ermöglichen.

4.1.5.3 Intermediäre Regulierungsziele: Technische Vorgaben und umweltrechtliche Grundpflichten für ADS?

Intermediäre Regulierungsziele (Abschnitt 2.4.5) richten sich im vorliegenden Kontext darauf, Lernprozesse bei den beteiligten Akteuren anzustoßen. Aus der Gemeinwohlperspektive ist die Zielrichtung der Lernprozesse normativ auszurichten. Diese Funktion erfüllt – neben einer generellen Zweckbestimmung (siehe Abschnitt 6.2.1) – das Instrument der Grundpflichten (siehe Abschnitt 6.3.1). Diese wären allerdings einzubetten in prozedurale und organisationale Kontextbedingungen (Abschnitt 6.3.2).

Anstrengungen in diesem Sinne können darauf gerichtet sein, Lernprozesse bei denjenigen anzustoßen, die ADS entwickeln und anwenden. Hierfür bietet die KI-VO in ihrem Kapitel zu Governance-Mechanismen eine ganze Reihe von prozeduralen Ansatzpunkten (siehe Abschnitt 4.1.4.3), die bislang allerdings nicht auf mögliche Umweltfolgen ausgerichtet sind. Die Governance-Mechanismen der KI-Verordnung könnte man – im Sinne eines proaktiven Ansatzes – im Sinne eines „lernenden Systems“ nutzen, um in möglichst großer Breite von Wirtschaft und Verwaltung, aber auch der Gesellschaft insgesamt „KI-Kompetenz“ aufzubauen. Dann erscheint es auch nicht ausgeschlossen, die auf untergesetzlicher Ebene ablaufenden Prozesse um Umweltaspekte anzureichern und so Praxisleitfäden und Verhaltenskodizes, aber auch „technische“ Standards in den europäischen Normungsorganisationen umweltorientiert auszurichten. Dies wäre zunächst auch ohne neue regulative Maßnahmen auf gesetzlicher Ebene möglich. Allerdings sind dazu bei den Organisationen, die Belange des Umwelt- und Klimaschutzes in die Lernprozesse einbringen können, entsprechende personelle und sachliche Ressourcen aufzubauen. Selbst wenn dies gelingt, ist der Erfolg eines solchen Ansatzes keineswegs gewährleistet.

Hilfreich und daher empfehlenswert ist ein Monitoring von Umweltwirkungen. Ein solches ist bislang weder für Anbieter von ADS noch für andere Akteure nach Art. 3 Nr. 8 der KI-VO verpflichtend. Denkbar ist aber, dies für KI-Anwendungen mit besonderer ökologischer Relevanz über die in Abschnitt 4.1.4.3 beschriebenen Governance-Mechanismen schrittweise zu etablieren. In Betracht kommen grundsätzlich zwei Ausprägungen: Zum einen ein rein unternehmensinternes Monitoring, verknüpft mit einer Grundpflicht, dabei identifizierte Umweltentlastungspotentiale zu quantifizieren und möglichst auch zu erschließen; etwa im Sinne von „best efforts“, wie in den Änderungsvorschlägen des Europäischen Parlaments zur KI-Verordnung vorgesehen.

Für solche Anwendungen bietet es sich zudem an, das interne Monitoring mit Transparenzvorgaben zu verknüpfen: Dann wären die Monitoringbefunde und die dabei identifizierten Entlastungspotentiale (ganz oder teilweise) nicht nur zu dokumentieren, sondern auch Dritten bzw. Aufsichtsbehörden zugänglich zu machen.

Weitere Erkenntnisse ließen sich – je nach Zuschnitt – auch aus den in Art. 57 ff. KI-Verordnung vorgesehenen „Reallaboren“ entnehmen (siehe dazu Abschnitt 4.1.4.3.9). In diesem Zusammenhang könnte man auch daran denken, die Verknüpfungen zwischen ADS und dem Konzept eines „Digitalen Zwillings“ (siehe dazu bereits Abschnitt 2.1.4.2) und dessen Einbindung in einen „Datenraum“ fruchtbar zu machen:⁶⁴⁸ Die zunehmende Verbreitung digital vernetzter Sensoren in Kombination mit den Lernmöglichkeiten von ADS erlaubt es, Fehlerquellen schon in der Entstehungsphase zu erkennen und somit Ausfallzeiten zu minimieren. Hier könnte die Standardisierung im Hinblick auf die datenbasierte „Industrie 4.0“⁶⁴⁹ und den diesbezüglichen Einsatz „künstlicher Intelligenz“⁶⁵⁰ Beiträge leisten, wobei nicht nur einzelne Objekte, sondern auch deren Einbindung in Produktionsprozesse zu betrachten wären.

4.1.5.4 Zusammenfassung: Technik-Governance im Umweltrecht und umweltorientierte Ausrichtung des Technikrechts

Bilanzierend bleibt festzuhalten, dass das ADS-spezifische Technikrecht Umweltaspekte weitgehend unberücksichtigt lässt. Die daraus resultierende Regelungslücke vermag das Umweltrecht aufgrund seiner „technologiespezifischen Blind Spots“ bislang nicht zu kompensieren. Es fehlt an technikspezifischen Lern-, Um- und Durchsetzungsmechanismen. Es ist daher zu befürchten, dass negative Umweltfolgen von ADS unerkannt und ADS-unterstützte Umweltentlastungspotentiale ungenutzt bleiben. Zu konstatieren ist somit eine „Umweltblindheit“ des KI-Rechts (auf materieller Ebene) und eine „KI-Blindheit“ des Umweltrechts (vor allem auf Governance-Ebene).

⁶⁴⁸ Siehe die Bestandsaufnahme bei Usländer et al., Symbiotic Evolution of Digital Twin Systems and Dataspace, *Automation* 2022 (3), 2022, 378–399, <https://doi.org/10.3390/automation3030020> (09.06.2024).

⁶⁴⁹ Siehe etwa DIN/DKE, Deutsche Normungsroadmap Industrie 4.0 – Version 5, 2023, <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/industrie4-0/roadmap-industrie40-62178> (09.06.2024).

⁶⁵⁰ Siehe etwa DIN/DKE (Hrsg. Wolfgang Wahlster/Christoph Winterhalter), Deutsche Normungsroadmap Künstliche Intelligenz (Ausgabe 2), 2022, www.din.de/go/normungsroadmapki (09.06.2024).

4.2 Technosteuerung durch indirekte Verhaltensbeeinflussung

Die im Folgenden behandelten Instrumente der indirekten Verhaltensbeeinflussung basieren auf verhaltenswissenschaftlichen Erkenntnissen, die das Menschenbild des ausschließlich rational handelnden Akteurs in Frage stellen. Insbesondere psychologische und verhaltensökonomische Befunde über strukturelle Abweichungen vom rationalen Entscheidungsmodell – sogenannte Verhaltensanomalien – bilden die Grundlage für neue regulative Ansätze, die unter anderem unter dem Begriff „Nudging“ diskutiert werden.

Solche Instrumente zielen darauf ab, Entscheidungsarchitekturen so zu gestalten, dass bestimmte Verhaltensweisen wahrscheinlicher werden, ohne dabei direkte Gebote, Verbote oder ökonomische Anreize einzusetzen. Die Anwendung solcher Maßnahmen wirft jedoch grundlegende normative Fragen auf: Zwar lässt sich ein regulatives Potential kaum von der Hand weisen, gerade im Hinblick auf die Förderung ökologisch wünschenswerten Verhaltens. Gleichzeitig besteht das Risiko einer Instrumentalisierung individueller Entscheidungsprozesse zu partikularen, nicht immer transparenten oder im wohlverstandenen Interesse der Betroffenen liegenden Zwecken.

Eine Auseinandersetzung mit Nudging als Regulierungsinstrument muss daher die Machtasymmetrien reflektieren, die sich im Zugriff auf kognitive Strukturen des Entscheidens ausdrücken. Bereits Horkheimer und Adorno beschrieben in ihrer Kritik der instrumentellen Vernunft eine Tendenz, Erkenntnis nicht zur Befreiung, sondern zur Manipulierung des Menschen zu nutzen.⁶⁵¹ Byung-Chul Han aktualisiert diesen Befund in seiner Analyse einer „Psychopolitik“ digitaler Gesellschaften, in der Macht nicht durch äußeren Zwang, sondern über psychologische Steuerungsmechanismen wirkt – etwa durch die Internalisierung von Zielvorgaben, die emotionale Bindung an Systeme und die algorithmisch gestützte Vorstrukturierung von Verhalten.⁶⁵²

Wenn kognitive Verzerrungen strukturell zum menschlichen Entscheiden gehören und Autonomie kein voraussetzungsloser Zustand ist, kann staatliche Einflussnahme nicht pauschal als Gefährdung von Freiheit verstanden werden. Vielmehr stellt sich die Frage, wie Autonomie unter realen Bedingungen überhaupt ermöglicht und geschützt werden kann – auch gegenüber privat geschaffenen Entscheidungsarchitekturen, die Verhaltensspielräume systematisch vorstrukturieren. Diese Architekturen sind längst ein fester Bestandteil marktwirtschaftlicher Ordnungen und entwickeln sich zunehmend zu einer **emergenten „Technosteuerung“**. Braganza beschreibt, wie der freie Markt in seiner Logik wachstumsorientierter Konkurrenz ein emergentes Geflecht von Einflussmechanismen hervorbringt, das sich wie ein „unsichtbarer Paternalist“ verhält. Diese Mechanismen beeinflussen nicht nur individuelles Verhalten, sondern auch die kulturelle Dynamik der Präferenzbildung und verstärken systematisch Konsumpräferenzen. Es entsteht ein kontinuierlicher, selbstverstärkender Prozess, der die Konsumsteigerung über private und kommerzielle Mechanismen hinweg vorantreibt, ohne dass einzelne Akteure dieses Gesamtbild intendieren. Der kumulative Effekt ist eine tiefgreifende Veränderung der gesellschaftlichen Präferenzen und eine zunehmend schwer kontrollierbare Steuerung des Konsumverhaltens.⁶⁵³

Solche komplexen Entwicklungen und Spannungsverhältnisse sollten bei Überlegungen zur Regulierung und zum gezielten Einsatz von verhaltensbeeinflussenden Technologien stets mitbedacht werden, insbesondere wenn es darum geht, deren Auswirkungen auf individuelle Entscheidungsfreiheiten und gesellschaftliche Präferenzen in den Blick zu nehmen.

⁶⁵¹ Horkheimer/Adorno, *Dialektik der Aufklärung*, 2009, 15.

⁶⁵² Han, *Psychopolitik: Neoliberalismus und die neuen Machttechniken*, 2. Auflage, 2014.

⁶⁵³ Braganza, *Nudging society to consume – the aggregate consequences of consumption nudges*, *Review of Evolutionary Political Economy*, 2025, <https://doi.org/10.1007/s43253-024-00144-y>.

4.2.1 Ziel der Untersuchung

Die folgenden Abschnitte analysieren die Potenziale und Risiken von indirekten Verhaltensbeeinflussungsinstrumenten im Kontext von ADS. Zu klären ist die Frage, ob und inwieweit es einer Regulierung bedarf und – wenn ja – wie diese auszugestalten ist. Ausgangspunkt ist die Einsicht, dass menschliches Entscheidungsverhalten stets in Abhängigkeit von seinen Kontextbedingungen erfolgt – eine Erkenntnis, die zunehmend systematisch für Gestaltungen sogenannter „Entscheidungsarchitekturen“ genutzt wird. Der Einsatz solcher Architekturen im Rahmen digitaler Plattformen und automatisierter Systeme eröffnet weitreichende Einflussmöglichkeiten, die nicht nur zur Förderung kollektiver Umweltziele genutzt werden können, sondern auch erhebliche Risiken der Fremdbestimmung, funktionalen Vereinnahmung und normativen Verschiebung individueller Entscheidungsfreiheit bergen (s.o. 2.3.2.3).

Vor diesem Hintergrund stellt sich nicht nur die Frage, **ob und unter welchen Voraussetzungen** eine Regulierung des Einsatzes von ADS-gestütztem Nudging geboten ist, sondern auch, **welchen Zielen eine solche Regulierung folgen sollte** und welche **verfassungs- und grundrechtsethischen Leitlinien** dabei maßgeblich sind. Dabei sind insbesondere die Spannungsverhältnisse zwischen ökologischen Nachhaltigkeitszielen, wirtschaftlichen Interessen und grundrechtlich verbürgten Autonomieansprüchen zu berücksichtigen.

Die Untersuchungsfragen lauten daher:

- ▶ Inwiefern bieten bestehende Regelwerke des Datenschutz-, Verbraucher- und Wettbewerbsrechts eine geeignete Grundlage zur Begrenzung unerwünschter Umwelteffekte durch ADS-gestütztes Nudging?
- ▶ Wie kann der rechtliche Rahmen gestaltet werden, um missbräuchlichen oder ökologisch schädlichen Formen von Nudging durch private Akteure wirksam zu begegnen?
- ▶ Unter welchen verfassungsrechtlichen und regulatorischen Voraussetzungen ist ein staatlicher oder staatlich geförderter Einsatz von ADS-gestütztem Nudging zur Förderung umweltgerechten Konsumverhaltens legitimierbar?

Die Beantwortung dieser komplexen Fragen kann im vorliegenden Projekt nicht in erschöpfender Form erfolgen. Die Analyse soll aber dazu beitragen, ein vertieftes Verständnis der Risiken und Regulierungsmöglichkeiten indirekter Verhaltensbeeinflussung durch ADS zu entwickeln – sowohl im Hinblick auf die Begrenzung ökologisch nachteiliger Praktiken als auch auf die Ermöglichung legitimer, nachhaltigkeitsorientierter Steuerungsansätze.

Abschnitt 4.2.2 widmet sich der tatsächlichen Herausforderung (dem Regulierungsproblem, s.o. Abschnitt 2.2), die durch Nudging und indirekte Verhaltensbeeinflussungsinstrumente in Kombination mit ADS aus umweltrechtlicher Perspektive entsteht. Für eine vereinfachte Darstellung wird im Weiteren hauptsächlich der Begriff 'Nudging' verwendet. Dieser schließt unterschiedliche Formen der indirekten Verhaltensbeeinflussung, wie beispielsweise Dark Patterns, Emotionalisierung und Priming ein. Weitere Termini werden nur bei Bedarf zur präziseren Problemdefinition herangezogen, da die Abgrenzung der Begriffe umstritten ist und viele relevante Techniken indirekter Verhaltensbeeinflussung wie beispielsweise Gamification, soziale Beeinflussung, Selbstbindung und Emotionalisierung sich unter eine weit verstandene Definition des Nudgings subsumieren lassen. Weiterhin werden die Potenziale des Nudgings beleuchtet und eine verhaltensökonomische Taxonomie des Nudging mithilfe von ADS, exemplarisch anhand des relevanten Problems der Dark Patterns, abgeleitet.

Abschnitt 4.2.3 widmet sich der Analyse von Regulierungsziel 1 (s.o. 2.4.2) und untersucht, ob und inwieweit bestehende Regelungen des Verbraucherschutz-, Datenschutz- und Wettbewerbsrechts in der Lage sind, die durch Nudging und ADS entstehenden, neuen indirekten Umwelteffekte zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen.

Abschnitt 4.2.4 orientiert sich an Regulierungsziel 2 (s.o. 2.4.3) und fragt nach rechtlichen Möglichkeiten zur Regulierung indirekter Umwelteffekte, die durch Nudging mit ADS entstehen können. Dazu sind die Rahmenbedingungen für einen staatlichen Einsatz von direktem und mittelbarem Nudging mit ADS zu untersuchen.

Abschnitt 4.2.5 widmet sich dem Regulierungsziel 3 (2.4.4) und erörtert knapp, inwiefern das Umweltrecht direkte Umwelteffekte von Nudging und ADS thematisiert.

4.2.2 Nudging als umweltrechtliches Regulierungsproblem

Dieses Kapitel arbeitet die spezifischen Herausforderungen der indirekten Verhaltensbeeinflussung mithilfe von ADS für eine umweltrechtliche Regulierung heraus. Dabei werden zunächst Nudging sowie weitere „indirekte“ Formen der Verhaltensbeeinflussung definiert und kategorisiert (siehe hierzu Kapitel 4.2.2.1). Sodann wird das ökologische Regulierungspotential des Instruments skizziert (siehe hierzu Kapitel 4.2.2.2), bevor Spezifika der Kombination von Nudging und ADS erläutert werden, die unter den Begriff des Hypernudging wird (siehe hierzu Kapitel 4.2.2.3). Im letzten Unterkapitel wird die Problematik der Dark Patterns näher beleuchtet und als indirektes Instrument der Verhaltensbeeinflussung kategorisiert (siehe hierzu Kapitel 4.2.2.4).

Nudging-Techniken weisen erhebliches Potential für eine gemeinwohlorientierte und umweltfreundliche Regulierung auf.⁶⁵⁴ Zugleich werden sie schon deshalb als regulierungsbedürftig betrachtet, weil sie zwar die Entscheidungsfreiheit des oder der Einzelnen formell aufrechterhalten, jedoch unbewusst und damit dennoch freiheitsbeschränkend wirken.⁶⁵⁵ Gerade die mit ADS gegebenen technischen Möglichkeiten drohen, menschliches Verhalten effektiv zu beeinflussen und verstärken damit die in jeder Form der Verhaltensbeeinflussung angelegte Gefährdung der Autonomie des Einzelnen.⁶⁵⁶ Im Hinblick auf Umweltauswirkungen werden durch Nudging mithilfe von ADS positive und negative Nebeneffekte ermöglicht, insbesondere in Form von negativen Externalitäten.⁶⁵⁷ Umweltbelastungen können z.B. entstehen durch:

- **Übermäßigen Konsum:** Durch gezieltes Design von Entscheidungsarchitekturen können Verbraucher beeinflusst werden, mehr Produkte zu erwerben, als sie objektiv benötigen. Dies steigert Produktion, Ressourcenverbrauch und Abfallaufkommen. Während Nudging heute eher als staatliches Regulierungsinstrument diskutiert wird, wurde es ursprünglich von der Werbe- und Konsumindustrie genutzt, um Kaufentscheidungen zu beeinflussen.⁶⁵⁸

⁶⁵⁴ SRU-Sondergutachten: Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern, https://www.umweltrat.de/Shared-Docs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2020_2024/2023_05_SG_Umweltfreundliches_Verhalten.html (25.03.2025), Tz. 147ff.

⁶⁵⁵ Ebd.

⁶⁵⁶ Weinzierl, Q. (2020a): Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, NVwZ, 2020, S. 1087 f.

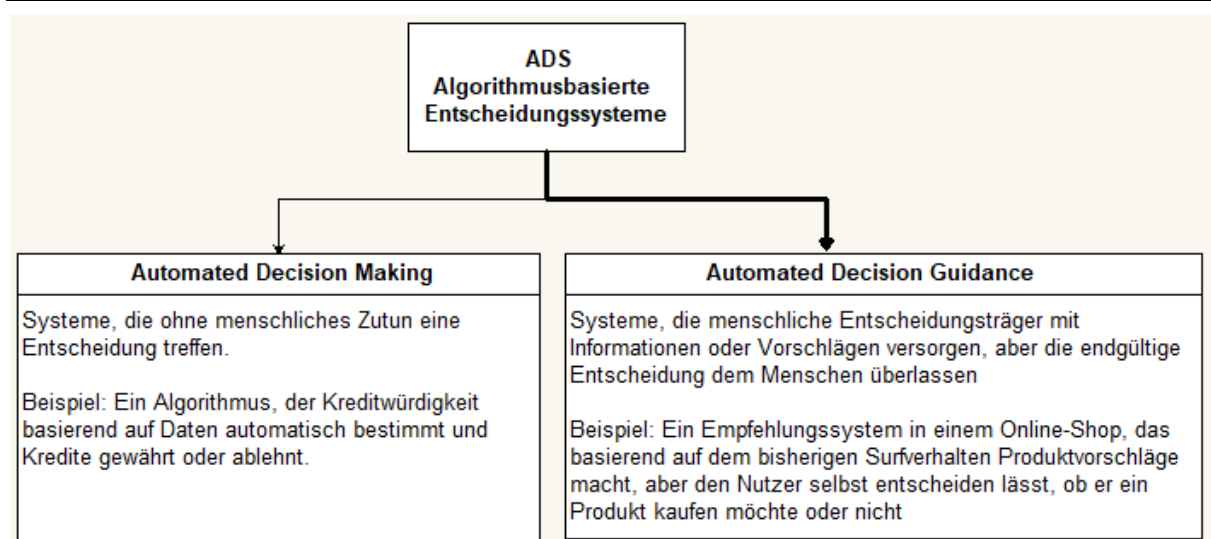
⁶⁵⁷ Stray, J. (2020): Aligning AI Optimization to Community Well-Being, International Journal of Community Well-Being 3; S. 444 m.w.N.

⁶⁵⁸ Braganza beschreibt eindrücklich, wie Bürgerinnen und Bürger in marktwirtschaftlichen Kontexten längst innerhalb von Entscheidungsarchitekturen agieren, die durch Nudging systematisch auf die Steigerung von Verbrauch ausgerichtet sind – oft ohne ihr Wissen und entgegen langfristiger Interessen. Diese Architekturen entstehen nicht zufällig, sondern als emergente Folge wettbewerblicher Marktmechanismen, die sich wie ein „unsichtbarer Paternalist“ verhalten. s. ders., Nudging society to consume—the aggregate consequences of consumption nudges, Review of Evolutionary Political Economy, 2025, <https://doi.org/10.1007/s43253-024-00144-y>.

- ▶ **Kurzlebige Produkte:** Nudging kann Akzeptanz für Produkte mit begrenzter Lebensdauer oder geringem Nachhaltigkeitswert steigern – etwa Fast Fashion –, was zu verstärktem Ressourcenverbrauch und erhöhten Abfallraten führt.⁶⁵⁹
- ▶ **Unnötige Lieferungen:** Nudges im E-Commerce könnten Konsumenten motivieren, Käufe auszuführen, die sie später zurücksenden oder nicht wirklich benötigen. Dies erhöht Transportwegen, Verpackungsmaterial und logistische Emissionen – auch Rücksendungen verursachen Umweltbelastungen.
- ▶ **Digitaler Energieverbrauch:** Designmuster wie Endlosscrollen oder Auto-Play sorgen für längere Nutzungszeiten und damit für höheren Energieverbrauch bei Endgeräten und Serverinfrastruktur. Digitale Verhaltenseffekte können zu erhöhtem Stromverbrauch führen.⁶⁶⁰
- ▶ **Beharren auf energieintensiven Standardeinstellungen:** Wenn Standard-Einstellungen etwa in Apps oder Geräten energieineffiziente Modi darstellen, können Defaults dazu führen, dass Nutzer keine sparsamen Optionen aktivieren – mit negativem Einfluss auf Umweltverbräuche

Dabei besteht das Risiko, dass durch das systematische Ausblenden von Umwelteffekten und umweltschädlichen Biases in den zugrundeliegenden Datensätzen umweltfreundliches Verhalten erschwert und umweltschädliches Verhalten verstärkt oder hervorgerufen wird (siehe hierzu Kapitel 2.2). In diesem Kapitel liegt der Schwerpunkt auf ADS, die menschliche Entscheidungen dynamisch und automatisiert unterstützen. Nudgende ADS entscheiden nicht anstelle eines Menschen, sondern versuchen das Verhalten des Einzelnen gezielt in eine vorgegebene Richtung zu steuern. Um diesen begrenzteren Fokus im Verhältnis zu der in Kapitel 2.1.2 erarbeiteten, breiteren Definition von ADS zu verdeutlichen, wird i.F. zwischen Technologien unterschieden, die Entscheidungen leiten („Automated Decision-guidance“) und Technologien, die Entscheidungen automatisch treffen („Automated Decision-Making“).⁶⁶¹

Abbildung 1110: Unterscheidung zwischen automatischer Entscheidung und automatischer Entscheidungsunterstützung



Quelle: eigene Darstellung.

⁶⁵⁹ Mirbarye et al., Conscious Commerce – Digital Nudging and Sustainable E-commerce Purchase Decisions, 2022, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.08696arXiv:2202.08696>.

⁶⁶⁰ S. etwa Seger et al., Reducing the Individual Carbon Impact of Video Streaming: A Seven-Week Intervention Using Information, Goal Setting, and Feedback, Journal of Consumer Policy 46 (2023), S. 137–153, <https://doi.org/10.1007/s10603-023-09536-9>.

⁶⁶¹ Yeung, 'Hypernudge': Big Data as a mode of regulation by design, Information, Communication & Society 20 (2017), 118, 119, 122.

Relevant für den Bereich des Nudging sind ausschließlich Automated Decision Guidance Systeme, die im Folgenden weiter untersucht werden.

4.2.2.1 Regulierungsgegenstand: Nudging und indirekte Verhaltenssteuerung

Das Unterkapitel erläutert Nudging als Regulierungsinstrument. Zunächst wird Nudging definiert (s.u. 4.2.2.1.1) und zu klassischen Formen der Verhaltensbeeinflussung abgegrenzt (s.u. 4.2.2.1.2). Schließlich wird eine Taxonomie des Nudging vorgestellt (s.u. 4.2.2.1.3).

4.2.2.1.1 Nudging; allgemeine Definition

Unter Nudging versteht man die Formatierung einer Entscheidungssituation (die Entscheidungsarchitektur), ohne an den Handlungsalternativen etwas zu verändern, sodass erwünschtes Verhalten wahrscheinlicher wird.⁶⁶²

Seit Thaler und Sunstein's „*Nudge–Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness*“ im Jahr 2008 erfährt Nudging wachsende Aufmerksamkeit in der Forschung und politischen Entscheidungsfindung.⁶⁶³

Mit Eingriffen in die Entscheidungsarchitektur sind Veränderungen im Design der physischen, sozialen oder psychologischen Umwelt gemeint, in der Menschen Entscheidungen treffen, ohne dabei in ihre Entscheidungsfreiheit einzugreifen.⁶⁶⁴ Es handelt sich dabei um neue Sozialtechniken, die auf der Grundlage der Verhaltens-, Kognitions- und Neurowissenschaften, der Psychologie und anderer Disziplinen das Verhalten von Individuen minimalinvasiv und zugleich nachweislich wirksam beeinflussen.⁶⁶⁵

Diese die Schranken der rationalen Entscheidungsfindung berücksichtigenden Eingriffe in die Entscheidungsfreiheit werden als Alternative und Ergänzung zu „neoklassisch“ ausgerichteten Ansätzen der Verhaltensbeeinflussung betrachtet, die zumeist davon ausgehen, dass Menschen rational ihre Entscheidungen unter Rücksichtnahme auf bewusste und konsistente Präferenzen stützen, um den Nutzen oder Wert ihrer Handlungen zu maximieren („*Rational Choice Theory*“; ökonomisches Paradigma des „*homo oeconomicus*“⁶⁶⁶).⁶⁶⁷ Neoklassische, mikroökonomische Werkzeuge zur Verhaltensbeeinflussung zielen darauf ab, die Nützlichkeit der begehrten Handlungsoption zu erhöhen, indem sie entweder die beeinflussten Personen über Kosten und Nutzen dieser aufklären oder indem neue ökonomische Anreize geschaffen werden, um die sogenannten Transaktionskosten („*Switching Costs*“) zu senken („*Expected Utility Theory*“)⁶⁶⁸. Gleichmaßen erklären klassische psychologische Ansätze Verhalten als Ergebnis eines bewussten Entscheidungsfindungsprozesses, bei dem die jeweils inneren Vorstellungen eines Menschen über Glaubensstrukturen, Werte, Einstellungen und Normen berücksichtigt werden.⁶⁶⁹ Ökonomische Instrumente haben längst Einzug in die Rechtswissenschaft gehalten, insbesondere durch die ökonomische Analyse des Rechts (*Law and Economics*), die Rechtsnormen und ihre

⁶⁶² Thaler/Sunstein, *Nudge*, Wie man kluge Entscheidungen anstößt, endgültige Ausgabe 2022, 15.

⁶⁶³ Mertens et al., The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119 (2022), 1.

⁶⁶⁴ Thaler et al., Choice architecture. In: *The Behavioural Foundations of Public Policy*, 2013, 428-439.

⁶⁶⁵ Grafenstein et al., *Nudging – Regulierung durch Big Data und Verhaltenswissenschaften*, 2018, 11; Thaler/Sunstein, *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness*, 2008.

⁶⁶⁶ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, *Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht* 61 (2023), 40 ff.; Kirchlglässner, *Homo oeconomicus – Das ökonomische Modell individuellen Verhaltens und seine Anwendung in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*, 4. Auflage 2013, 12.

⁶⁶⁷ Mertens et al., The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119 (2022), 1.

⁶⁶⁸ Ebd.

⁶⁶⁹ Stern, Toward a coherent theory of environmentally significant behaviour. *Journal of Social Issues*, Vol. 56, No. 3 (2000) 407, 411 ff.

Rechtsfolgen als Anreize begreift, die menschliches Verhalten beeinflussen.⁶⁷⁰ Vor dem Hintergrund klassischer psychologischer Ansätze werden demgegenüber Informationskampagnen und ähnliche Werkzeuge vorgeschlagen, um das erwünschte Verhalten durch eine Veränderung der Wertvorstellungen oder Glaubenssätze der Beeinflussten zu erreichen.⁶⁷¹

Seit Entwicklung der *Behavioral Economics*, insbesondere durch das *Heuristics-and-Biases-Programm* von *Amos Tversky* und *Daniel Kahneman*,⁶⁷² haben demgegenüber Ansätze verstärkte Aufmerksamkeit erfahren, die auf einem dualen Entscheidungsmodell (meist als System 1 und System 2 bezeichnet) basieren und Aspekte der Erkenntnis- und Sozialpsychologie verbinden,⁶⁷³ neoklassische Verhaltenssteuerungskonzepte jedoch in Frage stellen und zu verbessern versuchen.⁶⁷⁴ Nach den Erkenntnissen der Verhaltenswissenschaften greifen Menschen bei der Entscheidungsfindung unter Unsicherheit auf vereinfachte Problemlösungsregeln zurück, sogenannte *Heuristiken*, die allerdings zu Fehlern und Verzerrungen, sogenannten *Biases*, führen können.⁶⁷⁵

Anders gesagt entscheiden Menschen mit beschränkter Rationalität, konstruieren ihre Präferenzen oft ad hoc auf Basis von kognitiven Abkürzungen und Voreingenommenheiten, was sie anfällig für kontextuelle Einflüsse macht, wie etwa die Art und Weise, wie Informationen präsentiert oder strukturiert werden.⁶⁷⁶ Der Mensch begeht demnach, aus dem Blickwinkel des „homo oeconomicus“ betrachtet, regelmäßig irrationale Denkfehler, die sich in Urteils- und Entscheidungsfehlern niederschlagen, welche im Folgenden als „*Verhaltensanomalien*“ bezeichnet werden.⁶⁷⁷

4.2.2.1.2 Abgrenzung zu klassischen Formen der Verhaltensbeeinflussung

Zur Abgrenzung von Nudging gegenüber klassischer Verhaltensbeeinflussung kann die Frage herangezogen werden, ob ein idealtypisch rationaler Akteur im Sinne des homo oeconomicus – also ein vollständig informierter, logisch entscheidender „Econ“ (Thaler/Sunstein)⁶⁷⁸ – sein Verhalten unter denselben Bedingungen ebenfalls ändern würde. Ist dies der Fall, gibt es also handfeste rational-ökonomische Vorteile bei Verfolgung des erwünschten Verhaltens, handelt es sich nicht um einen Nudge. Wenn der Staat die Steuern auf Süßigkeiten erhöht, kaufen Econs weniger Süßes, aber sie lassen sich nicht wie reale Menschen von irrelevanten Faktoren wie der Anordnung der Süßigkeiten im Regal beeinflussen. So zielte die Einführung des 9-Euro-Tickets, mit dem im Sommer 2022 deutschlandweit gereist werden konnte, neben der finanziellen Entlastung vieler Bürger darauf ab, einen positiven Anreiz zum Umstieg auf den klimaschonenden öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) zu setzen.⁶⁷⁹ Die erwünschte Verhaltensänderung, der Umstieg auf den ÖPNV, erfolgte jedoch nicht durch das bewusste Ausnutzen einer Verhaltensanomalie im Entscheidungszeitpunkt durch einen Eingriff in die Entscheidungsarchitektur

⁶⁷⁰ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht 61 (2023), 42 m.w.N.

⁶⁷¹ Böhner/Dickel, Attitudes and Attitude Change, The Annual Review of Psychology 62 (2011), 391 ff.

⁶⁷² Tversky/Kahneman, Judgment under uncertainty: heuristics and biases. Science 185 (1974), 1124 ff.; ausführlich dazu: Heuvelink, Behavioral Economics. In: David/Hands, The Elgar Companion to Recent Economic Methodology, 2012, 19 ff.

⁶⁷³ Evans, Dual-Processing Accounts of Reasoning, Judgement and Social Cognition, Annual Review of Psychology 59 (2008), 255 ff. m.w.N.

⁶⁷⁴ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht 61 (2023), 39 f.

⁶⁷⁵ Ebd., 47.

⁶⁷⁶ Gigerenzer/Gassmaier, Heuristic Decision Making, Annual Review of Psychology 62 (2011), 451 ff.; Mertens et al., The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 119 (2022), 2.

⁶⁷⁷ Weinzierl, Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, NVwZ – Extra 15/2020, 2.

⁶⁷⁸ Thaler/Sunstein, Nudge, Wie man kluge Entscheidungen anstößt, endgültige Ausgabe 2022, 25 ff.

⁶⁷⁹ SRU, Sondergutachten: Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern, Mai 2023, Tz. 3, https://www.umwelt-rat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2020_2024/2023_05_SG_Umweltfreundliches_Verhalten.html, letzter Zugriff am 09.10.2024.

sondern durch rationale Überzeugung in Form eines ökonomischen Anreizes. Damit handelt es sich beim 9-Euro-Ticket nicht um einen Nudge.

Ein Gegenbeispiel wäre die Voreinstellung hinsichtlich der CO₂-Kompensation bei der Buchung eines Fluges, einer Busreise etc. Ein *Econ* würde seine Entscheidung nicht davon abhängig machen, ob die CO₂-Kompensation voreingestellt ist, oder nicht. Je nachdem, welches Verhalten als ökonomisch rational angesehen wird, würde er/sie das Häkchen setzen, entfernen, weglassen oder angekreuzt lassen. Ähnlich verhält es sich bei Standardvorgaben für monatliche Einzahlungen in einen betrieblichen Altersvorsorgeplan. Der *Econ* würde stets die für ihn ökonomisch rational beste Option wählen, ungeachtet der Voreinstellung bei Abschluss des Arbeitsvertrages.⁶⁸⁰ Für reale Menschen gilt dies nicht.⁶⁸¹ Reale Menschen lassen sich unter anderem von Voreinstellungen bei ihrer Entscheidung statistisch messbar beeinflussen und würden beispielsweise den CO₂-Ausstoß ihres Fluges kompensieren oder nicht kompensieren, je nachdem welche Voreinstellung getroffen und wie transparent diese und die gewollte Verhaltensbeeinflussung gemacht wird.

Anstatt auf Bildung oder wirtschaftliche Anreize zu setzen, um den *Econ* zu beeinflussen, zielen verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Verhaltensbeeinflussung darauf ab, Verhalten durch die Gestaltung der Entscheidungsarchitekturen in die gewünschte Richtung zu lenken, wie beispielsweise nachhaltiges Konsumieren, wobei menschliche Verhaltensanomalien antizipiert und integriert werden.⁶⁸² Um dem nachvollziehbaren Vorwurf heimlicher Manipulation durch einen ungerechtfertigten Eingriff in die Freiheit der Willensschließung entgegenzutreten, sollte sowohl die intendierte Verhaltenslenkung als auch der konkrete Nudge dabei möglichst transparent gemacht werden.⁶⁸³

Deshalb spielt das Zur-Verfügung-Stellen von Informationen eine wichtige Rolle für die rechtliche Bewertung von Nudges. Im Gegensatz zu, auf rationale Überzeugung zielenden, indirekten Verhaltensbeeinflussungen durch den Staat – wie insbesondere staatliches Informationshandeln und solchen, als „edukatorisches Staatshandeln“ bezeichneten,⁶⁸⁴ indirekten Einflussnahmen auf die Sozialmoral der Gesellschaft in Form von Erziehungs- und Bildungsangeboten –,⁶⁸⁵ zielen die bereitgestellten Informationen in den in diesem Kapitel untersuchten Fällen nicht auf eine langfristige Verhaltensänderung durch Aufklärung über vermeintliche Wissenslücken der adressierten Personen ab. Für die effektive Eindämmung ökologisch schädlicher Verhaltensweisen ist dieser Aspekt vor dem Hintergrund entscheidend, dass viele Menschen trotz positiven Wissens

⁶⁸⁰ In der deutschen Regelung zur betrieblichen Altersvorsorge kann es insbesondere im Hinblick auf die Versteuerung im Einzelfall schwierig zu beantworten sein, welche Einzahlungshöhe die rational beste Option ist. Anders verhält es sich im Beispiel aus den USA bei Thaler/Sunstein., Nudge, wie man kluge Entscheidungen anstößt, endgültige Ausgabe 2022.

⁶⁸¹ Vgl. Thaler/Sunstein, Nudge, Wie man kluge Entscheidungen anstößt, endgültige Ausgabe 2022, 215 ff.

⁶⁸² Mertens et al., The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 119 (2022), 2.

⁶⁸³ S.u.4.2.3.2.4.

⁶⁸⁴ Die Einflussnahme von Behörden auf die Sozialmoral der Gesellschaft, geht zurück auf die Promotion von Lüdemann, Edukatorisches Staatshandeln, Steuerungstheorie und Verfassungsrecht am Beispiel der staatlichen Förderung von Abfallmoral, 1. Auflage 2004.

⁶⁸⁵ Ebd.

über die umweltschädlichen Auswirkungen ihres Verhaltens ihre Verhaltensweisen nicht entsprechend anpassen (Intentions-Verhaltens-Lücke⁶⁸⁶), was dem Phänomen der kognitiven Dissonanz zugeordnet wird.⁶⁸⁷ Den allermeisten Menschen ist längst bekannt, dass Verhaltensweisen wie exzessiver Fleischkonsum, Flugreisen oder der Erwerb eines großen Pkw erhebliche Umweltschäden hervorrufen, was sie jedoch nicht davon abhält, wiederholt diese Entscheidungen zu treffen.

Risiken und Potentiale der durch Nudges erhöhten Sichtbarkeit (in diesem Kontext häufig als "Salienz" bezeichnet) bestimmter Informationen im Entscheidungszeitpunkt werden durch ADS erhöht. Durch das Sichtbarmachen von Korrelationen zwischen Datenelementen, die ohne ADS nicht zu beobachten wären, beeinflussen ADS den informationellen Kontext in den Momenten, in denen individuelles Entscheiden stattfindet, mit dem Ziel, die Aufmerksamkeit und die Entscheidung in die gewünschte Richtung der Gestaltenden der Entscheidungsarchitekturen zu lenken. Insbesondere die Fähigkeit von ADS, während der Zeitspanne nur eines Wimpernschlages, Zusammenhänge aus gigantischen Datenmengen herzustellen und für die Nutzer personalisiert aufzubereiten, ist besonders geeignet, menschliches Verhalten wirksam zu beeinflussen. Vereinfacht ausgedrückt, wird dabei nicht versucht, jemanden durch Argumente zu überzeugen, sondern durch die gezielte Salienz bestimmter Informationen im richtigen Moment die Entscheidung der adressierten Personen in eine bestimmte Richtung zu lenken.

4.2.2.1.3 Kategorisierung von Nudges

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, Nudges als Regulierungsinstrument zu kategorisieren, z.B. anhand der jeweils genannten Heuristiken, gemeinwohlorientiert oder paternalistisch, nach Rechtsform oder in indirekte und direkte Nudges.⁶⁸⁸ Nudges treten in einer Vielzahl verschiedener (Misch-)Formen und Arten auf, weshalb einige Metastudien schlicht einzelne Formen von Nudges und ihre Wirksamkeit in Zusammenhang mit Branchen und/oder Distributionen (wie E-Mail, Website, Zeitung) betrachten.⁶⁸⁹ Aus Gründen der Übersichtlichkeit und rechtlichen Fassbarkeit orientiert sich dieses Kapitel am Vorschlag von Münscher, Vetter und Scheuerle, Nudges anhand des Designs der Interventionstypen zu kategorisieren.⁶⁹⁰ Dabei geht es um eine typisierende Bündelung bestimmter Erscheinungsformen „um spezifische Merkmale erkennen und ihre Rechtserheblichkeit diskutieren zu können“.⁶⁹¹

Nudges mithilfe von ADS können danach weiter unterteilt werden in informationelle Nudges („Decision Information“), Beeinflussung der Entscheidungsstruktur („Decision Structure“) und Entscheidungshilfen („Decision Assistance“). Die Kurzvorstellungen der einzelnen Kategorien beruhen auf der Dissertation von Franziskus Baer,⁶⁹² in welcher sich weitere Erklärungen und

⁶⁸⁶ Sheeran/Webb, The Intention-Behavior Gap, *Social & Personality Psychology Compass* 10 (2016), 503, 518, <https://doi.org/10.1111/spc3.12265>, letzter Zugriff am 09.10.2024; Hunecke, Psychologie und Klimakrise. Psychologische Erkenntnisse zum klimabezogenen Verhalten und Erleben, 2022, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-66260-1>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁶⁸⁷ Barth, Climate action – Psychologie der Klimakrise. Handlungshemmnisse und Handlungsmöglichkeiten, 2021, 348, <https://livivo.idm.oclc.org/login?url=https://ebookcentral.proquest.com/lib/zbmed-ebooks/detail.action?docID=6688854>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁶⁸⁸ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, *Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht* 61 (2023), 106 f.

⁶⁸⁹ Z.B. DellaVigna/Linos, RCTS to Scale: Comprehensive evidence from to nudge units, 2020, <https://doi.org/10.3386/w27594>, letzter Zugriff am 09.10.2024; Hummel/Maedche, How Effective Is Nudging? A Quantitative Review on the Effect Sizes and Limits of Empirical Nudging Studies, *Journal of Behavioral and Experimental Economics* 80 (2019).

⁶⁹⁰ Münscher et al., A Review and Taxonomy of Choice Architecture Techniques, *Journal of Behavioural Decision Making*, 29 (2015), 514; so auch Mertens et al., The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119 (2022) und Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, *Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht* 61 (2023), 106 f.

⁶⁹¹ Hoffmann-Riem, in: ders./Schmidt-Aßmann/Voßkuhle (Hrsg.), *Grundlagen des Verwaltungsrechts*, Bd. II, 2. Aufl. 2012, § 33 Rn. 35; so auch: Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, *Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht* 61 (2023), 108.

⁶⁹² Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, *Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht* 61 (2023).

Fundstellen finden lassen. Die Kategorien werden durch Beispiele aus der digitalen Welt illustriert.

4.2.2.1.3.1 Informationelle Nudges

Informationelle Nudges nutzen Informationen als Medium der Verhaltensbeeinflussung und können über diverse Kanäle, wie beispielsweise öffentliche Anzeigen oder Produktkennzeichnungen, vermittelt werden. Sie können sowohl direkt von staatlichen Stellen bereitgestellt als auch von Privaten, wie Unternehmen, unter staatlicher Anweisung ausgeführt werden. Vieldiskutierte Beispiele hierfür sind die Organspendeinformationen gemäß Transplantationsgesetz oder die Energielabel für Elektronikgeräte. Die Umsetzung informationeller Nudges basiert auf unterschiedlichen verhaltensökonomischen Techniken:

- Auswählen und Herausstellen von Informationen: Es wird nicht jede verfügbare Information, sondern es werden gezielt ausgewählte Informationen bereitgestellt, die die Entscheidung in die gewünschte Richtung lenken sollen. Dabei wird insbesondere die sogenannte Verfügbarkeitsheuristik ausgenutzt, die besagt, dass Menschen dazu neigen, die Wahrscheinlichkeit oder Bedeutung eines Ereignisses anhand der Leichtigkeit abzuschätzen, mit der sie ähnliche Informationen oder Beispiele im Gedächtnis abrufen können. Das bedeutet, dass leicht zugängliche, hervorgehobene, emotionalisierte oder häufig wiederholte Informationen besonders einflussreich sind.
- Hervorheben sachlicher Informationen und Simplifizierung: Durch optische oder grafische Gestaltung wird bestimmten Informationen mehr Bedeutung beigemessen, um ihre Wahrnehmung zu erhöhen. Zum Beispiel heben viele E-Commerce-Websites wichtige Produktinformationen hervor, indem sie diese in größeren Schriftarten, in auffälligen Farben oder durch Icons darstellen und Infografiken oder Tooltips anzeigen.
- Emotionalisierung: Hierbei wird gezielt auf die Emotionen der adressierten Personen eingewirkt. Beispielsweise verwenden Online-Anzeigen oft emotionale Bilder oder Geschichten, um eine stärkere Verbindung zum Betrachter herzustellen. Auch hierbei wird insbesondere die Verfügbarkeitsheuristik instrumentalisiert, da Bilder und emotionale Ereignisse leichter im Entscheidungsmoment abrufbar sind als sachliche Argumente und Statistiken. Automobilhersteller bewerben neue SUV-Modelle oft mit aufregenden Offroad-Fahrten, bei denen die Fahrenden auf dem Weg zu seiner Familie extreme Bedingungen meistert. Dabei sprechen sie gezielt Emotionen wie Freiheit, Abenteuer, Sicherheit und familiäre Geborgenheit an, um eine starke emotionale Verbindung bei den Betrachtenden zu erzeugen.⁶⁹³ Posts, die emotionale Geschichten oder Bilder enthalten, erhalten oft mehr Engagement in Form von Likes, Shares und Kommentaren auf sozialen Medien, als sachliche Posts.
- Ausnutzung weiterer Verhaltensanomalien: Dazu gehört insbesondere das Ausnutzen des sogenannten Framing-Effekts.⁶⁹⁴ Dabei werden gleichwertige Informationen unterschiedlich dargestellt, um verschiedene Reaktionen hervorzurufen. Beispielsweise könnte ein Online-Shop einen Rabatt als „Sparen Sie 20 €!“ statt „20 % Rabatt!“ darstellen, je nachdem, was als attraktiver wahrgenommen wird. Gesundheits-Apps könnten das Risiko des Nicht-Sport-Treibens als "Sie verlieren im Durchschnitt 3 Jahre Ihrer Lebenserwartung" im Vergleich zu "Mit regelmäßigem Training können Sie Ihre Lebenserwartung um 3 Jahre erhöhen" darstellen.
- Soziale Nudges weisen auf das Verhalten Anderer oder auf soziale Normen hin. Sie nutzen die menschliche Neigung, sich am Verhalten von Mitmenschen zu orientieren, und können so sozialen Druck erzeugen, der Entscheidungen beeinflusst. Beispiele sind Online-Shopping-

⁶⁹³ S. <https://www.youtube.com/watch?v=BKmpUam966A> (09.10.2024).

⁶⁹⁴ <https://lehrbuch-psychologie.springernature.com/glossar/framing-effekt-0> (09.10.2024).

Websites, die Produkte als „meistverkauft“ oder „beliebt“ bezeichnen, Bewertungen und Rezensionen, die Anzeige von Personen, die das Produkt „gerade auch“ betrachten, die Beeinflussung der Wahrnehmung eines Inhalts durch die Anzahl von „Likes“, „Shares“ oder „Retweets“ sowie Empfehlungen basierend darauf, was Kontakte der Nutzer auf derselben App (angeblich) bevorzugen.

4.2.2.1.3.2 Beeinflussung der Entscheidungsstruktur

Beeinflussung der Entscheidungsstruktur im Kontext des Nudging bezieht sich darauf, wie Entscheidungsoptionen präsentiert und organisiert werden. Die Beeinflussung von Entscheidungsstrukturen kann grundsätzlich in folgende Techniken unterteilt werden:

- Standardvorgaben (Defaults) basieren darauf, dass Menschen oft dazu tendieren, den status quo oder bestehende Voreinstellungen zu akzeptieren, ohne eine aktive Auswahl zu treffen (Inertia-Effekt⁶⁹⁵). Durch das Festlegen einer Standardoption verändert sich die Rechtsfolge oder das Ergebnis, das sich aus der Nichtentscheidung ergibt. Ein geläufiges Beispiel dafür sind die Regelungen zur Organspende: Einige Länder haben ein „Opt-out“-Modell, bei dem davon ausgegangen wird, dass jemand Organspender ist, es sei denn, er/sie entscheidet sich aktiv dagegen, während andere Länder ein „Opt-in“-Modell haben, bei dem man sich aktiv für die Organspende entscheiden muss. Dabei wird angenommen, dass Opt-out-Modelle in der Regel zu höheren Zustimmungsraten führen.⁶⁹⁶ Beispiele in der digitalen Welt sind Datenschutz- und Softwarevoreinstellungen, automatisches Newsletter-Opt-in, veröffentlichte Profilinformationen auf Social-Media-Plattformen, App-Berechtigungen, Energiesparmodus per Default und automatischer digitaler Versand von Rechnungen und Kontoauszügen als Standard.
- Reorganisation und Umgestaltung von Entscheidungsoptionen setzen darauf, dass kleine Veränderungen in der Art und Weise, wie Entscheidungsoptionen präsentiert oder strukturiert werden, Entscheidungen erheblich beeinflussen können, auch wenn diese Veränderungen ökonomisch vernachlässigbar sind. Dies kann zum Beispiel durch eine tatsächliche oder nur wahrgenommene Manipulation des Aufwandes oder der Mühe durch Veränderungen der physischen Anordnung von Produkten, Dienstleistungen oder in Formularen, aber auch durch die Veränderung der zeitlichen Anordnung von Kosten und Nutzen erreicht werden. In Menüs, Listen oder auf Bildschirmen kann die Reihenfolge, in der Optionen präsentiert werden, die Auswahl beeinflussen. Oft wird die am häufigsten gewählte oder empfohlene Option an erster Stelle platziert. Die Anzeigereihenfolge einer Google-Suche hat erhebliche ökonomische Auswirkungen auf Anbieter des Produktes. Befindet sich eine Website nur auf Seite 2 der angezeigten Ergebnisse für ein beliebtes Suchwort (zum Beispiel Plasmafernseher 16:9), sinken Websitebesuche und Umsatz meist erheblich. Das britische „Green Deal“-Programm enthält als Positivbeispiel für die Reorganisation von Entscheidungsoptionen das Angebot, energiesparende Elektrogeräte mit staatlicher Finanzierung zu kaufen und die Kosten erst später zurückzuzahlen, womit auf die menschliche Tendenz reagiert wird, gegenwärtige Vorteile höher zu bewerten als zukünftige Kosten.⁶⁹⁷ Die Umgestaltung von Objekten zur Veränderung der optischen Wirkung kann so gestaltet werden, dass sie stärker im Entscheidungsprozess berücksichtigt werden oder durch optische Täuschungen eine signifikant veränderte Wirkung erzielen. Auf E-Commerce-Websites wird zum Beispiel oft die Schaltfläche für den Kauf oder das Hinzufügen eines Artikels zum Warenkorb in einer auffälligen

⁶⁹⁵ Für eine Definition siehe beispielsweise den Eintrag zum Inertia-Effekt im Online Lexikon für Psychologie & Pädagogik, <https://lexikon.stangl.eu/19187/inertia-effekt> (28.03.2025).

⁶⁹⁶ S. allerdings die dieser Annahme widersprechenden Ergebnisse von Dallaker et al., Opt-out defaults do not increase organ donation rates, Public Health Volume 236, November 2024, S. 436–440, <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2024.08.009>.

⁶⁹⁷ S. <https://www.gov.uk/green-deal-energy-saving-measures>

Farbe dargestellt, während andere Optionen dezenter sind. Die Platzierung wichtiger Funktionen oder Inhalte „above the fold“ (also im sichtbaren Bereich ohne Scrollen) auf einer Website kann die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Nutzer diese nutzen. Produkte oder Dienstleistungen mit hohen Bewertungen können prominenter dargestellt werden, um die Kaufentscheidung zu beeinflussen. Auch Fortschrittsbalken in Formularen oder während eines Bestellprozesses können Nutzer dazu motivieren, einen Prozess abzuschließen, indem sie visualisieren, wie viel sie bereits erreicht haben und wie wenig noch fehlt.

- Der Einsatz spielerischer Elemente, bekannt als „Gamification“ nutzt den Einsatz von spielerischen Elementen wie Punkten, Ranglisten, Fortschrittsbalken und Auszeichnungen und Designprinzipien in einem eigentlich nicht-spielerischen Kontext, um das Engagement, die Motivation und die Beteiligung der Nutzer zu erhöhen. Beispiele dafür sind Fitness-Apps wie „Fitbit“ und „Nike+ Run Club“, die Abzeichen, Ranglisten und Herausforderungen verwenden, um Nutzer zu motivieren, ihre Fitnessziele zu erreichen. Tagesziele (Streaks) bei Lernplattformen wie Duolingo und Social Media Anwendungen wie Snapchat und Instagram oder auch Apps wie Ecosia, die Bäume für durchgeführte Web-Suchen pflanzen, nutzen Gamification, um Nutzer zur Nutzung ihrer Dienste zu motivieren. Auch die Pflanzenbestimmungs-App Flora Incognita⁶⁹⁸ vergibt Abzeichen für bestimmte Leistungen der Nutzer und möchte Elemente der Gamification zukünftig weiter ausbauen.⁶⁹⁹

4.2.2.1.3.3 Entscheidungshilfen

Entscheidungshilfen sollen die adressierten Personen zu selbstbestimmteren Entscheidungen führen, ohne sie durch Informationen oder Anreize zu überzeugen. Diese Maßnahmen zielen in der Regel darauf ab, Individuen zu reflektierten und weniger verzerrten Entscheidungen zu verhelfen, ohne jedoch ein bestimmtes Entscheidungsergebnis vorzugeben. Es gibt jedoch Bedenken, ob einige dieser Techniken als reine Nudges angesehen werden können, insbesondere, wenn sie Zwangselemente enthalten.

- Anstoßen („Prompted Choice“) und Verpflichten („Mandated Choice“) zur Entscheidung: Bei dieser Technik werden Individuen entweder ermutigt oder verpflichtet, eine aktive Entscheidung zu treffen, oft ohne eine bevorzugte Option vorzugeben. Bei Prompted Choice wird ohne einen Zwang, sich entscheiden zu müssen, die Möglichkeit oder nicht verbindliche Aufforderung, eine Entscheidung zu treffen, an die adressierten Personen herangetragen. Bei Mandated Choice wird von diesen verlangt, eine Entscheidung zu treffen, womit der Bereich des Nudgings durch den hiermit verbundenen Zwang also eigentlich verlassen wird. Dies geschieht zum Beispiel bei der verpflichtenden Entscheidung über die Aktivierung einer Personalausweisfunktion zur elektronischen Identifizierung in Antragsverfahren. Beispiele für Prompted Choice sind Cookie-Hinweise, App-Berechtigungsabfragen, Datenschutzeinstellungen, Newsletter-Abonnements, die Abfrage von Standard-Apps bei erstmaligem Start von Smartphone oder Laptop, oder das Abfragen, ob beim Schließen einer Datei der Fortschritt gespeichert werden soll. Alexa, Siri und Google Assistant fragen beispielsweise, welchen Musikdienst man nutzen möchte und bei Online-Einkäufen können Nutzer aufgefordert werden, Versandoptionen, Zahlungsmethoden oder zusätzliche Produkte/Angebote auszuwählen, bevor sie den Kauf abschließen.
- Cooling-off Periods sind Zeiträume, die einem Einzelnen eingeräumt werden, um getroffene Entscheidungen zu überdenken und gegebenenfalls zu korrigieren. Solche Perioden werden oft für Entscheidungen vorgesehen, die emotional und spontan getroffen werden könnten.

⁶⁹⁸ <https://floraincognita.de> (28.03.2025).

⁶⁹⁹ Dies äußerte Dr. Jana Wäldchen, Entwicklerin der App Flora Incognita im Plenumsgespräch:

„Schützt KI die Natur? Falls ja, wie?“ auf dem 37. Deutschen Naturschutztag, 27.09.2024, <https://www.deutscher-naturschutztag.de/live-stream> (28.03.2025).

Beispiele sind Möglichkeiten, Kommentare und Posts in Social Media zu löschen und zu bearbeiten, Likes und No-likes auf Datingplattformen zurückzunehmen oder die Möglichkeit, über die Spieleplattform „Steam“ erworbene Spiele innerhalb 14 Tagen zurückzugeben, wenn nur wenige Stunden gespielt wurde.

- Selbstbindungshilfen unterstützen Personen dabei, unerwünschte Verhaltensweisen durch Selbstbeschränkung zu vermeiden. Hierbei werden Möglichkeiten angeboten, sich selbst zu beschränken, um bestimmten Verhaltensweisen oder Entscheidungen, die oft durch begrenzte Willenskraft oder Selbstkontrolle beeinflusst werden, entgegenzuwirken. Digitale Beispiele sind die App „Forest“, die die Nutzer motiviert, das Smartphone für den festgelegten Zeitraum nicht zu nutzen, die Apps „Freedom“ und „Cold Turkey“, mit denen die Nutzer den Zugang zu ablenkenden Websites oder Apps blockieren können, um die Produktivität zu steigern und die App „Pact“, bei der Nutzer finanzielle Beiträge einsetzen, die sie verlieren, wenn sie ihre Fitness- oder Ernährungsziele nicht erreichen. Diejenigen, die ihre Ziele erreichen, werden aus dem Pool derjenigen bezahlt, die es nicht geschafft haben.

4.2.2.2 Regulierungspotential des Nudgings

Das große Potential von Nudges für eine umweltfreundliche Regulierung wird ebenso wie der Einfluss sozialer Normen auf das Entscheidungsverhalten⁷⁰⁰ oft unterschätzt. Der SRU geht zum Beispiel in seinem Sondergutachten „Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern“ davon aus, dass Nudging und Eingriffe in die Entscheidungsarchitektur keine eigenständigen Regulierungsinstrumente seien, sondern

*„andere Instrumente ergänzen und anpassen, indem die Verhaltenssituationen sowie die Adressat:innen und ihre Verhaltensheuristiken, also in der Bevölkerung verbreitete vereinfachende Verhaltensregeln, mitgedacht werden“.*⁷⁰¹

Dem ist entgegenzuhalten, dass die Forschung eigenständige umweltfreundliche Verhaltensänderungen als Wirkungen von Nudging-Maßnahmen aufzeigen konnte, beispielsweise bei der Reduzierung von Wasser- und Papierverbrauch⁷⁰², der Steigerung des Lebensmittelabfallrecyclings⁷⁰³, der Senkung des Energieverbrauchs⁷⁰⁴ und der Begrenzung von Lebensmittelverschwendung⁷⁰⁵. Eine Metaanalyse ergab in diesem Kontext, dass in der Umgebung inzident vorhandene Normen regelmäßig zu einer automatischen Verhaltensreaktion führen und dass solche implizit signalisierten Normen einen stärkeren Einfluss auf das Verhalten haben als explizit genannte Normen.⁷⁰⁶ Die mit diesem Ergebnis verbundene Erkenntnis scheint wenig überraschend, ist sie doch längst im allgemeinen Sprachgebrauch als „Herdenverhalten“ verankert und mit wunderbaren Märchen wie Hans Christian Andersens „Des Kaisers neue Kleider“ ausgeschmückt. Teilweise reichen bereits Informationen darüber, wie sich Personen der eigenen

⁷⁰⁰ Bergquist et al., A meta-analysis of field-experiments using social norms to promote pro-environmental behaviors, *Global Environmental Change* 58 (2019), 101941, 1, https://canvas.gu.se/files/6177154/download?download_frd=1, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁰¹ SRU, Sondergutachten: Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern, Mai 2023, Tz. 147, https://www.umwelt-rat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2020_2024/2023_05_SG_Umweltfreundliches_Verhalten.html, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁰² Egebark/Ekström, Can indifference make the world greener?, *Journal of Environmental Economics and Management* 76 (2016), 1–13.

⁷⁰³ Lindner et al., Using behavioural insights to promote food waste recycling in urban households – Evidence from a longitudinal field experiment, *Frontiers in Psychology* 9 (2018), 1–13.

⁷⁰⁴ Costa/Kahn, Energy conservation “nudges” and environmentalist ideology: Evidence from a randomized residential electricity field experiment, *Journal of the European Economic Association* 11 (2013), 680–702.

⁷⁰⁵ Kallbekken/Sælen, ‘Nudging’ hotel guests to reduce food waste as a win-win environmental measure, *Economics Letters* 119 (2013), 325–327.

⁷⁰⁶ Bergquist et al., A meta-analysis of field-experiments using social norms to promote pro-environmental behaviors, *Global Environmental Change* 58 (2019), 101941, https://canvas.gu.se/files/6177154/download?download_frd=1, letzter Zugriff am 09.10.2024.

Gruppe statistisch Verhalten, um signifikante Einsparungen, zum Beispiel hinsichtlich des Handtuchverbrauchs in Hotels,⁷⁰⁷ zu erreichen.⁷⁰⁸

Entscheidungen, die unter Ausnutzung von Verhaltensanomalien zustande kommen, sind berechenbar, was nichts anderes bedeutet, als dass Menschen in ihrer Irrationalität berechenbar sind.⁷⁰⁹ *Mertens et al* zeigen mit einer jüngeren Metastudie, dass Nudging eine geringe bis mittlere statistische Effektstärke aufweist (die Metastudie wertet 200 Studien mit über 440 Effektgrößen von 2010 bis 2020 aus).⁷¹⁰ Nudging ist danach vor allem dann besonders wirkungsvoll, wenn Menschen in Situationen Entscheidungen treffen müssen, in denen sie wenig Zeit haben, begrenzte mentale Kapazitäten zur Verfügung stehen oder die Motivation fehlt, komplexe Entscheidungen zu bewältigen.⁷¹¹ Die **Effizienz der Verhaltensbeeinflussung** durch Eingriffe in die Entscheidungsarchitektur hängt dabei stark davon ab, welche Verhaltensanomalien im Entscheidungsmoment durch den Nudge adressiert werden.⁷¹² Veränderungen in der Entscheidungsstruktur, insbesondere der Voreinstellungen („Default“) sollen deutlich die größte Effektstärke aufweisen, während Änderungen der Entscheidungsinformationen und Entscheidungsassistenten ungefähr gleich wirksam sind.⁷¹³

Für die **statistische Wirksamkeit** eines Nudge ist zudem entscheidend, auf welchem Gebiet das gewünschte Verhalten erreicht werden soll. Insbesondere in Bereichen, in denen Menschen durch häufige Entscheidungen Gewohnheiten ausbilden, wie zum Beispiel bei der Ernährung, zeigen sie sich als besonders beeinflussbar durch Nudging, während Themen wie Finanzen, in denen die meisten Menschen nur selten Entscheidungen zu treffen haben und damit weniger Gewohnheiten ausbilden, deutlich weniger effektiv durch Nudging beeinflusst werden können.⁷¹⁴

Die mittleren Effektstärken stellen sich wie folgt dar:

⁷⁰⁷ Goldstein et al., A Room with a Viewpoint: Using Social Norms to Motivate Environmental Conservation in Hotels, *Journal of Consumer Research* 35 (2008), 472-482.

⁷⁰⁸ Grundlegend: Thaler/Sunstein, *Nudge, Wie man kluge Entscheidungen anstößt*, endgültige Ausgabe 2022, 86ff. – „Der Herde folgen“.

⁷⁰⁹ Weinzierl, Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, *NVwZ - Extra* 15/2020, 1, 2, mit Verweis auf Ariely, *Predictably Irrational, The Hidden Forces That Shape Our Decisions*, 2008.

⁷¹⁰ Mertens et al., The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119 (2022).

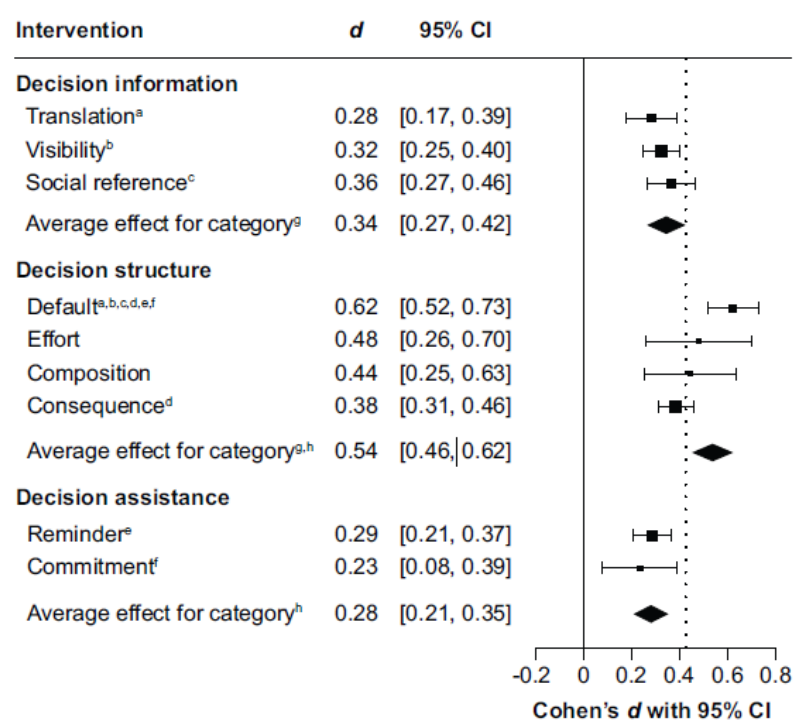
⁷¹¹ Valkengoed et al., To select effective interventions for pro-environmental behaviour change, we need to consider determinants of behaviour, *Nature Human Behaviour* 6 (2022), 1487.

⁷¹² Mertens et al., The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119 (2022), 2.

⁷¹³ Ebd., 2.

⁷¹⁴ Ebd., 6 f.

Abbildung 1211: Wirksamkeit des Nudging nach Art des Nudging⁷¹⁵



Quelle: Mertens et.al. (2022)

Da es sich bei Gewohnheiten um hochautomatisierte Verhaltensreaktionen auf Umgebungsreize handelt, für die eine besonders starke Assoziation zwischen Verhalten und Entscheidungsarchitektur charakteristisch ist, ist es naheliegend, dass Veränderungen in der Entscheidungsarchitektur ein wirksames Instrument zur Änderung von gewohnheitsmäßigen Verhaltensweisen sind.⁷¹⁶ Umgekehrt kann ein Nudge auch gezielt Gewohnheiten ansprechen, um das gewünschte Verhalten zu erreichen. Pauschaliert lässt sich festhalten, dass Nudges in bestimmten Situationen besser geeignet sind, beispielsweise umweltschädliche Gewohnheiten zu beeinflussen, als andere Formen der Verhaltensbeeinflussung, insbesondere solche, die auf rationale Überzeugung der adressierten Personen abzielen.⁷¹⁷ Die mittleren Effektstärken stellen sich für die von *Mertens et al* untersuchten Gebiete Gesundheit, Ernährung, Umwelt, Finanzen, Soziales und Sonstige wie folgt dar:

⁷¹⁵ The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 119.

⁷¹⁶ SRU, Sondergutachten: Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern, Tz. 149, https://www.umwelt-rat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2020_2024/2023_05_SG_Umweltfreundliches_Verhalten.html, letzter Zugriff 09.10.2024.

⁷¹⁷ Verplanken/Wood: Interventions to break and create consumer habits, Journal of Public Policy & Marketing 25 (2006), 90–103.

Abbildung 1312: Wirksamkeit verschiedener Nudging-Instrumente nach Lebensbereichen⁷¹⁸

Intervention	<i>d</i>	95% CI			
<i>Health</i>			<i>Finance</i>		
Decision information	0.26	[0.09, 0.43]	Decision information	0.23	[0.13, 0.33]
Decision structure ^a	0.44	[0.29, 0.59]	Decision structure	0.33	[0.20, 0.46]
Decision assistance ^a	0.20	[0.05, 0.35]	Decision assistance	0.21	[0.10, 0.33]
Average effect for domain ^f	0.34	[0.25, 0.43]	Average effect for domain ^{h,i}	0.24	[0.14, 0.35]
<i>Food</i>			<i>Pro-social</i>		
Decision information	0.44	[0.19, 0.70]	Decision information	0.37	[0.23, 0.50]
Decision structure ^b	0.78	[0.54, 1.01]	Decision structure ^d	0.48	[0.31, 0.66]
Decision assistance ^b	0.43	[0.28, 0.59]	Decision assistance ^d	0.21	[0.13, 0.30]
Average effect for domain ^{g,h,j}	0.65	[0.47, 0.83]	Average effect for domain ⁱ	0.41	[0.27, 0.54]
<i>Environment</i>			<i>Other</i>		
Decision information	0.40	[0.22, 0.58]	Decision information	0.27	[0.20, 0.35]
Decision structure ^c	0.52	[0.37, 0.68]	Decision structure ^e	0.41	[0.16, 0.66]
Decision assistance ^c	0.25	[0.06, 0.43]	Decision assistance ^e	0.20	[0.09, 0.31]
Average effect for domain ^{k,l}	0.43	[0.33, 0.54]	Average effect for domain	0.31	[0.09, 0.52]

Quelle: Mertens et.al. (2022)

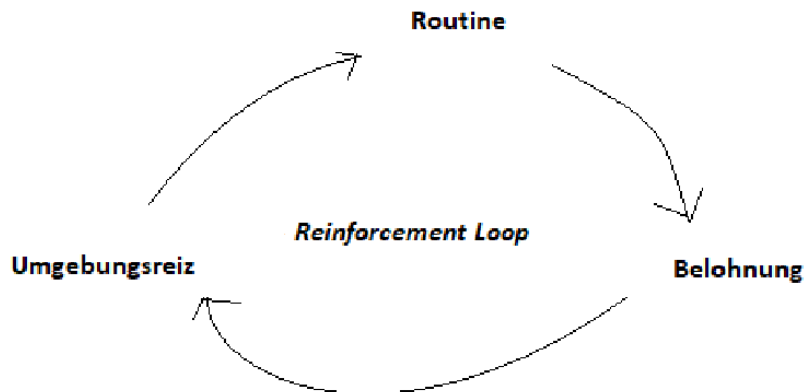
Nudges können demnach einen wichtigen Beitrag bei der Änderung umweltschädlicher Routinen leisten. Routinen, als komplexe Abfolge von Gewohnheiten, entstehen durch die wiederholte Ausführung von Verhalten in stabilen Kontexten, wobei viele potentiell umweltschädliche Verhaltensweisen, wie die Wahl und Nutzung des Verkehrsmittels oder der Konsum von Lebensmitteln, als Routinen verstanden werden können.⁷¹⁹ Die Verhaltenspsychologie beschreibt die Entstehung von Gewohnheiten als repetitiven Prozess, sogenannte Gewohnheitsschleifen: Für Nudges relevant ist der Umstand, dass das Belohnungssystem in Gewohnheitsschleife nicht auf ein Verhalten reagiert, sondern bereits auf die Umgebungsumstände, mit anderen Worten auf die gewohnte Entscheidungsarchitektur.⁷²⁰

⁷¹⁸ The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 119.

⁷¹⁹ Lindner et al., Pro-environmental habits: An underexplored research agenda in sustainability science, Ambio 51 (2022), 546-556, 547.

⁷²⁰ Ebd. 547 ff.

Abbildung 1413: Die Gewohnheitsschleife veranschaulicht, wie eine Gewohnheit allmählich verstärkt wird durch eine belohnende Assoziation zwischen Reiz und Handlung



Quelle: Abbildung nach Lindner et al., Pro-environmental habits: An underexplored research agenda in sustainability science, *Ambio* 51 (2022).

In diesem Zusammenhang ist es wenig verwunderlich, dass trotz eines weltweit wachsenden Bewusstseins für den Klimawandel und dessen Probleme, die Umsetzung der für das Erreichen des 1,5°C-Ziels notwendigen Verhaltensänderungen auf große Schwierigkeiten stößt. Menschliches Verhalten gründet sich zu einem bedeutenden Teil auf Gewohnheiten, die sich nicht einfach durch das Erlangen neuer Erkenntnisse ändern lassen. Sie basieren oft auf etablierten und oft umweltschädlichen Routinen.⁷²¹

Demnach sind es nicht ausschließlich die gegenwärtigen Entscheidungen, die als Fundament für unser nicht nachhaltiges Verhalten fungieren. Vielmehr entwickeln sich gerade die einst getroffenen Entscheidungen zu fest verankerten Gewohnheiten und Lebensstilen, die die nachhaltige Transformation hemmen.⁷²² Mit dem bereits beschriebenen Problem des umweltschädlichen data bias (s.o. 2.2.3) korrespondiert somit ein „Routinen-bias“, indem bestehende Routinen fließen datenbasiert in adaptierte Zielfunktionen von ADS einfließen können.

Fest steht daher, dass Eingriffe in die Entscheidungsarchitektur erhebliches Potential haben, durch die Änderung von Gewohnheiten umweltschädliches Verhalten in der breiten Bevölkerung in umweltfreundliches Verhalten umzuwandeln. Spiegelbildlich besteht die Gefahr einer Verschlechterung bestehender und Ausbildung neuer umweltschädlicher Gewohnheiten, wenn man Nutzer ungeschützt der Einflussnahme Dritter überlässt.

Für die rechtliche Bewertung von Nudges ist die Differenzierung hinsichtlich ihrer zeitlichen Wirkdimension grundlegend, weil dem Entscheiden in einer konkreten Entscheidungssituation andere grundrechtliche Schutzbereiche zugeordnet werden können als der Beeinflussung langfristiger Präferenzen. Danach wird bei Maßnahmen, die auf langfristig orientierte Änderung von Einstellungen und Überzeugungen abzielen, häufig der Schutzbereich des allgemeinen Persön-

⁷²¹ Ebd.

⁷²² Ebd.

lichkeitsrechts eröffnet sein, da selbstbestimmtes Entscheiden auf den jedem Individuum eigenen Einstellungen und Überzeugungen beruhen.⁷²³ Entscheidungsarchitekturen in der konkreten Entscheidungssituation sollen diese Entscheidungs- und Überzeugungsbildung dagegen nicht betreffen, sondern der allgemeinen Handlungsfreiheit näherliegen. Im Zentrum dieses Prozesses steht demnach typischerweise die unmittelbare Vorbereitung der äußerlich wahrnehmbaren Freiheitsausübung (s. hierzu unten, 4.2.3.2.1).⁷²⁴

Die hier dargestellten Erkenntnisse der Verhaltenswissens- und Kognitionswissenschaften scheinen zumindest die Annahme zu entkräften, dass (nur, oder vor allem) das persönlichkeitsrechtlich relevante Vermitteln von Informationen und Bildungsinhalten, das Ändern von Überzeugungen eine langfristige (rationale) Verhaltensänderung der adressierten Personen erreichen könne, während Nudges „nur“ auf kurze Sicht das Verhalten beeinflussen. Wie beschrieben, ändern sich Routinen nicht zwangsläufig wirksamer durch rationale Überzeugung, sondern können sich, ungeachtet rationaler Überzeugungsarbeit, auch aufgrund von durch Nudging beeinflussten „Gewohnheitsschleifen“ verändern. Diese Annahme betrifft nicht nur die grundrechtliche Einordnung von Nudging-Maßnahmen, sondern auch deren regulatorische Wirksamkeit⁷²⁵: sie impliziert, dass auch „nur“ die allgemeine Handlungsfreiheit betreffenden Nudging-Maßnahmen im Ergebnis selbst langfristig effektiver sein könnten als „rationale“ Instrumente zur Vermittlung von Werten und Überzeugungen.

4.2.2.3 Hypernudge: Konvergenz zwischen Nudging und ADS

„We are going to consider all of humanity as an extremely advanced, large-scale distributed processing unit that can solve large-scale problems that computers cannot yet solve“

– Luis von Ahn über seine Dissertation „Human Computation“ – ⁷²⁶

“The advance of technology is based on making it fit in so that you don’t really even notice it, so it’s part of everyday life.”

– Bill Gates –

In diesem Unterkapitel wird erläutert, wie ADS und Nudging konvergieren (s.u. 4.2.2.3.1) und es wird der integrale Bestandteil menschlicher Arbeit an der ökonomischen Verwertung von ADS mithilfe von Nudging dargestellt (s.u. 4.2.2.3.2). Sodann wird erklärt, warum User-Interfaces der wesentliche Hebelpunkt einer ökologischen Regulierung von Nudging mit ADS sind und die darüberhinausgehende Personalisierung durch prädiktive Analytik beleuchtet (s.u. 4.2.2.3.4).

4.2.2.3.1 Konvergenz zwischen ADS und Nudging

Automatisierte Datenauswertung und Nudging werden zunehmend integriert und gemeinsam genutzt, um Entscheidungsprozesse zu beeinflussen. Mit anderen Worten begünstigt sich die Konvergenz von Nudging und automatisierter Datenauswertung mithilfe von ADS eher, als dass sie sich behindert.⁷²⁷ Wie gezeigt, haben Nudges erhebliches Potential, Entscheidungen gezielt zu beeinflussen. Dieses Potential weisen auch ADS auf, da sie Entscheidungsempfehlungen und problemrelevante Informationen im Moment der Entscheidung in Echtzeit berechnen und zur

⁷²³ Lüdemann, Edukatorisches Staatshandeln, Steuerungstheorie und Verfassungsrecht am Beispiel der staatlichen Förderung von Abfallmoral, 1. Aufl. 2004, S. 110f.; Kolbe, Freiheitsschutz vor staatlicher Gesundheitssteuerung – Grundrechtliche Grenzen paternalistischen Staatshandelns, 2017, 223 ff.

⁷²⁴ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 179f. m.w.N.

⁷²⁵ Diese „Steuerungsintensität“ ist, wie weiter unten ausgeführt, wiederum für die Frage der Eingriffsqualität solcher Maßnahmen von Bedeutung, s.u. 4.2.3.2.2.

⁷²⁶ Ahn, Human Computation, Google Tech Talk, 26.06.2006, <https://www.youtube.com/watch?v=tx082gDwGcM>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷²⁷ Grafenstein et al. (2018), Nudging – Regulierung durch Big Data und Verhaltenswissenschaften, 30.

Verfügung stellen können.⁷²⁸ Der Zusammenhang von Nudging und ADS bezeichnet **die zunehmende Nutzung automatisiert erhobener, gesammelter und ausgewerteter digitaler Daten zur subtilen Beeinflussung von Verhalten, ohne dabei (primär) Zwang, Drohungen oder finanzielle Anreize einzusetzen.**⁷²⁹ Hierbei handelt es sich um einen Prozess der digitalen Entscheidungsunterstützung, der zu Beginn dieses Kapitels als Automated-Decision-Guidance-System bezeichnet wurde. Mittels Automated-Decision-Guidance-Systemen streben Anbieter und Entwickelnde von ADS (sogenannte Entscheidungsarchitekten⁷³⁰) danach, Technologien so zu entwickeln, dass sie die Entscheidungsprozesse der Nutzer eine von den Verantwortlichen für die Entscheidungsarchitektur bevorzugte Richtung lenken. Dies wird erreicht, indem der zugrundeliegende Software-Algorithmus so programmiert und trainiert wird, dass er Vorschläge macht, die als „optimal“ angesehen werden und den Intentionen der Verantwortlichen für die Entscheidungsarchitektur entsprechen. Automated-Decision-Guidance-Systeme bieten Nutzern also gezielt und automatisiert solche Vorschläge an, die sie zu Entscheidungen bewegen sollen, die den Vorstellungen und Präferenzen der Verantwortlichen für die Entscheidungsarchitektur entsprechen.⁷³¹

Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive erweist sich für Automated-Decision-Guidance-Systeme sozialer Netzwerkplattformen zum Beispiel eine Zielsetzung als rational, das darauf ausgerichtet ist, die Verweildauer der Nutzer zu maximieren sowie die Quantität und Qualität der von ihnen generierten Datenströme zu optimieren. Diese Ausrichtung folgt aus dem zugrundeliegenden Geschäftsmodell, in welchem Nutzer primär die Funktion von Datenlieferanten erfüllen, während Unternehmen als eigentliche Geschäftspartner fungieren – als Abnehmer prognostischer Analysen bezüglich zukünftigen Konsumverhaltens der Nutzerschaft. Dieses Modell entspricht dem von Zuboff konzeptualisierten Überwachungskapitalismus.⁷³²

Während das Konzept des klassischen Nudge relativ schlicht ist, funktioniert die Verhaltensbeeinflussung mithilfe von ADS in hochgradig komplexer Weise.⁷³³ *Karen Yeung* veranschaulicht die Unterschiede zwischen Nudge und Hypernudge, indem sie eine Bodenschwelle, wie sie zum Beispiel in geschlossenen Wohngebieten zur Verkehrsberuhigung eingesetzt wird (klassischer Nudge), mit einem hochentwickelten, dynamischen ADS-gesteuerten Verhaltensanstoß in Form der Navigationsfunktion von Google Maps vergleicht:⁷³⁴ In beiden Fällen ist der Fahrer nicht gezwungen, sich so zu verhalten, wie es die Gestaltenden der Entscheidungsarchitektur für optimal hält. So muss ein Autofahrer, der sich einer Bodenschwelle nähert und bereit ist, die Unannehmlichkeiten und möglichen Fahrzeugschäden in Kauf zu nehmen, die sich ergeben können, wenn er die Schwelle mit hoher Geschwindigkeit überfährt, nicht langsamer werden. Auch ist der Fahrer, der Google Maps nutzt, nicht gezwungen, den "Vorschlägen" zu folgen, die Google Maps anbietet. Wenn der Fahrer jedoch einer vorgeschlagenen Richtung nicht folgt, konfiguriert Google Maps seine Routenführung in Bezug auf den neuen Standort des Fahrzeugs einfach neu. Dies geschieht durch die algorithmische Analyse von Live-Datenströmen, die sowohl den Standort des

⁷²⁸ Steyvers/Kumar, Three Challenges for AI-Assisted Decision Making, *Perspectives on Psychological Science* 19 (2023), 722–734.

⁷²⁹ Grafenstein et al. (2018), Nudging – Regulierung durch Big Data und Verhaltenswissenschaften, 2018, 17f.

⁷³⁰ Der Begriff „choice architects“ ist in der Verhaltensökonomie gebräuchlich, i.F. wird der Begriff der „Entscheidungsarchitektur“ verwendet. Sofern von den für deren Ausrichtung verantwortlichen Akteuren die Rede ist, wird von „Verantwortlichen“, „Gestaltenden“ einer Entscheidungsarchitektur oder von „choice architects“ gesprochen.

⁷³¹ Seager et al., Sustainable Engineering Science for Resolving Wicked Problems, *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 25 (2012), 467–484.

⁷³² Das mittlerweile geflügelte Wort geht auf Shoshana Zuboff zurück, siehe beispielsweise Zuboff, *Surveillance Capitalism – Überwachungskapitalismus – Essay, Aus Politik und Zeitgeschichte*, 2019, <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/292337/surveillance-capitalism-ueberwachungskapitalismus-essay/>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷³³ Yeung, 'Hypernudge': Big Data as a mode of regulation by design, *Information, Communication & Society* 20 (2017), 118, 123.

⁷³⁴ Ebd., 123.

Fahrzeugs als auch "Stau-Hotspots" verfolgen, die algorithmisch vorhergesagt werden und sich darauf auswirken, wie schnell das Fahrzeug sein gewünschtes Ziel erreichen wird.

Google Maps nutzt, wie die meisten erfolgreichen Apps, eine Vielzahl von Nudges. Bereits die Hervorhebung einer optimalen neuen Route ist beispielsweise ein Nudge in Form einer Standardeinstellung, wobei zugleich die Verfügbarkeitsheuristik instrumentalisiert und bestimmte Informationen im Vergleich zu anderen besonders hervorgehoben werden. Ihre Salienz wird beispielsweise farblich verstärkt. Es könnte sich bei der vorgeschlagenen Route beispielsweise um die schnellste oder um die nachhaltigste Route handeln. Entscheidend für das Verständnis der besonderen Relevanz von Automated-Decision-Guidance-Systemen ist jedoch die sekunden-schnelle Neuausrichtung des verwendeten Nudges. Sie reagieren fast in Echtzeit sowohl auf veränderte Umgebungsbedingungen als auch auf das Verhalten der adressierten Personen. Damit können relevante Verhaltensbeeinflussungen einer Vielzahl von Nutzern erreicht werden. Google Maps kann den Verkehr lahmlegen oder ihn ökologisch positiv beeinflussen. Anders als beim zuvor beschriebenen klassischen Nudge nach *Thaler* und *Sunstein*, bei dem in der Kantine Obst statt Desserts auf Augenhöhe platziert werden, um eine gesunde Ernährung zu fördern,⁷³⁵ kommt es beim Einsatz von ADS mit Big-Data-Analysen aufgrund des vernetzten, ständig aktualisierten und ubiquitären Charakters zu starker Machtkonzentrationen auf Seiten der Gestaltenden der Entscheidungsarchitekturen, was „*Hypernudge*“ laut Yeung insbesondere kennzeichnet.⁷³⁶

Nudges durch Google Maps veranschaulichen die *Risiko- und Potenzialfaktoren der Technosteuerung* besonders deutlich (s.o. 2.1.3): Das System weist eine extrem hohe Durchdringung auf, da es sehr viele Userinnen erreicht, wodurch seine Steuerungsziele in höchstem Maße skaliert werden. Google Maps vereint dabei die spezifische Problematik einer *zentralisierten* Steuerungsmöglichkeit bei einem großen Tech-Konzern (Google) mit der gleichzeitigen *Dezentralisierung* der Steuerungselemente und einem hohen Grad der Anwendungspersonalisierung, bei der Millionen Userinnen individualisierte Routenvorschläge erhalten. Diese *Personalisierung* impliziert, dass die Technosteuerung sich nicht nur top-down an vorgegebenen Steuerungszielen von Google ausrichtet, sondern gewissermaßen auch bottom-up am Userverhalten orientiert: Userinnen können neue Routen fahren und sie damit für den Algorithmus relevant werden lassen; der Algorithmus kann bestimmte Routen bestimmten Userinnen aus spezifischen Gründen vorschlagen oder vorenthalten. Dabei arbeitet Google Maps weitestgehend *autonom* und in Echtzeit. Problematisch kann dies etwa sein, wenn Google Maps beispielsweise den Verkehr einer Stadt oder wichtiger Transportrouten zum Erliegen bringt, was unter anderem zu erheblichen Umweltauswirkungen durch zusätzliche Abgase und Ressourcenverbrauch führen kann. Für solche Szenarien wird etwa eine Designvorgabe vorgeschlagen, die beispielsweise eine Notabschaltfunktion vorsehen könnte.⁷³⁷ Schließlich weist Google Maps eine hohe *Persistenz* auf, indem bereits gefahrene Routen verstärkt und wenig oder bisher nicht genutzte Routen gegebenenfalls nicht angezeigt werden, wodurch Pfadabhängigkeiten verstärkt werden. Bei erfolgreicher Regulierung – beispielsweise in Form einer Sustainability by Default – können jedoch auch Potentiale gehoben werden.

⁷³⁵ Thaler/Sunstein, Nudge, Wie man kluge Entscheidungen anstößt, endgültige Ausgabe 2022, 19 ff.

⁷³⁶ Yeung, 'Hypernudge': Big Data as a mode of regulation by design, Information, Communication & Society 20 (2017), 118, 124, s.a.o. 2.1.3.

⁷³⁷ Unter anderem vorgeschlagen von Suleyman/Bhaskar, The Coming Wave, Künstliche Intelligenz, Macht und das größte Dilemma des 21. Jahrhunderts, 2024, Kapitel 14: Zehn Schritte zur Eindämmung.

4.2.2.3.2 Die Vernetzung zwischen Mensch und Maschine als integraler Bestandteil von ADS

Um die richtigen Hebelpunkte bei der Regulierung von ADS anzusetzen, ist der Anteil menschlicher Einflüsse auf die Outputs von ADS in den Blick zu nehmen.⁷³⁸ Insbesondere bei dem Zusammenspiel zwischen Nudging und ADS wirkt sich die komplexe Verwobenheit von Mensch und Maschine aus, die in diesem Lichte als Mensch-Maschine-Systeme, als „*Human-Aided-AIs*“, bezeichnet werden.⁷³⁹ Soziale Verhaltensweisen und technische Prozesse in Computernetzwerken sind eng miteinander verknüpft (doppelte Rückkopplungsschleifen). Das macht die Analyse von ADS schwierig. Diese Analyse betrifft viele Aspekte: von der Art und Weise, wie Menschen Technologie nutzen, über die Programmierung und das Training von ADS, bis hin zu den Bauteilen von Computern. Dazu gehören auch Themen wie digitale Arbeitsweisen, Geschäftsmodelle und gesellschaftliche Diskurse über KI.⁷⁴⁰

Viele als kompliziert geltende Probleme der Informatik, darunter Objekterkennung in Bildern, Transkription gesprochener Sprache, Identifikation von Mustern und Korrelationen in großen Datensätzen, können unterdessen, vor allem aufgrund der Erfolge im Bereich des Deep Learning, automatisiert werden.⁷⁴¹ Die Verbindung aus Deep Learning und ADS ermöglicht es, Nudges dynamisch und automatisiert zu verwenden. ADS beobachten Verhalten und Reaktionen ihrer Nutzer und passen ihre Entscheidungsvorschläge entsprechend an. Dabei kann das Userverhalten in eine gewünschte Richtung gelenkt werden. Die zugrundeliegenden Algorithmen werden also in einem „sozio-technischen“ Mensch-Maschine-Kontext kontinuierlich optimiert und aktualisiert.⁷⁴² Diese kontinuierliche Optimierung im vernetzten Mensch-Maschine-Kontext ermöglicht es, Daten in Echtzeit zu integrieren, um das System fortlaufend zu verbessern.⁷⁴³ Dadurch kann das ADS nicht nur auf aktuelle Nutzerinteraktionen reagieren, sondern auch zukünftige Verhaltensweisen besser vorhersagen und sich entsprechend anpassen.

Vernetzte, datengetriebene digitale Entscheidungstechnologien funktionieren demnach als in sich geschlossene kybernetische Mensch-Maschine-Systeme, die ständige rekursive Rückkopplungsschleifen hervorrufen (s.o. 4.2.2.2).⁷⁴⁴ Die beschriebenen Loops menschlicher Gewohnheiten verzahnen sich mit den rekursiven Rückkopplungsschleifen von ADS. Diese haben sich historisch gebildet und sind ein dauerhafter integraler Bestandteil des kommerziellen Erfolges von ADS.⁷⁴⁵

4.2.2.3.3 User-Interfaces als Hebelpunkte ökologischer Regulierung von ADS

Die Regulierung von Nudges und ADS kann im Hinblick auf die ökonomische Funktionsweise des Hypernudging an den Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine ansetzen und grundsätzlich zwei wesentliche Ziele verfolgen, nämlich:

⁷³⁸ Mühlhoff, Menschengestützte Künstliche Intelligenz: Über die soziotechnischen Voraussetzungen von „deep learning“, Zeitschrift für Medienwissenschaft, 2019/2, 56 ff.

⁷³⁹ Mühlhoff, Human-Aided Artificial Intelligence. Or, How to Run Large Computations in Human Brains?, New Media & Society 22 (2019), 1868–1884.

⁷⁴⁰ Mühlhoff, Die Macht der Daten. Warum Künstliche Intelligenz eine Frage der Ethik ist, Osnabrücker Universitätsreden, Band 10, 2023, 23 f., <https://www.vr-elibrary.de/doi/book/10.14220/9783737015523>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁴¹ Mühlhoff, Menschengestützte Künstliche Intelligenz: Über die soziotechnischen Voraussetzungen von „deep learning“, Zeitschrift für Medienwissenschaft, 2019/2, s.a.o. 2.1.1.

⁷⁴² Esposti, When big data meets dataveillance: The hidden side of analytics, Surveillance & Society 12 (2014), 209–225.

⁷⁴³ Rieder, Procreation, Adoption and the Contours of Obligation, Applied Philosophy 32 (2015), 293–309.

⁷⁴⁴ Yeung, 'Hypernudge': Big Data as a mode of regulation by design, Information, Communication & Society 20 (2017), 118, 122; Maschewski/Nosthoff, Überwachungskapitalistische Biopolitik: Big Tech und die Regierung der Körper, Zeitschrift für Politikwissenschaften 32 (2022), 429–455.

⁷⁴⁵ Mühlhoff, Die Macht der Daten. Warum Künstliche Intelligenz eine Frage der Ethik ist, Osnabrücker Universitätsreden, Band 10, 2023, 23, <https://www.vr-elibrary.de/doi/book/10.14220/9783737015523>, letzter Zugriff am 09.10.2024. Aus dieser Perspektive macht es Sinn zu argumentieren, dass viele der ADS zugrundeliegenden Deep Learning Anwendungen auf menschlicher Arbeit (insbesondere Klickarbeit) beruhen, da sie fortwährend auf Trainings- und Verifikationsdaten angewiesen sind, wie zum Beispiel die Funktionsweise der Google Suche oder die Facebook Bilderkennung veranschaulichen, s. Mühlhoff, ebd. 18 ff.

erstens verhindern, dass sich durch Nudging umweltschädliche Gewohnheiten in Form von Routinen verstärken, oder sich neu etablieren, sowie zweitens darauf hinwirken, dass das Potential von Nudges, bestehende Gewohnheiten aufzubrechen und neue zu etablieren, dafür eingesetzt wird, neue umweltfreundliche Gewohnheiten in Form von Routinen zu etablieren und zu verstärken.

Beide Regulierungsziele können effektiv über den Zugriff auf **User-Interfaces** verfolgt werden. Das liegt an der massiven ökonomischen Bedeutung des Deep Learning und des überwachten Lernens für die industrielle Anwendung von KI.⁷⁴⁶ Der kommerzielle Erfolg solcher ADS hängt eng mit der Entwicklung im Bereich „human-computer interaction“ (HCI) und des „User Experience design“ (UX-Design) zusammen.⁷⁴⁷ Ein zentraler Anknüpfungspunkt für eine ökologische und gemeinwohlorientierte Regulierung von ADS sind daher Nudges innerhalb visueller Benutzeroberflächen. Denn über grafische Schnittstellen zwischen vernetzter Dateninfrastruktur und menschlichen Körpern werden Menschen und ihre kognitiven Leistungen in ADS eingebunden.⁷⁴⁸ Letztlich spielt es keine entscheidende Rolle, wie ein ADS ursprünglich trainiert wurde, wenn beispielsweise gesetzliche Vorgaben bestehen, die besagen, dass die ersten drei Produkte, die in einer Suchmaschine angezeigt werden, bestimmten Nachhaltigkeitskriterien genügen müssen. Ebenso, wenn die von einem Navigationssystem vorgeschlagene Route aufgrund gesetzlicher Vorgaben die nachhaltigste Option sein muss. Automatisch würden signifikant mehr Nutzer diese Optionen auswählen und damit deren Suchrelevanz steigern. Es ist daher naheliegend, die Regulierung des Nudging mit ADS auf Benutzeroberflächen zu fokussieren.

Wie in Kapitel 2.1.4.1 ausgeführt, muss beim überwachten Lernen für jeden Input der korrekte Output bereits bekannt sein, wobei die Beschaffung und Qualitätssicherung dieser korrekten Ausgabeinformation eine Herausforderung in der Praxis darstellt.⁷⁴⁹ Deep Learning basierte ADS lernen auch von ihren Nutzern, wie ihre Verhaltensanomalien effektiv und personalisiert ausgenutzt werden können. Sowohl der Lernprozess als auch das Ausspielen der Nudges findet über die Schnittstelle des User-Interfaces statt. Die Ausnutzung menschlicher Hirnzyklen im Sinne einer freiwilligen Datengenerierung,⁷⁵⁰ also die Ausnutzung von Verhaltensanomalien, sind daher ein wesentlicher Teil der ökonomischen Bedeutung von ADS.⁷⁵¹ Seit Aufkommen des Paradigmas der Human Computation im Jahr 2006 „wurde durch die Entwicklung spezifischer Interaktionswelten der sozialen Medien die Idee der ‚Einverleibung‘ menschlicher kognitiver Leistungen in vernetzten Plattformen de facto zu einem medienkulturellen Standard“.⁷⁵² Die ökologische Regulierung der Benutzeroberflächen ist daher einer der wesentlichen Hebelpunkte für die Verhinderung ungewollter und die Ermöglichung gewünschter ökologischer indirekter Effekte im Zusammenspiel von Nudging und ADS. Es reicht dabei nicht aus, bloße Darstellungsformen auf der Benutzeroberfläche zu verbieten (insbesondere UI und UX-Design), da Designentscheidungen noch tiefer in die Systemarchitektur von ADS hinabreichen, was im nächsten Abschnitt näher erläu-

⁷⁴⁶ Andrew, Artificial Intelligence is the New Electricity, Vortrag an der Stanford Graduate School of Business vom 25.01.2017, <https://www.youtube.com/watch?v=21EiKfQYZXc> (09.10.2024); Mühlhoff, Human-Aided Artificial Intelligence. Or, How to Run Large Computations in Human Brains?, New Media & Society 22 (2019), 1868–1884.

⁷⁴⁷ Mühlhoff: Digitale Entmündigung und ‚User Experience Design‘. Wie digitale Geräte uns nudgen, tracken und zur Unwissenheit erziehen, Leviathan – Berlin Journal of Social Sciences 46 (2018), 551–574.

⁷⁴⁸ Mühlhoff, Die Macht der Daten. Warum Künstliche Intelligenz eine Frage der Ethik ist, Osnabrücker Universitätsreden, Band 10, 2023, 19, <https://www.vr-elibrary.de/doi/book/10.14220/9783737015523>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁴⁹ Gutachten der Datenethikkommission, 2019, <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁵⁰ Ahn, Human Computation, Google Tech Talk, 26.06.2006, <https://www.youtube.com/watch?v=tx082gDwGcM> (09.10.2024.)

⁷⁵¹ Mühlhoff, Menschengestützte Künstliche Intelligenz: Über die soziotechnischen Voraussetzungen von "deep learning", Zeitschrift für Medienwissenschaft, 2019/2, 56, 60.

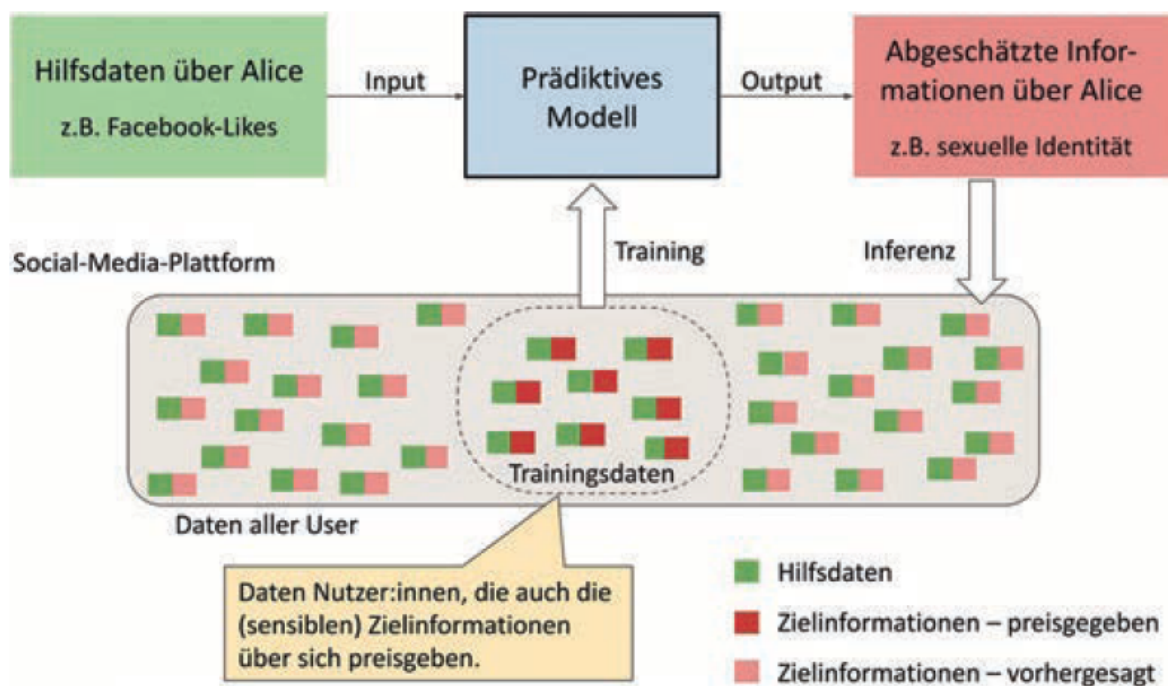
⁷⁵² Ebd., 56, 61.

tert wird. Beispielsweise könnten auf Interaktion beruhende Empfehlungssysteme komplett verboten und durch Empfehlungssysteme, die beispielsweise auf chronologischer Reihenfolge beruhen ersetzt werden, wie Whistleblower gezeigt haben.⁷⁵³

4.2.2.3.4 Personalisierung durch prädiktive Analytik

Auch das wahrscheinlich wichtigste Geschäftsmodell von ADS, die Erstellung und der Verkauf von Vorhersagemodellen mittels prädiktiver Analytik, beruht maßgeblich auf dem fortgesetzten Dateninput der Nutzer. Nur dieser (indem diese zum Beispiel auf Werbung klicken oder nicht) ermöglicht die Herstellung solcher Modelle.⁷⁵⁴

Abbildung 1514: Funktionsweise prädiktiver Analytik im Kontext von Social-Media-Daten



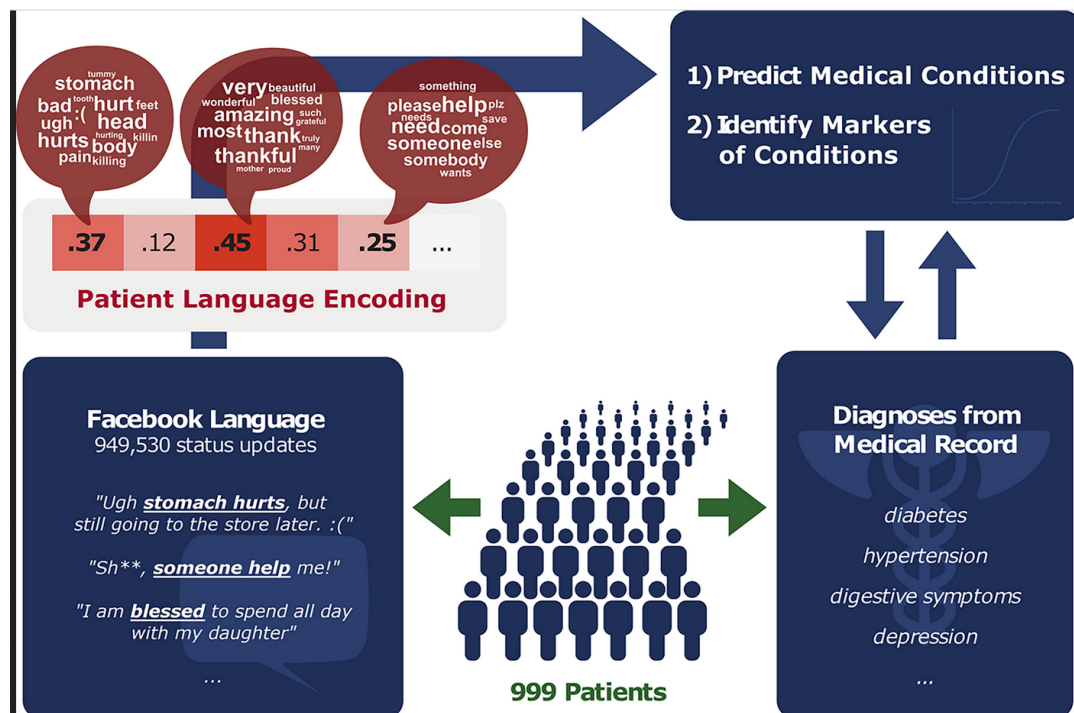
Quelle: Mühlhoff, Die Macht der Daten. Warum Künstliche Intelligenz eine Frage der Ethik ist, Osnabrücker Universitätsreden, Band 10 (2023), S. 37, <https://www.vr-elibrary.de/doi/book/10.14220/9783737015523> (09.10.2024).

Prädiktive Analytik ist ein Anwendungsbereich der Datenanalyse. ADS verwenden vorhandene Daten, um zukünftige Ereignisse oder Ergebnisse vorherzusagen. Prädiktive Analytik nutzt verschiedene statistische, Modellierungs-, Datenabbildungs- und maschinelle Lernverfahren, um Muster in großen Datenmengen zu identifizieren und daraus Prognosen abzuleiten.

⁷⁵³ Tefera-Alemu, Süchtig machende Designs, netzpolitik.org, 20.10.2023, <https://netzpolitik.org/2023/autoplay-infinite-scrolling-co-suechtig-machende-designs/> (28.03.2025).

⁷⁵⁴ Mühlhoff (2023), Die Macht der Daten. Warum Künstliche Intelligenz eine Frage der Ethik ist, Osnabrücker Universitätsreden, Band 10, 2023, 54.

Abbildung 16: Extraktion einer Patienten-Sprachkodierung aus den Wörtern und Phrasen in den Facebook-Status-Updates einer Person



Quelle: Merchant et al., Evaluating the predictability of medical conditions from social media posts, PLOS ONE 14 (2019), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215476>.

Durch prädiktive Analytik haben ADS eine Rückwirkung auf die Nutzer. Denn diese Systeme beeinflussen, welche Informationen sie angezeigt bekommen, zu welchen Ressourcen (Kredite, Versicherungen, Bildungsangebote, Jobs) sie Zugang erhalten, gegebenenfalls sogar, ob Sicherheitsbehörden oder Jugendschutz intervenieren. Sie strukturieren das gesellschaftliche Feld, den Zugang zu Chancen, Möglichkeiten, Ressourcen und Informationen der Gesellschaft. Obwohl viele Nutzer ihre sensiblen Daten nicht preisgeben, können mithilfe prädiktiver Analytik genau diese sensiblen Informationen berechnet und auf ihrer Grundlage ökonomisch wertvolle Vorhersagemodelle entwickelt werden. Denn für prädiktive Analysen reicht es aus, dass zum Beispiel nur ein geringer Prozentsatz der mehr als zwei Milliarden Facebook-Nutzer ihre sexuelle Orientierung preisgibt. Der daraus resultierende Trainingsdatensatz umfasst dann immer noch mehrere Millionen Nutzer und ist damit groß genug, um ein prädiktives Modell über die sexuelle Orientierung sämtlicher Facebook Nutzer zu erstellen. Dies kann auch Personen betreffen, die einer solchen Datenverarbeitung nicht zugestimmt haben, diese Informationen bewusst nicht geteilt haben oder vielleicht gar nicht wissen, dass das Unternehmen solche Annahmen über sie trifft.⁷⁵⁵ Solche prädiktiven Modelle können auch für andere sensible Bereiche wie Erkrankungen, Depressionen, Psychosen, Diabetes und Bluthochdruck erstellt werden.⁷⁵⁶

⁷⁵⁵ Mühlhoff, Predictive privacy: Collective data protection in the context of artificial intelligence and big data, Big Data & Society 10 (2023), 2; Skeba/Baumer, Informational Friction as a Lens for Studying Algorithmic Aspects of Privacy, 2020, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction Volume 4 (2020), 1–22.

⁷⁵⁶ Merchant et al., Evaluating the predictability of medical conditions from social media posts, PLOS ONE 14 (2019), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215476>.

Unzählige weitere prädiktive Modelle sind möglich, zum Beispiel über Selbsttötungen⁷⁵⁷, ethnische Zugehörigkeit, Religion, politische Einstellungen, Intelligenz, Zufriedenheit, Drogenabhängigkeit, getrenntlebende Eltern und Alter.⁷⁵⁸ Prädiktive Modelle erfassen viele Kernbereiche der Ökonomie und Autonomie, wie Human Resource Management (automatische Vorauswahl von Bewerbungen), Kreditvergabe und besonders wichtig für Nudging im Zusammenhang mit ADS: personalisierte Werbung („targeted advertising“).⁷⁵⁹ Prädiktive Analytik kann allerdings auch zum Nutzen der Umwelt eingesetzt werden, beispielsweise zum Ressourcenmanagement, zum Luftqualitätsmonitoring oder zum Wildfeuerpräventionsmanagement.⁷⁶⁰

Mit prädiktiver Analytik können auch die Schwächen von Internetnutzern, wie ihre finanzielle oder gesundheitliche Situation, ausgenutzt werden. Manchmal werden diese Daten genutzt, um Angebote an Personen zu machen, die gerade eine schwere Zeit durchmachen, z.B. nach dem Tod eines Angehörigen.⁷⁶¹ Hier schließt sich der Kreis: Der problematische Einsatz von Vorhersageanalysen wird durch Hypernudging verstärkt. Diese ständig aktualisierten und individuell angepassten Entscheidungsstrukturen motivieren Nutzer dazu, auf Werbeanzeigen zu klicken, mehr persönliche Daten zu teilen oder mehr Zeit auf einer Webseite oder in einer App zu verbringen.⁷⁶² Die daraus gewonnenen Daten werden wieder zur prädiktiven Analytik genutzt usw. Die Verbindung von prädiktiver Analytik und Nudging kann damit leicht zu Manipulationen führen. Ein Beispiel dafür ist Facebook, das Jugendliche in schwierigen emotionalen Phasen erkennt und ihnen gezielte Werbung zeigt.⁷⁶³

Gegen den Meta-Konzern wurde eine Klage von 42 US-Generalstaatsanwälten in Kalifornien eingereicht, die vortragen, dass die Funktionen von Facebook und Instagram süchtig machen und spezifisch die Vulnerabilität von Kindern und Jugendlichen ausnutzen.⁷⁶⁴ Meta soll bewusst Dark Patterns wie „infinite scroll, targeted advertising oder dopamine-manipulating recommendation algorithms“ einsetzen, um besonders für digitale und soziale Reize anfällige Gruppen wie Kinder und Jugendliche zu manipulieren. „Der Kern von Metas Geschäftsmodell bestehe gerade darin, die Verweildauer und Nutzungsintensität Minderjähriger auf Instagram und Facebook zu maximieren, um ihre Daten und Werbeaufmerksamkeit zu vermarkten. Zudem habe Meta gezielt die Öffentlichkeit über die Gefahren seiner Plattformen getäuscht.“⁷⁶⁵ Die Klage betrifft mit dem Design von Nutzerschnittstellen eine zentrale Säule des Geschäftsmodells von Social-Media-Plattformen.⁷⁶⁶ In der Aufmerksamkeitsökonomie wird die Verweildauer doppelt monetarisiert: einerseits bilden Nutzer das Werbepublikum, dessen Größe und Aufmerksamkeit den Wert von Anzeigen auf der jeweiligen Plattform bestimmt; andererseits liefern sie durch ihre Interaktion mit der Plattform Daten, welche die Plattform an weitere Unternehmen veräußert.⁷⁶⁷

⁷⁵⁷ Goggin, Inside Facebook's suicide algorithm: Here's how the company uses artificial intelligence to predict your mental state from your posts, Business Insider, 2019, <https://www.businessinsider.com/facebook-is-using-ai-to-try-to-predict-if-youre-suicidal-2018-12>.

⁷⁵⁸ Kosinski et al., Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior, Proceedings of the National Academy of Sciences 15 (2013), 5802–5805.

⁷⁵⁹ Mühlhoff, Predictive privacy: Collective data protection in the context of artificial intelligence and big data, Big Data & Society 10 (2023), 3.

⁷⁶⁰ <https://www.ctidata.com/analytics-for-environmental-risk-management> (09.10.2024).

⁷⁶¹ O'Neil, Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy, 2019.

⁷⁶² Mühlhoff, Predictive privacy: Collective data protection in the context of artificial intelligence and big data, Big Data & Society 10 (2023), 3.

⁷⁶³ Susser/Roessler/Nissenbaum, Online Manipulation: Hidden Influences in a digital world, Georgetown Law Technology Review 4 (2019), 5–7; Zarsky, Privacy and Manipulation in the Digital Age, Theoretical Inquiries in Law 20 (2019), 157.

⁷⁶⁴ People of the State of California v. Meta Platforms, Inc. (4:23-cv-05448), District Court, N.D. California, 2023.

⁷⁶⁵ Denga, Nutzermanipulation durch Social Media, beck-aktuell vom 15.01.2024, <https://rsw.beck.de/aktuell/daily/magazin/detail/njw-forum-2024-3-nutzermanipulation--durch-social-media> (09.10.2024).

⁷⁶⁶ Ebd.

⁷⁶⁷ Parkel et al., Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy – and How to Make Them Work for You, 2016.

4.2.2.4 Taxonomie von Dark Patterns: Von Dark Patterns zu „Deceptive Design“

Dark Patterns treten in sehr vielen verschiedenen Situationen und Formen auf und sind unterschiedlich leicht für eine Regulierung greifbar. Die Vorstellung verschiedener Taxonomien soll einen Eindruck vom Ausmaß des Regulierungsproblems schaffen, um eine Grundlage für die Beurteilung insbesondere der neuen Regelungen der EU-Datenstrategie zu legen. Zunächst erfolgt der Versuch einer Abgrenzung der Begriffe Dark Patterns und Nudging, um für den Fortgang der Untersuchung begriffliche Unklarheiten zu vermeiden (s.u. 4.2.2.4.1). Im nächsten Schritt wird erläutert, wie sich Art und Verwendung von Dark Pattern insbesondere im Zuge von Predictive Analytics und der damit einhergehenden Personalisierung verändern, was auch als Entwicklung von Dark Pattern zu „Deceptive Design“ bezeichnet wird (s.u. 4.2.2.4.2).⁷⁶⁸ Schließlich wird ein jüngerer Versuch der EU-Kommission vorgestellt, Dark Patterns verhaltenswissenschaftlich zu kategorisieren (s.u. 4.2.2.4.3).

4.2.2.4.1 Abgrenzung zwischen Nudging mit ADS und Dark Patterns

Die OECD definiert Dark Patterns als manipulative Designtechniken, die auf digitalen Plattformen wie Internetseiten und Apps Nutzer zu Handlungen verleiten, die von diesen nicht beabsichtigt sind.⁷⁶⁹ Teile der Literatur grenzen unter Bezugnahme auf das Konzept des liberalen Paternalismus von *Thaler* und *Sunstein* Nudging von Dark Patterns⁷⁷⁰ ab, weil letztere sich sowohl über individuelle Präferenzen als auch gemeinwohlorientierte Zwecke hinwegsetzen oder diese wenigstens ignorieren, um Entscheidungen ausschließlich nach dem Willen der Gestaltenden der Entscheidungsarchitekturen zu beeinflussen.⁷⁷¹ In diesem Licht wird auch der Begriff „Dark Nudging“ verwendet.⁷⁷² Bei Dark Patterns nutzen die Verantwortlichen für die Entscheidungsarchitekturen die Gestaltungsmacht über User-Interfaces unangemessen zum eigenen Vorteil aus, indem sie menschliches Verhalten nicht nur lenken, sondern zugleich missbräuchlich agieren. Diese wird mit der Verwendung komplexer oder irreführender Allgemeiner Geschäftsbedingungen im Internet verglichen, die Nutzer ohne vollständiges Verständnis akzeptieren.⁷⁷³

Die Abgrenzung zwischen Nudges und Dark Patterns ist nicht zwingend und nicht rechtlich geboten, da Nudges auch unabhängig von liberal-paternalistischen oder Gemeinwohlzielen schlicht als Instrumente der indirekten Verhaltensbeeinflussung definiert werden können.⁷⁷⁴ Dark Patterns sind trotz ihres manipulativen Charakters und trotz ihres nicht gemeinwohlorientierten und nicht paternalistischen Zielverhaltens zu großen Teilen Nudges. Ohnehin ist eine abstrakte Grenzziehung zwischen erlaubten Nudges und verbotenen Manipulationstechniken rechtlich schwierig.⁷⁷⁵ Dennoch kann die Unterscheidung zwischen Nudges als paternalistische oder gemeinwohlfördernde Instrumente der indirekten Verhaltensbeeinflussung und Dark Patterns als

⁷⁶⁸ Ebd.

⁷⁶⁹ OECD, Dark Commercial Patterns, OECD Digital Economy Papers Oktober 2022, Nr. 336, https://www.oecd.org/en/publications/dark-commercial-patterns_44f5e846-en.html, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁷⁰ Aufgrund des im Identitätspolitischen Diskurses als rassistisch aufgeladen betrachteten Wortes „Dark“ wird vor allem im angelsächsischen Raum in jüngerer Vergangenheit statt Dark Patterns der Begriff „Deceptive Patterns“ verwendet; Harry Brignull, Schöpfer des Begriffs Dark Patterns änderte den Namen seiner Website von <https://www.dark-patterns.org> in <https://www.deceptive.design/>; das European Data Protection Board veröffentlichte im März 2023 die zweite Version ihrer „Guidelines on Deceptive design patterns in social media platform interfaces“, https://edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-032022-deceptive-design-patterns-social-media_en (22.04.2025).

⁷⁷¹ Martini et al., Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, Zeitschrift für Digitalisierung und Recht 1 (2021), 47, 51.

⁷⁷² Weinzierl, Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht-Extra 15/2020, 1, 3.

⁷⁷³ Martini et al., Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, Zeitschrift für Digitalisierung und Recht 1 (2021), 47, 53.

⁷⁷⁴ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht 61 (2023); 2, Thaler/Sunstein, Nudge, Wie man kluge Entscheidungen anstößt, endgültige Ausgabe 2022, 15.

⁷⁷⁵ Gafus, Microtargeting staatlicher Stellen, Archiv für Presserecht 53 (2022), 285, 291.

manipulative Instrumente der indirekten Verhaltensbeeinflussung zugunsten privatwirtschaftlicher, meist kommerzieller Ziele der Gestaltenden der Entscheidungsarchitekturen für ein besseres Verständnis der Unterscheidung der folgenden Analyse hilfreich sein.

4.2.2.4.2 Verwendung und Personalisierung von Dark Patterns

Die neuen Kombinationen von Dark Patterns und Personalisierung stellen eine Herausforderung dar. Wie im vorherigen Unterkapitel beschrieben, sollte eine effektive Regulierung von Hypernudges ein besonderes Augenmerk auf die Gestaltung der User-Interfaces, also auf die Schnittstelle zwischen Mensch und ADS legen. Der *manipulative* Einsatz von Nudges in User-Interfaces wird im Folgenden unter dem Oberbegriff „Dark Patterns“ zusammengefasst, d.h. Mustern („Patterns“) wiederkehrender manipulativer Konstellationen in digitalen Interfaces zur Beeinflussung von Konsumenten. Dark Patterns lassen sich als Design von User-Interfaces definieren, das Verbraucher steuern, täuschen, zwingen oder manipulieren soll, um Entscheidungen zu treffen, die oft nicht in ihrem besten Interesse sind.⁷⁷⁶ Eine einheitliche rechtliche Definition von Dark Patterns existiert indes nicht.⁷⁷⁷

Die Problematik der Dark Patterns gewinnt angesichts der stetig steigenden Internetnutzung zunehmend an Bedeutung. Jüngsten Eurostat-Daten zufolge ist der Anteil der Menschen in der EU, die täglich auf das Internet nutzen, von 56 % im Jahr 2012 auf 80 % im Jahr 2021 angestiegen.⁷⁷⁸ In diesem Kontext ist auch die weit verbreitete Anwendung von Dark Patterns von Relevanz. Eine aktuelle Studie der EU-Kommission kommt zu alarmierenden Ergebnissen: 97 % der am häufigsten von EU-Verbrauchern genutzten Websites und Apps enthalten mindestens ein Dark Pattern.⁷⁷⁹

Es gibt eine Vielzahl von Versuchen, Dark Patterns zu kategorisieren.⁷⁸⁰ Mit der technischen und ökonomischen Entwicklung des digitalen Marktes kommen ständig neue Formen hinzu. Die Taxonomie von Dark Patterns kann sehr unterschiedlich gestaltet sein und mitunter bis zu 1818 verschiedene Typen enthalten.⁷⁸¹ Dark Patterns können z.B. nach Techniken der Verhaltensbeeinflussung,⁷⁸² ihrer strategischen Funktion,⁷⁸³ der Verbraucheraktivität,⁷⁸⁴ oder anhand von Vorgaben der EU-Verbraucherschutzrichtlinie kategorisiert werden.⁷⁸⁵

⁷⁷⁶ Luguri/Strahilevitz, Shining a Light on Dark Patterns, Journal of Legal Analysis 13 (2021), 43–109; EU Com, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, S. 20, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>.

⁷⁷⁷ Anderson et al., Dark Patterns – A European Regulatory Perspective, TechREG CHRONICLE, MAY 2023, 3, <https://www.competitionpolicyinternational.com/wp-content/uploads/2023/05/3-DARK-PATTERNS-A-EUROPEAN-REGULATORY-PERSPECTIVE-Katrina-Anderson-Nick-Johnson.pdf>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁷⁸ EU-Kommission, Consumer market study on online market segmentation through personalised pricing/offers in the European Union, 2018, https://ec.europa.eu/info/publications/consumer-market-study-online-market-segmentation-through-personalised-pricing-offers-european-union_en, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁷⁹ Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 6, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁸⁰ Zusammenfassend siehe Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 20 ff., <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁸¹ Mathur et al., Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction 3 (2021), 1–32.

⁷⁸² Luguri/Strahilevitz, Shining a Light on Dark Patterns, Journal of Legal Analysis 13 (2021), 43–109; EU Com, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 53, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁸³ Cara, Dark patterns in the media: A systematic review. Network Intelligence, Network Intelligence Studies 7 (2019), 105–113.

⁷⁸⁴ Konsumentverket/KO, Barriers to a well-functioning digital market, 2021, 35, <https://www.medvetenkonsumtion.se/wp-content/uploads/2021/05/Konsumentverket-underlagsrapport-barriers-digital-market.pdf>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁸⁵ Leiser/Yang, Illuminating manipulative design: From 'dark patterns' to information asymmetry and the repression of free choice under the Unfair Commercial Practices Directive, 2021, 17, <https://doi.org/10.31235/osf.io/7dwuq>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

Allerdings beschreiben diese und weitere Taxonomien nur Dark Patterns, die nicht die im vorgenannten Kapitel dargestellte manipulative Personalisierung mithilfe prädiktiver Analytik umfassen (Konvergenz von Nudging und ADS).⁷⁸⁶ Die Konvergenz aus Dark Patterns und manipulativer Personalisierung ist verhältnismäßig neu. Sie wird von der schwedischen Verbraucherschutzbehörde als zweite Generation von Dark Patterns bezeichnet, die schwerer zu erkennen und zu regulieren ist als die vorgenannten traditionellen Dark Patterns.⁷⁸⁷ Unter Betrachtung der Integration von prädiktiver Analytik und Nudging zeigt sich daher, dass die umfassend auf Verbraucher zielenden Nudging-Techniken in drei Hauptkategorien unterteilt werden können: Dark Patterns, Instrumente der personalisierten Beeinflussung und personalisierte Dark Patterns.⁷⁸⁸

4.2.2.4.2.1 Dark Patterns

Zu traditionellen Dark Patterns gehören zum Beispiel die zuerst von *Harry Brignull*⁷⁸⁹ beschriebenen Funktionalitätseinschränkungen („Obstructions“), durch Instrumente wie „Roach Mottels“⁷⁹⁰ oder „intermediäre Währungen“ erzwungene Handlungen („forced actions“)⁷⁹¹, wie zum Beispiel die Vorspiegelung einer erforderlichen Registrierung oder emotionalisierendes Nachrichtendesign („emotional toying“).⁷⁹² Eine vereinfachte Kategorisierung nach diesen technischen Herangehensweisen findet sich bei *Luguri/Strahilevitz*⁷⁹³:

⁷⁸⁶ Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 33, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁸⁷ Konsumentverket/KO, Barriers to a well-functioning digital market, 2021, S. 35ff, <https://www.medvetenkonsumtion.se/wp-content/uploads/2021/05/Konsumentverket-underlagsrapport-barriers-digital-market.pdf>, letzter Zugriff am 09.10.2024; EU Com, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 29,

⁷⁸⁸ Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 27,

⁷⁸⁹ <https://www.deceptive.design/types> ()09.08.2023.

⁷⁹⁰ Mathur et al., Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction 3 (2021), 1–32.

⁷⁹¹ Bösch et al., Tales from the Dark Side: Privacy Dark Strategies and Privacy Dark Patterns, Proceedings on Privacy Enhancing Technologies 2016, 237–254.

⁷⁹² Helberger et al., EU -Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 27 und 29 f.,

⁷⁹³ Luguri/Strahilevitz, Shining a Light on Dark Patterns, Journal of Legal Analysis 13 (2021), 43–109, 53.

Abbildung 17: Taxonomie von Dark Patterns anhand ihres Wirkmechanismus

Table 1. Summary of existing dark pattern taxonomies			Interface interference	Hidden information/aesthetic manipulation	Important information visually obscured
Category	Variant	Description		Preselection	Firm-friendly default is preselected
Nagging		Repeated requests to do something the firm prefers		Toying with emotion	Emotionally manipulative framing
		False/misleading Notice that others are purchasing, contributing		False hierarchy/pressured selling	Manipulation to select more expensive version
Social proof	Activity messages	False/misleading positive statements from customers		Trick questions	Intentional or obvious ambiguity
	Testimonials	Asymmetry between signing up and canceling		Disguised ad	Consumer induced to click on something that isn't apparent ad
Obstruction	Roach motel	Frustrates comparison shopping		Confirmshaming	Choice framed in a way that makes it seem dishonorable, stupid
	Price comparison prevention			Cuteness	Consumers likely to trust attractive robot
■	Intermediate currency	Purchases in virtual currency to obscure cost	Forced action	Friend spam/sodal pyramid/address book leeching	Manipulative extraction of information about other users
	Immortal accounts	Account and consumer info cannot be deleted		Privacy Zuckering	Consumers tricked into sharing personal info
Sneaking	Sneak into basket	Item consumer did not add is in cart		Gamification	Features earned through repeated use
	Hidden costs	Costs obscured/disclosed late in transaction	Scarcity	Forced Registration	Consumer tricked into thinking registration necessary
	Hidden subscription/forced continuity	Unanticipated/undesired automatic renewal		Low stock message	Consumer informed of limited quantities
	Bait and switch	Customer sold something other than what's originally advertised	Urgency	High demand message	Consumer informed others are buying remaining stock
				Countdown timer	Opportunity ends soon with blatant visual cue
				Limited time message	Opportunity ends soon

Quelle: Abbildung leicht angepasst entnommen aus Luguri/Strahilevitz, Shining a Light on Dark Patterns, Journal of Legal Analysis 13 (2021), 53.

Die zuvor erwähnten kategorisierten Dark Patterns sind in der Fachliteratur der vergangenen Jahre Gegenstand umfangreicher Forschung, Analyse und Klassifizierung geworden. Trotz der gelegentlichen Unkenntnis der adressierten Personen hinsichtlich dieser Techniken können sie in vielen Fällen leicht auf Websites und in mobilen Applikationen identifiziert werden. Folglich erscheint ihre Regulierung in der Regel einfacher als bei Instrumenten der manipulativen Personalisierung oder bei personalisierten Dark Patterns. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass diese Taxonomie nicht alle derzeit relevanten Dark Patterns umfasst. Beispiele für weitere Instrumente sind das „Infinite Scroll“-Verfahren sowie die Autoplay-Funktion als Standard, wie sie bei Plattformen wie YouTube, Netflix und Spotify üblich sind,⁷⁹⁴ sowie Dark Patterns, welche die digitale Abhängigkeit begünstigen. Diese Beispiele lassen sich nicht schlüssig in die bestehenden Taxonomien einordnen.⁷⁹⁵

4.2.2.4.2 Manipulative Personalisierung

Instrumente der manipulativen Personalisierung nutzen spezifische Vulnerabilitäten von Nutzern aus, indem zum Beispiel Nachrichten oder App-Designs personalisiert auf die Nutzer zugeschnitten werden, um Vorteile aus seiner spezifischen Situation zu schlagen.⁷⁹⁶ Personalisierte Manipulation im Kontext von Online-Marketing und -Vertrieb umfasst eine Vielzahl von Techni-

⁷⁹⁴ Mathur et al., Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction 3 (2021), 1–32.

⁷⁹⁵ EU Com, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, 33, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>, letzter Zugriff am 09.10.2024.

⁷⁹⁶ Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, S. 27, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en> (09.10.2024).

ken, die spezifisch auf das Verhalten, die Vorlieben und die Interaktionen des Einzelnen abgestimmt sind. Die Techniken, die im Folgenden kurz beschrieben werden, reichen vom Online Behavioural Targeting bis hin zur Preisdifferenzierung.⁷⁹⁷

Beim Online Behavioural Targeting (OBT) werden Online-Werbeanzeigen basierend auf dem Verhalten der Nutzer im Internet personalisiert, um die Relevanz und Effektivität der Werbung zu erhöhen, insbesondere durch die Erkennung von Cookies und sozialen Medien. Produkte werden auf der Grundlage der Übereinstimmung von Produkt-ID und Verbraucherprofil-ID durch ein Verfahren namens „Automated Personalisation“ angepasst. Darüber hinaus gibt es das Konzept der "Verhaltenspräferenzen", das es ermöglicht, ein Alter Ego des Verhaltens (digitaler Zwilling) zu erstellen und jederzeit mit dem einzelnen Verbraucher zu verknüpfen. Dies stellt eine zusätzliche Ebene der Personalisierung dar und ermöglicht eine noch präzisere Zielgruppenansprache.

E-Mail-Marketing: Beim personalisierten E-Mail-Marketing werden Nachrichten individuell auf den Empfänger zugeschnitten, um deren Relevanz und Wirksamkeit zu erhöhen. Dies geschieht durch die Anpassung verschiedener Elemente der E-Mail basierend auf dem Verhalten, den Präferenzen und den demografischen Daten der Empfänger. Durch diese personalisierten Ansätze wird versucht, eine stärkere Bindung zum Empfänger aufzubauen, die Öffnungs- und Klickraten zu erhöhen und letztendlich die Conversion-Rate zu steigern. Die Betonung liegt dabei oft mehr auf den Verhaltensmerkmalen und den präferierten Interaktionen der Empfänger als auf inhaltlichen Informationen.

Social Media Advertising umfasst das Schalten von bezahlten Anzeigen auf sozialen Medienplattformen wie Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn und TikTok, um bestimmte Zielgruppen basierend auf deren Interessen, demografischen Merkmalen und Online-Verhalten zu erreichen. Die Hauptvorteile dieses Instruments liegen in den neuen Arten öffentlicher Daten und Metadaten, Tags, Kommentaren und expliziten persönlichen Beziehungen. Die Personalisierung im Social Media Advertising zielt speziell auf die Ansprache von „Lookalikes“, also Profilen, die starke Ähnlichkeiten aufweisen. Dies unterstreicht die Fähigkeit dieses Instruments, Werbung hochgradig zielgerichtet zu gestalten, indem nuancierte Aspekte des individuellen Verhaltens und der sozialen Vernetzung genutzt werden.

Apps und Benachrichtigungen: Hier ist zwischen In-App-Benachrichtigungen und Pop-Up-Benachrichtigungen zu unterscheiden. Während erstere eine höhere Akzeptanz aufweisen, können letztere Widerstand hervorrufen. Bei individualisierbaren Benachrichtigungssystemen ermöglicht die nutzerabhängige Wahl des Benachrichtigungsformats ein gezieltes Microtargeting zur Berücksichtigung individueller Präferenzen und Widerstände. Diese Strategie unterstreicht die Bedeutung der Personalisierung bei der Gestaltung von Benachrichtigungsstrategien für eine effektivere Kommunikation mit Endverbrauchern.

On-Site Personalisation: Hier wird das Website-Design durch ein Verfahren, das als Website-Morphing bekannt ist, entsprechend der latenten Kundensegmentierung aus Klickpfaden („clickstreams“) verändert, um den Umsatz zu maximieren. Dieses Instrument bezieht sich speziell auf das Verständnis und die Maximierung von Verhaltenspräferenzen, um eine personalisierte Nutzererfahrung zu bieten. Die Änderung des Aussehens der Website zielt darauf ab, die Interaktion mit den Nutzern zu fördern und die Reaktionen auf deren individuelle Bedürfnisse und Verhaltensmuster abzustimmen.

⁷⁹⁷ Die folgenden Ausführungen basieren maßgeblich auf Helberger et al., The European Consumer Organisation – BEUC, EU Consumer Protection 2.0 Structural asymmetries in digital consumer markets, 2021, S. 105 ff., abrufbar unter <https://dare.uva.nl/search?identifier=81f5aca7-6b01-4ade-90fa-e02d3024bc3a>.

Customisation: Die Nutzer können eigene Parameter und Filter frei wählen, um ihr eigenes Profil zu generieren. Die Personalisierung ist hierbei selbstgesteuert, was als eine Einladung zur aktiven Gestaltung des „Alter Ego“ durch den Verbraucher verstanden werden kann. Dieser Ansatz betont die Autonomie und Kontrolle des Individuums in der Personalisierung, wobei der Kunde aktiv an der Gestaltung seiner eigenen Erfahrung beteiligt ist, anstatt passiv personalisierten Inhalten ausgesetzt zu sein.

Preisdifferenzierung, auch Preisdiskriminierung genannt, ist eine Strategie zur Gewinnmaximierung. Dabei verkauft ein Unternehmen das gleiche Produkt oder die gleiche Dienstleistung an verschiedene Kategorien von Kundinnen und Kunden zu unterschiedlichen Preisen. Die Differenzierung basiert auf unterschiedlichen Informationen über die Kundschaft (Alter, Wohnort), den Kaufzeitpunkt (Tageszeit, Wochentag, Saison), die zu erwartenden Mengen (Großpackungen und Abonnements). Dabei werden auch unterschiedliche Produktvarianten angeboten. Entscheidend ist die Unterbreitung eines Angebots auf Basis der individuellen Zahlungsbereitschaft, das als solches nicht erkennbar ist.

4.2.2.4.2.3 Personalisierte Dark Patterns bzw. personalisierte Hypernudges

Personalisierte Dark Patterns sind eine Kombination aus Dark Patterns und manipulativen Personalisierungswerkzeugen.⁷⁹⁸ Ihre Regulierung stellt eine große Herausforderung für die zuständigen Stellen dar, denn es ist ein tiefes technisches Verständnis erforderlich, um aufzudecken und zu verstehen, wie diese Systeme unter der Oberfläche funktionieren und Nutzerverhalten beeinflussen.⁷⁹⁹ Der Übergang von der offenen Manipulation von Benutzeroberflächen zur verdeckten Gestaltung von Usererfahrungen durch ADS bedeutet eine zunehmende Komplexität der Regulierung.⁸⁰⁰ Diese spezifische Art von Dark Patterns ist für Verbraucher besonders gefährlich, da sie eine komplexe Kombination von Verhaltensdaten, verschiedenen Arten persönlicher Informationen und herkömmlichen Dark Patterns verwendet. Das Ausmaß der Beeinflussung des Verbraucherverhaltens durch diese personalisierten Dark Patterns ist vor allem auf die inhärente Schwierigkeit zurückzuführen, diese Mechanismen zu erkennen und zu verstehen.

Online-Plattformen und Suchdienste mit besonders vielen Nutzern nutzen sowohl individuelle als auch allgemeine verhaltenswissenschaftliche Erkenntnisse, indem sie spezifische Daten und prädiktive Modelle über einzelne Nutzer sammeln (s.o. 4.2.2.3.4). Dadurch erhalten sie ein tiefes Verständnis sowohl über die Nutzer als auch über menschliches Verhalten im Allgemeinen und im spezifischen Kontext. Dieser Wissensvorsprung führt, ebenso wie die Komplexität der dafür eingesetzten Instrumente, zur Undurchschaubarkeit personalisierter Dark Patterns. Infolgedessen entsteht ein asymmetrisches Verhältnis zwischen den adressierten Personen und den Betreibern von Dark Patterns, wobei Letztere in der Lage sind, das Verhalten der adressierten Personen im Sinne ihrer Zwecke zu beeinflussen. Diese Instrumentalisierung basiert auf der gezielten Identifikation und Manipulation von Schwachstellen und Verwundbarkeiten der adressierten Personen.

⁷⁹⁸ Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, S. 27, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>.

⁷⁹⁹ Leiser/Santos, Dark Patterns, Enforcement, and the Emerging Digital Design Acquis: Manipulation beneath the Interface, European Journal of Law and Technology, Vol. 15 No. 1 (2024), abrufbar unter <https://ejlt.org/index.php/ejlt/article/download/990/1084/4299>.

⁸⁰⁰ Leiser, Psychological Patterns and Article 5 of the AI Act: AI-Powered Deceptive Design in the System Architecture and the User Interface. Journal of AI law and Regulation 1(1) (2024), 5–23 (8), <https://doi.org/10.21552/aire/2024/1/4>.

4.2.2.4.3 Exkurs: Verhaltenswissenschaftliche Taxonomie von Dark Patterns

In einer Studie über unlautere Geschäftspraktiken im digitalen Umfeld schlägt die EU-Kommission vor dem Hintergrund personalisierter Dark Patterns eine verhaltenswissenschaftlich motivierte Taxonomie für Dark Patterns und andere manipulative Praktiken vor,⁸⁰¹ die an dieser Stelle als Exkurs kurz vorgestellt werden soll. Eine verhaltenswissenschaftlich fundierte Taxonomie bietet einen alternativen Ansatz zur Kartierung bestehender unlauterer Geschäftspraktiken, zur Klassifizierung neu auftretender Praktiken und zur Identifikation politischer Reaktionen. Die vorgeschlagene Taxonomie umfasst die Ebenen Entscheidungsarchitektur und Entscheidungsprozess, unterscheidet also danach, wie Informationen durch die Gestaltenden der Entscheidungsarchitekturen präsentiert werden und wie dadurch die Entscheidungsfindung der adressierten Personen beeinflusst wird.

Die Ebene der Entscheidungsarchitektur gliedert sich in die Teilbereiche Eigenschaftskomplexität („Attribute Complexity“), Kostenkomplexität („Cost Complexity“) und Entscheidungskomplexität („Choice Complexity“).

Die Eigenschaftskomplexität bezieht sich auf die Manipulation von Informationen über die Eigenschaften oder Merkmale eines Produkts oder einer Dienstleistung. Sie kann auf verschiedene Weise erreicht werden, einschließlich:

- ▶ Verbergen oder Verschleiern von wesentlichen Merkmalen, die für die Beurteilung der Qualität des Produkts wichtig sind (z.B. das Verbergen einer spezifischen Produktfunktion).
- ▶ Bereitstellung zusätzlicher Informationen, die verwirrend oder voreingenommen sein können (z.B. irreführende Aktivitätsnachrichten).
- ▶ Ergänzung von Informationen, die zu einer Informationsüberlastung führen könnten (z.B. das Hinzufügen einer übermäßigen Anzahl von Merkmalen zu einer Website).

Die Kostenkomplexität betrifft die Darstellung und Manipulation der Kosten eines Produkts oder einer Dienstleistung. Sie kann erhöht werden durch:

- ▶ Verbergen oder Verschleiern von Kostenkomponenten (z.B. einen Stern neben dem Preis anzuzeigen, den die Verbraucher anklicken müssen, um den vollen Preis zu sehen).
- ▶ Sequenzielle Bereitstellung von Kosteninformationen (z.B. Drip Pricing, bei dem der Endpreis erst am Ende der Transaktion offenbart wird).
- ▶ Ergänzung von Informationen, die in Quantität oder Qualität die Berechnung der Kosten erschweren (z.B. das Hinzufügen einer Zwischenwährung, die Verbraucher für einen Kauf verwenden müssen). Der Begriff „Kosten“ wird hier in einem breiten Sinne verwendet und geht über den Preis des Produkts hinaus.

Entscheidungskomplexität bezieht sich auf den Prozess der Entscheidungsfindung und wird erhöht, wenn Geschäftspraktiken:

- ▶ Verbraucher zwingen, Maßnahmen zu ergreifen (z.B. ein Abonnement abschließen, um einen Kauf tätigen zu können),
- ▶ Verbraucher dazu zwingen, Auswahlmöglichkeiten rückgängig zu machen, die sie nie getroffen haben (z.B. eine vorausgewählte Option, um einen Newsletter zu erhalten),
- ▶ den erforderlichen Aufwand für das Ausführen einer Aktion oder Auswahl erheblich erhöhen (z.B. das Beharren auf den Kauf eines bestimmten Produkts).

⁸⁰¹ Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, S. 35ff., abrufbar unter <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bcd58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>.

Die Ebene des Entscheidungsprozesses unterscheidet zwischen der Beeinflussung der Entscheidungsressourcen („affect budget constraint“) und der Beeinflussung von Präferenzen („shape preferences“).

Die Beeinflussung der Entscheidungsressourcen bezieht sich auf die gesamte Bandbreite von Ressourcen, die Nutzern zur Verfügung stehen, um eine Entscheidung zu treffen. Es umfasst nicht nur finanzielle Ressourcen, sondern auch Zeit, Aufwand und Aufmerksamkeit. Jedes Instrument, das diese Ressourcen beeinflusst, beeinträchtigt die den Nutzern zur Verfügung stehenden Entscheidungsressourcen.

- ▶ Wenn beispielsweise die Suchkosten für ein Produkt durch das Verbergen von Informationen erhöht werden, haben Nutzer möglicherweise nicht genug Zeit oder Geduld, um weiter zu suchen und entscheiden sich möglicherweise für den Kauf eines eigentlich ungewollten Produkts oder Dienstleistung.
- ▶ Das Hinzufügen einer sogenannten Zwischenwährung („intermediate currency“) oder das Verhindern eines Preisvergleichs sind weitere Instrumente, um die kognitive oder materielle Belastung für die Nutzer zu erhöhen, um diese zu irrationalen Entscheidungen zu veranlassen.

Die Beeinflussung von Präferenzen zielt darauf ab, die Wahrnehmung der Nutzer in Bezug auf ein Produkt oder eine Dienstleistung zu ändern, also Einfluss auf subjektive Bewertungen und Prioritäten zu nehmen.

- ▶ Das Einführen einer falschen Rangfolge von Produkten in Suchergebnissen kann beispielsweise Nutzer irreführen, um sie glauben zu lassen, dass ein Produkt oder eine Dienstleistung eher ihren Präferenzen entspricht, auch wenn dies nicht der Fall ist.
- ▶ Das Spielen mit Emotionen oder die Verwendung falscher Erfahrungsberichte sind Instrumente, um die wahrgenommene Qualität oder den Bedarf an einem Produkt künstlich zu erhöhen.

Abbildung 18: Verhaltenswissenschaftlich informierte Taxonomie von Dark Patterns

		Choice architecture		
		Attribute complexity	Cost complexity	Choice complexity
Decision-making component	Affect budget constraint	• Hidden information • Visual interference • Limited time message • Friend spam/social pyramid/address book leeching • Private Zuckering	• Price comparison prevention • Intermediate currency • Hidden cost • Immortal account	• Roach motel • Sneak into basket • Hidden subscription • Preselection • Forced enrolment • Gamification • Nagging
	Shape preferences (consumer valuation)	• Activity messages, testimonials • False hierarchy • Low stock message • High demand message • Cuteness • Manipulative personalised communications and advertisements	• Bait and switch • Misleading reference pricing • Pressured selling • Manipulative personalised pricing	• Confirmshaming • Toying with emotions • Trick questions • Countdown timer with messages • Disguised ads • Manipulative personalisation choices (in search results ranking, recommender systems etc.)

Quelle: Abbildung entnommen aus Helberger et al., EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, S. 39, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en> (03.06.2025).

Die Taxonomie vereint diverse theoretische Perspektiven, um ein ganzheitliches System für die Klassifizierung und Analyse von Instrumenten wie Dark Patterns bereitzustellen. **Angesichts ihrer Ausrichtung, die stark von verhaltenswissenschaftlichen Erkenntnissen geprägt ist und speziell für den Verbraucherschutz entwickelt wurde, könnte es sinnvoll sein, eine ähnliche Taxonomie zu entwickeln, die sich gezielt auf die direkten und indirekten ökologischen Auswirkungen von ADS konzentriert.** Dies bleibt zukünftigen Forschungsarbeiten überlassen. Aufgrund der Vielzahl von Methoden zur indirekten Verhaltensmanipulation ist es nicht möglich, hier alle Aspekte in Betracht zu ziehen.

4.2.3 Regulierungsziel 1: Regulierung direkter und indirekter Umwelteffekte von Nudging und ADS durch Umweltrecht *de lege lata*

In diesem Kapitel wird zunächst untersucht, welche bestehenden rechtlichen Vorgaben zur Eindämmung und Verhinderung negativer indirekter Umwelteffekte durch die Verwendung von Dark Patterns bestehen (s.u. 4.2.3.1). Als nächster Schritt werden *de lege lata* bestehende gesetzlichen Vorgaben zu einem Hypernudging anhand der Beispiele Umweltinformationen, Standardvorgaben und Gamification untersucht (s.u. 4.2.3.2).

4.2.3.1 Verbote von Dark Patterns mit ökologisch nachteiligen Folgen de lege lata

Im Folgenden wird die Rechtslage hinsichtlich Dark Patterns bezüglich von Dark Patterns im engeren Wortsinn, also Dark Patterns, die in Zusammenhang mit ADS auftreten, untersucht

Wie bereits ausgeführt, findet die manipulative Ausnutzung von Verhaltensanomalien in Form von Dark Patterns maßgeblich über User-Interfaces statt (s.o. 4.2.2.3.3). Die Regulierung des Designs von User-Interfaces ist kein neues Feld, sondern wird schon seit vielen Jahren von Verbraucherschutz- und Datenschutzgesetzen adressiert, genauso wie andere Aspekte der Interaktionen zwischen Unternehmen und Verbrauchern. Dabei wird kritisiert, dass der rechtliche Schutz von Verbrauchern vor Nudging durch ADS lückenhaft und insbesondere nicht verhaltensökonomisch informiert sei.⁸⁰²

Dark Patterns werden unterdessen von einer Vielzahl von Unionsgesetzen reguliert. Die wichtigsten Regelwerke sind die Folgenden:

- ▶ Unfair Commercial Practices Directive (Richtlinie über unlautere Geschäftspraktiken, „UCPD“)⁸⁰³
- ▶ Digital Services Act (Digitaldienste-Gesetz, „DSA“)
- ▶ Digital Market Act (Digitalmarkt-Gesetz, „DMA“)
- ▶ Act on Artificial Intelligence (Künstliche Intelligenz-Gesetz, „KI-VO“)
- ▶ Data Act
- ▶ Consumer Rights Directive (Verbraucherrechterichtlinie)
- ▶ Unfair Contract Terms Directive (Richtlinie über missbräuchliche Klauseln in Verbraucherverträgen)
- ▶ General Data Protection Regulation (Datenschutz-Grundverordnung, „DSGVO“)
- ▶ ePrivacy Directive (ePrivacy-Richtlinie)
- ▶ Audiovisual Media Services Directive (Richtlinie über audiovisuelle Mediendienste)
- ▶ Platform to Business Regulation (Verordnung über Plattform-zu-Geschäft-Beziehungen)
- ▶ E-Commerce Directive (E-Commerce-Richtlinie)

Für eine Beurteilung aus der Perspektive der Verhinderung und Eindämmung negativer indirekter Effekte von Nudges und ADS ist eine detaillierte Betrachtung sämtlicher Regelungsregime nicht zielführend und überschreitet den Rahmen dieses Forschungsvorhabens.⁸⁰⁴ Eine gute Übersicht über die Implikationen des nationalen Datenschutz-, Vertrags-, Lauterkeits- und Medienrechts für Dark Patterns findet sich bei *Martini et al.*⁸⁰⁵

Im Folgenden konzentriert sich dieses Kapitel auf die Vorschriften der europäischen Digitalstrategie (s.u. 4.2.3.1.1) sowie die bereits geltenden Beschränkungen des Datenschutzrechts (s.u. 4.2.3.1.2), Wettbewerbsrechts (s.u. 4.2.3.1.3) und Verbrauchervertragsrechts (s.u. 4.2.3.1.4). Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Frage, welche ökologischen Lücken, die auf den Schutz von Verbrauchern und den Wettbewerbsschutz konzentrierte Regulierung von Dark Patterns aufweisen (s.u. 4.2.3.1.5).

⁸⁰² Vgl. ausführlich Weinzierl, Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, NVwZ Extra 15/2(2020b).

⁸⁰³ Richtlinie 2005/29/EG über unlautere Geschäftspraktiken im binnenmarktinternen Geschäftsverkehr zwischen Unternehmen und Verbrauchern.

⁸⁰⁴ Eine Übersicht zu einzelnen Gesetzen findet sich in der Verhaltensstudie der Europäischen Kommission zu unlauteren Geschäftspraktiken im digitalen Umfeld, die auch eine Übersicht der meisten Dark Patterns im Zusammenhang mit ADS mit einschränkender Rechtsgrundlage und einschlägiger Rechtsprechung enthält, s. EU-Kommission, Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, 2018, S. 61 ff. und 70 ff., <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bc-d58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>.

⁸⁰⁵ Martini et al., Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, ZfDR 2021, 47–74.

Regulierung sieht sich dabei mit der grundlegenden Herausforderung eines fortlaufenden Wechselspiels zwischen regulatorischen Eingriffen und den hierauf folgenden taktischen Anpassungen seitens der Anbieter konfrontiert. Regulatorische Maßnahmen führen zu adaptiven Reaktionen der Anbieter, die manipulative Designstrukturen sukzessive in weniger sichtbare Systemebenen von ADS integrieren und damit schwerer regulatorisch fassbar werden (Dark Patterns → Darker Patterns → Darkest Patterns).⁸⁰⁶ Eine Regulierung sollte daher möglichst dynamisch konzipiert werden.

4.2.3.1.1 Europäische Digitalstrategie

Die EU strebt mit ihrer Digitalstrategie an, die digitale Transformation im Sinne von Bürgerinnen und Bürgern und Unternehmen zu gestalten, zur Klimaneutralität bis 2050 beizutragen und das nächste Jahrzehnt als Digitale Dekade Europas zu prägen, wobei der Fokus auf der Stärkung der digitalen Souveränität, Daten, Technologie und Infrastruktur liegt.⁸⁰⁷ Regulierungsbezüge zu Dark Patterns finden sich in mehreren Regelungen der europäischen Digitalstrategie, insbesondere im Digital Services Act (DSA). Zum Bearbeitungszeitpunkt hat das EU-Parlament einen Entschluss zur Verabschiedung einer Richtlinie zum Schutz vor süchtig machenden Design von Online-Diensten im EU-Binnenmarkt verabschiedet, da die bestehende Gesetzgebung unter anderem mit den schnell voranschreitenden Änderungen manipulativer Techniken im Digitalbereich nicht schritthalten kann.⁸⁰⁸ Wichtige umweltrelevante Lücken im DSA, der KI-VO, dem Data Act und dem Digital Markets Act (DMA) werden exemplarisch im Folgenden herausgearbeitet.

4.2.3.1.1.1 Der Digital Services Act

Der DSA⁸⁰⁹ wird als bahnbrechendes Gesetz innerhalb der EU zur Regulierung von Online-Intermediären im EU-Binnenmarkt betrachtet.⁸¹⁰ Sein Anwendungsbereich umfasst verschiedene Online-Akteure wie Internet Service Provider, Suchmaschinen, Domain-Registrare, Hosting-Dienste und verschiedene Plattformen, unabhängig von ihrem geografischen Standort (Art. 2 Abs. 1 DSA).⁸¹¹ Die Hauptziele der DSA sind die Stärkung des Schutzes fundamentaler Rechte der Nutzer in allen Online Services, die Erhöhung der Transparenz und die Förderung von Innovationen („level playing field for businesses“; Art. 1 Abs. 1 DSA).⁸¹² Der DSA ist bereits am 16. November 2022 in Kraft getreten, die meisten in der Verordnung festgelegten Verpflichtungen sind ab dem 17. Februar 2024 wirksam geworden. Die Bundesnetzagentur ist mit dem Digitale-Dienste-Gesetz⁸¹³ (§ 1 Abs. 1) als nationale Aufsichtsbehörde (Digital-Services-Koordinator) gemäß Art. 49 DSA benannt worden.⁸¹⁴ Angesichts der noch jungen Regelungen basiert die Beurteilung vieler Rechtsfragen hauptsächlich auf dem Text der Verordnung.

⁸⁰⁷ EU-Kommission, A European strategy for data, o. J., <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data> (22.04.2025).

⁸⁰⁸ EU-Parlament, Addictive design of online services and consumer protection in the EU single market, European Parliament resolution of 12 December 2023 on addictive design of online services and consumer protection in the EU single market (EU-Parlament, Addictive design of online services and consumer protection in the EU single market, Punkt 7).

⁸⁰⁹ Regulation (EU) 2022/2065 of the European Parliament and of the Council of 19 October 2022 on a Single Market For Digital Services and amending Directive 2000/31/EC (Digital Services Act) (Text with EEA relevance), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022R2065&qid=1666857835014> (22.04.2025).

⁸¹⁰ Leiser, Psychological Patterns and Article 5 of the AI Act: AI-Powered Deceptive Design in the System Architecture and the User Interface. *Journal of AI law and Regulation* 1(1) (2024), 5–23 (8), <https://doi.org/10.21552/aire/2024/1/4>.

⁸¹¹ Siehe die Liste der durch die EU-Kommission benannten VLOPs und VLOSEs, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/list-designated-vlops-and-vloses>, abgerufen am 04.07.2024.

⁸¹² EU-Kommission, The Digital Services Act package, o. J., <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-services-act-package> ().

⁸¹³ Digitale-Dienste-Gesetz vom 6. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 149).

⁸¹⁴ Beschwerdeportal der Bundesnetzagentur: <https://www.dsc.bund.de/DSC/DE/3Verbraucher/3VB/start.html>.

Im Hinblick auf die Zentralisierung der durch die ADS vermittelten und verstärkten Machtpositionen der Big-Tech-Unternehmen ist hervorzuheben, dass im DSA die EU-Kommission die zentrale europäische Aufsichtsbehörde für sehr große Online-Plattformen und sehr große Online-Suchmaschinen (VLOPs und VLOEs, Art. 33 DSA ff.) ist. Hier zeigt sich ein Lerneffekt aus der Problematik der DSGVO, in der die jeweilige nationale Datenschutzbehörde zuständig war, in der die europäische Niederlassung des Big-Tech-Unternehmens ihren Sitz hat. Insbesondere das zurückhaltende Verhalten der irischen Aufsichtsbehörde hat in der EU für Unmut gesorgt und es ist zu erwarten und auch bereits abzusehen, dass die EU-Kommission mehr Engagement im Vollzug des DSA an den Tag legen wird.

Verhaltenswissenschaftlich informierte Regelungen trifft insbesondere Art. 25 DSA, der die „Gestaltung und Organisation der Online-Schnittstelle“ regelt. In Absatz 1 der Regelung heißt es:

„Anbieter von Online-Plattformen dürfen ihre Online-Schnittstellen nicht so konzipieren, organisieren oder betreiben, dass Nutzer getäuscht, manipuliert oder anderweitig in ihrer Fähigkeit, freie und informierte Entscheidungen zu treffen, maßgeblich beeinträchtigt oder behindert werden.“

Online-Schnittstellen werden in Art. 3 (m) DSA sehr weit definiert als eine „Software, darunter auch Websites oder Teile davon sowie Anwendungen, einschließlich Mobil-Apps“. Art. 25 Abs. 1 DSA zielt demnach auf die Regulierung der Benutzeroberfläche (s.o. 4.2.2.3.3). Eine signifikante Einschränkung erfährt Art. 25 Abs. 1 DSA durch seine Beschränkung auf "Online-Plattformen", so dass eine Lücke in der Anwendbarkeit auf andere vom DSA erfasste Akteure besteht. Online-Plattformen werden in Art. 3 (i) DSA definiert als einen

„Hostingdienst, der im Auftrag eines Nutzers Informationen speichert und öffentlich verbreitet, sofern es sich bei dieser Tätigkeit nicht nur um eine unbedeutende und reine Nebenfunktion eines anderen Dienstes oder um eine unbedeutende Funktion des Hauptdienstes handelt, die aus objektiven und technischen Gründen nicht ohne diesen anderen Dienst genutzt werden kann, und sofern die Integration der Funktion der Nebenfunktion oder der unbedeutenden Funktion in den anderen Dienst nicht dazu dient, die Anwendbarkeit dieser Verordnung zu umgehen“.

Beispielsweise handelt es sich bei Google und Bing nicht um eine Online-Plattform, sondern um Online-Suchmaschinen gemäß Art. 3 (j) DSA.⁸¹⁵ Noch ungeklärt (indes eher unwahrscheinlich)⁸¹⁶ ist es, ob LLMs wie ChatGPT oder Googles Gemini als Online-Plattform unter dem DSA gelten.⁸¹⁷

Zudem wird die Anwendbarkeit gemäß Art. 25 Abs. 2 DSA auf Praktiken beschränkt, die nicht gegen die DSGVO oder die UCPD verstoßen. Verstößt ein Dark Pattern gegen Datenschutzvorschriften, soll die nationale Datenschutzbehörde zuständige Regulierungsbehörde sein. Beispiele sind in den Leitlinien des European Data Protection Board (3/2022)⁸¹⁸ zu finden. Verstöße gegen nationale Gesetze, die die Richtlinie über unlautere Geschäftspraktiken implementieren, in Deutschland das UWG, sollen von den zuständigen nationalen Verbraucherschutzbehörden durchgesetzt werden. Allerdings scheint das festgelegte Verhältnis zwischen DSA und DSGVO sowie der Richtlinie UCPD die Problematik von Regelungsüberschneidungen in der Praxis nur

⁸¹⁵ Google und Bing werden jedoch mit mehr als 45 Millionen aktiven Usern in der EU als Very Large Online Engine von den besonderen Anforderungen der Artikel 33 DSA ff. erfasst.

⁸¹⁶ Hacker et al., Regulating ChatGPT and other large generative AI models, in: FAccT '23: Proceedings of the 2023 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, 2023, S. 1112–1123 (1118), <https://doi.org/10.1145/3593013.3594067>.

⁸¹⁷ Vermeulen/Lemoine (2024), From ChatGPT to Google's Gemini: when would generative AI products fall within the scope of the Digital Services Act?, London School of Economics Blog, 12.02.2024, abrufbar unter <https://blogs.lse.ac.uk/medialaw/2024/02/12/from-chatgpt-to-googles-gemini-when-would-generative-ai-products-fall-within-the-scope-of-the-digital-services-act/>.

⁸¹⁸ EDPB Guidelines 03/2022 on deceptive design patterns in social media platform interfaces: how to recognise and avoid them, https://edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-032022-deceptive-design-patterns-social-media_de.

auf dem Papier zu klären. Es wird nicht immer klar abgrenzbar sein, ob ein Dark Pattern ausschließlich gegen die DSGVO, die UCPD oder nur gegen den DSA verstößt, was zu offenen Zuständigkeitsfragen zwischen nationalen Datenschutz- und Verbraucherschutzbehörden sowie digitalen Dienstkoordinatoren führen könnte. Überhaupt ist davon auszugehen, dass viele Dark Patterns entweder gegen die DSGVO oder die UCPD verstoßen, was erhebliche Zweifel an der Effektivität des Art. 25 DSA erweckt.⁸¹⁹ Einige Dark Patterns, welche nicht unter die DSGVO und die UCPD fallen, wie insbesondere Infinite scroll⁸²⁰, Autoplay⁸²¹ und Nagging⁸²², könnten jedoch in den Anwendungsbereich des Art. 25 DSA fallen.⁸²³ Dabei handelt es sich unter anderem um weit verbreitete Dark Patterns mit teilweise erheblichen Umweltauswirkungen, wie sie bei Plattformen wie YouTube, Netflix und Spotify üblich sind.⁸²⁴ Dennoch wird bereits heute deutlich, dass viele umweltrelevante Dark Patterns wie beispielsweise personalisierte Hypernudges (s.o. 4.2.2.4.2.3), die Interaktion mit manipulierenden Robotern (Human-Robot-Manipulation), Manipulationen durch Sprachassistenten wie Alexa, Siri und Google Assistant, Manipulationen durch haptische Schnittstellen (Haptic Interfaces) sowie Manipulationen durch Augmented und Virtual Reality nicht erfasst werden.⁸²⁵

Durch Art. 25 Abs. 1 DSA werden viele manipulative Dark Patterns erfasst, die auch negative indirekte ökologische Effekte hervorrufen können. Zugleich fallen zahlreiche Dark Patterns, die negative ökologische Effekte hervorrufen können, nicht unter Art. 25 Abs. 1 DSA. Das liegt daran, dass der DSA die Regulierung solcher ökologischen Effekte allenfalls als Nebenziel begreift. Gemäß Art. 1 Abs. 1 des DSA ist sein erklärtes Hauptziel, durch harmonisierte Regelungen ein sicheres, kalkulierbares und vertrauensvolles Online-Umfeld zu etablieren und dabei den Schutz der Verbraucher zu stärken. Gleichzeitig erkennt die EU die Notwendigkeit effektiven Marketings für wirtschaftlichen Erfolg an, weshalb viele Werbemaßnahmen mithilfe von Dark Patterns im Sinne des DSA unterschieden werden. In der Präambel zum DSA wird zudem festgestellt, dass die Regeln, die Dark Patterns verbieten, nicht so verstanden werden sollen, dass sie Diensteanbieter daran hindern, direkt mit Dienstempfängern zu interagieren oder ihnen neue oder zusätzliche Dienste anzubieten. Legitime Praktiken, zum Beispiel in der Werbung, in Übereinstimmung mit dem EU-Recht, sollten an sich nicht als Dark Patterns angesehen werden (Erwägungsgrund 67 DSA).

Da das Verbot des Art. 25 Abs. 1 DSA die Norm eine Vielzahl unbestimmter Rechtsbegriffe aufweist, wird erwartet, dass sie zahlreiche Klagen in Europa in der komplexen Gemengelage von

⁸¹⁹ Leiser/Santos, Dark Patterns, Enforcement, and the Emerging Digital Design Acquis: Manipulation beneath the Interface, *European Journal of Law and Technology*, Vol. 15 No. 1 (2024), Kapitel 4.1, abrufbar unter <https://ejlt.org/index.php/ejlt/article/download/990/1084/4299>.

⁸²⁰ Endloses weiterscrollen, siehe Tefera-Alemu, Süchtig machende Designs, *netzpolitik.org*, 20.10.2023, <https://netzpolitik.org/2023/autoplay-infinite-scrolling-co-suechtig-machende-designs/> (28.03.2025).

⁸²¹ Automatisch abgespielte Videos, ebd.

⁸²² Permanente Push-Benachrichtigungen. Jedes Mal, wenn eine App oder eine Website den Benutzer mit einer Aufforderung unterbricht, etwas zu tun, erschöpft dies die Zeit und Aufmerksamkeit des Benutzers. Dies ist wie eine Steuer, die der Anbieter den Nutzern auferlegt, die den Wünschen des Anbieters nicht nachkommen wollen. Obwohl die Kosten nicht finanzieller Natur sind, summieren sie sich und werden schließlich nicht mehr trivial. An diesem Punkt kann der Nutzer beschließen, dass es kostengünstiger ist, einfach nachzugeben und den Wünschen des Anbieters zuzustimmen, auch wenn es gegen seine Interessen geht, <https://www.deceptive.design/types/nagging> (28).

⁸²³ Dies bejahend: Leiser/Santos, Dark Patterns, Enforcement, and the Emerging Digital Design Acquis, Vol. 15 No. 1 (2024), Kapitel 4.1; verneinend: EU-Parlament, Addictive design of online services and consumer protection in the EU single market, *European Parliament resolution of 12 December 2023 on addictive design of online services and consumer protection in the EU single market* (EU-Parlament, Addictive design of online services and consumer protection in the EU single market).

⁸²⁴ Mathur et al., Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 2021, <https://doi.org/10.1145/3359183>.

⁸²⁵ Leiser/Santos, Dark Patterns, Enforcement, and the Emerging Digital Design Acquis: Manipulation beneath the Interface, *European Journal of Law and Technology*, Vol. 15 No. 1 (2024), Kapitel 4.1, abrufbar unter <https://ejlt.org/index.php/ejlt/article/download/990/1084/4299>.

Freiheitsgebrauch, Schutzpflichten und auch digitaler Wirtschaftspolitik auslösen wird.⁸²⁶ Inwiefern ökologisch relevante Dark Patterns von diesen Möglichkeiten betroffen sind, bleibt abzuwarten.

4.2.3.1.1.2 Digital Markets Act

Der DMA⁸²⁷ adressiert das Marktverhalten von Online-Plattformen und Online-Suchmaschinen, die das Merkmal eines Torwächters (Gatekeeper) erfüllen (Art. 1, Art. 2 Nr. 1m, Art. 3 DMA). Art. 13 Abs. 6 führt Verbote im Zusammenhang mit Dark Patterns ein und betont, dass Torwächter Verhaltensweisen zu unterlassen haben, die die Wirksamkeit der in der Verordnung festgelegten Verbote und Verpflichtungen untergraben. Das Verbot umfasst unter anderem die Verschlechterung der Bedingungen oder der Qualität von Kerndiensten von Plattformen, die Geschäftskunden oder Endnutzern mit deren Zustimmung (gemäß Artikel 5) angeboten werden, die übermäßige Erschwerung der Ausübung von Wahlmöglichkeiten, die nicht neutrale Darstellung der Wahlmöglichkeiten der Endnutzer und die Beeinträchtigung der Autonomie, der Entscheidungsfreiheit oder der Wahlmöglichkeiten der Nutzer durch die Struktur, die Funktion oder den Betrieb einer Benutzeroberfläche oder eines Teils davon.

Aus den Bestimmungen geht jedoch nicht eindeutig hervor, ob sich der Begriff „Benutzerschnittstelle“ ausschließlich auf das Design der Benutzeroberfläche eines Unternehmens bezieht oder auch die UX und die verwendete Sprache umfasst. *Leiser/Santos* nennen als Beispiel für diese Unklarheit hinsichtlich der verbotenen Praktiken die zeitaufwändige und umständliche Abmeldung von einem Hauptservice.⁸²⁸

Art. 5 Abs. 2 DMA verbietet es Torwächtern, personenbezogene Daten zum Zwecke des Betriebs von Online-Werbediensten zu verarbeiten, mit personenbezogenen Daten Dritter zusammenzuführen und in anderen Diensten des Torwächters weiterzuverwenden. Darüber hinaus ist es dem Torwächter nicht gestattet, Endnutzer zum Zwecke der Zusammenführung personenbezogener Daten bei anderen Diensten des Torwächters zu registrieren.

4.2.3.1.1.3 KI-Verordnung

Die bereits oben unter 4.1.4.3.1 beschriebenen, strukturellen Lücken der KI-VO aus Umweltsicht bestehen auch im Hinblick auf deren Regelungen zu Dark Patterns: Die KI-VO orientiert sich strikt anthropozentrisch und blendet ökologische Risiken ganz weitgehend aus. Selbst wenn ein KI-System routinemäßig Verhalten stimuliert, das offensichtliche ökologische Schäden verstärkt – etwa durch Überkonsum, Fast Fashion oder ineffiziente Energienutzung –, fällt dies nicht in den unmittelbaren Schutzbereich der Regulierung, solange kein individueller oder gruppenspezifischer Schaden mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erwartet werden kann. Wie bei den weiteren Gesetzen der europäischen Digitalstrategie werden Umweltrisiken durch die KI-VO allenfalls mittelbar adressiert. Es ist vor diesem Hintergrund zu klären, in welchem Umfang eine solche „reflexhafte“ Berücksichtigung ökologischer Auswirkungen durch die Verordnung in Frage kommt.

Gemäß Art. 5 lit. a KI-VO ist

„das Inverkehrbringen, die Inbetriebnahme oder die Verwendung eines KI-Systems verboten, das Techniken der unterschwelligen Beeinflussung außerhalb des Bewusstseins einer Person oder absichtlich manipulative oder täuschende Techniken mit dem Ziel

⁸²⁶ Denga, Nutzermanipulation durch Social Media, beck-aktuell vom 15.01.2024, abrufbar unter <https://rsw.beck.de/aktuell/daily/magazin/detail/njw-forum-2024-3-nutzermanipulation--durch-social-media>.

⁸²⁷ Regulation (EU) 2022/1925 on contestable and fair markets in the digital sector and amending Directives (EU) 2019/137 and (EU) 2020/1828 (Digital Markets Act).

⁸²⁸ Leiser/Santos, Dark Patterns, Enforcement, and the Emerging Digital Design Acquis: Manipulation beneath the Interface, *European Journal of Law and Technology*, Vol. 15 No. 1 (2024).

oder der Wirkung einsetzt, das Verhalten einer Person oder einer Gruppe von Personen wesentlich zu verändern, indem ihre Fähigkeit, eine fundierte Entscheidung zu treffen, deutlich beeinträchtigt wird, wodurch sie veranlasst wird, eine Entscheidung zu treffen, die sie andernfalls nicht getroffen hätte, und zwar in einer Weise, die dieser Person, einer anderen Person oder einer Gruppe von Personen erheblichen Schaden zufügt oder mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zufügen wird“ (Unterstreichungen durch Autor).

Obwohl die Norm primär dem Schutz natürlicher Personen dient, kann sie reflexartig auch umweltschädliche Dark Patterns mitregulieren – etwa dann, wenn manipulative Designs Nutzer systematisch zu ressourcenintensivem Verhalten verleiten. Beispielsweise können durch manipulative Voreinstellungen („Defaults“) besonders umweltschädliche Konsumententscheidungen angestoßen werden, die Betroffene sonst nicht getroffen hätten. In solchen Fällen ließe sich zumindest argumentieren, dass über die Beeinträchtigung der Entscheidungsfreiheit hinaus ein kumulativer „erheblicher Schaden“ im Sinne der Vorschrift entstehen kann.

Allerdings wird deutlich, dass Herausforderungen für einen wirksamen Vollzug in der Auslegung der Vorschrift liegen. Selbst dort, wo Umweltaspekte reflexhaft miterfasst werden könnten, scheitert eine effektive Regulierung an den unklaren Tatbestandsmerkmalen der KI-VO: Begriffe wie „außerhalb des Bewusstseins“, „wesentliche Verhaltensveränderung“ oder „erheblicher Schaden“ lassen offen, ob kumulative, kollektive oder langfristige Umweltwirkungen erfasst sein könnten. Die Mehrdeutigkeit erstreckt sich auch auf Praktiken, die das Verhalten auf subtile Weise beeinflussen können, ohne dass sich der Anwender dessen bewusst ist.⁸²⁹ Damit bleiben auch reflexhafte Schutzwirkungen unsicher und schwer justiziabel.

Nach Art. 5 lit. b KI-VO ist außerdem verboten „das Inverkehrbringen, die Inbetriebnahme oder die Verwendung eines KI-Systems, das eine Vulnerabilität oder Schutzbedürftigkeit einer natürlichen Person oder einer bestimmten Gruppe von Personen aufgrund ihres Alters, einer Behinderung oder einer bestimmten sozialen oder wirtschaftlichen Situation mit dem Ziel oder der Wirkung ausnutzt, das Verhalten dieser Person oder einer dieser Gruppe angehörenden Person in einer Weise wesentlich zu verändern, die dieser Person oder einer anderen Person erheblichen Schaden zufügt oder mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zufügen wird.“ Es ist demnach verboten, gruppenspezifische Vulnerabilitäten auszubeuten. Allerdings wird die Reichweite der Vorschrift wesentlich dadurch beschränkt, dass die Ausnutzung individueller Schwachstellen für sich genommen nicht für ein Verbot ausreicht. Das Ausnutzen individueller Schwachstellen muss kausal das Verhalten der betroffenen Personen verzerren und geeignet sein, erheblichen Schaden zuzufügen. Auch hier ist unklar, wer die Beweislast trägt und was genau mit einem erheblichen Schaden gemeint sein soll.

Dieser Mangel an Klarheit könnte die praktische Anwendung der Verbote erschweren, die einen präziseren Rahmen erfordert, um das nuancierte Wechselspiel zwischen technologischer Innovation und ethischen Erwägungen zu berücksichtigen.⁸³⁰ Es steht demnach zu erwarten, dass viele Formen von Manipulationen mithilfe von ADS schon deshalb nicht unter die Verbote der KI-VO subsumiert werden, weil die Verbote zu unbestimmt formuliert sind. Vorzugswürdig wären daher explizite Definitionen für unterschwellige Techniken, gezielte Manipulationstechniken und Täuschungen durch ADS.⁸³¹ Leiser schlägt eine Taxonomie vor, die gängige psychologische Dark Patterns und daraus entstehende Schäden in Verbindung bringt, um die Auslegung des

⁸²⁹ Leiser, Psychological Patterns and Article 5 of the AI Act: AI-Powered Deceptive Design in the System Architecture and the User Interface. *Journal of AI law and Regulation*, 1(1) (2024), 5–23 (17), <https://doi.org/10.21552/aire/2024/1/4>.

⁸³⁰ Ebd. 18.

⁸³¹ Siehe den Vorschlag von Leiser, ebd., 21.

Art. 5 Abs. 1 lit. a) KI-VO zu erleichtern.⁸³² Aus umweltrechtlicher Sicht könnte eine – die Möglichkeiten der vorliegenden Untersuchung übersteigende – vergleichende Analyse dieser und ähnlicher Taxonomien⁸³³ die verbotenen Dark Patterns auf ihre umweltbezogenen Implikationen hin kategorisieren. Eine solche Analyse hätte beispielsweise solche (verbotenen) Dark-Patterns fokussieren, die auf habituelle Entscheidungsmuster zielen – einen Mechanismus, der sich wie in Abschnitt 4.2.2.2 dargelegt, in ökologisch relevanten Kontexten niederschlägt, etwa durch die gezielte Förderung nicht-nachhaltiger Routinen.

Dark Patterns und ihre negativen ökologischer Effekte dürften schließlich auch durch die Transparenzanforderungen des Art. 50 KI-VO nicht hinreichend reguliert werden. Danach müssen KI-Systeme, die für die direkte Interaktion mit natürlichen Personen bestimmt sind, so konzipiert und entwickelt werden, dass die betreffenden Personen darüber informiert werden, dass ihr kommunikatives Gegenüber kein Mensch, sondern eine KI ist. Es besteht allerdings wissenschaftliche Evidenz dafür, dass das Wissen über einen Nudge nicht den Erfolg des Nudges beeinträchtigt.⁸³⁴ Ausnahmen sind Standardeinstellungen („Defaults“), bei denen einzelne Studien zu dem Ergebnis kommen, dass eine erhöhte Transparenz den Nudging Effekt verstärkt.⁸³⁵

Im Ergebnis weist die KI-VO erhebliche Lücken im Hinblick auf eine umweltbezogene Regulierung von Dark Patterns auf. Ein präziserer und systemisch erweiterter Ordnungsrahmen wäre daher erforderlich, um manipulative Gestaltungstechniken zu unterbinden, die langfristig umweltschädliche Verhaltensmuster verstärken.

4.2.3.1.1.4 Data Act

Der Data Act⁸³⁶ gilt für den Austausch und die Übertragbarkeit von Daten, die von einem Produkt oder einer Dienstleistung stammen oder durch diese erzeugt werden, zwischen Nutzern, Dateneinhabern und Dritten. Es legt die Bedingungen und Anforderungen fest, um den Datenfluss zwischen den verschiedenen Akteuren zu erleichtern. Nutzer von vernetzten Produkten oder Dienstleistungen erhalten gegenüber den Dateneinhabern das Recht auf Zugang zu Daten, die durch die Nutzung ihres Gerätes erzeugt wurden. Die Nutzer können diese Daten dann Dritten, z.B. Reparatur- oder Dienstleistungsanbieter zugänglich machen. Das Gesetz verbietet dabei auch Praktiken, die die Rechte oder Wahlmöglichkeiten der Nutzer in Bezug auf die Weitergabe oder Übertragbarkeit von Daten untergraben. Es schreibt vor, dass die Verweigerung oder Beendigung des Zugangs zu Daten genauso einfach sein muss wie die Gewährung des Zugangs, und betont, dass weder Dritte noch Dateneinhaber in ihren digitalen Schnittstellen „Dark Patterns“ verwenden dürfen. Dabei darf die Ausübung der Rechte der Nutzer nicht übermäßig erschwert oder Nutzer durch voreingenommene, erzwungene oder irreführende Entscheidungen so manipuliert werden, dass ihre Autonomie oder Entscheidungsfreiheit beeinträchtigt wird.

Hierbei werden Dark Patterns als Gestaltungstechniken begriffen, die darauf abzielen, Verbraucher zu Entscheidungen zu bewegen, die für sie negative Auswirkungen haben könnten. Als Schutzgüter werden jedoch nur die Autonomie, die Wahlmöglichkeiten und die Entscheidungsfähigkeit der Nutzer berücksichtigt. Dark Patterns werden im Data Act explizit nur im Erwägungsgrund 38 angesprochen, das Verbot der Nutzung von Entscheidungsarchitekturen, die die Ausübung des datenbezogenen Rechts der Gerätenutzer erschweren, ist in Artikel 4 Abs. 4 Data Act

⁸³² Ebd. S. 19.

⁸³³ S.o. 4.2.2.4.3.

⁸³⁴ Lucic, Transparenz im Nudging: wie wichtig ist sie?, 2021, <https://doi.org/10.25365/thesis.56202>; Bruns et al., Can Nudges Be Transparent and Yet Effective?, Journal of Economic Psychology (2018), <https://doi.org/10.1016/j.joep.2018.02.002>.

⁸³⁵ Schütze et al., Nudging: An Experiment on Transparency, Controlling for Reactance and Decision Time, CESifo Working Paper No. 10599, 2023, abrufbar unter https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4538047.

⁸³⁶ Regulation on harmonised rules on fair access to and use of data (Data Act).

geregelt. Angesichts des engen Anwendungsbereichs der Regelung auf die Ausübung der datenbezogenen Rechte der Gerätenutzer dürfte das Verbot keinen geeigneten Hebel für eine ökologische Regulierung bieten. Ökologische Relevanz könnte dem Dark-Patterns Verbot des Data Act allerdings dann zukommen, wenn Nutzer ihre Daten für Gemeinwohlzwecke zur Verfügung stellen (s.o., Kapitel 3.4.1).

4.2.3.1.2 Datenschutzrecht

Das Datenschutzrecht liefert de lege lata nur wenige Anknüpfungspunkte für eine Eindämmung oder Verhinderung ungewollter indirekter Umweltwirkungen von Dark Patterns. Es verbietet nur solche Dark Patterns, die die Freiwilligkeit (Art. 7 Abs. 4 DSGVO), Informiertheit (Art. 4 Nr. 11 DSGVO und Art. 13 Abs. 2 lit. b, c DSGVO) und andere zentrale Prinzipien der DSGVO, wie die eindeutig bestätigende Handlung (Art. 4 Nr. 11 i.V.m. Art. 6 Abs. 1 UAbs. 1 lit. a DSGVO) sowie Data Protection by Design (Art. 25 Abs. 1 DSGVO) und Data Protection by Default (Art. 25 Abs. 2 DSGVO) beeinträchtigen.⁸³⁷ Datenschutz tickt nicht im Rhythmus der Verhaltensökonomie.⁸³⁸

So darf ein Online-Gewinnspielanbieter nicht standardmäßig annehmen, dass Teilnehmende Werbecookies zustimmen (Verstoß gegen die eindeutig bestätigende Einwilligung), eine digitale Bildbearbeitungssoftware darf nicht verlangen, dass Nutzer die Standortverfolgung aktivieren, um die Software nutzen zu können (Verstoß gegen die Freiwilligkeit der Einwilligung), eine Bedienoberfläche darf nicht so viele Auswahlmöglichkeiten bieten, dass Nutzer nicht wirklich verstehen, wofür sie ihre Zustimmung geben (Verstoß gegen die Informiertheit der Einwilligung) und Nutzer dürfen durch Dark Patterns nicht dazu verleitet werden, mehr Daten preiszugeben, als es für die Funktionalität des Service erforderlich ist (Verstoß gegen das Gebot des Datenschutzes bei Design).

Diese Vorgaben des traditionellen Datenschutzrechtes verbieten bestimmte Ausprägungen von Dark Patterns. Die fortschreitende Digitalisierung von Staat und Gesellschaft bringt jedoch sowohl neue Potenziale als auch Gefahren mit sich, die über die Grenzen des traditionellen Datenschutzrechts hinausgehen.⁸³⁹ Typische ökologische Risiken von Dark Patterns wie übermäßiger Konsum, kurzlebige Produkte, erhöhter Energieverbrauch, Verhinderung von Energieeinsparungen, unnötige Lieferungen und fehlgeleitete Ressourcen werden durch die Regulierung einiger Dark Patterns im Datenschutzrecht nicht oder nur unbedeutend berührt. Allenfalls stellt die Erschwerung der Erlangung personenbezogener Daten erneut ein mittelbares Hindernis für personalisierte Werbung und personalisierte Dark Patterns dar. Wie in Abschnitt 4.2.2.3.4 ausgeführt, funktionieren prädiktive Analysen und personalisierte Dark Patterns ohnehin auch dann, wenn Betroffene auf ihre personenbezogenen Daten achten, was für die meisten Nutzer nicht gelten dürfte. Ein wesentliches Defizit des Datenschutzrechts mit Blick auf die Regulierung von KI-Modellen wird auch darin gesehen, dass die Vorgabe der Zweckbindung nicht anwendbar ist, weil diese Modelle nur noch anonymisierte Daten enthalten.⁸⁴⁰

Die DSGVO verbietet den Export personenbezogener Daten aus der EU und erschwert damit theoretisch die Erstellung entsprechender Nutzerdatenbanken. Die Effekte dieses Verbotes sind bei der Auswertung im Rahmen von Big Data jedoch gering, weil der Bezug zu konkreten Personen dabei oft nebensächlich ist, oder lediglich ein untergeordnetes Element der Datenverwertung darstellt. Deshalb eignet sich das herkömmliche Datenschutzrecht nur bedingt, um die Herausforderungen – wie beispielsweise die mit Hyper-Nudging einhergehenden Machtprobleme – zu

⁸³⁷ Martini et al., Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, ZfDR 2021, 47, 54 ff.

⁸³⁸ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte – Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2024, S. 206, <https://doi.org/10.1628/978-3-16-163429-1>.

⁸³⁹ Hoffmann-Riem, Recht im Sog der digitalen Transformation, Schriften zum Recht der Digitalisierung 11, 2022, S. 147.

⁸⁴⁰ Mühlhoff/Rusche-Meier, Regulating AI with Purpose Limitation for Models, AIRe vol. 1 2024, 25–39 (30 f.), abrufbar unter https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/306629759/aire_2024_01-005.pdf.

adressieren.⁸⁴¹ Das Datenschutzrecht dient maßgeblich und fast ausschließlich dem Schutz der Autonomie der durch die Nutzung von personenbezogenen Daten betroffenen natürlichen Personen.⁸⁴² Die Konzeption von ADS und durch diese Systeme potenziell gefährdete Rechtsgüter, wie beispielsweise die Umwelt, finden im traditionellen Datenschutz keine Berücksichtigung.⁸⁴³ Angesichts dieser Entwicklung fordern einige bereits eine Weiterentwicklung vom traditionell liberal ausgerichteten Individualdatenschutz hin zu einem Kollektivdatenschutz. Dieser sollte den Schutz der Gesellschaft vor Machtmissbrauch durch prädiktive Analytik als staatliche Verpflichtung betrachten und den Schutz personenbezogener Daten als kollektive Verantwortung jedes Nutzers verstehen.⁸⁴⁴

4.2.3.1.3 Wettbewerbs- und Lauterkeitsrecht

Die Dark Patterns betreffenden Vorgaben der UGP-RL wurden in verschiedenen Vorschriften des UWG umgesetzt. Eine zentrale Vorschrift im UWG, die sich mit aggressiven geschäftlichen Handlungen befasst, ist § 4a Abs. 1 UWG. Diese Regelung setzt die Bestimmungen aus Art. 8 und 9 der UGP-RL in nationales Recht um. Durch § 4a i.V.m. § 3 UWG werden Handlungen verboten, die die Entscheidungsfreiheit von Verbrauchern oder anderen Marktteilnehmern durch Belästigung, Nötigung oder unzulässige Beeinflussung erheblich beeinträchtigen. Geschäftliche Handlungen, die den Verbraucher oder andere Marktteilnehmer zu Entscheidungen bewegen, die sie sonst nicht getroffen hätten, werden als aggressiv betrachtet und sind unlauter. Nach § 4a Abs. 1 S. 2 UWG wird eine Handlung als aggressiv bewertet, wenn sie, unter Einbeziehung aller relevanten Faktoren, in der Lage ist, die Entscheidungsfreiheit des Verbrauchers oder eines anderen Marktteilnehmers durch Belästigung, Nötigung oder unzulässige Beeinflussung wesentlich einzuschränken.

Ein Beispiel hierfür sind schwer schließbare Pop-up-Fenster, die den Nutzer dazu verleiten können, Käufe zu tätigen, die er ansonsten nicht getätigt hätte. Das Dark Pattern „Roach Motel“, das das Abschließen von Verträgen erleichtert, während es die Kündigung erschwert (und oft in den Tiefen der Website versteckt), ist gemäß § 4a Abs. 2 Nr. 4 UWG unzulässig. Durch solche Mechanismen könnten Verbraucher dazu verleitet werden, Dienstleistungen oder Produkte zu erwerben, die sie eigentlich nicht brauchen. Dieser überflüssige Konsum hat ökologische Auswirkungen, insbesondere wenn es sich um physische Produkte handelt.

Ein weiterer Bereich des UWG, der indirekt ökologische Vorteile haben könnte, ist der Anhang zu § 3 Abs. 3 UWG, auch bekannt als "schwarze Liste". Nr. 7 dieser Liste, die "unwahre Angaben über zeitliche Begrenzung eines Angebots" erfasst, könnte verhindern, dass Verbraucher durch künstlichen Zeitdruck zu impulsiven Käufen verleitet werden. Solche Impulskäufe können den Verbrauch von Ressourcen fördern und die Müllproduktion erhöhen, insbesondere wenn die gekauften Produkte schnell obsolet werden oder nicht mehr benötigt werden (s.o., Abschnitt 4.2.2).

Allerdings offenbaren sich strukturelle Grenzen des UWG: Das Gesetz zielt vorrangig auf den Schutz individueller Entscheidungsfreiheit im Kontext unlauterer Wettbewerbshandlungen, nicht jedoch auf die systemischen Folgen solcher Handlungen für Umwelt und Gesellschaft. Insbesondere fehlt ein normativ verankerter Maßstab, der das Ausmaß und die Richtung von manipulativer Verhaltenslenkung im Hinblick auf die ökologische Nachhaltigkeit berücksichtigt. Dark

⁸⁴¹ Vgl. Hoffmann-Riem (2017), Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, AöR 142, 1, 7.

⁸⁴² Martini et al., Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, ZfDR 2021, 47, 58.

⁸⁴³ Hoffmann-Riem, Recht im Sog der digitalen Transformation, Schriften zum Recht der Digitalisierung 11, 2022, S. 147.

⁸⁴⁴ Mühlhoff, Predictive privacy: Collective data protection in the context of artificial intelligence and big data, Big Data & Society, 2023, S. 6 ff., doi: 10.1177/20539517231166886; ähnliche Vorschläge werden schon länger aus Sicht der Regulierung der Datenökonomie formuliert, s. Gailhofer/Scherf (2019), Regulierung der Datenökonomie. Ansätze einer ökologischen Positionierung; Fezer (2018), Repräsentatives Dateneigentum. Ein zivilgesellschaftliches Bürgerrecht, s.a.o. Abschnitt 3.3.1.4 m.w.N.

Patterns, die umweltbezogen problematische Konsumroutinen verstärken, bleiben häufig außerhalb des Regulierungsrahmens – sofern sie nicht zugleich die Schwelle zur Unlauterkeit im engeren Sinne überschreiten. So gelten etwa manipulative Designs, die Nutzer dazu verleiten, häufiger neue Kleidungsstücke zu kaufen oder Lieferoptionen mit höherem CO₂-Ausstoß zu wählen, in der Regel nicht als unlauter, solange sie weder täuschen noch erheblichen Entscheidungsdruck erzeugen. Auch Designs, die bestimmte Schaltflächen hervorheben oder „Confirmshaming“-Taktiken verwenden, könnten den Verbraucher subtil beeinflussen, ohne notwendigerweise die Schwelle des § 4a Abs. 1 UWG zu überschreiten.

Das UWG bietet vor diesem Hintergrund zwar einige Anknüpfungspunkte für ein Verbot und eine Eindämmung einiger umweltschädlicher Dark Patterns, ohne dabei aber den Kern einer ökologischen Regulierung von Dark Patterns zu erfassen. Denn auch der lautere Wettbewerb mit Dark Patterns birgt erhebliche Möglichkeiten indirekter Beeinflussung des Verbraucherverhaltens in Richtung einer Vertiefung umweltschädlicher Routinen.

4.2.3.1.4 Verbrauchervertragsrecht

Auch das aktuelle Verbrauchervertragsrecht bietet Ansätze für eine umweltfreundliche Regulierung von Dark Patterns, geht jedoch an einer Regulierung aus Umweltsicht vorbei, da Kern des zivilrechtlichen Vertragsrechts die Privatautonomie und der des Verbrauchervertragsrechts zudem der Schutz des Verbrauchers vor übermächtigen Unternehmensstrukturen ist. Das Verbrauchervertragsrecht wird im Detail in Abschnitt 4.4.2.3 erläutert. Eine gute Übersicht über durch das Verbrauchervertragsrecht regulierte Dark Patterns ohne ökologischen Fokus findet sich bei *Martini et al.*⁸⁴⁵ Zentrales Element des Verbraucherschutzes gegen viele Dark Patterns ist das Widerrufsrecht insbesondere im Online-Handel (§ 355 BGB i.V.m. §§ 312i ff.).

Das Widerrufsrecht ist aus ökologischer Perspektive jedoch nicht unproblematisch. Zum einen wegen der negativen Ökobilanz der Widerrufsabwicklung. Waren werden häufiger als notwendig transportiert. Viele Waren, insbesondere mit Mindesthaltbarkeitsdatum und mit geringem Produktionspreis werden nach Rücksendung aus Kostengründen entsorgt und nicht wiederverkauft. Zum anderen werden Widerrufsrechte ohnehin nicht flächendeckend genutzt. Wegen Trägheit und Verlustaversion (Verbraucher trägt z.B. Rücksendekosten) und aufgrund der Subtilität der Dark Patterns, was durch personalisierte Dark Patterns verschärft wird, wird vom Widerrufsrecht ohnehin oft kein Gebrauch gemacht. Ferner treten trotz dieser Einschränkungen flächendeckend Dark Patterns im Online-Handel auf. Ein aus ökologischer Sicht sinnvolles Instrument ist demgegenüber die sogenannte Button-Lösung (§ 312j Abs. 3, 4 BGB; Art. 8 Abs. 2 S. 2-4 Verbraucherrechte-RL), die sogenannte „Abo-Fallen“ verbietet und potenziell ungewollten Konsum verringert.

4.2.3.1.5 Regelungslücken im Hinblick auf Verbote (Delta)

Im Hinblick auf den umfassenden Einsatz von Dark Patterns, personalisierter Werbung und personalisierter Dark Patterns adressieren die Vorschriften *de lege lata* nicht ausreichend die Risiken negativer ökologischer Externalitäten. Auch wenn verhaltenswissenschaftliche Erkenntnisse teilweise Einzug in die Definitionen von Vorschriften der europäischen Datenstrategie, insbesondere in Art. 5 KI-VO und Art. 25 DSA gefunden haben, werden Praktiken *umweltschädlicher* indirekter Verhaltensbeeinflussung bestenfalls als Nebeneffekt berücksichtigt. Wie das Beispiel des Verbraucherwiderrufsrechts zeigt, haben die Regelungen teilweise sogar ökologisch fragwürdige Rechtsfolgen.

⁸⁴⁵ Martini et al., Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, ZfDR 2021, 59 ff.

Die aus ökologischer Sicht wesentlichen Risiken des personalisierten Hypernudging und personalisierter Werbung mittels prädiktiver Analytik liegen in der Vertiefung bestehender und Schaffung neuer umweltschädlicher Routinen. Das Regelungsregime beachtet diese ökologischen Probleme von ADS mit Dark Patterns nicht.

Ob zentrale Probleme der Plattformökonomie wie die marktbeherrschende Stellung der Big-Tech-Konzerne durch die Regelungen im Zuge der europäischen Datenstrategie, insbesondere den DMA und den DSA, bewältigt werden können, kann zum Bearbeitungszeitpunkt nicht beurteilt werden. Ein wesentlicher Hemmschuh aus ökologischer Sicht ist die auch nach Einführung des DSA erlaubte Durchführung personalisierter Werbung. Exemplarisch zeigt dies der teilweise erfolgreiche Widerspruch von Amazon gegen die Einstufung als Very Large Online Platform (VLOP) gemäß Art. 33 Abs. 4 DSA. Das Europäische Gericht erließ eine einstweilige Verfügung in der es feststellt, dass Amazon keine Datenbank einrichten und publik machen muss, aus der ersichtlich wird, wie das Unternehmen seine Anzeigen verwaltet, wer Reklame schaltet, wie diese aufgespielt wird und was sie Amazon einbringt (Art. 39 Abs. 1 DSA).⁸⁴⁶

Eine weitere Regulierungslücke besteht im Hinblick auf nicht-personenbezogene Daten, da das bestehende Regelwerk die Machtasymmetrie und die Potentiale von auf vortrainierten Modellen beruhenden Vorhersagemodellen nicht ausreichend berücksichtigt.⁸⁴⁷ Auch die Regulierungsprobleme, die sich aufgrund neuer Benutzeroberflächen wie beispielsweise Sprachassistenten, haptischen Oberflächen und Augmented bzw. Virtual Reality stellen, werden derzeit nicht ausreichend abgebildet.⁸⁴⁸

Umweltrechtliche Regulierungsziele in Verbindung mit ADS und Nudging könnten durch eine grundsätzliche Neubewertung der Geschäftsmodelle der großen Technologieunternehmen befördert werden. Es besteht keine rechtliche Notwendigkeit, dass Suchmaschinen, Streamingdienste, E-Commerce-Plattformen und soziale Medien gewinnorientiert betrieben werden. Diese Plattformen könnten als essenzielle Infrastruktur der Gesellschaft angesehen werden, vergleichbar mit Schienenwegen, Wärme- und Stromversorgung, dem öffentlich-rechtlichen Rundfunk und dem Geldwesen.⁸⁴⁹ Insbesondere für Streaming-Dienste, Suchmaschinen und soziale Medien ist ein Vergleich zum öffentlich-rechtlichen Rundfunk sinnvoll. Bei Letzterem hat sich die Gesellschaft dafür entschieden, eine umfassende Kontrolle durch vielfältig besetzte Rundfunkräte, die auch Minderheiten wie die Sorben repräsentieren, auszuüben.

4.2.3.2 Einsatz unmittelbaren staatlichen Nudgings mit ADS de lege lata

Abschnitt 4.2.3.1 hat gezeigt, dass der bestehende digital-, Verbraucherschutz- und wettbewerbsrechtliche Rahmen die ökologischen Risiken von Nudging-Praktiken bestenfalls als Reflex adressiert. Auch diesbezüglich (vgl. o. 4.1.5.4) können also erhebliche blinde Flecken technologiespezifischer Regelungen mit Blick auf Umweltrisiken festgestellt werden. Dieses Kapitel untersucht bestehende Möglichkeiten des Staates, umweltbezogenes Nudging mit ADS anzuwenden. Der Fokus wird dabei auf den Einsatz von Umweltinformationen und Standardeinstellungen für ökologische Zwecke gelegt, wobei wiederum deren Kombination mit ADS in der Form von „Hypernudging“ (s.o. 4.2.2.3) im Zentrum steht.

⁸⁴⁶ EuG, Beschluss vom 27.09.2023, T-367/23 R, <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=277901&pageIndex=0&doclang=en&mode=lst&dir=&occ=first&part=1&cid=2165460> (28.03.2025).

⁸⁴⁷ Mühlhoff/Ruscheimer, Regulating AI with Purpose Limitation for Models, AIRe vol. 1 2024, 25-39 (32), abrufbar unter https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/306629759/aire_2024_01-005.pdf, s. hierzu auch oben, 3.3.1.4.

⁸⁴⁸ Leiser/Santos (2024), Dark Patterns, Enforcement, and the Emerging Digital Design Acquis: Manipulation beneath the Interface, European Journal of Law and Technology, Vol. 15 No. 1, Kapitel 4.1., abrufbar unter <https://ejlt.org/index.php/ejlt/article/download/990/1084/4299>.

⁸⁴⁹ Vgl. hierzu: Sahr, Die monetäre Maschine, Eine Kritik der finanziellen Vernunft, 1. Auflage (2022).

Bereits die staatliche Instrumentalisierung von Nudging als solchem wirft – wenngleich in den vergangenen Jahren zunehmend diskutiert – eine Vielzahl teilweise ungeklärter Rechtsfragen auf.⁸⁵⁰ Diese können im vorliegenden Rahmen nicht abschließend bearbeitet und beantwortet werden. Die Bearbeitung fokussiert daher grundsätzliche und mit Blick auf die vorliegende Fragestellung besonders relevante Aspekte. Um die Möglichkeiten des staatlichen Einsatzes solcher Nudging-, bzw. „Hyper-Nudging“-Techniken und Technologien zu beurteilen, ist zunächst zu klären, unter welchen Bedingungen diese in den Schutzbereich von Grundrechten eingreifen. Damit können zunächst grundsätzliche Fragen der Zulässigkeit von Nudging Maßnahmen erörtert werden, insbesondere ob solche überhaupt einer gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage bedürfen, oder auch ohne eine solche möglich sind. In einem nächsten Schritt kann dann untersucht werden, ob und inwieweit eine gesetzliche Grundlage – die vorliegend mit § 10 UIG gegeben sein könnte – ein staatliches Nudging de lege lata zulässt. Auch für die Beurteilung der Reichweite einer solchen Ermächtigungsgrundlage ist indes ein klares Bild von etwaigen Beeinträchtigungen der Grundrechte durch Nudging Maßnahmen erforderlich.

4.2.3.2.1 Eröffnung grundrechtlicher Schutzbereiche

Zunächst stellt sich die Frage, welche grundrechtlichen Schutzbereiche durch ein ökologisches Nudging mit ADS eröffnet werden könnten. Eine abschließende Zuordnung des Nudging zu einzelnen Schutzbereichen ist angesichts der Vielfalt denkbarer Nudging-Maßnahmen nicht möglich – der folgende Abschnitt erhebt daher nicht den Anspruch, komplexe Streitfragen zur grundrechtsdogmatischen Zuordnung und Abgrenzung von Nudging zu beantworten, oder eine abschließende Darstellung der Rechtsfragen zu leisten. Stattdessen werden typische Konstellationen des Nudging mit ADS und dadurch möglicherweise betroffene Schutzbereiche identifiziert.

Lenkungswirkung durch Nudging mit ADS wird maßgeblich durch Einwirkung auf den individuellen Entscheidungsvorgang (die Entscheidungsfreiheit; s.u. 4.2.3.2.1.1) erreicht, indem die Informationsverarbeitung und die Auswahl von Handlungsalternativen, sowie individuelle Einstellungen beeinflusst werden. Zudem kann allein die *Konfrontation* mit Nudges sowie mit durch diese vermittelten Informationen den Schutzbereich unterschiedlicher Grundrechten eröffnen (s.u. 4.2.3.2.1.2). Ferner können in einzelnen Kontexten die Schutzbereiche weiterer Grundrechte eröffnet sein (s.u. 4.2.3.2.1.3).

4.2.3.2.1.1 Schutz der Entscheidungsfreiheit

Eine Besonderheit des Nudging mit ADS aus verfassungsrechtlicher Perspektive liegt darin, dass Nudging die innere Sphäre der freien Entscheidung beeinflusst beziehungsweise die innere Sphäre des Entscheidungsfindungsprozesses adressiert. Unter welchen Schutzbereich die *Entscheidung* fällt, ist im Unterschied zum Begriff des *Handelns* in der Grundrechtslehre bisher kaum geklärt.⁸⁵¹

In jüngeren Ansätzen wird hierfür etwa das allgemeine Persönlichkeitsrecht (Art. 2 Abs. 1 in Verbindung mit Art. 1 Abs. 1 GG) als Anknüpfungspunkt herangezogen. Weil das allgemeine Persönlichkeitsrecht nur „konstituierende Elemente der Persönlichkeit“⁸⁵² und die „Integrität der Persönlichkeit selbst“⁸⁵³ erfasst, werden große Teilmengen selbstbestimmten Handelns jedoch nicht vom Schutzbereich des allgemeinen Persönlichkeitsrechts abgedeckt. Insofern sie nicht spezielleren Freiheitsrechten unterfallen, können diese Bereiche freien Entscheidens der allge-

⁸⁵⁰ Gärditz, § 4, in: Kahl/Gärditz, UmweltR 13. Aufl. 2023, § 4. Rn. 149, beck-online.

⁸⁵¹ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 162 mit Verweis auf Klement, Wettbewerbsfreiheit – Bausteine einer europäischen Grundrechtstheorie, Tübingen 2015, 361.

⁸⁵² BVerfGE 54, 148 (153).

⁸⁵³ Murswiek/Rixen, in: Sachs, GG, 8. Aufl. 2018, Art. 2 Rn. 59.

meinen Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) zugeordnet werden. So bilden das allgemeine Persönlichkeitsrecht und allgemeine Handlungsfreiheit einen verzahnten Schutzbereich der Entscheidungsfreiheit. Grundsätzlich lässt sich dieser verzahnte Schutzbereich, in Orientierung an Baer (2023), wie folgt beschreiben:

Zielen Nudges auf eine langfristig orientierte Änderung von Einstellungen und Überzeugungen ab, ist grundsätzlich der Schutzbereich des allgemeinen Persönlichkeitsrechts eröffnet. Selbstbestimmtes Entscheiden beruht auf die jedem Individuum eigenen Einstellungen und Überzeugungen, die es aus der Auseinandersetzung mit seiner Umwelt gewinnt. Als Element der Persönlichkeit genießen sie Integritätsschutz vor Nudging (und sog. edukatorischem Staatshandeln) vermittelt durch das allgemeine Persönlichkeitsrecht.⁸⁵⁴

Zielt der Nudge dagegen auf die Beeinflussung der Willensentschlussfreiheit in konkreten Entscheidungssituationen, ist der Schutzbereich des allgemeinen Persönlichkeitsrechts regelmäßig nicht eröffnet. Dann gehe es typischerweise nicht um innere Persönlichkeitsbildungs- und Konstitutionsvorgänge, sondern um die unmittelbare Vorbereitung der äußerlich wahrnehmbaren Freiheitsbetätigung. Der handlungsvorbereitende Willensentschluss sei daher nicht nur schwer von der äußeren Willensbetätigung trennbar, eine solche Trennung erscheine auch nicht sinnvoll. Das Nudging in der konkreten Situation liege damit dem handlungsbezogenen Teil der allgemeinen Handlungsfreiheit näher, da es sich um einen – wenn auch innerlich angelegten – Prozess handle.⁸⁵⁵ Die Übergänge sind fließend und hängen vom Einzelfall ab, so könne auch eine Beeinflussung in der konkreten Entscheidungssituation auf das allgemeine Persönlichkeitsrecht auswirken, wenn diesen eine „konstituierende Wirkung auf die Persönlichkeit, insbesondere persönliche Einstellungen“ zukomme. Dennoch ist die Zuordnung zum jeweiligen Schutzbereich im Einzelfall von Bedeutung, weil dem allgemeinen Persönlichkeitsrecht aufgrund seiner Verknüpfung mit der Menschenwürde ein höheres Schutzniveau beikommt als der allgemeinen Handlungsfreiheit.⁸⁵⁶

Ergänzend ist – wie Weinzierl betont – in Erwägung zu ziehen, dass nicht nur der verzahnte Schutzbereich von allgemeinem Persönlichkeitsrecht und allgemeiner Handlungsfreiheit betroffen sein kann, sondern jede Freiheitsgrundrechtssphäre einen inneren Bereichsschutz begründen könnte. „Wenn innere Autonomie die Voraussetzung für die Ausübung der Freiheitsgrundrechte ist, dann muss jedes Freiheitsgrundrecht diese für seinen Bereich mitschützen.“ „Die unterschiedlichen Schutzanforderungen der inneren Sphäre ergeben sich dabei unmittelbar aus der Bedeutung der äußeren Dimension des thematisch einschlägigen Grundrechts.“⁸⁵⁷

Innerhalb dieser inneren Sphäre unterscheidet Weinzierl zwei Dimensionen:

Präferenzautonomie bezeichnet das Recht auf eigene Werte und Überzeugungen. Diese Werte und Überzeugungen bilden die Richtschnur für Entscheidungen und Handlungen und sind integraler Bestandteil des Innenbereichsschutzes. Nicht nur „die Persönlichkeit“ des Art. 2 Abs. 1 GG ist offen für eigene Zuschreibungen, vielmehr übt der Mensch alle Freiheitsgrundrechte auf Basis solcher Selbstzuschreibungen aus. Für die Einzelnen ist es von zentraler Bedeutung, ihre Werte

⁸⁵⁴ Lüdemann, Edukatorisches Staatshandeln, Steuerungstheorie und Verfassungsrecht am Beispiel der staatlichen Förderung von Abfallmoral, 1. Aufl. 2004, S. 110f.; Kolbe, Freiheitsschutz vor staatlicher Gesundheitssteuerung – Grundrechtliche Grenzen paternalistischen Staatshandelns, 2017, S. 223 ff, Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 179 f. m.w.N..

⁸⁵⁵ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 179f. m.w.N.

⁸⁵⁶ Ebd., S. 180, 173f. m.w.N.

⁸⁵⁷ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 74-76.

und Überzeugungen autonom festzulegen; Eingriffe, die auf eine langfristige Umformung von Werthaltungen zielen, berühren typischerweise diesen Schutzbereich.⁸⁵⁸

Prozessautonomie bezeichnet das Recht auf unbeeinflusste Entscheidungsfindung. Geschützt ist nicht die Rationalität des Prozesses, sondern seine Unbeeinflussbarkeit. Der Staat darf nicht in den Entscheidungsprozess als solchen eindringen; dieser Schutz gilt unabhängig davon, ob die Entscheidung voll rational im ökonomischen Sinn ist. Nudges und Dark Patterns zielen gerade auf die Stellschrauben dieses Entscheidungsprozesses und nutzen systematisch Urteils- und Entscheidungsfehler aus.⁸⁵⁹

Damit lassen sich die Kategorien Präferenz- und Prozessautonomie im Ergebnis weitgehend mit Baers Unterscheidung in allgemeines Persönlichkeitsrecht (langfristige Werte/Überzeugungen) und allgemeine Handlungsfreiheit (konkrete Willensbildung/Handlungsvorbereitung) in Beziehung setzen – ohne diese jedoch deckungsgleich zu machen. Während Baer auf eine pragmatische Zuordnung zu zwei großen Schutzbereichen setzt, ordnet Weinzierl die innere Sphäre kontextabhängig dem jeweils einschlägigen Freiheitsgrundrecht zu und nimmt Schutzabstufungen bereits auf Schutzbereichsebene vor.

Im Folgenden wird aus Gründen der Übersichtlichkeit der pragmatischen Unterscheidungslinie Baers gefolgt – wobei im Hinterkopf zu behalten ist, dass Weinzierls Kategorisierung in Präferenz- und Prozessautonomie zu einer kontextsensibleren dogmatischen Einordnung führen kann, die abweichende Schutzbereichszuweisungen oder Schutzintensitäten begründen kann. Damit lässt sich in der Analyse von Nudging festhalten: Nicht nur allgemeines Persönlichkeitsrecht oder allgemeine Handlungsfreiheit, sondern – je nach thematischem Bezug – auch Freiheitsgrundrechte wie Meinungsfreiheit, Versammlungsfreiheit oder informationelle Selbstbestimmung mit einer inneren Sphäre erfasst sein können, und diese innere Sphäre kann unterschiedlich schutzwürdig sein – je nach ihrer äußeren Dimension.⁸⁶⁰

4.2.3.2.1.2 Konfrontation mit Nudging

Grundrechte können durch die unaufgeforderte Konfrontation mit Nudges in Form von Informationen (s.u. 4.2.3.2.1.2.1) oder durch Umstände (s.u. 4.2.3.2.1.2.2) betroffen sein.

4.2.3.2.1.2.1 Negative Informationsfreiheit

Die negativ ausgerichtete Informationsfreiheit gemäß Artikel 5 GG sowie das „Recht auf Nichtwissen“ und das „Recht, in Ruhe gelassen zu werden“, beide verankert im allgemeinen Persönlichkeitsrecht, können Schutz vor ungewollter Konfrontation mit bestimmten Nudges bieten. Der Schutz durch das allgemeine Persönlichkeitsrecht ist auf Nudges beschränkt, die einen substantiellen Bezug zur Persönlichkeit aufweisen. Werden Informationen über schwerwiegende gesundheitliche Zustände oder die Lebenserwartung instrumentalisiert, kann dies den Schutzbereich des allgemeinen Persönlichkeitsrechts aktivieren. Nudging mit nicht persönlichkeitsrelevanten Informationen, beispielsweise Nährwert- oder Preisangaben, eröffnen diesen Schutzbereich dagegen nicht. Demgegenüber ist vor allem die negative Informationsfreiheit relevant für Nudging mithilfe prädiktiver Analytik und personalisierter Werbung; wie bei personalisierten

⁸⁵⁸ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 78 f.

⁸⁵⁹ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 80 f.

⁸⁶⁰ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 75.

Dark Patterns.⁸⁶¹ Die Informationsfreiheit gewährleistet im privaten Bereich Schutz vor aufge-drängter, nicht erwünschter Zusendung von Informationen.⁸⁶² Daneben entfaltet sie gegenüber staatlichen Informationsquellen den Schutz vor Indoktrination.⁸⁶³

Einen Grenzfall bilden soziale Nudges, da hier auf personenbezogene Merkmale und Kontakte abgestellt wird. Beispielsweise könnten beim Abschluss von Stromlieferungsverträgen Informa-tionen darüber angezeigt werden, wie viele Nachbarn sich für einen nachhaltigen Stromliefer-vertrag entschieden haben oder bei einer Bus- oder Flugbuchung Informationen darüber, wie viele Nachbarn oder Kontakte aus einem sozialen Netzwerk das entstehende CO₂ kompensieren. Auch diesen Fällen kann, mit Blick auf die Rechte der adressierten Personen der Maßnahme der Schutzbereich der negativen Informationsfreiheit eröffnet sein. Zu beachten ist, dass die Frage, wann ein Eingriff in die negative Kommunikationsfreiheit vorliegt, angesichts eines weit gezogenen Schutzbereichs – der in Konflikt mit einer positiven Kommunikation anderer unweigerlich in Konflikt geraten kann – restriktiv gehandhabt werden sollte.⁸⁶⁴

4.2.3.2.1.2.2 *Recht auf Nichtbefassung und negative Selbstbestimmung*

Instrumente wie „Sustainability by Default“, „Prompted Choice“ und andere Nudges, die Men-schen dazu bringen, sich mit einem Thema zu befassen oder Erklärungen zu geben, können das Recht auf Nichtbefassung oder das Recht auf negative Selbstbestimmung aus Art. 2 Abs. 1 GG be-rühren.

Das „Recht auf Nichtbefassung, Nichterklärung und Nichtentscheidung“ bewahrt Individuen vor der Notwendigkeit, in einer spezifisch konfigurierten Ausgangssituation agieren, urteilen oder sich engagieren zu müssen.⁸⁶⁵ Geschützt wird das Vermeidungsverhalten, das Ausklammern von Entscheidungen und das bewusste Übersehen bestimmter Sachverhalte oder Fragestellungen. Insbesondere bei der Konfrontation mit bestimmten, u.U. existentiellen Fragen ist dieser nega-tive Aspekt des Rechts auf Selbstbestimmung betroffen. Eine durch Standardvorgaben modifi-zierte Entscheidungsumgebung zwingt die adressierte Person, sollte sie eine voreingestellte Op-tion ablehnen, sich mit dem Sachverhalt auseinanderzusetzen und belastet sie so mit der Ent-scheidung für ein „Opt-out“.⁸⁶⁶ Der Schutzbereich kann daher in vielen Konstellationen umwelt-freundlichen Nudgings mit ADS eröffnet sein.

4.2.3.2.1.3 *Speziellere Grundrechte*

Neben den zuvor behandelten wesentlichen Grundrechten bei Nudging und ADS können in ein-zelnen Fällen weitere Grundrechte von Bedeutung sein. In vielen Fällen eines Nudging können in Abhängigkeit vom Schutzbereich derjenigen Freiheitsrechte, die auch die „äußerliche“ Willens-betätigung vor staatlicher Einflussnahme schützen, speziellere Freiheitsverbürgungen betroffen sein: „Die Entscheidung, eine Meinung zu haben und zu äußern ist dann über die Meinungsfrei-heit (Art. 5 Abs. 1 S. 2 GG), die Entscheidung sich zu versammeln über die Versammlungsfreiheit (Art. 8 Abs. 1 GG), die Entscheidung für einen Produktkauf über die allgemeine Handlungsfrei-heit (Art. 2 Abs. 1 GG), die Entscheidung Daten preiszugeben über das Recht auf informationelle

⁸⁶¹ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auf-lage 2023, 183 ff.

⁸⁶² Dürig/Herzog/Scholz/Grabenwarter, 106. EL Oktober 2024, GG Art. 5 Abs. 1 Rn. 1018, beck-online.

⁸⁶³ Hierin liegt besteht auch in historischer Perspektive ein wesentliches Motiv für die Aufnahme der Informationsfreiheit in den Katalog der Grundrechte des Grundgesetzes, Dürig/Herzog/Scholz/Grabenwarter, 106. EL Oktober 2024, GG Art. 5 Abs. 1 Rn. 1019, beck-online.

⁸⁶⁴ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auf-lage 2023, 185, s.a. Dürig/Herzog/Scholz/Grabenwarter, 106. EL Oktober 2024, GG Art. 5 Abs. 1 Rn. 1018, beck-online.

⁸⁶⁵ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auf-lage 2023, S. 187 f.

⁸⁶⁶ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auf-lage 2023, S. 186 ff.

Selbstbestimmung (Art. 2 Abs. 1 i. V. m. Art. 1 Abs. 1 GG), die Entscheidung über die (postmortale) Organspende über das Recht auf körperliche Unversehrtheit (Art. 2 Abs. 2 GG) und die Entscheidung für den Suizid über das allgemeine Persönlichkeitsrecht (Art. 2 Abs. 1 i. V. m. Art. 2 Abs. 1 GG) geschützt.“⁸⁶⁷ Diese Konstruktion erscheint angesichts der engen Verbindung der geschützten „inneren“ Willensbildungsprozesse, mit der geschützten „äußerlichen“ Willensbetätigung überzeugend – „jedes Handeln nach außen“ wirke auf „das Innere“ zurück, das Denken, bzw. Haben von Einstellungen, Werturteilen etc. seien „zwei Seiten einer Medaille“.⁸⁶⁸

Die damit eröffnete Perspektive „bereits auf Schutzbereichsebene auszudrücken, dass verschiedene geschützte Freiheitsausübungen unterschiedliche Wertigkeiten haben“, dürfte für wesentliche Anwendungsfälle eines umweltfreundlichen unmittelbaren Nudging mit ADS größere Spielräume zulassen, da umweltbezogenes Nudging zumindest typischerweise lediglich den Schutzbereich der allgemeinen Handlungsfreiheit berühren dürfte. Das allgemeine Freiheitsgrundrecht schützt gerade auch ganz banale Handlungen, wie das Taubenfüttern oder das Reiten im Walde, oder auch die Freiheit zum Unterlassen, wie die, den ‚richtigen Weg‘ nicht gehen zu wollen.⁸⁶⁹ Ob die Kartennavigationsapp per Default zuerst die schnellste oder die CO₂-ärmste Route anzeigt oder ob die Shopping App als erstes „beliebte“ oder nachhaltige Handtaschen listet, wird kaum je den Bereich der Persönlichkeits- und Individualitätsbildung betreffen; „[d]ie Entscheidung über die Geschmackssorte eines Speiseeises ist eben nicht vergleichbar mit der Entscheidung über die Bereitschaft zur Organspende oder den Suizid“.⁸⁷⁰

Ungeachtet dessen ist es wichtig zu beachten, dass auch minimalinvasive Nudges unweigerlich den Schutzbereich der allgemeinen Handlungsfreiheit berühren können. Dabei ist auch irrationales Verhalten vom Grundgesetz geschützt. Der Grundrechtsschutz ist unabhängig von der Höhe der Urteils- und Einsichtsfähigkeit einer Person.⁸⁷¹ Menschliche Entscheidungen gelten ungeachtet ihrer Rationalität oder eines unbewussten Entscheidungsprozesses als selbstbestimmt, wenn keine anhaltende und signifikante Beeinträchtigung der Willensfähigkeit vorliegt.⁸⁷² Die Steuerung menschlichen Verhaltens kann einzelne der verzahnten Schutzbereiche freien Entscheidens daher auch dann berühren, wenn das Ausgangsverhalten irrational oder umweltschädlich ist.

4.2.3.2.1.4 Zwischenergebnis

Im Ergebnis können die grundrechtsbezogenen Einflüsse von Nudges mit ADS nicht ausschließlich an einem einzigen Grundrecht festgemacht werden. Jede Einwirkung in Entscheidungsprozesse kann bereits die allgemeine Handlungsfreiheit tangieren. Bei einer Beeinflussung von Einstellungen und Gewohnheiten kann das allgemeine Persönlichkeitsrecht einschlägig sein. Zudem kann ein Schutz vor der direkten Konfrontation mit Nudges den Schutzbereich der negativen Informationsfreiheit oder des Rechts auf Nichtbefassung eröffnen, in bestimmten Konstellationen können weitere Freiheitsrechte einschlägig sein. Werden Entscheidungsinformationen bereitgestellt (informelles Nudging mit Umweltinformationen) kann insbesondere das Recht auf negative Informationsfreiheit einschlägig sein, da die adressierten Personen damit konfrontiert werden, sich mit Informationen auseinanderzusetzen. Je nach bereitgestellter Information können

⁸⁶⁷ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, S. 75.

⁸⁶⁸ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 75.

⁸⁶⁹ Conrad/Grünewald/Kalscheuer/Milker, Öffentlich-rechtliches ÄußerungsR-HdB/Wolf, 1. Aufl. 2022, § 4 Rn. 33, beck-online

⁸⁷⁰ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, S. 75.

⁸⁷¹ Kolbe, Freiheitsschutz vor staatlicher Gesundheitssteuerung – Grundrechtliche Grenzen paternalistischen Staatshandelns, 2017, S. 251 ff.

⁸⁷² Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 155.

dabei speziellere Grundrechte greifen. Wird die Entscheidungsarchitektur verändert (Standardvorgaben), kommt zudem das Recht auf Nichtbefassung in Betracht, insbesondere, wenn Standardeinstellungen die adressierten Personen dazu zwingen, sich mit verschiedenen Einstellungsoptionen zu befassen. Listet eine Suchmaschine automatisch nachhaltige statt günstige Suchergebnisse zuerst oder zeigt eine Navigationsapp den CO₂-ärmsten Weg zum gewünschten Ziel zuerst an, sind Nutzer gezwungen, sich mit der Entscheidung auseinanderzusetzen, welche Alternative sie bevorzugen. Schon an dieser Stelle ist allerdings klarzustellen, dass aus einer breiten Definition potenziell betroffener Schutzbereiche noch kein grundrechtliches Verbot von Nudging folgt – so impliziert die Betroffenheit der negativen Informationsfreiheit keinen „absoluten Konfrontationsschutz“.⁸⁷³ Maßgebliche Fragen nach der Zulässigkeit entsprechender Maßnahmen entscheiden sich vielmehr auf den Ebenen der Prüfung des Eingriffs und der verfassungsrechtlichen Rechtfertigung.

4.2.3.2.2 Eingriffsqualität von staatlichem Hyper-Nudging.

Dass Nudging grundrechtliche Schutzbereiche berühren *kann*, wird generell bejaht (s.o., 4.2.3.2.1). Die Frage danach ob und unter welchen Bedingungen von einem Eingriff in Grundrechte der Adressatinnen und Adressaten solcher Maßnahmen auszugehen ist, ist demgegenüber umstritten. Das liegt einerseits an den besonderen Eigenschaften von Nudges, die eine Beurteilung, ob und wie tatsächlich geschützte Freiheitsgewährleistungen beeinträchtigt sind, erschweren: Es handelt sich per Definition nur dann um einen Nudge, wenn *keine Handlungsoption ausgeschlossen wird*, die einen ökonomisch rational handelnden Akteur beeinflussen würde.

Eine wesentliche rechtliche Ursache für solche Streitigkeiten liegt in der Verfassungsdogmatik, die sich nach dem modernen Eingriffsbegriff an den indirekten, tatsächlichen oder auch nur mittelbar-faktischen Wirkungen des Staatshandelns orientiert (wirkungsbezogen), während der klassische Eingriffsbegriff (instrumentenbezogen) an die Form des Staatshandelns, also an die Rechtsförmigkeit und den damit verbundenen Zwang anknüpfte.⁸⁷⁴ Den in dieser Weise das „Erfolgsunrecht“, und nicht mehr Unmittelbarkeit, Intentionalität und Zwangscharakter betonenden Eingriffsbegriff schränkte das Bundesverfassungsgericht allerdings gerade für informationelle Maßnahmen, wie staatliche Warnungen, wieder ein. Ein Eingriff soll nicht gegeben sein, wenn eine staatliche Aufgabenzuweisung vorliege, die Zuständigkeitsordnung eingehalten wird und die Informationen sachlich und zutreffend seien.⁸⁷⁵ Die Schwelle zum Eingriff werde nicht überschritten, wenn Nudges zuvörderst darauf abzielen, mit sachlich zutreffenden Informationen oder neutraler Beratung die Entscheidungsgrundlage des Einzelnen zu erweitern.⁸⁷⁶ Denn auf diese Weise werde es dem Empfänger erst ermöglicht, aus eigenem Antrieb bzw. eigener Überzeugung selbstbestimmt entscheiden und handeln zu können.⁸⁷⁷ Zumindest für ein informationelles Nudging, das diese Voraussetzungen erfüllt, entfele nach dieser Voraussetzung bereits ein Eingriff und das Erfordernis einer gesetzlichen Eingriffsermächtigung – womit indes nicht gesagt ist, dass ein solches sich dann nicht mehr an andere verfassungsrechtliche Vorgaben wie den Gesetzesvorrang, die Kompetenzordnung, das Verhältnismäßigkeitsprinzip, den Gleichheitssatz und das Neutralitätsgebot gebunden wäre.⁸⁷⁸

⁸⁷³ Dürig/Herzog/Scholz/Grabenwarther, 106. EL Oktober 2024, GG Art. 5 Abs. 1 Rn. 1018, beck-online.

⁸⁷⁴ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte - Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2024, S. 94, <https://doi.org/doi:10.1628/978-3-16-163429-1>.

⁸⁷⁵ Wolf, § 4, Rn. 46, in: Conrad/Grünwald/Kalscheuer/Milker, Öffentlich-rechtliches ÄußerungsR-HdB, 1. Aufl. 2022, beck-online, s.a. BVerfGE 105, 252 (273) – Glykol, s.a. BVerfGE 105, 279 – Osho.

⁸⁷⁶ Dagegen ist generell anerkannt, dass das Hineinwirken des Staats in die Öffentlichkeit mithilfe von Information einen (mittelbaren) Eingriff in die Grundrechte derer begründet, auf die sich der Inhalt dieser Informationen bezieht (sog. indirekt Betroffene), s. Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte - Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 97.

⁸⁷⁷ Wolf, § 4, Rn. 36, in: Conrad/Grünwald/Kalscheuer/Milker, Öffentlich-rechtliches ÄußerungsR-HdB, 1. Aufl. 2022, beck-online.

⁸⁷⁸ Gärditz, § 4, in: Kahl/Gärditz, UmweltR 13. Aufl. 2023, § 4. Rn. 150, beck-online.

Ein Eingriff soll allerdings auch nach dieser Auffassung vorliegen, wenn in Abhängigkeit von der Art der Informationsvermittlung eine gewisse Intensitätsschwelle überschritten werde:

„Je intensiver die Art der Informationsvermittlung auf das Verhalten des Menschen wirkt, desto eher kann eine grundrechtlich relevante Grenze als erreicht angesehen werden. Präsentiert der Staat bestimmte Informationen nicht nüchtern, sondern versucht mithilfe suggestiver Mittel, wie einer eindrucksvollen Bebilderung, Ängste der Bürger zu schüren, um sie auf diese Weise von einem bestimmten Verhalten abzuschrecken, spricht die Intensität der Maßnahme für einen Eingriff. Auch wirken Informationen auf den Einzelnen umso intensiver, je häufig er ihnen ausgesetzt wird.“⁸⁷⁹

Die jüngere Dissertationsliteratur spricht sich allerdings dagegen aus, eine generelle „Intensitätsschwelle“ oder „Bagatellgrenze“ für die Annahme eines – den Vorbehalt des Gesetzes auslösenden – Eingriffs zuzulassen. Die Konkretisierung einer solchen Grenze zwischen bloßen Belästigungen bzw. unerheblichen Betroffenheiten und erheblichen Belastungen bringe praktische Probleme mit sich, sei unscharf, rechtlich nicht exakt und nicht anhand konsistenter Kriterien möglich.⁸⁸⁰ Die Einwirkung und damit der Eingriff in grundrechtlich geschützte „innere“ Freiheitssphären (s.o. 4.2.3.2.1), sollen nicht deshalb entfallen, weil Nudging Maßnahmen eine rationalere, interessensgerechtere oder richtigere Entscheidung evozierten.⁸⁸¹ Weinzierl vertritt daher die Auffassung, dass *jegliche* „Steuerungswirkung“ durch Nudging zu einem Eingriff führe. Für zielgerichtete Steuerungsansätze, also finale Verkürzungen der „inneren Autonomie“ genüge bereits die Finalität dafür, einen Eingriff zu bejahen. Auch wenn nicht-finale Eingriffe schwerer zu bewerten seien, sei keine Eingriffs- bzw. Intensitätsschwelle einzuziehen. Diese sei mit dem erfolgsunrechtsorientierten Ansatz des modernen Eingriffsverständnisses unvereinbar.⁸⁸²

Weinzierl illustriert seine Auffassung mit der gedanklichen Darstellung von Nudging als „Anwendung einer Kraft auf den als bewegte Masse verstandenen Entscheidungsprozess. Jede Einwirkung, die es vermag, eine ablenkende Kraft zu entfalten, stellt einen Eingriff dar. Eine derartige Kraft haben Entscheidungsgestaltungen, die Rationalitätsdefizite ansprechen, ebenso wie klassische Information“.⁸⁸³ Baer lehnt eine allgemeine Bagatellgrenze ebenfalls ab, formuliert aber weniger weitgehend, dass eine Beeinträchtigung des selbstbestimmten Willensentschlusses – als Element der allgemeinen Handlungsfreiheit – und damit ein Eingriff vorliege, wenn etwa „staatliche Beeinflussungen in konkreten Entscheidungssituationen [...] die Möglichkeit des Adressaten zur Reflektion beseitigen, umgehen, oder verringern“. Dies betreffe insbesondere Nudges, „deren Wirkungen nicht erkennbar, nicht hinreichend kontrollierbar und transparent sind und täuschende Effekte mit sich bringen [...] Nudges die mehr Reflektion und damit das Entscheiden anhand der eigenen Präferenzen ermöglichen, und dieses im Weiteren nicht behindern, beeinträchtigen die Willensentschlussfreiheit dagegen nicht.“⁸⁸⁴ Ein Eingriff durch „edukatori-

⁸⁷⁹ Wolf, § 4, Rn. 37, in: Conrad/Grünewald/Kalscheuer/Milker, Öffentlich-rechtliches ÄußerungsR-HdB, 1. Aufl. 2022, beck-online.

⁸⁸⁰ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 244.

⁸⁸¹ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 116.

⁸⁸² Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 116. A.A. Baer, der eine Finalität, ohne Beeinträchtigung des jeweiligen Schutzguts nicht für erforderlich hält, s. ders. ebd., S. 249.

⁸⁸³ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 116.

⁸⁸⁴ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 241, 250.

sches Nudging“ in das allgemeine Persönlichkeitsrecht sei erst anzunehmen, wenn „eine Beeinträchtigung, ein nachteiliges Einwirken, also zumindest ein Erschweren der selbstbestimmten Herausbildung von Einstellungen und Werthaltungen vorliegen“.⁸⁸⁵

Auf Grundlage dieser unterschiedlichen Auffassungen lässt sich eine differenzierte Positionierung zu der Frage nach dem Vorliegen eines Eingriffs skizzieren, die mit Blick auf die Spezifika des „Hyper-Nudging“ zudem der Ergänzung bedarf: Danach wird eine reine Differenzierung nach Inhalt der Nudging-Maßnahme dahingehend, ob diese durch „objektive“ und „neutrale“ Informationen Handlungsspielräume erweitert, oder aber täuscht, einschüchtert, oder „abschreckt“, dem Wesen staatlicher Entscheidungsarchitekturen ebenso wenig gerecht, wie der Fokus auf die Frage, ob eine Behörde im Rahmen ihrer Zuständigkeit handelt. Vielmehr scheint die Abgrenzung Weinzierls nach der **Steuerungswirkung** der Instrumente, gerade im Hinblick auf die hier gegenständlichen Technologien eines Hyper-Nudging zweckmäßig: Ein solches kann – insbesondere, wenn es personalisiert „mikrosteuert“ (s. hierzu auch die Charakterisierung einer „Technosteuerung“ durch ADS oben 2.1.2 und 2.1.3) – potenziell hochgradig effektiv Freiheitsräume begrenzen. Die neuen Möglichkeiten individualisierter Ansteuerung, etwa in Momenten erhöhter Empfänglichkeit, oder durch die „persuasive“ Instrumentalisierung persönlicher Eigenschaften und Präferenzen (hinsichtlich Ausdruck, Stilmitteln, taktisch geschickten inhaltlichen Bezügen einer Kommunikation) ermöglichen eine starke Steuerungswirkung unter Umständen auch, wenn sie in der Form neutral, objektiv, sachlich, o.ä. erfolgen. Weitere Charakteristika algorithmischer Technosteuerung – ihre Ubiquität, Adaptivität und die Möglichkeit zur Erzeugung struktureller Pfadabhängigkeiten (s.o. 2.1.3) – verstärken diese Effekte erheblich. Anders als bei herkömmlichen Nudging-Maßnahmen können ADS durch kontinuierliche Lernprozesse ihre Steuerungsstrategien optimieren. Angesichts der zunehmenden Durchdringung aller denkbaren Lebensbereiche durch ADS könnten für sich betrachtet subtile Einflussnahmen – nicht nur, indem sie wiederholt, sondern ggf. auch in dem sie in unterschiedlichen Kontexten (in unterschiedlichen Anwendungen, Geräten, kommunikativen Settings) platziert werden – für eine kumulative Wirkungsverstärkung eingesetzt werden.⁸⁸⁶ Die mögliche Zentralisierung von Entscheidungsstrukturen bei wenigen Akteuren kann zu einer Homogenisierung der Steuerungslogiken führen, die gerade wo staatliche Steuerungsprogramme implementiert werden selbst scheinbar milde Interventionen zur systematischen Einflussnahme auf Entscheidungsfreiheit und/oder Überzeugungen werden lassen kann. Vor diesem Hintergrund greifen die herkömmlichen Kriterien der „Objektivität“ oder „Neutralität“ zu kurz, da sie technologisch bedingte Verstärkung der Steuerungsintensität nicht erfassen.

Allerdings geht die Auffassung, dass bereits jegliche Einflussnahme auf Entscheidungen ihrer Adressatinnen und Adressaten als Grundrechtseingriff zu betrachten wäre, zu weit. Dem stehen nicht nur praktisch orientierte Argumente entgegen: für jede, selbst nicht-intendierte Einflussnahmen auf Willensentschlüssen oder Einstellungen, die mangels Eingriffsintensität vollkommen unproblematisch verfassungsrechtlich zu rechtfertigen wäre, eine Ermächtigungsbasis zu fordern, erscheint lebensfremd. Staat und Behörden nehmen ständig in denkbar vielfältiger, individueller und gerade in dieser Vielfalt unvorhersehbarer Weise „steuernd“ Einfluss auf Willensbetätigungen wie Überzeugungsbildung der Bürgerinnen und Bürger. Es ist weder machbar noch erforderlich, jegliche Einflussnahme – zumal ungeachtet ihrer Intentionalität

⁸⁸⁵ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 251.

⁸⁸⁶ Zu einem „additiven oder kumulativen Grundrechtseingriff“ s. Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 285.

– zu identifizieren und in ihrer Auswirkung zu bewerten.⁸⁸⁷ Ein, bei Baer angelegtes Erfordernis, eine gewisses Mindestmaß an *Effektivität dieser Steuerung* dahingehend zu verlangen, dass eine *tatsächlich nachteilige Beeinträchtigung* grundrechtlich geschützter Willensentschlüssen oder Einstellungen und – schutzgutspezifisch – deren Erheblichkeit als Voraussetzung für einen Eingriff gefordert wird,⁸⁸⁸ scheint demgegenüber plausibel. Ein Eingriff durch eine „Technosteuerung“ sollte also weder allein an nach normativen Maßstäben besonders unangenehmen, der Form nach „suggestiven“ oder belastenden Mitteln, noch allein nach ihrer bloßen Zugehörigkeit zum Typus des Steuerungsinstruments, sondern an der *Intensität der Steuerungswirkung* festgemacht werden.

Im Ergebnis erfordert die verfassungsrechtliche Bewertung eines Hyper-Nudgings einen Eingriffsmaßstab, der den spezifischen Eigenschaften einer Technosteuerung gerecht wird. Ein Grundrechtseingriff liegt danach nahe, wenn die staatliche Maßnahme **unter Berücksichtigung der charakteristischen Wirkfaktoren von ADS** eine erhebliche nachteilige Beeinträchtigung der Willensentschlüssenfreiheit oder anderer einschlägiger Schutzbereiche „innerer“ Freiheitsgewährleistungen bewirkt. Dabei sollte eine differenzierte Bewertung vorgenommen werden, welche die Intensität der Steuerungswirkung anhand von ADS-spezifischen Kriterien,⁸⁸⁹ insbesondere den Grad der **Automatisierung** und **Adaptivität** des Systems, im Hinblick die erhöhte personale Empfänglichkeit oder durch die „persuasive“ Instrumentalisierung persönlicher Eigenschaften und Präferenzen, aber auch die **systematische Breite der Steuerungsversuche**, sowie die Erzeugung **struktureller Abhängigkeiten** berücksichtigt. Transparente Maßnahmen ohne personalisierte und/oder strukturelle oder systematische Optimierung der Steuerungswirkung können dagegen als Indikatoren dafür gewertet werden, dass ein „Hyper-Nudging“ unterhalb der Eingriffsschwelle bleibt.

Zugleich sollte beachtet werden, dass Personalisierungsmechanismen auch eingriffsmindernd wirken könnten, indem algorithmische Systeme die Möglichkeit zur Einflussnahme der Nutzer auf die Systeme gewährleisten. Entscheidend ist also die **Kontrollierbarkeit der Steuerungsziele für die Nutzer**: Systeme, die Nutzern erkennbare und wirksame Möglichkeiten zur bewussten Artikulation ihrer Präferenzen und zur grundlegenden Modifikation der Steuerung bieten, beeinträchtigen die Willensentschlüssenfreiheit erheblich weniger als Systeme, die ohne entsprechende Anpassungsmöglichkeiten vorgegebene Zielfunktionen mittels Personalisierung implementieren. Die Eingriffsintensität sollte sich somit auch am Grad der gewährleisteten Nutzerautonomie mit Blick auf die Zielarchitektur des „hypernudgenden“ Systems bemessen.

4.2.3.2.3 § 10 UIG als gesetzliche Grundlage für informationelles Hyper-Nudging?

Die rechtliche Bewertung, ob eine Nudging-Maßnahme die für die Annahme eines Eingriffs zu fordernde Steuerungsintensität überschreitet, wird zumindest für informationelles Nudging dadurch entschärft, dass mit § 10 des Umweltinformationsgesetzes des Bundes (UIG) und dessen Entsprechungen in den Umweltinformationsgesetzen der Länder Ermächtigungsgrundlagen vorliegen, die entsprechende Grundrechtsbeeinträchtigungen rechtfertigen können. Damit verschiebt sich die Fragestellung dahin zu klären, ob und inwieweit § 10 UIG ADS-gestütztes Nudging im Umweltsinne erlaubt. Die Überlegungen zu Eingriffsintensität und betroffenen Schutzbereichen sind aber auch für die Frage nach Inhalt und Reichweite des Regelungsgehalts

⁸⁸⁷ Diese Argumentation stellt nicht etwa, wie Weinzierl meint, einen „naturalistischen Fehlschluss“ dar, weil aus der Tatsache alltäglicher Einflussnahme darauf geschlossen werde, dass die diese Einflussnahme ermöglichenden Rationalitätsdefizite vom Staat ausgenutzt werden dürfe s. ders. Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte -Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2024, 115. Vielmehr wird nicht von der Alltäglichkeit der Einflussnahme auf die fehlende Eingriffsqualität geschlossen, sondern ausgehend von der normativen Erwägung, dass eine wenig freiheitsbelastende und kaum in Gänze vermeidbare, in ihrer minimalen Invasivität kaum feststellbare Beeinflussungen keiner rechtsförmigen Rechtfertigung bedürfen,

⁸⁸⁸ Ohne solche soll auch eine intendierte Verhaltensbeeinflussung nicht als Eingriff ausreichen, s. Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, 249.

⁸⁸⁹ S.o. 2.1.3.

einer Norm relevant. Indem die Intensität des Grundrechtseingriffs maßgeblich für die erforderliche Bestimmtheit der Ermächtigungsgrundlage ist,⁸⁹⁰ hat umgekehrt der Grad der Bestimmtheit einer gegebenen Rechtsnorm auch Bedeutung für die durch sie gerechtfertigten Maßnahmen: Je unbestimmter eine Ermächtigungsgrundlage formuliert ist, desto weniger eingriffsintensive Maßnahmen lassen sich auf sie stützen. Sehr generell gehaltene Ermächtigungen können daher nur geringfügige Grundrechtseingriffe rechtfertigen, während schwerwiegende Eingriffe spezifischere gesetzliche Grundlagen erfordern und bei zu unbestimmten Normen verfassungswidrig sein können.

Gemäß § 10 Abs. 1 Satz 1 UIG sollen die informationspflichtigen Stellen die Öffentlichkeit in angemessenem Umfang „aktiv und systematisch“ informieren. Nach dem Willen des Gesetzgebers sollen möglichst viele Umweltinformationen verbreitet werden: Das UIG soll „eine größtmögliche systematische Verfügbarkeit und Verbreitung von Umweltinformationen, insbesondere mit elektronischen Mitteln, fördern“. Die Pflicht zur proaktiven Veröffentlichung von Umweltinformationen sollen das Umweltbewusstsein und damit der Umweltschutz allgemein verbessert werden. Eine umfassende Begutachtung der durch § 10 UIG eröffneten Möglichkeiten für einen behördlichen Einsatz von ADS-gestütztem Nudging ist im vorliegenden Rahmen nicht möglich. Grundsätzliche Leitplanken für die Einordnung von nach der Norm zulässigen Maßnahmen lassen sich aber festhalten.

Aus Wortlaut und Zielsetzung der Norm lässt sich eine grundsätzliche Zulässigkeit informationeller Nudging-Instrumente ableiten: Die Norm verpflichtet zur "aktiven und systematischen" Unterrichtung und impliziert damit methodische Überlegungen zur Informationsvermittlung. Wenn sie eine "verständliche Darstellung und leicht zugängliche Formate" (§ 10 Abs. 3 UIG) fordert, muss sie auch Techniken erlauben, die das Verstehen fördern – einschließlich solcher, die eine gezielte Berücksichtigung typischer Wahrnehmungsmuster und Heuristiken ermöglichen. Eine gewisse argumentative Kontextualisierung (Framing), visuelle Anordnung oder Hervorhebung von Informationen, die zu einer verbesserten Zweckerreichung führen, ist also von Zweck und Wortlaut gedeckt. Die Gesetzesbegründung sieht auch den Gebrauch elektronischer Kommunikationsmittel für die Verbreitung explizit vor. § 10 Abs. 3 Satz 2 UIG nennt als Regelfall das Internet als Kommunikationsmittel („sollen“). Auch § 10 Abs. 4 UIG hebt die Veröffentlichung im Internet hervor, ohne die Verbreitung hierauf zu beschränken. Angebote, wie Apps, die etwa auch mit automatisierten Benachrichtigungen über konkrete Umweltaspekte (wie z.B. die Luftverschmutzung) informieren, erfüllen dieses gesetzliche Programm zur erleichterten Zugänglichkeit.

Anders als bei engeren „Open-Data“-Vorgaben⁸⁹¹ eröffnen Zwecksetzung und Wortlaut des § 10 UIG breitere Spielräume für Maßnahmen, die gerade auch auf die Veränderung von Routinen und/oder Überzeugungen der adressierten Personen abzielen. Während im UIG-Kontext bereits die „Hygiene-Ampel“ als unzulässige Bewertung beurteilt wurde, weil sie über die im Gesetz vorgegebene Zugänglichmachung von „Daten“ hinausging,⁸⁹² ermächtigt § 10 UIG ausdrücklich zur Bereitstellung von „Umweltinformationen“ – mit dem Ziel der Bewusstseinsbildung. Diese Zielsetzung betont auch der erste Erwägungsgrund der Umweltinformationsrichtlinie, die vom UIG umgesetzt wird:⁸⁹³ „Der erweiterte Zugang der Öffentlichkeit zu umweltbezogenen Informationen und die Verbreitung dieser Informationen tragen dazu bei, das Umweltbewusstsein zu schärfen, einen freien Meinungs austausch und eine wirksamere Teilnahme der Öffentlichkeit an

⁸⁹⁰ BVerfG Beschluss vom 21. September 2016, 2 BvL 1/15 Rn. 56, m.w.N.

⁸⁹¹ S. hierzu oben 3.3.1.3.

⁸⁹² OVG Berlin-Brandenburg, Beschluss vom 28.05.2014 – 5 S 21.14, Rn. 26 <https://gesetze.berlin.de/bsbe/document/NJRE001186748> (28.05.2025), s.a. Möstl, LMuR 2015, 185, 191.

⁸⁹³ Richtlinie vom 28. Januar 2003 über den Zugang der Öffentlichkeit zu Umweltinformationen, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0004>.

Entscheidungsverfahren in Umweltfragen zu ermöglichen und letztendlich so den Umweltschutz zu verbessern.“ Die weiter gefasste Begrifflichkeit und Zielsetzung dürfte also aufbereitende Darstellungsformen zulassen, die bei reinen Datenveröffentlichungspflichten unzulässig wären.

Personalisierte informationelle Nudges sind also grundsätzlich nach § 10 UIG zulässig, da die Norm zur „verständlichen Darstellung“ „in leicht zugänglichen Formaten“ und „systematischen Unterrichtung“ verpflichtet, was zielgruppenspezifische Informationsaufbereitung zur effektiveren Zweckerreichung legitimiert. Der Begriff „systematisch“ legt nahe, dass die Informationsvermittlung methodisch durchdacht erfolgen soll, was evidenzbasierte Kommunikationsstrategien einschließt. Wenn das Gesetz „verständliche Darstellung“ fordert, muss es auch Techniken erlauben, die das Verstehen fördern – einschließlich gezielter visueller Aufbereitung und Strukturierung.

Grenzen der Rechtmäßigkeit personalisierten Informationshandelns dürften sich jedoch aus § 9 UIG ergeben: Die Verwendung personenbezogener Daten ist danach nur bei Daten über Emissionen, bei einem überwiegenden öffentlichen Interesse (nach Anhörung der betroffenen Person) im Einzelfall, oder mit Einwilligung der Betroffenen zulässig. Die Ausnahme für Daten über Emissionen kann sich nach dem Wortlaut der Norm, sowohl auf Daten über umweltbelastende Emissionen Dritter als auch persönliche Emissionsdaten der Informationsempfänger beziehen – etwa den individuellen Energieverbrauch oder CO₂-Ausstoß. Allerdings dürfte in der Praxis häufig ohnehin eine Einwilligung vorliegen, etwa wenn die durch personalisierte Umweltinformationen adressierten Akteure die informierenden Applikationen bewusst beschaffen und nutzen.

Praktisch bedeutet das: Selbst ohne Einwilligung könnten personalisierte Stromspar-Tipps basierend auf individuellem Verbrauch, CO₂-Bilanzen nach persönlichem Mobilitätsverhalten oder haushaltsbasierte Energieanalysen zulässig sein, sofern sie sich auf Emissionsdaten stützen. Eine Einwilligung dürfte hingegen erforderlich sein für lifestylebasierte Umwelttipps oder soziodemographisch adaptierte Informationen ohne direkten Emissionsbezug. DSGVO-konforme Einwilligungen der durch die Informationen adressierten Personen erweitern den Kreis der Zulässigkeit personalisierter informationeller Nudges und dürften in der Praxis den Regelfall darstellen.

Zudem überschreiten Nudging-Maßnahmen das Normprogramm des § 10 UIG, wenn sie nicht mehr primär informationsvermittelnd wirken, sondern unmittelbar verhaltenssteuernde Entscheidungsarchitekturen etablieren. Ein entscheidendes Kriterium zur Eingrenzung des erlaubten Informationsverhaltens liegt also im durch die entsprechende Maßnahme angestrebten

Wirkmechanismus: Während informationelle Nudges über Bewusstseinsbildung und Wissensvermittlung wirken sollen, zielen strukturelle Interventionen (Default-Optionen, Opt-in-/Opt-out-Mechanismen) auf direkte Verhaltensmodifikation ohne den "Umweg" über Informationsvermittlung. Diese liegen außerhalb des ermächtigenden Rahmens von § 10 UIG und bedürften bei hinreichender Steuerungsintensität spezifischerer gesetzlicher Grundlagen.

Grundsätzliche Grenzen informationeller Nudges ergeben sich aus Wortlaut und Zweck des § 10 UIG sowie der zulässigen Steuerungsintensität. Da die Norm auf "Umweltinformationen" und deren "Verbreitung" zielt, müssen Nudging-Techniken primär *informationsvermittelnd* bleiben. Unzulässig sind daher Techniken, die sachfremde emotionale Reaktionen auslösen oder Informationen verzerren sollen. Aus der Zielrichtung der Norm – der Pflicht zur Verbreitung von gut verständlichen Umweltinformationen – folgt, dass nicht Meinungsbildung oder Bewertung, sondern eine effektive, aber möglichst neutrale Vermittlung von Tatsachen angestrebt werden sollte.⁸⁹⁴ Obwohl Überzeugung und Überredung, Suggestion und Manipulation unterschiedliche Grade der verhaltenssteuernden Wirkung aufweisen, ist ihre Abgrenzung oft nicht

⁸⁹⁴ S.a. Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 291f.

eindeutig. Zudem werden solche Mittel häufig in Kombination eingesetzt. Eine selektive Themenauswahl und übermäßig autoritative Kommunikation können beim Einzelnen den Druck erzeugen, einer bestimmten Verhaltensempfehlung zu folgen, selbst wenn diese nicht mit seinen persönlichen Präferenzen und Wertvorstellungen übereinstimmt. Es ist in rechtlicher Hinsicht problematisch, wenn die Kommunikation die kritische Reflexion des Einzelnen über ein bestimmtes Verhalten beeinträchtigt. Bei der rechtlichen Bewertung ggf. einzusetzender informationeller Nudges sollten Behörden den Schweregrad der Persuasion, die Einseitigkeit und mögliche Verkürzungen der Argumentation sowie ihr Auftreten mit staatlicher Autorität berücksichtigen.⁸⁹⁵

Nudges im Rahmen des § 10 UIG könnten vor diesem Hintergrund als rechtlich zulässig zu beurteilen sein, sofern sie den Hauptzweck des UIG, nämlich die Sensibilisierung und Information der Öffentlichkeit in Bezug auf Umweltbelange, unterstützen und fördern. Solche Nudges sollten darauf abzielen, das Bewusstsein für ökologische Fragen zu schärfen, die Verständlichkeit und Zugänglichkeit von Umweltinformationen zu erhöhen. Zulässig können Techniken sein, die das Verstehen und die Aufmerksamkeit fördern (Salienz, Framing, ggf. Gamification, s. hierzu sogleich), unzulässig solche, die über Informationsvermittlung hinaus direkt verhaltenssteuernd wirken. Maßnahmen, die Verhalten durch die **Architektur der Entscheidungssituation selbst** steuern sollen, nicht über den „Umweg“ besserer Information oder Bewusstseinsbildung, sind also nicht aufgrund von § 10 UIG zulässig.

4.2.3.2.4 Zulässigkeit umweltbezogener Nudges mit ADS

Die Identifikation eines Eingriffs und die Bewertung dessen Intensität steht im Zentrum der verfassungsrechtlichen Einordnung von Nudges mit ADS. Die Einschätzung der Eingriffsintensität und die damit verbundene Bestimmung der Geeignetheit, Erforderlichkeit und Angemessenheit setzen eine Beurteilung der Auswirkungen der konkreten Maßnahme voraus. Bislang können sich Behörden bei der Entscheidung über den Einsatz von Nudges fast ausschließlich auf Modellvorstellungen stützen. Angesichts der Herausforderung, die Wirksamkeit spezifischer Nudges mit ADS abstrakt und/oder vorsorglich zu prognostizieren, ist ein gewisses Maß an Unsicherheit unvermeidlich. Um hinsichtlich der Eingriffsqualität und -intensität von Nudges Orientierung zu schaffen, sollten standardisierte Kriterien für rechtmäßige Instrumente entwickelt werden. Die Entwicklung solcher Kriterien liegt außerhalb des im vorliegenden Rahmen möglichen. Stattdessen werden auf der Basis der soeben angestellten rechtlichen Überlegungen einige Rückschlüsse auf zulässige und ggf. unzulässige Nudging-Instrumente gezogen.

4.2.3.2.4.1 Informationelle Nudges in ADS mit Umweltinformationen

Sachliche Umweltinformationen können als informationelle Nudges betrachtet werden. Informationelle Nudges lassen sich unterteilen in das Hervorheben sachlicher Informationen, Emotionalisierungen, Framing und soziale Nudges (s.o. 4.2.2.1.3.1). Um die Beeinträchtigung der Entscheidungsfreiheit durch entsprechende Maßnahmen möglichst gering zu halten, sollten Quelle und Richtung der Beeinflussung transparent und erkennbar gemacht werden. Dies ist je nach Kategorie unterschiedlich leicht umsetzbar.

Da das UIG eine aktive und systematische Information der Öffentlichkeit vorsieht und die Verbreitung von Umweltinformationen mit elektronischen Mitteln ausdrücklich fördert, sind informationelle Nudges mit ADS grundsätzlich zulässig, wenn sie primär informationsvermittelnd bleiben, sachlich und evidenzbasiert sind sowie der Bewusstseinsbildung für Umweltbelange

⁸⁹⁵ Krefßner, Gesteuerte Gesundheit, Grund und Grenzen verhaltenswissenschaftlich informierter Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention, 2019, S. 273.

dienen. Die Einbindung von ADS in umweltinformativischen „Nudges“ im hier beschriebenen Sinne könnte eine Reihe von Vorteilen mit sich bringen, zum Beispiel:

Textbox 30: Beispiele für informationelle Nudges

- ▶ Datengestützte Personalisierung: ADS können große Mengen an Daten verarbeiten und so maßgeschneiderte Informationen für jeden Einzelnen bereitstellen. Beispielsweise könnte ein ADS-basiertes Navigationssystem die CO₂-Einsparungen sachlich berechnen und anzeigen, die ein Nutzer erzielt, wenn er sich für den Fußweg oder das Fahrrad anstelle des Autos entscheidet, ohne dabei die Routendarstellung zu manipulieren oder Alternativen zu priorisieren.
- ▶ Rechtzeitige und kontextbezogene Informationen: ADS können in Echtzeit arbeiten und Nutzern Umweltinformationen genau dann präsentieren, wenn sie am relevantesten sind. Ein Beispiel hierfür könnte eine Einkaufs-App sein, die während des Einkaufs sachliche Hinweise zu Umwelteigenschaften von Produkten (Energieeffizienz, Recyclinganteil, CO₂-Bilanz) gibt.
- ▶ Leichtere Zugänglichkeit: ADS können dazu beitragen, dass Umweltinformationen leichter zugänglich und verständlicher für den Bürger werden. Dies kann durch ansprechende visuelle Darstellungen, interaktive Grafiken oder sogar virtuelle Realität geschehen.
- ▶ Die Zulässigkeit von Maßnahmen bemisst sich an der Intensität der Steuerungswirkung unter besonderer Berücksichtigung ADS-spezifischer Verstärkungseffekte wie Automatisierung, Personalisierung und Adaptivität. Bei intensiver „steuernden“ Maßnahmen, wie Bewertungen oder Rankings, oder „persuasiven“ Chatbots kann die rechtliche Bewertung im Einzelfall schwierig sein. Klar unzulässig dürften demgegenüber emotionalisierende oder manipulative Techniken sein, die sachfremde Reaktionen auslösen oder die Reflexionsfähigkeit beeinträchtigen, sowie intransparente Personalisierungsstrategien, die psychologische Schwachmomente ausnutzen.

4.2.3.2.4.2 Hervorheben sachlicher Informationen

§ 10 UIG lässt ein Hervorheben sachlicher Informationen, selbst wenn diese „ADS-verstärkt“ adressatengerecht ((personalisiert) formuliert und unter von Heuristiken oder typischen Wahrnehmungsverzerrungen effektiviert werden (s.o., 4.2.3.2.3). Selbst besonders hervorgehobene, sachlich korrekte und transparente Informationen, sofern sie zur rationalen Überzeugung beitragen, beeinträchtigen nicht den freien Entscheidungsprozess.⁸⁹⁶ Eine Beeinträchtigung liegt hingegen vor, wenn Informationen intransparent präsentiert werden oder deren Hervorhebung mit manipulativen Techniken kombiniert wird. Dies ist typischerweise der Fall bei personalisierter Mikro-Steuerung in Momenten erhöhter Empfänglichkeit oder wenn zusätzliche Umstände wie Zeitdruck die kritische Reflexion behindern. Auch die Verknüpfung salienter Informationen mit suggestiven Framing-Techniken kann den Grad der gewährleisteten Nutzerautonomie erheblich beeinträchtigen.

Textbox 31: Beispiele für hervorgehobene Informationen

- ▶ Wohl zulässig: Eine Reisebuchungsplattform zeigt bei Flugangeboten automatisch den CO₂-Fußabdruck in einer neutralen, standardisierten Darstellung neben Preis und Flugdauer an, ohne emotionalisierende Bewertungen oder suggestive Farbgebung.
- ▶ Vermutlich unzulässig: Ein Online-Shop nutzt personalisierte Algorithmen, um umweltschädliche Produkte gezielt in Momenten erhöhter Kaufbereitschaft mit dramatisierenden Umweltwarnungen zu versehen, die durch persönliche Daten optimiert werden („Ihre Nachbarn haben bereits 50% weniger CO₂ als Sie verbraucht“).

⁸⁹⁶ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 257 m.w.N.

- Grenzfall: Ein Smart-Home-System hebt den Energieverbrauch verschiedener Geräte hervor und nutzt dabei personalisierte Vergleichsdaten aus dem sozialen Umfeld - hier ist die Zulässigkeit abhängig von Transparenz, Kontrollierbarkeit der Personalisierung und dem Verzicht auf emotionalisierende Darstellung.

4.2.3.2.4.3 Framing

Framing berührt dieselben grundrechtlichen Schutzbereiche wie andere informationelle Nudges, weist jedoch eine höhere Eingriffsintensität auf, da es gezielt auf die unbewusste Beeinflussung der Informationsverarbeitung zielt. Das Hauptproblem beim Framing ist seine fehlende Transparenz - anders als bei optischen Hervorhebungen wird den adressierten Personen oft nicht bewusst, dass gerade die Darstellungsweise und nicht die Informationen selbst beeinflussen soll.

Ein Grundrechtseingriff liegt näher als bei neutraler Informationsdarstellung, da Framing die Möglichkeit zur rationalen Reflektion systematisch verkürzt. Problematisch ist ADS-gestütztes Framing mit personalisierten und dynamischen Optimierungen der emotionalen Ansprache, da dies die charakteristischen Verstärkungseffekte algorithmischer Technosteuerung nutzt.

Framing von Umweltinformationen sollte klar und neutral verwendet werden, damit die Entscheidungsfreiheit nicht beeinträchtigt wird. Das Hauptproblem beim Framing ist seine fehlende Transparenz. Es ist oft nicht klar, dass ein Framing und nicht die eigentlichen Informationen die adressierten Personen beeinflussen soll. Im Gegensatz zu optischen Designs, die Informationen hervorheben und leicht zu erkennen sind, wird den meisten nicht bewusst sein, dass gerade das Framing beeinflussende Wirkung hat.⁸⁹⁷

Textbox 32: Beispiele für Framing

- **Tendenziell zulässig:** Eine App stellt komplexe CO₂-Daten durch einheitliche, sachliche Vergleichseinheiten dar („entspricht X km Autofahrt“), ohne emotionalisierende Begriffe oder personalisierte Optimierung der Darstellung. Bei der Anzeige von Elektrofahrzeugen könnte das System automatisch hervorheben, wie viel CO₂ im Vergleich zu einem Benzinfahrzeug über die Lebensdauer des Fahrzeugs eingespart wird.
- Anstatt nur die Energieeffizienz eines Geräts anzugeben, könnte ein System anzeigen, wie viel Geld ein Verbraucher über die Lebensdauer des Geräts durch den Kauf eines energieeffizienten Modells einsparen könnte.

4.2.3.2.4.4 Soziale Nudges

Bei sozialen Nudges wird die menschliche Tendenz, sich am Verhalten anderer zu orientieren, instrumentalisiert.⁸⁹⁸ In der Regel ist die Eingriffsintensität niedrig einzuschätzen, da soziale Nudges nur auf eine Norm verweisen, ohne selbst etwas vorzuschreiben. Der Nudge selbst ist daher nicht als übermäßig eingriffsintensiv zu bewerten, was ein Vergleich mit dem Verweis auf eine Rechtsnorm verdeutlicht. In diesem Fall ist nicht der Verweis als solcher, sondern gegebenenfalls die Rechtsnorm beeinträchtigend.⁸⁹⁹ Angesichts ihrer primär informationellen Stoßrichtung dürften soziale Nudges sich grundsätzlich unter Maßnahmen zur Verbreitung von Umweltinformationen nach § 10 UIG subsumieren lassen. Das kann anders zu bewerten sein, wenn soziale Nudges in einer langfristigen, auf Verhaltensanpassung gerichteten Kampagne verwendet

⁸⁹⁷ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 263; Baldwin, The Modern Law Review, 77, 2014, 831, 836.

⁸⁹⁸ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 115.

⁸⁹⁹ Ebd. S. 264.

werden⁹⁰⁰. Der autoritative Charakter staatlicher Handlungsempfehlungen verstärkt in diesen Fällen die Eingriffsintensität.⁹⁰¹ Transparenz und Erkennbarkeit herzustellen ist bei sozialen Nudges vergleichsweise einfach, da soziale Nudges per Definition auf ein Verhalten anderer hinweisen, das als richtig oder vorzugswürdig betrachtet wird.

Textbox 33: Beispiele für soziale Nudges

- ▶ Ein System könnte Nutzern zeigen, wie sich ihr Energieverbrauch im Vergleich zu ähnlichen Haushalten verhält. Ein solches Feedback kann Anreize schaffen, den eigenen Verbrauch zu reduzieren, um „besser als der Durchschnitt“ zu sein.
- ▶ Beim Online-Shopping könnten umweltfreundliche Produkte mit einem Label „Am häufigsten gekauft in Ihrer Region“ gekennzeichnet werden, um das Gefühl zu vermitteln, dass der Kauf dieses Produkts der sozialen Norm entspricht. Die Information muss aber selbstverständlich der Wahrheit entsprechen.
- ▶ Ein ADS könnte es Nutzern ermöglichen, ihre umweltfreundlichen Aktionen, wie z.B. das Pflanzen eines Baums oder das Abschließen eines umweltfreundlichen Kaufs, auf sozialen Medien zu teilen, um sozialen Anerkennung und Belohnung zu erhalten.

4.2.3.2.4.5 Emotionalisierung

Das Ansprechen von Emotionen kann nicht generell als Beeinträchtigung der Willensentschlussfreiheit eingeordnet werden. Sind Quelle und Zielrichtung des Beeinflussungsversuchs erkennbar und wird keine mit einer Täuschung vergleichbare, erheblich verzerrte Risikowahrnehmung bewirkt, liegt bereits keine Beeinträchtigung der Willensentschlussfreiheit vor.⁹⁰²

Eine Emotionalisierung kann zudem zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit den transportierten Umweltinformationen führen, die den adressierten Personen einen unvermeidbaren erheblichen Kognitionsaufwand abverlangt. Die Intensität ist im Einzelfall zu bestimmen. Eine Umweltampel oder Nachhaltigkeitssmileys hätten eine geringe, das schockierende Opferbild nach einer Umweltkatastrophe eine hohe Intensität.

Textbox 34: Beispiele für Emotionalisierungen

- ▶ Bei der Auswahl von Transportmitteln könnte ein automatisiertes System Nutzern Informationen über den Umweltfußabdruck jedes Transportmittels präsentieren, ergänzt durch emotionale Bilder oder Töne, wie z.B. das Zwitschern von Vögeln für umweltfreundliche, Hupen oder Fabrikgeräusche für weniger umweltfreundliche Optionen.
- ▶ Bei der Bewertung von umweltfreundlichen Handlungen, wie z.B. Recycling oder der Verwendung öffentlicher Verkehrsmittel, könnten Apps Emojis verwenden, um positive Gefühle für umweltfreundliche Entscheidungen und negative für umweltschädliche zu vermitteln.

4.2.3.2.4.1 Gamification

Bei Gamification handelt es sich wie bei Standardvorgaben um Beeinflussungen der Entscheidungsarchitektur. Gamification nutzt Spieldesign-Elemente in nicht-spielbezogenen Kontexten, um Engagement und Motivation zu fördern. Dies könnte dazu beitragen, Umweltinformationen ansprechender und interaktiver zu gestalten, was die Verbreitung und Aufnahme der Informationen durch die Öffentlichkeit erhöhen könnte. Der Hauptzweck von § 10 UIG ist es, Umweltin-

⁹⁰⁰ Lüdemann, Edukatorisches Staatshandeln, Steuerungstheorie und Verfassungsrecht am Beispiel der staatlichen Förderung von Abfallmoral, 1. Auflage 2004, S. 104ff.

⁹⁰¹ Kreßner Gesteuerte Gesundheit, Grund und Grenzen verhaltenswissenschaftlich informierter Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention, 2019 S. 273.

⁹⁰² Ebd. S. 259 ff. m.w.N.

formationen zu verbreiten und das Umweltbewusstsein zu fördern. Jeder Einsatz von Gamification sollte den in § 10 UIG verankerten Zweck der verbesserten Zugänglichkeit und Verständlichkeit von Umweltinformationen direkt unterstützen. Wenn Gamification dieses Ziel unterstützt, kann sie auf § 10 UIG gestützt werden.

Das könnte beispielsweise bei einem Online-Quiz, das Nutzer dazu anregt, Fragen zur Umwelt zu beantworten und dafür Punkte oder Badges zu sammeln, gegeben sein. Das ADS könnte dabei helfen, Fragen basierend auf dem Wissensstand und den Interessen des Benutzers / der Benutzerin zu kuratieren.

4.2.3.2.4.2 *Sustainability by Default*

Sustainability by Default bezeichnet die Implementierung ökologischer Voreinstellungen in oder durch ADS, bei denen nachhaltige Optionen als Standard festgelegt werden. Beispiele sind die CO₂-ärmste Route als voreingestellte Option in Navigationsapps oder die Priorisierung reparierbarer Produkte in Produktsuchmaschinen oder die Voreinstellung energiesparender Modi in digitalen Anwendungen. Ökologische Standardvorgaben berühren primär das Recht auf freie Entscheidung in seiner verzahnten Ausgestaltung als allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) und – bei Beeinflussung langfristiger Einstellungen – als allgemeines Persönlichkeitsrecht (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 Abs. 1 GG). Zudem kann das Recht auf Nichtbefassung eröffnet sein, wenn Nutzer zur Auseinandersetzung mit den Voreinstellungen gedrängt werden. Die Konfrontation mit den Standardvorgaben kann ferner den Schutzbereich der negativen Informationsfreiheit tangieren.

Ökologische Standardvorgaben fallen nicht unter den Tatbestand des § 10 UIG, der lediglich bestimmte informationelle Nudges erfasst (s.o., 4.2.3.2.3). Die Bewertung de lege lata richtet sich daher nach den dargestellten Grundsätzen der Eingriffsqualifikation. Die entscheidende Frage ist, unter welchen Bedingungen ökologische Standardvorgaben eine nach dem oben entwickelten Maßstab erforderliche nachteilige Beeinträchtigung der potenziell betroffenen grundrechtlichen Schutzbereiche bewirken. Danach ist ein differenzierter Eingriffsmaßstab anzulegen, der die Steuerungsintensität unter Berücksichtigung ADS-spezifischer Faktoren wie Automatisierung, Personalisierung, Adaptivität und struktureller Abhängigkeiten bewertet.

Standardvorgaben weisen grundsätzlich eine abstrakt höhere Eingriffsintensität als informationelle Nudges auf, da sie den sog. Status-quo-Bias nutzen und Nutzer solche Voreinstellungen oft als normativ wahrnehmen. Die Eingriffsqualität dieses Trägheitseffekts lässt sich nur begrenzt durch Transparenz und Erkennbarkeit verringern. Selbst wenn Voreinstellungen transparent und erkennbar sind, haben viele Nutzer bereits eine Erwartungshaltung gegenüber dem System und nehmen die Standardvorgabe als die „normale“ oder „empfohlene“ Option wahr. Das heißt, dass Nutzer möglicherweise wider besseres Wissen oder Wider ihrer Präferenzen bei der Standardeinstellung bleiben. Zudem kann die konkrete Funktionsweise von ADS, insbesondere das Zustandekommen einer Default-Empfehlung oder -Entscheidung, für die Nutzer undurchsichtig bleiben. Dies kann das Gefühl vermitteln, dass das System erheblich die Entscheidungsfreiheit beeinträchtigt. Die hohe Wirksamkeit von Standardvorgaben indiziert eine erhöhte Beeinträchtigung der Entscheidungsfreiheit. Allerdings ist die konkrete Eingriffsqualität differenziert zu beurteilen: Entscheidend ist, ob die spezifische Ausgestaltung der Sustainability-by-Default-Maßnahme unter Berücksichtigung der charakteristischen Wirkfaktoren von ADS eine hinreichend intensive Wirkung bewirkt.

Gerade diese hohe Wirksamkeit wirft scheinbar ein Problem für einen eingriffsbegründenden Maßstab auf, der allein auf die Steuerungsintensität abstellt: Standardvorgaben *steuern* oft äußerst effektiv, ohne dabei aber die Entscheidungsfindung nennenswert zu beschneiden – jeden-

falls dann nicht, wenn sie nicht gegen, sondern im Einklang mit den Erwartungen oder Präferenzen der Nutzer wirken. Dies unterscheidet sie etwa von subtilen emotionalen Nudges, die bewusst kognitive Verzerrungen ausnutzen und möglicherweise tiefer in die Entscheidungsfreiheit eingreifen.

Dieser Einwand gegen eine rein steuerungsintensitätsbezogene Eingriffsbewertung führt zu einem ergänzenden Maßstab, wie ihn etwa Baer vorschlägt: Die Eingriffsqualität einer Maßnahme hängt danach nicht nur von der Intensität der Steuerung ab, sondern davon, ob sie vom verfassungsrechtlich geprägten Normalzustand abweicht.⁹⁰³ In digitalen Architekturen sind Voreinstellungen unvermeidlich. Eine Steuerung ist dann grundrechtlich weniger problematisch, wenn sie eine Erwartung erfüllt, die bereits durch die Rechtsordnung – etwa durch Art. 20a GG – vorgeordnet ist. Eine Eingriffsqualität liegt demnach nur vor, wenn das an das Schweigen der Nutzer geknüpfte Ergebnis normativ „überraschend“ ist.

Nicht jeder Default verstößt demnach gegen Grundrechte, sondern nur solche, die „gegen den Strom“ verfassungsrechtlicher Wertentscheidungen wirken und dafür eine entsprechend intensive Steuerungskraft aufwenden müssen. Umgekehrt gilt, dass eine Maßnahme, die „mit dem Strom wirkt“, etwa indem sie ökologische Standards implementiert, die auf Art. 20a GG gestützt werden können, typischerweise weniger in autonome Willensbildung eingreift, da keine tiefgreifende Umsteuerung gegen bestehende Präferenzen notwendig ist.

Steuerungsintensität und Abweichung vom normativen Normalfall sind daher nicht als konkurrierende, sondern als sich wechselseitig bedingende Maßstäbe zu verstehen. Für den Eingriffsbegriff lässt sich differenzieren: Ein Eingriff ist anzunehmen, wenn eine Maßnahme entweder mit hoher Intensität gegen bestehende Präferenzen oder normative Erwartungen wirkt oder wenn sie – selbst bei moderater Steuerung – einen normativen Erwartungshorizont systematisch unterläuft. Kein Eingriff liegt typischerweise vor, wenn eine Maßnahme keine hohe Steuerungskraft aufwenden muss, weil sie mit den bestehenden Erwartungen und dem durch die Rechtsordnung geprägten Normalfall übereinstimmt, und zugleich modifikationsoffen und transparent ausgestaltet ist.

Standardvorgaben werden bei entsprechender Steuerungsintensität als Eingriffe in die Willensentschlussfreiheit eingeordnet.⁹⁰⁴ Die verglichen mit anderen Nudges hohe Wirksamkeit von Standardvorgaben (s.o. 4.2.2.2) indiziert eine im Vergleich zu anderen Kategorien von Nudges relativ erhöhte Beeinträchtigung. Eine Ausnahme sind Opt-in Lösungen, die zumeist nicht in die Entscheidungsfreiheit eingreifen. Opt-in entspricht nach seiner Ausgestaltung unserer Rechtsordnung, die Schweigen grundsätzlich keinen Erklärungswert bemisst. Die Berücksichtigung des erkennbaren Willens ist der Grundsatz, nicht die Fiktion des Willens.⁹⁰⁵

Neben der Willensentschlussfreiheit können auch die negative Informationsfreiheit und das Recht auf Nichtbefassung (Konfrontationsschutz) durch Standardvorgaben betroffen sein. Bei letzterer geht es nicht primär um eine kognitive Überforderung durch Inhalte, sondern um Zumutungen durch die Notwendigkeit aktiven Handelns – etwa die Änderung einer Standardeinstellung. Allerdings sind Voreinstellungen in digitalen Umgebungen praktisch unvermeidlich. Jeder Dienst benötigt eine initiale Konfiguration, etwa zur Anzeige eines Produkts oder zur Auswahl einer Route. Wird Nutzern überlassen, diese selbst zu treffen, handelt es sich um eine sog.

⁹⁰³ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 265 ff.

⁹⁰⁴ Dazu ausführlich Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 265 ff.

⁹⁰⁵ Baer, Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht, Bd. 61, 1. Auflage 2023, S. 267.

„mandated choice“. Diese kann die Nutzer in stärkerem Maße beanspruchen als eine bereits getroffene Vorauswahl – gerade dann, wenn sie mit einer Erklärungspflicht, kognitiver Belastung oder Nutzungshindernissen verbunden ist.

Vor diesem Hintergrund ist eine Bagatellgrenze oder Intensitätsschwelle (4.2.3.2.2) für die Frage des Eingriffs sinnvoll – nicht im Sinne einer Einschränkung des modernen Eingriffsbegriffs, sondern als Differenzierung innerhalb seiner Anwendung. Bei unvermeidbaren Settings sind Eingriffe nur dann anzunehmen, wenn die Auswahl oder Ablehnung der Standardvorgabe eine erkennbare Belastung darstellt, etwa durch hohe Hürden für die Änderung, intransparente technische Abläufe, oder eine implizite Sanktionierung von Abweichungsverhalten.

Ob eine Standardvorgabe eine erhebliche nachteilige Beeinträchtigung darstellt, hängt – neben Steuerungsintensität und „Normalfallnähe“ – auch vom Maß der gewährleisteten Nutzerautonomie ab. Maßgeblich ist, wie einfach, nachvollziehbar und wirksam eine Abweichung gestaltet ist. Je einfacher und formfreier der Wechsel – etwa per Mausklick – desto eher verbleibt die Maßnahme unterhalb der Eingriffsschwelle. Dies entspricht der DSGVO-Systematik: Auch dort verlangt Art. 25 Abs. 2 DSGVO eine datenschutzfreundliche Grundeinstellung (Privacy by Default), aber erlaubt jederzeit eine bewusste, informierte Abweichung (Art. 4 Nr. 11 DSGVO: Einwilligung als „informierte, eindeutige Willensbekundung“). Zudem ist zu berücksichtigen, ob die Maßnahme dem verfassungsrechtlich vorgeprägten „Normalfall“ entspricht. Gerade in ADS mit zwingend technischer Vorauswahl (z. B. Anzeigealgorithmen) ist entscheidend, ob das voreingestellte Ergebnis mit einer durch die Rechtsordnung abgesicherten Erwartung harmonisiert – etwa mit dem Nachhaltigkeitsprinzip nach Art. 20a GG. Ist dies der Fall, ist weder mit einer starken Steuerung noch mit einer überraschenden Wirkung zu rechnen.

Konkreter dürften nachhaltige Voreinstellungen in ADS regelmäßig unterhalb der Eingriffsschwelle bleiben, wenn sie transparent, nicht personalisiert und leicht änderbar sind – etwa eine umweltfreundliche Reiseroute als voreingestellte Anzeige, die mit einem Klick modifizierbar ist. Anders verhält es sich bei hochpersonalisierten oder adaptiven Systemen, die individuelles Verhalten gezielt ausnutzen, um ökologisches Verhalten zu erzwingen. Dort ist die Steuerungsintensität höher und das Risiko grundrechtlicher Beeinträchtigung steigt. Das gilt insbesondere, wenn die Systeme intransparent sind oder strukturelle Abhängigkeiten erzeugen.

Zusammengefasst bedeutet dies: Tendenziell unproblematisch sind einfache ökologische Defaults, die nicht personalisiert, leicht veränderbar und verständlich begründet sind – etwa eine grüne Routenoption als voreingestellte Anzeige. Problematisch können Maßnahmen dagegen sein, wenn sie adaptive Steuerung einsetzen (z. B. lernende Systeme, die Abweichungen erschweren), individuelle Verhaltensprofile zur Maximierung der Steuerungswirkung nutzen, keine klar erkennbaren Abwahlmechanismen bieten, oder in einem Kontext erfolgen, in dem sie von Nutzenden als überraschend oder normativ aufgeladen wahrgenommen werden. Ein Grundrechtseingriff liegt insbesondere nahe, wenn die Steuerung dann gezielt gegen bestehende Präferenzen oder verfassungsrechtliche Erwartungen arbeitet, oder wenn sie nutzergesteuerte Änderung des „Default“ faktisch vereitelt.

Textbox 35: Beispiele für nachhaltige Standardvorgaben

- ▶ Bei Produktempfehlungen könnte das ADS per default die Langlebigkeit, Reparierbarkeit und Recyclingfähigkeit von Produkten berücksichtigen.
- ▶ In Verkehrsanwendungen könnte das ADS Verkehrsmittel nach ihrer Umweltfreundlichkeit ordnen, wobei öffentliche Verkehrsmittel, Fahrradfahren oder Gehen Vorrang vor dem Autofahren haben könnten.
- ▶ Bei Kaufempfehlungen könnten Produkte, die aus nachhaltigen Quellen stammen oder ein Umweltzertifikat haben, bevorzugt werden.

- ▶ Das ADS könnte Nutzer mit Informationen und Ratschlägen zu umweltfreundlichen Praktiken versorgen. Zum Beispiel könnten Tipps zum Wassersparen, Recycling oder Kompostieren angeboten werden.
- ▶ In Lebensmittel-Apps oder -plattformen könnte das ADS Empfehlungen geben, die auf dem Verbrauchsdatum basieren, um sicherzustellen, dass Lebensmittel nicht verschwendet werden.
- ▶ Das ADS könnte Nutzer standardmäßig belohnen oder positive Rückmeldungen geben, wenn sie ökologische Entscheidungen treffen, um positive Verhaltensänderungen zu verstärken.

4.2.3.2.5 Regelungslücken in Bezug auf staatliches ökologisches Nudging

Bereits jetzt eröffnet § 10 UIG gewisse Spielräume für den Einsatz verschiedener Nudges mit ADS zur Verbreitung von Umweltinformationen. Die Einsatzmöglichkeiten sind dabei auf den Zweck der Verbreitung sachlicher Umweltinformationen begrenzt. Ein Praxisproblem besteht darin, dass der Wortlaut des § 10 UIG Nudging nicht ausdrücklich erlaubt. Daher ist die Festlegung der im Einzelfall zulässigen Maßnahmen aufgrund der recht allgemein gehaltenen Regelung zulässig sind, mit hohen Unsicherheiten belastet. Solche Rechtsunsicherheiten lassen erwarten, dass Behörden die Vorschrift tendenziell nicht oder nur sehr zurückhaltend für die Verwendung von Nudges anwenden. Zur Anwendbarkeit und Reichweite von § 10 UIG für den Einsatz insbesondere personenbezogener Daten für die adressatengerechte (personalisierte) Ausrichtung von Umweltinformationen bestehen, soweit ersichtlich, keinerlei Präjudizien. Das Erfordernis, solche Daten in den meisten Fällen nur nach vorheriger Anhörung und entsprechender Einzelfallabwägung zu verwenden, dürfte einer automatisierten Personalisierung von informationeller Nudges weitgehend entgegenstehen.

§ 10 UIG ermöglicht zudem keine gezielten Umweltinformationen über Produkte und wirtschaftliche Aktivitäten Dritter, die Norm betrifft das „vertikale“ Verhältnis zwischen Verwaltung und Bürgerinnen und Bürgern, Informationspflichten zwischen Bürgerinnen und Bürgern sind dort nicht vorgesehen.⁹⁰⁶ Sofern bei Behörden vorhandene Informationen private Unternehmen oder andere Bürgerinnen und Bürger betreffen, schließt das das Informationshandeln zwar nicht aus (s.o.). Das UIG enthält aber keine Regelungen zur systematischen Erhebung und Verbreitung von umweltbezogenen Produktinformationen oder Informationen über die Betreiber von Anlagen (solche Regelungen können aber spezialgesetzlich vorliegen, s. etwa 52 a Abs. 5 Satz 3 BIm-SchG). Art. 5 Abs. 8 der Aarhus-Konvention verweist, wie Schomerus feststellt, auf Perspektiven einer Weiterentwicklung hin, um diese Lücke zu adressieren: „Jede Vertragspartei entwickelt Strukturen, um sicherzustellen, dass der Öffentlichkeit ausreichende Produktinformationen zur Verfügung gestellt werden, welche die Verbraucher in die Lage versetzen, eine sachkundige, am Umweltschutz orientierte Auswahl zu treffen.“⁹⁰⁷

Ferner eröffnet § 10 UIG nicht die Möglichkeit ökologischer Standardvorgaben gegenüber Bürgerinnen und Bürgern und Unternehmen. Entsprechende Maßnahmen dürften zumindest, sofern sie aufgrund fehlender Transparenz und/oder fehlender Änderungsmöglichkeiten für die Nutzer eine gewisse Steuerungsintensität überschreiten, einer gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage bedürfen, die – lege lata – nicht ersichtlich ist.

⁹⁰⁶ Schomerus (2020), Evaluation des Umweltinformationsgesetzes (UIG) – Analyse der Anwendung der Regelungen des UIG und Erschließung von Optimierungspotentialen für einen ungehinderten und einfachen Zugang zu Umweltinformationen. Anhang A: Rechtsgutachten, UBA TEXTE 235/2020, S. 268.

⁹⁰⁷ Z. Ganzen s. Schomerus (2020), Evaluation des Umweltinformationsgesetzes (UIG) – Analyse der Anwendung der Regelungen des UIG und Erschließung von Optimierungspotentialen für einen ungehinderten und einfachen Zugang zu Umweltinformationen. Anhang A: Rechtsgutachten, UBA TEXTE 235/2020, S. 268.

4.2.4 Regulierungsziel 2: Regulierung indirekter Umwelteffekte durch Nudging und ADS de lege ferenda

Nachdem analysiert wurde, wie die aktuelle Rechtslage Dark Patterns und andere indirekte Methoden der ökologischen Verhaltensbeeinflussung regelt und ob staatliches Nudging mit ADS durch § 10 UIG erlaubt wird, widmet sich dieses Kapitel den rechtlichen Rahmenbedingungen für solches Nudging in der Zukunft (de lege ferenda). Den Maßstab für zukünftige Regelungen bildet der bereits dargestellte verfassungsrechtliche Rahmen.

Hierbei können zwei unterschiedliche Regulierungsszenarien danach abgegrenzt werden, ob der Staat direkt interveniert, indem er die Anwendung von Nudging-Techniken durch staatliche Akteure gesetzlich ermöglicht, oder er den Rahmen festlegt, innerhalb dessen Dritte solche Techniken gegenüber anderen anwenden dürfen:

Bei einem **unmittelbaren staatlichen Nudging** (s.u. 4.2.4.1) agiert der Staat also selbst als Entscheidungsarchitekt und setzt Nudges mit ADS im Sinne seiner Regulierungsziele ein, wobei Bürgerinnen und Bürger die typischerweise adressierten Akteure darstellen.

Im Falle von mittelbarem staatlichen Nudging (s.u. 4.2.4.2) tritt der Staat als Regulierer auf und gibt Dritten, oft Unternehmen, Richtlinien zur Nutzung von Nudges mit ADS vor. Auch wenn rechtliche Regelungen oder Maßnahmen sich unmittelbar an Unternehmen richten, können sie sich nach ihrer eigentlichen Zweckrichtung an Verbraucher richten.

4.2.4.1 Unmittelbares staatliches Nudging

Die vorangegangenen Analysen haben die Lücken im gegenwärtigen Rechtsrahmen für umweltbezogene Verhaltenslenkung aufgezeigt. Während die ökologische Transformation eine Neuausrichtung individueller Verhaltensweisen erfordert, eröffnen algorithmische Steuerungssysteme erweiterte, bislang kaum ausgeschöpfte Potenziale für staatliche Verhaltensbeeinflussung. Die Frage ist, ob neue gesetzliche Regelungen für ggf. intensivere Nudging-Instrumente verfassungsrechtlich geboten und zugleich legitimierbar sind.

Die verfassungsrechtliche Verantwortung des Staates endet nicht bei der Wahrung gegenwärtiger Freiheitsausübung, sondern umfasst auch die Sicherung künftiger Freiheitsräume. Gerade unter den Bedingungen der Klimakrise gewinnt diese intertemporale Dimension grundrechtlicher Schutzpflichten an Bedeutung. Das Bundesverfassungsgericht hat im Klimabeschluss klargestellt, dass heutige Freiheit dort an Grenzen stoßen kann, wo sie die Freiheitsausübung künftiger Generationen unverhältnismäßig beschränkt. Die verfassungsrechtlich gebotene Schonung zukünftiger Freiheit erfordert daher nicht nur einen möglichst frühzeitigen Übergang zu Klimaneutralität in allen Lebensbereichen, sondern auch effektive Regulierungsmechanismen, die diesen Wandel ermöglichen (s.o. 4.2.4.1 sowie 2.3.2.2).

Die hier behandelte Rechtsfrage betrifft das Spannungsverhältnis zwischen gegenwärtigen Freiheitsrechten und dem Schutz der Freiheitsrechte zukünftiger Generationen und damit ein zentrales Problemfeld umweltbezogener Regulierung: Gerade die „intertemporale“ Grundrechtskollision verlangt womöglich eine Neubewertung der verfassungsrechtlichen Anforderungen an staatliche Verhaltensbeeinflussung – insbesondere dort, wo diese nicht mehr lediglich informierend, sondern faktisch steuernd wirkt. Bestehende gesetzliche Informationskompetenzen, wie etwa nach § 10 UIG, sind auf neutrale, sachbezogene Informationstätigkeit ausgerichtet. Sie reichen nicht aus, um die Nutzung ADS-basierten Nudgings zu rechtfertigen, dessen Steuerungintensität unter Umständen bereits die Schwelle zur grundrechtsrelevanten Beeinträchtigung überschreiten kann. Maßgeblich ist dabei weniger die Form des Instruments als vielmehr das faktische Ausmaß der Begrenzung individueller Entscheidungsspielräume durch Personalisierung, Adaptivität und systematische Einflussnahme (s.o. 4.2.3.2.2).

Gleichzeitig zeigen solche Systeme ein erhebliches Steuerungspotenzial, das sie von klassischen informatorischen Maßnahmen unterscheidet – und das im Sinne der verfassungsrechtlich gebotenen Schutzpflichten auch genutzt werden könnte. Der Staat darf sich angesichts des dringenden Handlungsdrucks im Umweltbereich nicht auf eine minimale Steuerungsintensität beschränken. Es bräuchte mit anderen Worten gerade steuerungsintensive Instrumente, die – zumindest in der Form von Nudging – bislang nicht rechtmäßig eingesetzt werden können. Gerade dort, wo effektive Steuerung notwendig wäre, fehlt es – mit Blick auf Nudging – an tragfähigen gesetzlichen Grundlagen.

Dabei sind die verfassungsrechtlichen Grenzen solcher Systeme selbstverständlich zu beachten. Auch wenn Nudges typischerweise eingriffsärmer sind als ordnungsrechtliche Verbote oder fiskalische Anreize, können sie – insbesondere in algorithmisch verstärkter Form – intensiv steuern und damit Grundrechte berühren. Ihre Rechtfertigung erfordert daher eine sorgfältige Verhältnismäßigkeitsprüfung. Bei entsprechenden Maßnahmen ist allerdings nicht nur die Eingriffsintensität gegenüber den gegenwärtig adressierten Akteuren zu gewichten, sondern auch das verfassungsrechtlich geschützte Interesse zukünftiger Generationen an intakten Freiheitsvoraussetzungen zu berücksichtigen. Ein effektiver intertemporaler Freiheitsschutz kann gewisse Begrenzungen gegenwärtiger Freiheiten notwendig machen.

Staatliche Nudges müssen sich dabei insbesondere durch Transparenz von kommerziellen Persuasionssystemen unterscheiden. Dies bedeutet hier nicht die vollständige Offenlegung algorithmischer Parameter, wohl aber die erkennbare Kommunikation der Steuerungsabsicht und der verfolgten Umweltziele. Bürgerinnen und Bürger müssen nachvollziehen können, dass und warum sie in eine bestimmte Richtung gelenkt werden. Systeme, die erkennbare und wirksame Möglichkeiten zur Artikulation individueller Präferenzen und zur Modifikation der Steuerung vorsehen, beeinträchtigen die Willensentschlussfreiheit erheblich weniger als solche, die ohne Rücksicht auf Spielräume zum Gegensteuern ihrer Nutzer operieren oder in verdeckter Form psychische Vulnerabilitäten ausnutzen.

Maßnahmen, die die oben abstrakt beschriebene Eingriffsschwelle überschreiten bedürfen einer Ermächtigungsgrundlage, die Zielrichtung, Instrumente und Steuerungsintensitäten normativ festlegen. Entsprechende Regelungen könnten etwa die Ausgestaltung digitaler Verwaltungsleistungen in ökologischer Hinsicht, oder die Einbindung intelligenter Nudges in Bildungs- und Informationssysteme umfassen. Angesichts der hier nur skizzierten verfassungsrechtlichen Herausforderungen setzt deren gesetzliche Realisierung freilich eine erheblich vertiefte Analyse ihrer (verfassungs-)rechtlichen Bedingungen voraus. Der Klimabeschluss des Bundesverfassungsgerichts eröffnet hierfür einen rechtlich anschlussfähigen Rahmen. Gerade dort, wo bestehende Informationskompetenzen nicht ausreichen, um wirksam auf transformative Verhaltensänderungen hinzuwirken, könnten gesetzliche Regelungen neue Steuerungsformate legitimieren und konturieren.

4.2.4.2 Mittelbares staatliches Nudging – ökologische Ausrichtung privatwirtschaftlicher Entscheidungsarchitekturen

In Abgrenzung zur Diskussion um „unmittelbares“ Nudging als Instrument des Staates zur Erfüllung seiner intertemporalen Schutzpflichten kann eine „mittelbare“ Regulierungsstrategie erwo-gen werden: Der Staat tritt dabei nicht selbst als Gestalter von Entscheidungsarchitekturen auf, sondern greift steuernd in privatwirtschaftliche Entscheidungssysteme ein, deren Architektur das Verhalten ihrer Nutzer oder anderer adressierter Akteure maßgeblich beeinflusst. Der Fokus liegt damit auf der Regulierung solcher algorithmenbasierter Systeme, die für Unternehmen gegenüber Verbraucher Auswahl-, Filter- und Präsentationsentscheidungen treffen – z.B. in digitalen Marktplätzen, oder Vergleichsplattformen.

ADS spielen wie oben (4.2.2.4.2) dargestellt bereits eine zentrale Rolle bei der Strukturierung von Nutzerentscheidungen. Die hier eingesetzten Voreinstellungen, Empfehlungssysteme und Interface-Gestaltungen prägen Entscheidungsprozesse subtil, aber wirksam. Ihre Gestaltung ist dabei regelmäßig nicht neutral, sondern verfolgt wirtschaftliche Interessen: etwa längere Verweildauer, höhere Conversion Rates oder die gezielte Platzierung profitabler Produkte. Ein auf die Steuerung solcher Systeme zielender Regulierungsansatz verfolgt das Ziel, negative ökologische Externalitäten in digitalen Entscheidungsarchitekturen zu adressieren, indem diese privatwirtschaftlich induzierten Lenkungseffekte rekali­briert werden – etwa durch Vorgaben zur Gestaltung digitaler Umwelten, zur Transparenz von Empfehlungssystemen oder durch standardisierte ökologische Defaults. Der Staat lenkt nicht direkt das Verhalten, sondern verändert die Bedingungen, unter denen privatwirtschaftliches Nudging stattfindet, um dieses an ökologischen Regulierungszielen auszurichten.

Eine „mittelbare“ Regulierungsstrategie wirft komplexe verfassungsrechtliche Fragen auf, da sie in Freiheitsrechte der regulierten Unternehmen eingreift und zugleich Schutzpflichten gegenüber den Nutzern sowie gegenüber künftigen Generationen erfüllt. Diese Fragen und mögliche Lösungsansätze können hier nur grob umrissen werden.

So betrifft eine regulatorische Ausrichtung privatwirtschaftlicher Entscheidungsarchitekturen an umweltrechtlichen Regulierungszielen ein Geflecht grundrechtlicher Positionen unterschiedlicher Akteure:

Berufsfreiheit und Kommunikationsgrundrechte: Für unternehmerische Verwender von Dark Patterns kommen die Berufs- (Art. 12 GG), die allgemeine Handlungs-, inklusive Vertragsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) sowie die Meinungs- (Art. 5 Abs. 1 S. 1 GG) in Betracht, sofern die Unternehmen ihre Plattformen oder Werbeinhalte als Ausdruck beruflicher oder kommerzieller Kommunikation gestalten.⁹⁰⁸ Eingriffe können etwa dann vorliegen, wenn Standardvorgaben bestimmte Darstellungsformen verbieten oder vorschreiben, umweltfreundliche Produkte algorithmisch priorisiert oder umweltschädliche Praktiken durch regulatorische Default-Strukturen unterlaufen werden. Anders als im Verhältnis zwischen Staat und Bürger greifen ökologische Standardvorgaben in den meisten Fällen in die grundrechtlich garantierten Schutzbereiche ihrer Verwender ein.

Wie erörtert, lässt sich weder aus den aktuell geltenden Vorschriften zum Schutz autonomen Entscheidens noch zur Verbreitung von Umweltinformationen die Ermächtigung zu ökologischen Standardvorgaben für ADS herleiten. Dies bedeutet jedoch nicht, dass ökologische Standardvorgaben in ADS ausgeschlossen sind. Denn ökologische Standardvorgaben für die Entscheidungsarchitekten „nudgender“ ADS können ggf. auf die Staatszielbestimmung des Art. 20a GG und staatliche Pflichten zum Schutz der intertemporalen Dimensionen der Freiheitsrechte gestützt werden. Die Grundrechte privater Akteure, die Entscheidungsarchitekturen einsetzen, werden durch auch durch Schutzpflichten zugunsten der Autonomie der Personen, die durch die Entscheidungsarchitekturen adressiert werden, begrenzt, insofern der Staat die Voraussetzungen autonomer Entscheidung im Geschäftsverkehr aktiv zu sichern hat.⁹⁰⁹

Durch „Nudging“ betroffene Grundrechtspositionen der durch privatwirtschaftliche Nudges und Dark Patterns adressierten Personen: Auf Seiten der durch privatwirtschaftliche Nudges und Entscheidungsarchitekturen adressierten Personen können, wie oben dargelegt (4.2.3.2.1), gleich mehrere Grundrechtsdimensionen relevant werden. Neben ggf. einschlägigen, speziellen Grundrechtsgewährleistungen kann die Gestaltung digitaler Entscheidungsumgebungen ihre

⁹⁰⁸ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte - Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, 166; Weinzierl, Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, NVwZ-Extra 15/2020, 1, 6.

⁹⁰⁹ Martini et al., Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, ZfDR 2021, 47, 54 mit Verweis auf BVerfGE 81, 242 (254 ff.) = NJW 1990, 1469 (1470); BVerfG NJW 2020, 905 (Rn. 231ff.).

Entscheidungsautonomie (Art. 2 Abs. 1 GG), das Recht auf informationelle Selbstbestimmung und die negative Informationsfreiheit betreffen. Staatliche Vorgaben für privatwirtschaftlich genutzte Entscheidungsarchitekturen zielen nach der obigen Definition mindestens auch darauf ab, die Konsumententscheidungen der Nutzer in gemeinwohlverträgliche Bahnen zu lenken. Bei entsprechender Steuerungsintensität könnten solche finalen Regulierungsansätze als mittelbare Eingriffe in die berührten Schutzbereiche gewertet werden.

Nutzer privatwirtschaftlicher Angebote sind allerdings auch Subjekte von Schutzpflichten: Der Staat hat die Pflicht, deren Autonomie gegen „Dark Patterns“ zu sichern. Pflichten privater „choice architects“ mit Blick auf Standardvorgaben können hier unter Umständen als Erfüllung dieser Schutzpflicht verstanden werden – etwa in Anlehnung an die Schutzpflichten für eine freie Willensbildung in der digitalen Sphäre, wie sie durch Überlegungen zum „Recht auf digitale Selbstbestimmung“⁹¹⁰ vorgezeichnet ist.

Intertemporale Freiheitssicherung und ökologische Schutzpflichten: Schließlich wirken solche Regulierungskonzepte auch als Ausdruck einer intertemporalen Schutzdimension. Art. 20a GG verpflichtet den Staat zur Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen auch für künftige Generationen. Wenn privatwirtschaftlich gesteuerte ADS zu einem „Carbon Lock-in“ durch routinisierte, nicht-nachhaltige Konsumententscheidungen beitragen, steht der Staat in der Verantwortung, diese Verstetigung durch Gestaltungsvorgaben zu durchbrechen. Der Staat *darf* nach diesem Grundsatz also nicht nur regulieren – vielmehr kann er aus grundrechtlichen Gründen hierzu verpflichtet sein. Wird privatwirtschaftliches Hyper-Nudging zu einem Verstärker ökologisch schädlicher Verhaltensroutinen, dann begründet dies nicht nur die grundrechtliche Zulässigkeit, sondern eine verfassungsrechtlich gebotene Pflicht zur gemeinwohlorientierten Einhegung.

Für die verfassungsrechtliche Rechtfertigung steuerungsintensiver mittelbarer Nudges – insbesondere bei ihrem Einsatz in Automated Decision Guidance Systemen⁹¹¹ – ist eine formelle gesetzliche Grundlage erforderlich. Vorbild könnte Art. 25 Abs. 2 DSGVO i.V.m. Erwägungsgrund 78 DSGVO sein, der datenschutzfreundliche Voreinstellungen („Privacy by Default“) verlangt. Analog ließe sich daraus ein „Sustainability by Default“ ableiten, das auf ökologische Schutzgüter zielt.

Praktische Konkordanz als Maßstab für die intertemporale Optimierung grundrechtlich geschützter Freiheitssphären: Weinzierl (2023) behandelt die verfassungsrechtliche Bewältigung komplexer Steuerungskonflikte durch Dark Patterns unter dem Leitbegriff der praktischen Konkordanz. Diese beschreibt das grundrechtliche Optimierungsgebot, das den Gesetzgeber verpflichtet, mehrdimensionale Schutz- und Freiheitspositionen so aufeinander zu beziehen, dass sie sich möglichst weitgehend entfalten können.⁹¹² Als verfassungsrechtliche Handlungsnorm fordert die praktische Konkordanz demnach eine aktive Ausgleichsleistung durch den Gesetzgeber, während „Kontrollnormen“ wie das Über- und Untermaßverbot oder die Verhältnismäßigkeit den rechtlichen Rahmen dieser Optimierung abstecken.⁹¹³

⁹¹⁰ Gutachten der Datenethikkommission (2019), 44: „Im Zeitalter der Digitalisierung kommt dem Einzelnen über seine informationelle Selbstbestimmung hinaus als selbstbestimmtem Akteur in der Datengesellschaft eine besondere Bedeutung zu. Hierauf wird durch den Begriff der digitalen Selbstbestimmung Bezug genommen. Diese schließt die Kompetenz ein, selbst zu bestimmen, mit welchen Inhalten jemand in Beziehung zu seiner Umwelt tritt und wie jemand die eigene Persönlichkeit interaktiv entfaltet. Sie umfasst unter bestimmten Bedingungen etwa auch die selbstbestimmte wirtschaftliche Verwertung der eigenen Datenbestände sowie den selbstbestimmten Umgang mit nicht-personenbezogenen Daten, die durch den Betrieb eigener Geräte generiert werden.“

⁹¹¹ S.o. 4.2.2.3.

⁹¹² Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte - Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, S. 221.

⁹¹³ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte - Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, S. 190, 221.

Diese Perspektive ist auch im vorliegenden Zusammenhang einschlägig – gerade weil ADS-gestütztes Nudging nicht nur aktuelle Freiheitspositionen tangiert, sondern auch tief in zukünftige Handlungsspielräume eingreifen kann. Die praktischen Überlegungen Weinzierls zur praktischen Konkordanz sind daher um eine explizite intertemporale Dimension zu erweitern.

Optimierungspflichten gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Grundrechtsträgern: Der Ausgangspunkt entsprechender Überlegungen liegt in der Pflicht zum Schutz der Grundrechte der Nutzer vor manipulativen oder asymmetrischen Beeinträchtigungen durch Nudging und Dark Patterns. Je nach Eingriffsintensität und Wertigkeit der betroffenen Rechtsgüter ist der Gesetzgeber gehalten, entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.⁹¹⁴ Gleichzeitig muss er die Handlungsfreiheit der privaten Akteure wahren, die Entscheidungsarchitekturen im Rahmen ihrer wirtschaftlichen Tätigkeiten einsetzen – wobei die Wertigkeit dieser Rechte, bzw. die Eingriffsintensität regelmäßig als geringer einzustufen ist, insbesondere wenn Geschäftsmodelle auf der Ausnutzung kognitiver Verzerrungen beruhen.⁹¹⁵

Diese Abwägung betrifft jedoch nicht nur aktuell Beteiligte. In die gesetzgeberische Konkordanzbildung sind eben auch intertemporale Freiheitsrechte einzustellen, also solche, die erst zukünftig beeinträchtigt werden. Diese ergeben sich primär aus den Grundrechten selbst – etwa Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 Abs. 1 GG – und werden durch Art. 20a GG ergänzt, der als Staatsziel die natürlichen Lebensgrundlagen schützt. Im Klimabeschluss hat das BVerfG klargestellt, dass Freiheitsrechte in die Zukunft hinein zu sichern sind, wo gegenwärtige Versäumnisse zukünftige Entfaltungsmöglichkeiten möglicherweise irreversibel beschneiden. Daraus ergibt sich eine verfassungsrechtliche Pflicht zur intertemporalen Optimierung: Der Gesetzgeber darf gegenwärtige Gestaltungsfreiheit nicht auf Kosten künftiger Freiheitsräume maximieren. Vielmehr ist er gehalten, schonend einzugreifen, um Carbon Lock-ins und durch ADS stabilisierte Routinen-Biases (s.o. 4.2.2.2) zu verhindern, die mit zunehmendem Zeitablauf immer schwerer zu korrigieren sind.

Konkordanz durch transparente und reversible Default-Vorgaben: Ein zentraler Ausdruck praktischer Konkordanz liegt in der Wahl milder, zumutbarer Eingriffe, etwa durch umweltfreundliche Voreinstellungen in User Interfaces (s.o. 4.2.2.3.3). Diese sollten transparenzpflichtig und reversibel sein, damit die gegenwärtige Autonomie der Nutzer gewahrt bleibt, während die Maßnahme zugleich mit Blick auf intertemporale Freiheitsdimensionen präventiv wirkt.

4.2.5 Regulierungsziel 3: Regulierung direkter Umwelteffekte von Nudges und ADS

Regulierungsziel 3 passt nur eingeschränkt auf die untersuchten Instrumente indirekter Verhaltensbeeinflussung, da es sich dabei nicht um Entscheidungsunterstützung handelt.

Dennoch lässt sich festhalten, dass insbesondere der direkte Stromverbrauch von ADS verringert werden kann, wenn verpflichtende ökologische Voreinstellungen für Daten- und Stromverbrauch für Endgeräte vorgegeben werden. Dabei handelt es sich ebenfalls um Standardeinstellungen in ADS.⁹¹⁶ Sind verschieden energieintensive Betriebs- und Ruhestandsmodi eines ADS möglich, sollte der sparsamste Modus voreingestellt sein. Da energiesparende Betriebsmodi regelmäßig mit geringerer Leistung einhergehen, muss der Wechsel zu den anderen Modi möglichst hürdenfrei möglich sein. Zudem muss leicht erkennbar sein, dass der ökologische Betriebsmodus voreingestellt ist. Die Voreinstellung selbst sollte veränderbar sein, um die Ein-

⁹¹⁴ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte - Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, S. 190, 222 f.

⁹¹⁵ Weinzierl, Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte - Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, 2023, S. 190, 223.

⁹¹⁶ Zu entsprechenden Vorgaben und Lücken im Öko-Design-Recht s.u. Abschnitt 4.4.4

griffsintensität möglichst gering zu halten. Auch für Voreinstellungen hinsichtlich der zu erwartenden Energiekosten gilt, dass der ökologische Energiesparmodus den verfassungsrechtlichen Normalzustand darstellt, weshalb auf die Ausführungen in Abschnitt 4.2.3.2.4.2 verwiesen werden kann. Voraussetzung ist wiederum der Erlass einer formellen Rechtsgrundlage.

4.2.6 Zusammenfassung

Das Kapitel analysiert die rechtlichen Rahmenbedingungen für umweltbezogenes Nudging. Im Fokus steht dabei das „Hypernudging“ – die Verbindung klassischer Nudging-Techniken mit ADS, das durch Skalierbarkeit und individuelle Anpassung neue Dimensionen effektiver Verhaltensbeeinflussung eröffnet. Nudging wird als subtiles – in seiner Wirksamkeit häufig unterschätztes – Lenkungsinstrument verstanden, das Verhalten beeinflusst, ohne auf klassische Verbote oder Gebote zurückzugreifen. ADS-gestütztes „Hypernudging“ ermöglicht durch die datengetriebene Analyse und Instrumentalisierung individueller Persönlichkeitszüge und Präferenzen neue Beeinflussungstechniken mit hoher Umweltrelevanz – etwa durch dynamische und individuell angepasste Platzierung umweltschädlicher Konsumangebote oder durch personalisierte Empfehlungssysteme, die zu ressourcenintensivem Verhalten anregen.

Die rechtliche Analyse bestehender Regulierungsrahmen zeigt erhebliche Lücken auf. Digitalpolitische Instrumente wie DSA, DMA, KI-VO und der Data Act adressieren Umweltaspekte bestenfalls als Reflex. Trotz Ansätzen wie Art. 25 DSA zur Eindämmung manipulativer Dark Patterns oder das Verbot manipulativer Praktiken in Art. 5 Abs. 1 a) KI-VO werden neuartige Beeinflussungsformen wie Hypernudging oder Manipulationen durch Sprachassistenten gerade in ihren ökologischen Bezügen nur unzureichend erfasst. Auch datenschutz- und lauterkeitsrechtliche Regelungen bieten nur begrenzte Anknüpfungspunkte für die Regulierung der Umwelteffekte von Nudging und Dark Patterns.

Nachdem die Untersuchung den regulatorischen Rahmen für potenziell schädliches Hyper-Nudging durch Private beleuchtet hat, richtet sich der Blick auf staatliche Möglichkeiten zum Einsatz ADS-basierten Nudgings. Hierfür ist zu klären, unter welchen Bedingungen solche Maßnahmen in Grundrechte eingreifen – und damit auch, ob sie einer gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage bedürfen oder als „informelles Verwaltungshandeln“ auch ohne eine solche möglich sind. Die Steuerungswirkung durch ADS-gestütztes Nudging kann unterschiedliche Grundrechte, maßgeblich die Entscheidungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) beeinträchtigen. Unter Umständen ist auch das allgemeine Persönlichkeitsrecht (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 Abs. 1 GG) eröffnet. Die Konfrontation mit Nudges kann die negative Informationsfreiheit und das „Recht auf Nichtwissen“ berühren, während das Recht auf Nichtbefassung bei „Sustainability by Default“ oder „Prompted Choice“ betroffen ist, die Individuen zur Auseinandersetzung zwingen. In Abhängigkeit vom Schutzbereich derjenigen Freiheitsrechte, die auch die „äußerliche“ Willensbetätigung vor staatlicher Einflussnahme schützen, können auch speziellere Freiheitsverbürgungen betroffen sein, etwa die Meinungsfreiheit (Art. 5 Abs. 1 S. 2 GG), die Versammlungsfreiheit (Art. 8 Abs. 1 GG), oder – typischerweise bei vielen alltäglichen umweltrelevanten Entscheidungen: die allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG).

Die Frage der Eingriffsqualität von staatlichem Hyper-Nudging ist umstritten. Während rein sachliche und zutreffende Informationen nach einer Ansicht keinen Eingriff darstellen, liegt ein Eingriff nach anderer Auffassung nahe, wenn eine „gewisse Intensitätsschwelle“ überschritten wird, etwa durch besonders suggestive Mittel oder eine hohe Frequenz der Konfrontation mit entsprechenden Maßnahmen. Die jüngere Literatur lehnt eine generelle „Intensitätsschwelle“ teilweise ab und befürwortet, dass jegliche *Steuerungswirkung* zu einem Eingriff führt. Die vorliegende Untersuchung befürwortet mit Blick auf die besonderen Eigenschaften von ADS einen differenzierten Eingriffsmaßstab, der den spezifischen Eigenschaften der Technosteuerung (s.o.

2.1.2) gerecht wird. Deren Spezifika wie Automatisierung, Personalisierung, Adaptivität, Ubiquität und die Erzeugung struktureller Abhängigkeiten können die Steuerungsintensität erheblich verstärken. Selbst scheinbar neutrale Maßnahmen können unter diesen Bedingungen eine starke Steuerungswirkung entfalten. Ein Grundrechtseingriff liegt danach nahe, wenn die staatliche Maßnahme gerade aufgrund solcher Spezifika eine nicht unerhebliche nachteilige Beeinträchtigung der Willensentschließungsfreiheit oder anderer Grundrechte bewirkt. Transparenz und die Möglichkeit der Nutzer, die Steuerung zu kontrollieren und zu modifizieren, können die Eingriffsintensität mindern und sind entscheidend für die Beurteilung der Nutzerautonomie.

§ 10 des Umweltinformationsgesetzes (UIG) kann eine Rechtsgrundlage für ADS-gestütztes umweltbezogenes Nudging bieten, solange dieses primär informationsvermittelnd bleibt. Die Norm verpflichtet Behörden zu einer „aktiven und systematischen“ Unterrichtung der Öffentlichkeit und fordert eine „verständliche Darstellung und leicht zugängliche Formate“, was Techniken zur Förderung des Verstehens legitimiert. Personalisierte informationelle Nudges sind unter § 10 UIG zwar grundsätzlich zulässig, sind allerdings gemäß § 9 UIG engen Grenzen unterworfen. Bei der rechtlichen Bewertung ggf. einzusetzender informationeller Nudges sollten Behörden den Schweregrad der Persuasion, die Einseitigkeit und mögliche Verkürzungen der Argumentation sowie ihr Auftreten mit staatlicher Autorität berücksichtigen. Nudges im Rahmen des § 10 UIG könnten vor diesem Hintergrund als rechtlich zulässig zu beurteilen sein, sofern sie den Hauptzweck des UIG, nämlich die Sensibilisierung und Information der Öffentlichkeit in Bezug auf Umweltbelange, unterstützen und fördern. Solche Nudges sollten darauf abzielen, das Bewusstsein für ökologische Fragen zu schärfen, die Verständlichkeit und Zugänglichkeit von Umweltinformationen zu erhöhen. Zulässig können Techniken sein, die das Verstehen und die Aufmerksamkeit fördern, unzulässig sind dagegen solche, die über Informationsvermittlung hinaus direkt verhaltenssteuernd wirken. Maßnahmen, die das Verhalten durch die Architektur der Entscheidungssituation selbst steuern sollen, nicht über den „Umweg“ besserer Information oder Bewusstseinsbildung, sind also nicht aufgrund von § 10 UIG zulässig.

Ökologische Standardvorgaben wie „Sustainability by Default“ fallen demnach nicht unter § 10 UIG und bedürfen bei entsprechender Eingriffsintensität einer eigenen gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage. Die Eingriffsqualität ist differenziert zu beurteilen: Kein Eingriff liegt typischerweise vor, wenn eine Voreinstellung mit bestehenden Erwartungen und dem „durch die Rechtsordnung geprägten Normalfall“ übereinstimmt und zugleich modifikationsoffen und transparent ausgestaltet ist. Die Nutzerautonomie durch einfache, nachvollziehbare und wirksame Abweichungsmöglichkeiten ist entscheidend für die Frage, ob ein Eingriff vorliegt.

Die Analyse de lege ferenda identifiziert zwei übergeordnete Regulierungsziele: die Eindämmung privater, umweltschädlicher Nudging-Praktiken und die rechtssichere Ermöglichung staatlichen, umweltförderlichen Nudgings. Für unmittelbares staatliches Nudging werden verfassungsrechtliche Argumente für neue gesetzliche Regelungen für intensivere Nudging-Instrumente angeführt, da die ökologische Transformation eine Neuausrichtung individueller Verhaltensweisen erfordert. Der Klimabeschluss des Bundesverfassungsgerichts stellt klar, dass heutige Freiheit dort an Grenzen stoßen kann, wo sie die Freiheitsausübung künftiger Generationen unverhältnismäßig beschränkt. Dies kann „steuerungsintensive Instrumente“ rechtfertigen, die mit Blick auf Nudging bislang noch nicht geregelt sind. Rechtliche Regelungen bedürften einer sorgfältigen Verhältnismäßigkeitsprüfung, die nicht nur die Eingriffsintensität gegenüber den gegenwärtig adressierten Akteuren, sondern auch das verfassungsrechtlich geschützte Interesse zukünftiger Generationen berücksichtigt. Staatliche Nudges müssten sich zudem durch erhöhte Transparenz auszeichnen, indem die Steuerungsziele erkennbar kommuniziert werden.

Beim mittelbaren staatlichen Nudging entfaltet sich ein komplexes grundrechtliches Spannungsfeld. Der Staat greift als Regulierer in privatwirtschaftliche Entscheidungssysteme ein, um deren

Entscheidungsarchitekturen an ökologischen Zielen auszurichten und negative ökologische Externalitäten zu adressieren. Hierbei sind drei Grundrechtsdimensionen betroffen: Die unternehmerische Berufsfreiheit (Art. 12 GG) der regulierten Akteure, die Entscheidungsautonomie (Art. 2 Abs. 1 GG sowie ggf. andere betroffene Grundrechte) der Nutzer – wobei der Staat sowohl eine Schutzpflicht gegen „Dark Patterns“ hat als auch deren Entscheidungsfreiheit berührt – und die intertemporalen Dimensionen der durch umweltschädliches Verhalten beeinträchtigten Grundrechte, die den Staat gerade zur Vorsorge, etwa gegenüber „Carbon Lock-ins“ verpflichten. Die Lösung dieser komplexen Spannungslage liegt in der Herstellung „praktischer Konkordanz“. Diese beschreibt ein den Gesetzgeber verpflichtendes grundrechtliches Optimierungsgebot, die verschiedenen Grundrechtspositionen so aufeinander zu beziehen, dass sie sich jeweils möglichst weitgehend entfalten können. Die intertemporale Dimension der Konkordanzbildung verbietet es dem Gesetzgeber, gegenwärtige Handlungsfreiheiten auf Kosten künftiger Freiheitsräume zu maximieren. Vielmehr ist dieser gehalten, schonend einzugreifen, um etwa durch ADS stabilisierte Routinen-Biases zu verhindern. Entsprechende Eingriffe wie etwa transparente und reversible umweltfreundliche Voreinstellungen hätten die gegenwärtige Autonomie der Nutzer zu wahren und gleichzeitig präventiv für intertemporale Freiheitsdimensionen zu wirken.

4.3 ADS-Regulierung und Rechte der Zivilgesellschaft: Informationszugang, Öffentlichkeitsbeteiligung und Rechtsschutz

Dieses Kapitel widmet sich der Frage, inwiefern die drei Säulen der Aarhus-Konvention⁹¹⁷ – der Zugang zu Umweltinformationen, die Beteiligung der Öffentlichkeit an umweltrelevanten Entscheidungsprozessen und der Zugang zu gerichtlichen Überprüfungsverfahren – als effektive Regulierungsinstrumente im Umgang mit umweltbezogenen Auswirkungen algorithmischer Entscheidungssysteme (ADS) dienen können. Es untersucht auch, ob diese durch Transparenz- und Zugangsrechte in der KI-Verordnung ergänzt werden.

Im Zentrum steht also die Frage, inwiefern bestehende Informations-, Beteiligungs- und Verbandsklagerechte einen rechtlichen Rahmen bieten können, um die ökologischen Auswirkungen algorithmischer Entscheidungssysteme (ADS) wirksam zu regulieren. Vor dem Hintergrund der im Abschnitt 2.2 beschriebenen Umweltwirkungen solcher Systeme – insbesondere auch potenziell gravierender kumulativer, gegebenenfalls nicht-intendierter Steuerungswirkungen – werden im Kontext der in Abschnitt 2.4 dargelegten Regulierungsziele vor allem die Herausforderungen in den Blick genommen, die aus der Opazität der Systeme und der Ungewissheit ihrer Auswirkungen folgen.

Zunächst wird untersucht, inwieweit bestehende Informations-, Beteiligungs- und Verbandsklagerechte geeignet sind, eine wirksame Kontrolle direkter und indirekter Umwelteffekte von ADS durch die Öffentlichkeit zu gewährleisten (s.u. 4.3.1). Für die dabei identifizierten Regelungslücken werden Vorschläge zur Regulierung insbesondere indirekter Umwelteffekte von ADS erörtert (s.u. 4.3.2).

4.3.1 Zugang zu Umweltinformationen, Beteiligung der Öffentlichkeit und Zugang zu Überprüfungsverfahren de lege lata (Regulierungsziel 1)

Dieser Abschnitt betrachtet die Eignung bestehender Informations- (s.u. 4.3.1.1), Beteiligungs- (s.u. 4.3.1.1.3) und (Verbands-) Klagerechte (s.u. 4.3.1.3) für eine wirksame Kontrolle direkter und indirekter Umwelteffekte von ADS durch die Öffentlichkeit.

4.3.1.1 Zugang zu Umweltinformationen

Informationsrechte⁹¹⁸ können potenziell zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Umweltthemen beitragen.⁹¹⁹ Insbesondere sollen sie dazu helfen, Informationsdefizite aufzudecken⁹²⁰ und dadurch den Umweltschutz zu verbessern.⁹²¹ Damit stellen Informationsrechte ein wesentliches Instrument dar, die zur Vermeidung oder Minderung negativer sowie zur Förderung positiver Umwelteffekte von ADS beitragen könnten. Insbesondere könnten sie helfen, bislang schwer erfassbare indirekte und systemische Umweltwirkungen sichtbar zu machen, wie sie durch die Steuerungswirkungen von ADS auf Konsumverhalten, Mobilitätsmuster, Produktionsketten oder Infrastrukturnutzung entstehen. Indem sie Transparenz über entscheidungsrelevante Parameter wie Trainingsdaten, algorithmische Zielvorgaben oder Nutzungskontexte herstellen, könnten sie eine informierte Auseinandersetzung mit komplexen, undurchsichtigen und nicht intendierten Umweltfolgen fördern und sind damit als „intermediäre“ Instrumente auf einer „Gover-

⁹¹⁷ Übereinkommen über den Zugang zu Informationen, die Öffentlichkeitsbeteiligung an Entscheidungsverfahren und den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten, <https://www.aarhus-konvention.de/aarhus-konvention/uebereinkommen/> (28.03.2025).

⁹¹⁸ Für Verbraucherrechte und andere Transparenzpflichten ZVKI (2023a) S. 4 ff.

⁹¹⁹ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, Vorb. UIG, Rn. 56.

⁹²⁰ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, § 1. UIG, Rn. 7.

⁹²¹ BVerwGE 130, 236, Rn. 24; BVerwG, NVwZ 2009, 1114, Rn. 13; ErwG. 1 Umweltinformationsrichtlinie (Richtlinie 2003/4/EG.); Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, Umweltrecht, § 1. UIG, Rn. 8; Klopfler, in ders., § 5 Rn. 1364.

nance-“ oder „Meso-Ebene“ einzuordnen. Indem sie helfen, das Wissen um technologiespezifische Risiken und Potenziale zu verbessern, schaffen sie eine zentrale Voraussetzung zur Regulierung bislang ungeregelter Auswirkungen (Regulierungsziel 2).

Zugleich könnten Informationsrechte auch im Sinne von Regulierungsziel 1 die Durchsetzung bestehender Umweltvorgaben unterstützen, indem sie zivilgesellschaftlichen Akteuren die Möglichkeit eröffnen, potenzielle Verstöße – etwa durch umweltschädliche Optimierungslogiken – frühzeitig zu erkennen und öffentlich zu adressieren. Auch direkte Umwelteffekte des Einsatzes von ADS – etwa im Hinblick auf den Energieverbrauch von Trainings- und Inferenzprozessen – könnten durch verbesserte Transparenz besser eingeordnet und gegebenenfalls vermieden werden, auch wenn diese Aspekte hier nur am Rande betrachtet werden.

Im Folgenden wird zunächst dargestellt, unter welchen Voraussetzungen Ansprüche auf Herausgabe umweltrelevanter Informationen gegen Anbieter von ADS bestehen. Sodann wird untersucht, inwieweit die KI-VO Zugang zu ökologisch relevanten Informationen vermittelt. Schließlich wird auf etwaige behördliche Pflichten aus § 10 UIG, Umweltinformationen über ADS aktiv zu verbreiten, eingegangen.

4.3.1.1.1 Zugang zu umweltrelevanten Informationen von ADS aus dem UIG

In Deutschland regelt das Umweltinformationsgesetz (UIG), das die europäische Umweltinformationsrichtlinie (UIRL)⁹²² umsetzt, den Zugang zu Umweltinformationen. Eine Betrachtung des UIG ist für diese Untersuchung ausreichend, da die Rechtsprechung der Länder sich weitgehend an der des Bundesverwaltungsgerichts orientiert.⁹²³

Viele umweltrelevante Informationen über ADS, vom verwendeten Code, über Trainingsdatensätze, Lernmethoden über das Nutzerverhalten bis hin zu Verbräuchen von Endgeräten und Cloud-Rechenzentren fallen unter die weit gefasste Definition der Umweltinformation des § 2 Abs. 3 UIG. Denn hierfür ist es ausreichend, dass sie einen Bezug zur Umwelt⁹²⁴ aufweisen. Auch der Terminus „Daten“ ist im Konzept der Umweltinformationen umfassend zu interpretieren. Es ist nicht notwendig, dass Informationen einen direkten Umweltbezug aufweisen; vielmehr ist die bloße Möglichkeit einer Umweltauswirkung durch eine Maßnahme oder Tätigkeit ausreichend für die Einordnung als Umweltinformation.⁹²⁵ Die Form der Datenspeicherung ist hierbei irrelevant, sei sie schriftlich, visuell, akustisch, elektronisch oder in anderer Form.⁹²⁶ Die aus regulatorischer Perspektive umweltrelevanten Datennutzungen im Kontext von ADS sind daher Umweltinformationen nach dem UIG.

Dennoch dürfte in den meisten Fällen kein Anspruch auf Herausgabe dieser Daten bestehen. Der Anspruch auf Zugang zu Umweltinformationen ist abschließend in § 3 Abs. 1 UIG geregelt⁹²⁷ und setzt als Antragsgegner eine informationspflichtige Stelle voraus. Die meisten Anbieter von ADS sind keine informationspflichtigen Stellen nach § 3 Abs. 1 UIG i.V.m. § 2 Abs. 1 UIG. Denn informationspflichtige Stellen sind nur solche Stellen, die Verwaltungsaufgaben im materiellen Sinn wahrnehmen. Entscheidend ist der Behördenbegriff nach § 1 Abs. 4 VwVfG: „jede Stelle, die Aufgaben der öffentlichen Verwaltung wahrnimmt“⁹²⁸. Erfasst werden alle Verwaltungsbehörden sowie Beliehene und beratende Gremien. Verwaltungshelfer werden nicht erfasst.

⁹²² Richtlinie 2003/4/EG.

⁹²³ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, Vorb. UIG, Rn. 71.

⁹²⁴ Ständige Rechtsprechung, BVerwGE 130, 223 Rn. 11 ff.; BVerwGE 135, 34, Rn. 29, 31; BVerwG, Urteil vom 02.08.2012 – 7 C 7.12 = NVwZ 2012, 1619, Rn. 38; Urteil vom 23.02.2017 – 7 C 31.15 = NVwZ 2017, 1775, Rn. 53.

⁹²⁵ BVerwGE 135, 34, Rn. 32; BVerwG, Urteil vom 23.02.2017 – 7 C 31.15 = NVwZ 2017, 1775 Rn. 55.

⁹²⁶ Schomerus et al. (2020) S. 60 m.w.N.

⁹²⁷ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, § 1 UIG, Rn. 16.

⁹²⁸ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, § 2 UIG, Rn. 6

Im Ausnahmefall können auch juristische Personen des Privatrechts anspruchspflichtig sein, „soweit sie öffentliche Aufgaben wahrnehmen oder öffentliche Dienstleistungen erbringen, die im Zusammenhang mit der Umwelt stehen, insbesondere solche der umweltbezogenen Daseinsvorsorge, und dabei der Kontrolle des Bundes oder einer unter der Aufsicht des Bundes stehenden juristischen Person des öffentlichen Rechts unterliegen“ (§ 2 Abs. 1 Nr. 2 i. V. m. Abs. 2 UIG). Bei den meisten und wichtigsten Anbietern von ADS liegen diese engen Voraussetzungen nicht vor, da sie bereits keine Aufgaben im Bereich der Daseinsvorsorge übernehmen, die den Regelfall des § 2 Abs. 1 Nr. 2 i. V. m. Abs. 2 UIG bildet.⁹²⁹ Aber selbst wenn man beispielsweise das Anbieten eines sozialen Netzwerkes dem Bereich der Daseinsvorsorge zurechnen würde, unterliegen deren Anbieter dabei nicht der Kontrolle des Bundes oder einer unter der Aufsicht des Bundes stehenden juristischen Person des öffentlichen Rechts.

Auch wenn trotz dieser hohen Hürden eine Anspruchsverpflichtung vorliegt, könnten Anträge auf Herausgabe umweltrelevanter Daten von ADS mit Verweis auf entgegenstehende Rechte Dritter aus § 9 UIG regelmäßig abgelehnt werden. Dies betrifft die Themengebiete Daten-, Urheber- und Geheimnisschutz.

Textbox 36: Der Datenherausgabe entgegenstehende Rechte gemäß § 9 Abs. 1 UIG

Datenschutz

Die datenschutzrechtliche Beurteilung bei Herausgabe umweltrelevanter Informationen im Sinne von § 9 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 UIG dürfte sich im Kontext algorithmischer Entscheidungssysteme (ADS) besonders komplex ausgestalten. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich Umweltinformationen auf Modell-, Trainings- oder Nutzungsdaten beziehen, die Rückschlüsse auf natürliche Personen zulassen könnten. Aufgrund der häufig intransparenten, nicht vollständig erklärbaren Verarbeitungsprozesse („opacity“) in ADS sowie der potenziellen Verknüpfung verschiedener Datenquellen ist die Bewertung, ob personenbezogene Daten betroffen sind, mit erheblicher Unsicherheit behaftet.

Gleichwohl bieten ADS selbst **technische Möglichkeiten zur Umsetzung datenschutzrechtlicher Prinzipien** – insbesondere des Grundsatzes der Datenminimierung nach Art. 5 Abs. 1 lit. c DSGVO. Dazu zählen Ansätze wie modellbasierte Anonymisierung, der gezielte Ausschluss personenbezogener Attribute bei der Modellierung sowie der Einsatz synthetischer Daten, die reale Daten statistisch nachbilden, aber keine direkten Personenbezüge enthalten. Solche Verfahren könnten – sofern rechtskonform ausgestaltet – nicht nur zur Einhaltung datenschutzrechtlicher Anforderungen beitragen, sondern auch die Bereitstellung umweltrelevanter Informationen erleichtern und damit das öffentliche Interesse an Transparenz und Kontrolle stärken.⁹³⁰ Dennoch verbleiben Restrisiken, insbesondere das Risiko der **Re-Identifizierung** durch ADS, etwa durch Inferenztechniken oder das Zusammenführen mehrerer Datenquellen. Solche Risiken sind bei jeder Abwägung zwischen Da-

⁹³⁰ Zwar dienen KI-gestützte Datenschutztechnologien primär der datenschutzkonformen Gestaltung der Systeme selbst – etwa beim Training oder der Modellarchitektur. Gleichwohl könnten solche Verfahren auch einen Beitrag zur datenschutzkonformen Ausgestaltung von Informationszugangsansprüchen nach § 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 UIG leisten. Einerseits ist denkbar, dass informationspflichtige Stellen bei der Herausgabe umweltrelevanter Daten aus ADS auf diese Technologien zurückgreifen, um personenbezogene Bezüge wirksam zu entfernen. Andererseits können Privacy-by-Design-Prinzipien in der Entwicklung von ADS dazu beitragen, dass die entstehenden Datenbestände von vornherein weniger schutzbedürftig sind und so die Schwelle zur Offenlegung sinkt. Die Anwendung dieser Technologien ersetzt dabei nicht die rechtliche Abwägung im Einzelfall, kann jedoch technisch ermöglichen, dass das öffentliche Interesse an Umwelttransparenz auch unter den Bedingungen des Datenschutzes gewahrt werden kann. Einen Überblick über entsprechende Verfahren, ihre Möglichkeiten und Einschränkungen bieten Schlegel et al., Generating Synthetic Data with Formal Privacy Guarantees: State of the Art and the Road Ahead, 26.03.2025, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.20846>.

tenschutzinteressen und dem Informationszugang nach UIG sorgfältig zu berücksichtigen, insbesondere wenn Informationen über ADS-Anwendungen öffentlich zugänglich gemacht werden sollen.

Urheberschutz

Der Schutz geistigen Eigentums (§ 9 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 UIG) könnte insbesondere dann relevant werden, wenn Zugang zu Informationen über die Funktionsweise von ADS verlangt wird – etwa zu Quellcode, Modellarchitektur oder Trainingsdaten. Der Zugang zu solchen Informationen könnte im Kontext systemischer Umwelteffekte an Bedeutung gewinnen. In Betracht kommen insbesondere urheberrechtliche Schutzpositionen, vereinzelt auch patentrechtliche, etwa bei softwareimplementierten technischen Verfahren. Dabei ist stets zu prüfen, ob eine Herausgabe tatsächlich schutzfähige Inhalte betrifft und ob das öffentliche Interesse an Umwelttransparenz im Einzelfall überwiegt (§ 9 Abs. 3 UIG).

Geheimnisschutz

Der Schutz betrieblicher und geschäftlicher Geheimnisse gemäß § 9 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 UIG dürfte den naheliegendsten Einwand gegen die Herausgabe umweltrelevanter Informationen zu ADS darstellen. Nach § 2 Nr. 1 GeschGehG gelten Informationen als Geschäftsgeheimnis, wenn sie nicht allgemein bekannt sind, daher einen kommerziellen Wert besitzen, angemessenen Geheimhaltungsmaßnahmen unterliegen und ein berechtigtes Interesse an der Geheimhaltung besteht. Im Kontext von ADS betrifft dies potenziell den Quellcode, algorithmische Strukturen, Trainingsdaten oder Informationen über Lernverfahren, die Rückschlüsse auf technische Lösungswege oder unternehmensspezifisches Know-how erlauben. Auch Informationen zum Nutzungsverhalten oder zur Energieeffizienz eines Systems können als geschäftsrelevant gelten, sofern sie betriebsinterne Prozesse abbilden oder Rückschlüsse auf unternehmerische Strategien zulassen. Die Herausgabe solcher Informationen kann gleichwohl zulässig sein, wenn im Einzelfall ein überwiegendes öffentliches Interesse – etwa im Hinblick auf Umwelttransparenz oder -kontrolle – besteht. Zu beachten ist auch, dass der Einwand des § 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 3 UIG nicht greift, wenn Zugang zu Informationen über Emissionen begehrt wird, § 9 Abs. 1 S. 2 UIG.

Da gegenüber den meisten Anbietern von KI-Systemen de lege lata regelmäßig kein direkter Zugang zu umweltrelevanten Datenbeständen besteht, kommt als Alternative ein Antrag auf Herausgabe von Umweltinformationen gegen die zuständigen Marktaufsichtsbehörden in Betracht. Marktaufsichtsbehörden als informationspflichtige Stellen nach § 2 Abs. 1 UIG unterliegen grundsätzlich dem Informationszugangsrecht. Für GPAI-Modelle und aus diesen abgeleitete KI-Systeme (Art. 75 Abs. 1 KI-VO) ist das AI Office als Marktaufsichtsbehörde und damit als informationspflichtige Stelle einschlägig. Im Übrigen sind nationale Marktaufsichtsbehörden für die Beaufsichtigung von KI-Systemen zuständig (Art. 74 KI-VO). Welche deutsche Behörde diese Aufgabe übernimmt, wird durch ein nationales Durchführungsgesetz festgelegt.⁹³¹

Der Informationsanspruch bezieht sich gemäß § 2 Abs. 3 Nr. 3 auf alle behördlichen Maßnahmen und Tätigkeiten mit Umweltbezug. Maßnahmen sind insbesondere alle Entscheidungen von Behörden in Form von Bescheiden, durch die im Einzelfall Rechtsvorschriften umgesetzt werden sollen, die dem Umweltschutz dienen; z.B. Überwachungsberichte.⁹³² Die Vollzugsbehörden nach der KI-VO verfügen gemäß Art. 74 Abs. 12 KI-VO über weitreichende Informationszugriffsrechte gegenüber Anbietern von Hochrisiko-KI-Systemen, einschließlich vollständigen Zugangs zu technischen Dokumentation nach den Artikeln 11 und 53 KI-VO, sowie zu Trainings-, Validierungs-

⁹³¹ Bomhard/Siglmüller (2024).

⁹³² Landmann/Rohmer UmweltR/Reidt/Schiller, 106. EL Januar 2025, UIG § 2 Rn. 43, beck-online.

und Testdatensätzen. Unter bestimmten Voraussetzungen können sie nach Art. 74 Abs. 13 KI-VO sogar Zugang zu Quellcodes verlangen. Umweltrelevante Informationen könnten insbesondere auf der Basis der **technischen Dokumentation** bei den Behörden vorliegen. Diese beinhalten gemäß Anhang IV KI-VO Angaben zur Zweckbestimmung und den Optimierungszielen, zur Logik des Systems und zur Relevanz unterschiedlicher Parameter im Verhältnis zur Systemarchitektur, die für die Bewertung indirekter und systemischer Umwelteffekte von Bedeutung sein können. Für GPAI-Modelle erfordern die Dokumentationspflichten nach Anhang XI KI-VO Angaben zu den eingesetzten Rechenressourcen, sowie zum Energieverbrauch während Training und Inferenz.

Die Erfolgsaussichten eines UIG-Antrags hängen indes von mehreren rechtlichen Voraussetzungen ab: Neben der bereits erörterten Umweltrelevanz der begehrten Informationen im Sinne von § 2 UIG und den diskutierten Schranken nach § 9 UIG aufgrund entgegenstehender Rechte Dritter ist zu berücksichtigen, dass bei der Abwägung zwischen Informationszugangsrecht und entgegenstehenden Rechten Dritter nach der Rechtsprechung des BVerwG ist ein besonders strenger Maßstab anzulegen ist.⁹³³ Bei der Bewertung des Instruments im vorliegenden Zusammenhang ist insbesondere auch zu beachten, dass die bei den Aufsichtsbehörden vorliegenden Informationen nur die in den Anwendungsbereich der KI-VO einbezogenen Systeme und Modelle – und damit häufig gerade nicht aus Umweltsicht besonders relevante Anwendungen betreffen.⁹³⁴

4.3.1.1.2 Zugang zu umweltrelevanten Informationen über ADS aus der KI-VO

Die folgenden Abschnitte prüfen, inwieweit die Transparenzanforderungen der KI-Verordnung (KI-VO) zur umweltrechtlichen Ausrichtung automatisierter Entscheidungssysteme (ADS) beitragen können. Untersucht werden insbesondere: die Transparenzpflichten im Rahmen des Risikomanagements nach Art. 9 ff. KI-VO für alle Hochrisiko-KI-Systeme (gemäß Art. 6 i.V.m. Anhang II und III), die Kennzeichnungspflichten bei Interaktion mit natürlichen Personen nach Art. 50 KI-VO sowie die Veröffentlichungspflicht nach Art. 71 KI-VO für Hochrisiko-Systeme aus Anhang III.

Zwar enthalten verschiedene Regelungen der Verordnung entsprechende Vorgaben, ihre umweltbezogene Relevanz erscheint jedoch aus übergeordneten Gründen bestenfalls begrenzt: Die KI-VO definiert, wie dargelegt,⁹³⁵ Risiken nahezu ausschließlich anthropozentrisch – ökologische Risiken werden weitgehend ausgeblendet. Damit fallen viele umweltrelevante ADS gar nicht in den Anwendungsbereich zentraler Transparenzpflichten. Auch Art. 50 KI-VO, der nominal weiter greift, beschränkt sich auf Hinweise zum KI-Einsatz als solchem, ohne Informationen etwa zu Energieverbrauch oder ökologischen Zielkonflikten zu verlangen.

Die Analyse beschreibt die genannten Regelungen und bewertet sie im Hinblick auf ihr Potenzial, die für eine umweltrechtliche Regulierung zentralen intermediären Regulierungsziele wie Erklärbarkeit, Zielausrichtung, Nachvollziehbarkeit oder ökologische Risikoanalyse zu unterstützen.

4.3.1.1.2.1 Art. 9 ff. KI-VO: Risikomanagementsystem

Für Hochrisiko-KI-Systeme wird ein Risikomanagementsystem eingerichtet, angewandt, dokumentiert und aufrechterhalten (Art. 9 Abs. 1 KI-VO). Das Risikomanagementsystem versteht sich

⁹³³ Gemäß Urteil vom 26. September 2019 (7 C 1.18) Rn. 46 f. bedarf es für die Überwindung von Urheber- oder Geschäftsgeheimnisschutz eines spezifischen öffentlichen Interesses, das über das allgemeine Informationsinteresse, das bereits jeden Antrag rechtfertigt, hinausgeht.

⁹³⁴ S. hierzu insbes. oben 4.1.4.3.1.

⁹³⁵ S. hierzu insbes. oben 4.1.4.3.1.

als ein kontinuierlicher, iterativer Prozess während des gesamten Lebenszyklus eines KI-Systems, der eine regelmäßige systematische Aktualisierung erfordert (Art. 9 Abs. 2 S. 1 KI-VO). Die einzelnen Schritte des Managementsystems werden in Art. 9 Abs. 2 S. 2 lit. a) – d) KI-VO aufgezählt. Ergänzend bestehen weitere Pflichten zu Datenqualität, technischer Dokumentation, Aufzeichnung und Transparenz (Art. 10–13 KI-VO).

Zudem müssen Hochrisiko-KI-Systeme so konzipiert sein, dass sie während der Verwendung – auch über geeignete Mensch-Maschine-Schnittstellen – von natürlichen Personen beaufsichtigt werden können (Art. 14 Abs. 1 KI-VO). Die Aufsicht soll Risiken für Gesundheit, Sicherheit oder Grundrechte verhindern oder minimieren, auch bei vernünftig vorhersehbarer Fehlanwendung (Art. 14 Abs. 2 KI-VO). Diese Regelungen fördern das intermediäre Regulierungsziel der menschlichen Kontrolle und der Reversibilität von Entscheidungen.⁹³⁶ Die konkrete Ausgestaltung erfolgt durch den Anbieter vor Inverkehrbringen und – sofern technisch machbar – durch Integration in das System oder Anpassung durch die Betreiber (Art. 14 Abs. 3 lit. a) und b) KI-VO). Aufsichtspersonen soll unter anderem ermöglicht werden (Art. 14 Abs. 4 lit. a–e KI-VO), die Systemlogik (lit. a)), oder mögliche Automatisierungsverzerrungen (lit. b)) zu verstehen, sowie Not-Aus-Funktionen zu nutzen (lit. e)).

Hersteller sind verpflichtet, technische Dokumentationen zu erstellen (Art. 11 i.V.m. Anhang IV KI-VO), die der **Nachweisführung gegenüber den Marktüberwachungsbehörden** dienen. Diese Dokumentationen enthalten detaillierte Angaben zur Zweckbestimmung, Systemarchitektur, verwendeten Datensätzen, zur Logik und Leistungsbewertung des Systems sowie zu dessen Optimierungszielen und Parameterrelevanz. Für GPAI-Modelle ergänzt Anhang XI KI-VO diese Pflichten um Informationen zu den eingesetzten Rechenressourcen, zur Energieeffizienz und zum Energieverbrauch während Training und Inferenz. Damit umfassen die Dokumentationspflichten auch **potenziell umweltrelevante Informationen**, etwa zum Ressourcenverbrauch, Energiebedarf und zu systemischen Effekten der Modellarchitektur, die u.U. für eine ökologische Bewertung und für Zugangsansprüche nach dem UIG von Bedeutung sein können.

Allerdings richten sich diese Transparenzvorgaben nicht an die Öffentlichkeit, Verbraucher oder zivilgesellschaftliche Akteure, und enthalten keine Informationen über einzelne getroffene Entscheidungen oder deren ökologische Relevanz. Sie zielen auf einen regulierten Normalbetrieb, nicht auf die Offenlegung spezifischer umweltrelevanter Systemwirkungen. Damit bleibt ein Großteil der umweltbezogenen Regulierungsziele – wie Umweltmonitoring, ökologische Zielausrichtung oder präventive Risikoanalyse – unadressiert. Zugleich sind die Anforderungen sehr umfangreich und würden bei vollständiger Anwendung auf alle umweltrelevanten ADS das notwendige Maß wahrscheinlich überschreiten. Sie bilden jedoch **eine Vorlage, die punktuell auf umweltbezogene Systeme übertragen werden könnte** – etwa bei Navigationssystemen oder Verkaufsassistenten, die durch kleine Voreinstellungen große Mengen umweltrelevanter Entscheidungen beeinflussen.

4.3.1.1.2.2 Art. 50 KI-VO: Kennzeichnungs- und Transparenzpflichten

Neben den Möglichkeiten der Art. 9ff. KI-VO, professionelle Nutzer im Bereich der Hochrisiko-KI zu befähigen, KI-basierte Entscheidungen zu verstehen und zu überwachen, legt **Art. 50 KI-VO Transparenz- und Kennzeichnungspflichten** für **alle KI-Systeme mit Interaktion zu natürlichen Personen** sowie für bestimmte **spezifische Funktionstypen** fest. Die Vorschrift verpflichtet dazu, Betroffene darüber zu informieren, dass sie mit einem KI-System interagieren oder dass Inhalte durch ein solches System erzeugt wurden (Art. 50 Abs. 1–3 KI-VO). Diese In-

⁹³⁶ S.o. 2.4.5.

formation muss **klar, eindeutig und bei der ersten Interaktion** bereitgestellt werden. Die Regelung zielt primär auf die Wahrung informationeller Selbstbestimmung, nicht jedoch auf eine Offenlegung von ADS-bezogenen Umweltinformationen.

Auch die Transparenzanforderungen an generative ADS („AI system to generate or manipulate image, audio or video content“) in Art. 50 Abs. 4 KI-VO vermitteln **keinen Zugang zu umweltbezogenen Informationen oder Entscheidungsgrundlagen**. Die Norm verdient dennoch Aufmerksamkeit im vorliegenden Zusammenhang, indem sie relevante technische Vorgaben zur Kennzeichnung maschinell erzeugter Inhalte enthält, etwa durch Wasserzeichen oder Metadaten. Diese Anforderungen zielen auf eine **nachvollziehbare Herkunfts- und Manipulationserkennung**, wie sie auch **für eine Nachverfolgbarkeit von KI-generierten Inhalten auch unter ökologischen Gesichtspunkten potenziell anschlussfähig sein könnte** – etwa bei Inhalten mit umweltbezogener Wirkung (z. B. in Werbung, Kommunikation).

Erwägungsgrund 133 KI-VO nennt Änderungen des ADS-Output durch Wasserzeichen, Metadaten-Identifikationen, kryptografische Methoden zum Nachweis von Herkunft und Authentizität von Inhalten, Protokollierungsmethoden, Fingerabdrücke oder andere geeignete Techniken durch die ein Algorithmus ein Bild, Video oder Text als ADS-generiert oder manipuliert erkennen kann. **Diese Maßnahmen könnten langfristig zur Reversibilität und Dokumentation von Output beitragen**, auch in umweltrelevanten Kontexten.

Die Regelung bleibt jedoch unkonkret hinsichtlich der tatsächlichen Umsetzbarkeit und Wirksamkeit solcher Maßnahmen und schafft jedenfalls keine unmittelbare rechtliche Verpflichtung zur Offenlegung von Umweltinformationen. Damit bleibt der Beitrag zur Förderung intermediärer umweltbezogener Regulierungsziele zumindest derzeit noch sehr begrenzt.

4.3.1.1.2.3 Art. 71 KI-VO: EU-Datenbank für eigenständige Hochrisiko-KI nach Annex III KI-VO

Die Errichtung und Pflege einer öffentlich zugänglichen EU-Datenbank für eigenständige Hochrisiko-KI-Systeme regelt Art. 71 KI-VO. Hochrisiko-KI-Systeme im Sinne von Art. 6 Abs. 2 i.V.m. Anhang III KI-VO müssen von den Anbietern vor dem Inverkehrbringen oder der Inbetriebnahme in der Datenbank registriert werden (Art. 71 Abs. 1 i.V.m. Art. 49 KI-VO; vgl. auch Begründung KI-VO, Abschnitt 5.2.6). Die Eintragung erfolgt in eine **teilweise öffentlich zugängliche Datenbank** (Art. 71 Abs. 4 KI-VO).

Unter die Regelung fallen Hochrisiko-KI Systeme, die unter Anhang III der Verordnung aufgelistet sind, etwa solche im Bereich biometrischer Erkennung, Strafverfolgung, Migration, kritischer Infrastruktur oder Wahlintegrität (Anhang III KI-VO). Nicht umfasst sind hingegen Hochrisiko-Systeme, die in Produkten regulierter Sektoren (Anhang I) integriert sind – beispielsweise in Maschinen oder Medizinprodukten –, so dass diese nicht in der Datenbank erfasst werden.

Allerdings enthalten die Registrierungspflichten keine nennenswerten Vorgaben zur Offenlegung umweltrelevanter Systemeigenschaften. Weder ökologische Wirkungen wie Energieverbrauch, Ressourcennutzung oder Zielkonflikte noch der Einfluss des Nutzerverhaltens auf (umweltrelevante) Ausgaben sind zu dokumentieren. Wo entsprechende Informationen – etwa aufgrund der Beobachtungspflichten der Betreiber nach Art. 26 KI-VO – potenziell erhoben werden, bleiben sie Marktüberwachungsbehörden vorbehalten und sind der Öffentlichkeit nicht zugänglich.

Der erheblich weitergehende Vorschlag des Europäischen Parlaments, bestimmte KI-Anwendungen öffentlicher Stellen und besonders großer Online-Plattformen zusätzlich erfassungspflichtig zu machen (Art. 60 Abs. 2a Parl-KI-VO, Art. 51 Abs. 1a Parl-KI-VO, erweiterter Anhang VIII), hätte die Datenbank in Richtung eines umfassenderen Transparenzregisters entwickelt. Diese Vorschläge konnten sich im Trilog jedoch nicht durchsetzen.

Damit fehlt es bislang an spezifischen Eintragungspflichten oder Berichtspflichten, die systematisch eine umweltbezogene Bewertung von ADS ermöglichen würden. Die bestehenden Transparenzanforderungen leisten keinen Beitrag zur Förderung zentraler intermediärer Ziele wie Umweltmonitoring, ökologischer Zielausrichtung oder technischer Risikoprävention. Für eine effektive umweltrechtliche Regulierung wären daher zusätzliche rechtliche Verpflichtungen erforderlich, etwa zur Dokumentation und Offenlegung von Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus der Systeme hinweg.

4.3.1.1.3 Pflicht zur Verbreitung umweltrelevanter Informationen über ADS aus § 10 UIG

Neben dem passiven Informationszugang nach § 9 UIG enthält § 10 UIG eine Pflicht zur aktiven Verbreitung von Umweltinformationen durch informationspflichtige Stellen. Diese kann auch umweltrelevante Daten erfassen, die durch ADS generiert oder verarbeitet werden. Besonders relevant sind dabei Überwachungsdaten im Sinne des § 10 Abs. 2 Nr. 4 UIG – etwa im Kontext von Industrieanlagen nach dem BImSchG oder der Chemikalienüberwachung.

Da der Bereich der Überwachungspflicht weit gefasst ist,⁹³⁷ dürften auch solche Daten und Informationen über ADS die sich mittelbar auf die Umwelt auswirken unter die Verbreitungspflicht fallen. Damit könnten auch Informationen, die gemäß Art. 71 KI-VO an Marktaufsichtsbehörden übermittelt werden, zu verbreiten sein. Soweit Marktaufsichtsbehörden über technische Dokumentationen im Sinne der Anhänge IV und XI verfügen, können daraus gewonnene Angaben zu Energieverbrauch, Ressourcennutzung oder sonstigen Umweltwirkungen – soweit sie keinen Betriebs- oder Geschäftsgeheimnissen unterliegen – als Umweltinformationen im Sinne von § 2 Abs. 3 UIG einzustufen sein. Ihre aktive Verbreitung nach § 10 UIG kommt daher in Betracht, insbesondere wenn die Informationen von allgemeinem Umweltinteresse sind oder bereits in aggregierter Form vorliegen. Die Veröffentlichungspflicht erfasst zudem Informationen über Zulassungsverfahren mit erheblichen Umweltauswirkungen (§ 10 Abs. 2 Nr. 5 und 6 UIG), etwa wenn ADS in UVP-pflichtigen Vorhaben eingesetzt werden.⁹³⁸ Informationspflichtige Stelle ist in diesen Fällen die bei diesen Verfahren federführende Behörde.

Die Norm betont die Pflicht zur nutzerfreundlichen Aufbereitung und digitalen Bereitstellung von Umweltinformationen; der Einsatz algorithmischer Systeme zur gezielten Informationsvermittlung wird durch die Gesetzesbegründung gestützt. § 10 UIG schafft zudem eine potenzielle Grundlage für ein informationelles Nudging durch ADS (siehe hierzu Abschnitt 4.2.3.2.3). Die Aufgabenwahrnehmung kann gemäß § 10 Abs. 7 UIG auch an private oder öffentliche Dritte übertragen werden.

4.3.1.2 Öffentlichkeitsbeteiligung

De lege lata lassen sich die umweltrechtlichen Beteiligungsverfahren – insbesondere im Rahmen der UVP – nur in sehr begrenztem Umfang auf ADS-spezifische Umweltwirkungen anwenden. Wie in Abschnitt 4.1.4.1 dargelegt, scheitert dies regelmäßig schon daran, dass ADS nicht zu den in Anlage 1 UVPG aufgeführten UVP-pflichtigen Vorhaben gehören und als reine Softwareanwendungen nicht in das auf konkrete, physisch-materielle Vorhaben zugeschnittene Regelungsregime passen. Erfasst werden sie de lege lata allenfalls dann, wenn sie in genehmigungsbedürftige Anlagen integriert sind, die zugleich UVP-pflichtig sind.

Damit bleiben die vielfältigen indirekten, aber systematisch erzeugten Umweltwirkungen vieler ADS – etwa durch veränderte Konsummuster, gesteigerten Lieferverkehr, erhöhten Energiebedarf oder verhaltenslenkende Mechanismen – bislang weitgehend außerhalb formalisierter Beteiligungsverfahren. Diese Lücke verweist auf einen grundlegenden Unterschied zwischen den

⁹³⁷ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, § 10 UIG, Rn. 16.

⁹³⁸ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, § 1 UIG, Rn. 18-21.

unionsrechtlichen Vorgaben zur Öffentlichkeitsbeteiligung, die eine strukturierte Einbindung der Öffentlichkeit bei klar umrissenen Vorhaben mit erheblichen Umweltwirkungen vorsehen (vgl. ÖBRL, Art. 6 und 7 AK), und den diffusen, sektorübergreifenden Wirkungen von ADS.

Gleichwohl sind die Kernprinzipien der UVP – insbesondere die frühzeitige, transparente Information, die Prüfung vernünftiger Alternativen sowie die Dokumentationspflicht – auch für eine vorsorgliche Bewertung umweltrelevanter ADS von hoher Bedeutung. Die Übertragung dieser Ansätze auf ADS könnte mittelfristig dazu beitragen, kumulative, raumwirksame oder verhaltenssteuernde Umweltfolgen systematisch zu erfassen. Eine Weiterentwicklung der UVP müsste daher prüfen, aufgrund welcher Kriterien bestimmte ADS selbst als UVP-pflichtige Vorhaben qualifiziert werden können – etwa aufgrund der kumulativen Umweltfolgen ihrer Anwendung, ihrer raumwirksamen oder verhaltenssteuernden Effekte oder ihrer Bedeutung für sektorale Umweltziele. Entsprechende Maßstäbe könnten sich dabei nicht allein an Emissionswerten oder Flächenverbräuchen, sondern an soziotechnischen Interaktionen, Skaleneffekten, Rebound-Effekten und Verlagerung von Umweltlasten orientieren.

Grundzüge der Ausgestaltung eines solchen Ansatzes – durch sektorspezifische Regelungen – werden im abschließenden Arbeitspaket skizziert.

4.3.1.3 Zugang zu Gericht

Dieses Kapitel analysiert, inwiefern Verbandsklagerechte *de lege lata* zur umweltrechtlichen Regulierung von ADS wirksam sind. Verbandsklagerechte sind für den Umweltschutz von großer Bedeutung, da sie eine wirksame Durchsetzung materiellen Rechts ermöglichen und so das Ziel eines hohen Schutzniveaus für Umwelt und Gesundheit stützen. Sie unterstützen die Durchsetzung materiellen Rechts und verhindern zugleich drastischere Mittel der Konfliktrepression.⁹³⁹ Ein nicht effektiv durchsetzbares Recht, oder eines, bei dem die Durchsetzung nicht gewährleistet ist, verliert signifikant an Bedeutung. Das Wissen von Anbietern ökologisch relevanter ADS, dass Umweltvorgaben kaum oder nur verzögert durchgesetzt werden, untergräbt Anreizstrukturen für rechtskonformes Verhalten.

Kompromisse beim Rechtsschutz bedeuten daher Kompromisse beim Rechtsstaatsprinzip: Recht ohne Rechtsschutz bleibt unvollständig. Die Geschichte der Ermächtigung von Natur- und Umweltschutzvereinigungen zur Mitwirkung in Verwaltungsverfahren und zur Erhebung von Klagen, stellt eine Rechtsentwicklung dar, die offensichtlichen Vollzugsdefiziten der Verwaltung entgegenwirken will.⁹⁴⁰

Rechtsschutz durch Verbandsklagen ist besonders dort relevant, wo es nicht vorrangig um den Schutz individueller Grundrechte, sondern um den Schutz künftiger Generationen, die naturgemäß keine eigene Stimme im politischen Willensbildungsprozess haben.⁹⁴¹ Gerade im Umweltbereich fehlt es zudem häufig an unmittelbar „Betroffenen“, die klagebefugt wären: ökologische Schutzgüter wie Artenvielfalt oder Klima sind nicht individualisierbar, und viele Schäden werden erst langfristig sichtbar. Ohne kollektive Klagerechte könnten solche Verstöße gegen Umweltrecht oft sanktionslos bleiben.

Weitere Gründe machen Verbandsklagen erforderlich. Im Verbraucherschutz verhindert die Angst vor hohen Prozesskosten häufig, dass Einzelpersonen Klage erheben. Ein ähnliches Muster zeigt sich im Umweltrecht. Oft verfügen nur große Umwelt- und Naturschutzverbände über die notwendigen fachlichen, finanziellen und personellen Ressourcen, um dem materiellen Umweltrecht Geltung zu verschaffen.

⁹³⁹ Luhmann (1978), *Legitimation durch Verfahren*, 3. Auflage, Suhrkamp, Frankfurt am Main 4.

⁹⁴⁰ Gassner (2023),): *Natürliche Lebensgrundlagen für die künftigen Generationen* gem. Art. 20a GG, NVwZ 2023

⁹⁴¹ BVerfGE 157, 30.

Vor diesem Hintergrund prüft das Kapitel die Effektivität von Verbandsklagerechten gemäß der aktuellen Rechtslage im Hinblick auf die Durchsetzung von Umweltrecht im Kontext von ADS. Zuerst werden die Klagebefugnisse von Umweltverbänden aus eigenen Rechten und dem Umweltrechtsbehelfsgesetz geprüft (s.u. 4.3.1.3.1). Im Anschluss wird das kürzlich reformierte Instrument der Verbraucherverbandsklage analysiert (s.u. 4.3.1.3.2).

4.3.1.3.1 Umweltverbandsklage

Die Umweltverbandsklage ist ein rechtliches Instrument, das es anerkannten Umweltverbänden ermöglicht, gegen Entscheidungen, Maßnahmen oder Unterlassungen von Behörden zu klagen, wenn diese das Umweltrecht verletzen oder dessen Durchsetzung gefährden. Dieses Instrument kann grundsätzlich dazu beitragen, die Einhaltung geltenden Umweltrechts sicherzustellen, indem es eine zusätzliche Kontrollebene durch zivilgesellschaftliche Akteure einführt. Ihre Anwendbarkeit leitet sich aus dem § 1 des Umweltrechtsbehelfsgesetzes (UmwRG) ab. Der Anwendungsbereich ist umstritten und Gegenstand laufender Novellierungsbemühungen.

Zentral ist, dass die Umweltverbandsklage nicht auf planungsrechtliche Vorhaben beschränkt ist und der taugliche Klagegegenstand unabhängig von der Rechtsform der Maßnahme sein kann. Diese Offenheit im Anwendungsbereich spiegelt sich in der aktuellen Rechtsprechung wider und bleibt auch unberührt von möglichen zukünftigen Änderungen des UmwRG.

Vor diesem Hintergrund könnten Verbandsklagerechte insbesondere gegen Zulassungsentscheidungen und für behördliches Einschreiten bei umweltrelevanten Angelegenheiten von ADS geltend gemacht werden. Darüber hinaus impliziert Art. 9 Abs. 3 AK, dass weitere mögliche Klagegegenstände nicht zusätzlich eingeschränkt sind. Die Umweltverbandsklage ist damit ein flexibles Instrument, das unabhängig vom Entscheidungskontext zur Durchsetzung von Umweltrecht beitragen kann.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Umweltverbandsklage ein flexibles und weitreichendes Instrument darstellt, das unabhängig von Entscheidungskontexten oder Rechtsformen zur Anwendung kommen kann, um den Schutz und die Durchsetzung von Umweltrecht effektiv zu unterstützen.

Textbox 37: Exkurs: Aktuelle Entwicklungen zum Anwendungsbereich der Umweltverbandsklage

Zum Bearbeitungszeitpunkt lag ein Referentenentwurf zur Novellierung des Umweltrechtsbehelfsgesetz vor,⁹⁴² durch den hinsichtlich der Generalklauseln zur Klagebefugnis eingeführt werden sollten.⁹⁴³ Gemäß § 2 Abs. Abs. 1 UmwRG können anerkannte Umweltverbände sämtliche Rechtsbehelfe der VwGO im Anwendungsbereich des UmwRG einlegen, ohne die Verletzung eigener Rechte geltend machen zu müssen. § 1 Abs. 1 Nr. 1 bis Nr. 6 UmwRG definiert, wann diese Ausnahmeregelung zur Klagebefugnis gilt und stellt dafür auf einen enumerativen Katalog von umweltrechtlichen Entscheidungen ab.⁹⁴⁴ Eine Prüfung anhand dieses Kataloges sowie der vom BVerwG entwickelten „prokuratorischen“ Klagebefugnis⁹⁴⁵ wird dem Prüfauftrag aus diesem Grund nicht gerecht. Ob und in welchem Umfang Verbandsklagerechte auch im vorliegenden Kontext relevant werden können, hängt von der Novellierung des Umweltrechtsbehelfsgesetzes ab.

⁹⁴² Zum ursprünglichen Bearbeitungszeitpunkt lag ein Kabinettsentwurf vom 12.08.2024 vor, dessen Umsetzung sich durch den Ablauf der Wahlperiode erledigt hat, s. <https://dip.bundestag.de/vorgang/gesetz-zur-%C3%A4nderung-des-umwelt-rechtsbehelfsgesetzes-und-weiterer-umweltrechtlicher-vorschriften/315284?f.deskriptor=Urteil&rows=25&pos=24&ctx=d> (28.03.2025). Zum Zeitpunkt der finalen Überarbeitung liegt ein – „weit überwiegend inhaltsgleicher“ – neuer Referentenentwurf des BMUKN vor, zu dem die Länder- und Verbändeanhörung eingeleitet wurde, <https://www.bundesumweltministerium.de/gesetz/referentenentwurf-eines-gesetzes-zur-aenderung-des-umwelt-rechtsbehelfsgesetzes-und-weiterer-umweltrechtlicher-vorschriften-2025>.

⁹⁴³ Storzer (2022).

⁹⁴⁴ Schröder/Kühne (2023), S. 441.

⁹⁴⁵ Dazu ausführlich Franzius, in Schink/Reidt/Mitschang, UmwRG, Vorb. § 1, Rn. 4 ff.

Nach der bisherigen Rechtsprechung gewährt das UmwRG allenfalls lückenhaften Rechtsschutz gegen umweltrelevante ADS. Den Begriff des „Vorhabens“ im UmwRG hat die Rechtsprechung aufgrund der Gesetzesbegründung stets im planungsrechtlichen Sinn verstanden, weshalb nur ortsfeste Anlagen oder unmittelbar in Natur und Landschaft eingreifende Maßnahmen umfasst waren. Weil der Gesetzgeber in den Gesetzgebungsmaterialien zur UmwRG-Novelle 2017 die Anfechtbarkeit von Produktzulassungen ausschloss, scheiterte auch eine analoge Anwendung des UmwRG.⁹⁴⁶

Die Komplexität der deutschen Klageverfahren resultiert teilweise aus der Entscheidung des Gesetzgebers für die Verletztenklage (§ 42 Abs. 2 VwGO), die an die Existenz eines subjektiven Rechts gebunden ist und ausschließlich dessen Schutz bezweckt. Jedoch existiert parallel die Verbandsklage, die entgegen der anfänglichen Zurückhaltung des Gesetzgebers nicht die Verletzung subjektiver Rechte erfordert, sondern es ausreichen lässt, wenn sich ein Verband in seinem satzungsgemäßen Aufgabenbereich betroffen fühlt. Trotzdem sorgen immer wiederkehrende Fragen zur Verbandsklagebefugnis für gerichtliche Auseinandersetzungen. Ursache hierfür ist das kompliziert gestaltete Umweltrechtsbehelfsgesetz, das durch eine detaillierte Auflistung den Geltungsbereich unnötig beschränkt. Diese Herangehensweise hat den Gesetzgeber rechtlich auf unsicheres Terrain geführt, was zu mehrfachen Brüchen führte. Das aktuelle, komplexe Umweltrechtsbehelfsgesetz ist somit das Resultat wiederholter Anpassungen, die aufgrund von Urteilen des EuGHs erforderlich waren, da das Gesetz wiederholt hinter den europarechtlichen Anforderungen zurückstand. Dies wurde jüngst durch das Urteil des EuGHs bezüglich der Klagemöglichkeit gegen EG-Typgenehmigungen⁹⁴⁷ deutlich bekräftigt.⁹⁴⁸

Das Urteil des EuGHs im Fall Deutsche Umwelthilfe e. V./BRD zu Thermofenstern in Dieselfahrzeugen bestätigt, dass Umweltorganisationen ein Klagerecht gegen nationale Verwaltungsentscheidungen haben, wenn diese Entscheidungen gegen Umweltvorschriften der EU verstoßen. Obwohl Art. 9 Abs. 3 AK keine unmittelbare Wirkung hat, legte der EuGH ihn in Verbindung mit Artikel 47 GRCh so aus, dass er den Umweltorganisationen, die nach nationalem Recht klageberechtigt sind, das Recht einräumt, umweltbezogene Verwaltungsentscheidungen anzufechten, wenn sie die im nationalen Recht festgelegten Kriterien erfüllen.

Während die Mitgliedstaaten einen gewissen Spielraum bei der Festlegung dieser Kriterien haben, darf dieser Spielraum nicht dazu genutzt werden, den Zugang zu Gerichtsverfahren einzuschränken. Deutschland darf die Anwendung von Art. 9 Abs. 3 AK daher nicht willkürlich in § 1 UmwRG auf planungsrechtliche Vorhaben beschränken, während es Entscheidungen, die Produktzulassungen betreffen, ausnimmt.⁹⁴⁹

Artikel 47 GRCh wird als eine Grenze des nationalstaatlichen Gestaltungsspielraums herangezogen. Die Vorschrift fordert die Gewährleistung eines effektiven Rechtsbehelfs zum Schutz von durch das Unionsrecht garantierten Rechten. Nach der Entscheidung des EuGHs dürfen die nationalen „Kriterien“ nicht so gestaltet werden, dass sie den Rechtsschutz praktisch unmöglich machen. Demnach darf die DUH gegen Kfz-Typgenehmigungen klagen, und wenn das nationale Recht diesem Anspruch nicht gerecht wird, darf es nicht angewendet werden, um den Vorgaben der GRCh zu entsprechen. Das hatte der EuGH bereits in der Rechtssache Protect festgestellt.⁹⁵⁰

Das Urteil in Sachen Deutsche Umwelthilfe e. V./BRD zeigt die Unvereinbarkeit des deutschen

⁹⁴⁶ Nau (2022), Geburt der Umweltpopularklage in Deutschland?, JuWissBlog Nr. 64/2022 v. 16.11.2022, <https://www.juwiss.de/64-2022/>.

⁹⁴⁷ EuGH (Große Kammer), Urteil vom 08.11.2022 – C-873/19 = NJW 2022, 3769 – Deutsche Umwelthilfe e. V./BRD.

⁹⁴⁸ Korbmacher (2023).

⁹⁴⁹ Nau (2022), Geburt der Umweltpopularklage in Deutschland?, JuWissBlog Nr. 64/2022 v. 16.11.2022, <https://www.juwiss.de/64-2022/>.

⁹⁵⁰ EuGH, Urteil vom 20.12.2017 – C-664/15, Rn. 45 = NVwZ 2018, 225 (mit Anm. Klinger) – Protect.

Rechts mit dem Unionsrecht auf und öffnet neue Möglichkeiten für die gerichtliche Überprüfung von Entscheidungen nationaler und EU-Behörden bezüglich der Zulassung von chemischen Stoffen und Produkten.⁹⁵¹ Ungeachtet dessen, wie die Novellierung des UmwRG genau ausfällt, kann im Lichte dieser Rechtsprechung davon ausgegangen werden, dass Verbandsklagerechte gegen Zulassungsentscheidungen und auf behördliches Einschreiten bei umweltrelevanter ADS offenstehen. Hinsichtlich weiterer möglicher Klagegegenstände enthält Art. 9 Abs. 3 AK keine weitere Einschränkung. Die Umweltverbandsklage ist weder auf Entscheidungen über planungsrechtliche Vorhaben beschränkt, noch hängt der taugliche Klagegegenstand von der Rechtsform ab.⁹⁵²

Der nach den jüngeren Entscheidungen wohl sehr weite Anwendungsbereich der Umweltverbandsklage kann jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass viele umweltrelevante Bereiche im Lebenszyklus eines ADS nicht von dieser abgedeckt werden. Das betrifft zuvörderst diejenigen ADS, die nach geltender Rechtslage überhaupt kein Zulassungsverfahren durchlaufen. Eine Herausforderung wird es daher sein, sämtliche umweltrelevante ADS auf nationaler Ebene in formalisierten Verfahren einzuhegen. Zudem können indirekte Effekte von ADS in Zulassungsverfahren nur prognostiziert werden. Da eine Prognose indirekter Effekte jedoch oft wenig belastbar ist, können Verbandsklagen gegen Zulassungsentscheidungen nur eingeschränkte Wirkung entfalten. Anders als in Dieselgatefällen würden sich Zulassungen wie die dortige EG-Typengenehmigungen für Kfz sich für ADS voraussichtlich nicht rückwirkend aufgrund vorsätzlich oder grob fahrlässig rechtswidrigen Verhaltens der Anbieter von ADS angreifen lassen, da diese sich auf den Standpunkt stellen könnten, dass viele indirekte Effekte weder beabsichtigt noch absehbar waren.

Darüber hinaus bestehen weitere erhebliche Zweifel an der praktischen Wirksamkeit der Umweltverbandsklage hinsichtlich der Einhegung ökologischer Auswirkungen von ADS. Ähnlich wie bei der Beteiligung der Öffentlichkeit erschwert die Komplexität und die nicht oder schlecht zu ermöglichende Nachweisbarkeit von ADS als technologische Black Box die Durchsetzung materiellen Umweltrechts mithilfe der Umweltverbandsklage. Bei Klagen gegen die Zulassung von ADS würde es sich um technisch und juristisch äußerst komplexe Verfahren handeln, die nur von spezialisierten Kanzleien durchgeführt werden können. Auf der Beklagtenseite stünden regelmäßig große Digitalunternehmen mit erheblichen finanziellen und personellen Ressourcen sowie spezialisierten Wirtschaftskanzleien, die über einen genauen Einblick in die Entwicklungsprozesse eines ADS verfügen. Diese könnten sich zudem die Komplexität und die Black-Box-Problematik zu Nutze machen. Auf der Klägerseite stünden wenige anerkannte Umweltverbände stehen, die über wenig bis kein Knowhow über ADS verfügen. Allgemein sind anerkannte Umweltverbände satzungsgemäß eher weniger auf dem Gebiet der Digitalisierung beheimatet, weshalb davon auszugehen ist, dass Klagen gegen ADS nicht prioritär behandelt werden. Klassischerweise geht es bei Klagen anerkannter Umweltverbände wie in im Umweltrechtsbehelfsgesetz angelegt um praktischen vorhabenbezogenen Umweltschutz. Es ist daher zumindest nicht unwahrscheinlich, dass sich keine oder nur sehr wenige der anerkannten Verbände überhaupt der Thematik annehmen. Bereits ohne ADS-Verfahren müssen anerkannte Umwelt- und Naturschutzverbände mit beschränkten Klagemöglichkeiten aufgrund monetärer, fachlicher, personeller und sachlicher Ressourcenknappheit sich auf wenige handverlesene Verfahren im Jahr beschränken. Zwischen 2017 und 2020 waren es nur 59,2 Verbandsklagen pro Jahr in Deutschland.⁹⁵³ Wie bereits ausgeführt, dürfte es zudem schwierig sein, Zugang zu den relevanten Informationen zu bekommen (s.o. 4.3.1.1). Die aus der Komplexität, erschwerten Nachvollziehbarkeit und dem mangelhaften Zugang zu Umweltinformationen erwachsenden Schwierigkeiten werden

⁹⁵¹ Krämer (2022).

⁹⁵² Nau (2022).

⁹⁵³ Habigt et al. (2021), S. 42.

aktuell auch nicht in der Phase der Öffentlichkeitsbeteiligung aufgefangen, beispielsweise durch frühe Öffentlichkeitsbeteiligung und Erklärformate. Die drei Säulen der Aarhus-Konvention bilden bei derart komplexen Sachverhalten wie unserer Umwelt im Zusammenspiel mit ADS ein funktionierendes Regime, indem sie ineinandergreifen. Erst der Zugang zu Umweltinformationen über ADS ermöglicht eine technologiespezifische Öffentlichkeitsbeteiligung, die zur Auswahl wichtiger und effizient geführter Gerichtsverfahren überleitet.

Zusammenfassend kann die Umweltverbandsklage ein wirksames Instrument zum Schutz der Umwelt vor Risiken durch ADS sein, doch hängt ihre Effektivität von einer Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen, besserem Informationszugang und dem gezielten Kompetenzaufbau bei Umweltverbänden ab.

4.3.1.3.2 Verbraucherverbandsklage

Eine sinnvolle Ergänzung der Umweltverbandsklage ist die am 13.10.2023 in Kraft getretene Abhilfeklage, die von anerkannten Verbraucherschutzverbänden eingereicht werden kann. Mit der DUH ist bereits ein anerkannter Umweltschutzverband zugleich anerkannter Verbraucherschutzverband und kann von beiden Klagemöglichkeiten Gebrauch machen. Gerade bei produktbezogenen Umweltschäden kann die Abhilfeklage – auch wenn sie primär auf Verbraucherinteressen zielt – mittelbar erheblich zum Umweltschutz bei ADS beitragen. Anbieter von ADS müssen bei der Missachtung geltenden Umweltrechts aufgrund der Abhilfeklage nicht nur Klagen gegen gegebenenfalls rechtswidrige Zulassungsentscheidungen ihres ADS fürchten. Hinzu kommt das Damoklesschwert einer Sammelklage betroffener Verbraucher, die erhebliche ökonomische Anreize zur Rechtskonformität setzen kann – selbst wenn der unmittelbare Klagegrund nicht der Umweltschaden selbst ist, wie etwa in den VW-Dieselfahrern. So entsteht faktisch ein Bündnis zwischen Umwelt- und Verbraucherschutz.

Der vom EuGH entschiedene Fall illegaler Thermofenster in Dieselfahrzeugen zeigt, dass effektiver Rechtsschutz nicht bei der Feststellung der Rechtswidrigkeit einer Verwaltungsentscheidung endet. Auch nach der Feststellung der Rechtswidrigkeit der Produktzulassung blieben die betroffenen Fahrzeuge im Betrieb, weil Behörden wie das KBA keine Stilllegung in jedem Einzelfall veranlassten. Die Umweltverbandsklage stößt hier an praktische Grenzen – insbesondere bei massenhaften Produkten. Der Umweltschaden war trotz gerichtlicher Feststellung längst eingetreten, und spätere Stilllegungen führten oft nur zur Verlagerung der Umweltbelastung ins Ausland.

Der eigentliche Erfolg des Verfahrens lag darin, den Gesetzgeber zur Beachtung geltenden Umwelt- und Steuerrechts zu verpflichten.⁹⁵⁴ Bemerkenswert ist, dass das Bundesverkehrsministerium bereits 2016 eine Erweiterung der Umweltverbandsklage auf Produktzulassungen verhinderte, um Klagen gegen manipulierte Diesel zu unterbinden –⁹⁵⁵ eine Klagebefugnis, die der EuGH sechs Jahre später bestätigt hat.⁹⁵⁶ Für ADS besteht daher die Hoffnung, dass Aufsichtsbehörden aufgrund dieser Rechtslage näher am Gesetz agieren.

Zudem kann die Abhilfeklage den Druck auf Anbieter erheblich verstärken, weil ein erfolgreicher Umweltverbandsklageprozess zusätzliche zivilrechtliche Ansprüche von Verbrauchern und

⁹⁵⁴ Siehe zu den nicht zurückgeforderten circa 2 Milliarden Euro Steuern von VW im Diesel-Abgasskandal Frontal21 „Kungeln mit dem Staat“ vom 13.12.2016, nicht mehr abrufbar.

⁹⁵⁵ <https://www.autozeitung.de/frontal21-einflussnahme-193194.html> (nicht mehr abrufbar).

⁹⁵⁶ Nau (2022) Geburt der Umweltpopularklage in Deutschland?, JuWissBlog Nr. 64/2022 v. 16.11.2022, <https://www.juwiss.de/64-2022/>.

Rückforderungsansprüche (etwa bei Steuern) nach sich ziehen kann. Zwar ging die Zahl der zivilrechtlichen Verfahren in den letzten Jahren deutlich zurück,⁹⁵⁷ was unter anderem an hohen Kosten, langwierigen Prozessen und strukturellen Hürden liegt.⁹⁵⁸ Auch die Anzahl in Kanzleien niedergelassener Rechtsanwälte sinkt kontinuierlich, was den Zugang zum Recht erschwert.⁹⁵⁹ Rechtsschutzversicherungen, Prozessfinanzierern und Legal Tech Start Ups sind bislang kein ausreichendes Gegeninstrument.⁹⁶⁰ **Genau hier setzt die Abhilfeklage an:** Sie bündelt gleichartige Ansprüche, senkt das individuelle Kosten- und Prozessrisiko, überwindet Macht- und Wissensasymmetrien zwischen Verbrauchern und großen Unternehmen und erhöht so die Wahrscheinlichkeit, dass Verstöße tatsächlich geahndet werden.

Das Gesetz zur gebündelten Durchsetzung von Verbraucherrechten (Verbraucherrechtedurchsetzungsgesetz, VDuG), welches die Abhilfeklage beinhaltet (§ 1 Abs. 1 Nr. 1 i. V. m. §14 VDuG), ist Teil des Gesetzes zur Umsetzung der Verbraucherverbandsklagerichtlinie⁹⁶¹, die die Mitgliedstaaten zur Einführung solcher Verbandsklagen verpflichtet. Ziel ist es, Verbraucherrechte effizient durchzusetzen, unrechtmäßige Geschäftspraktiken zu verhindern und die Justiz zu entlasten.

Trotz ADS-spezifischer Herausforderungen wie begrenztem Informationszugang oder Black-Box-Problemen bietet die Abhilfeklage damit ein realistisches Potenzial, frühzeitig Konformitätsdruck auf Anbieter und Entwickler von ADS auszuüben – auch im Interesse des Umweltschutzes.

Textbox 38: Die Verbraucherabhilfeklage

Die Verbraucherverbandsklagerichtlinie der EU erkennt die Bedeutung des Umweltrechts an und integriert dieses in den Verbraucherschutz. Erwägungsgrund 75 der Richtlinie nimmt ausdrücklich Bezug auf die Aarhus-Konvention. Art 2 Abs. 1 Verbandsklagerichtlinie i. V. m. Anhang 1, Ziffer 27 und Ziffer 34, weitet den Anwendungsbereich von Verbandsklagen aus, um auch nationale Vorschriften zu erfassen, die im Einklang mit der Ökodesign-Richtlinie⁹⁶² und der EU-Ecolabel-Verordnung⁹⁶³ stehen. Die Ökodesign-Richtlinie ist darauf ausgerichtet, Hersteller dazu zu verpflichten, energieeffiziente und umweltfreundliche Produkte zu entwickeln. Die EU-Ecolabel-Verordnung fördert die Kennzeichnung von Produkten mit geringen Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus.

Durch die Einbeziehung dieser Regelungen in die Verbandsklagerichtlinie wird sichergestellt, dass Verbraucherverbände die Möglichkeit haben, Klagen gegen Unternehmen zu führen, die diese umweltbezogenen Vorschriften nicht einhalten. Somit werden nicht nur die Verbraucherinteressen, sondern auch Umweltaspekte in den Vordergrund gestellt. Unternehmen werden dadurch angehalten, Umweltstandards zu berücksichtigen, da Verstöße nicht nur zu individuellen, sondern auch zu kollektiven Klagen führen können.

⁹⁵⁷ Meller-Hannich et al. (2023) Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Erforschung der Ursachen des Rückgangs der Eingangszahlen bei den Zivilgerichten“, Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), https://www.bmj.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fachinformationen/Abschlussbericht_Eingangszahlen_Zivilgerichte.html, 339.

⁹⁵⁸ Ebd., S. 99.

⁹⁵⁹ Anwaltsblatt online, Rückläufige Anwaltszahlen – wieder einmal (24.05.2023), <https://anwaltsblatt.anwaltverein.de/de/anwaeltinnen-anwaelte/anwaltspraxis/anwaltsstatistik-2023> (28.03.2025).

⁹⁶⁰ Anwaltsblatt online, Der Rückgang der Zivilklagen ist massiv – Die Forschungsergebnisse (29.08.2023), <https://anwaltsblatt.anwaltverein.de/de/anwaeltinnen-anwaelte/anwaltspraxis/rueckgang-der-zivilklagen-forschungsergebnisse> (28.03.2025).

⁹⁶¹ Richtlinie (EU) 2020/1828 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2020 über Verbandsklagen zum Schutz der Kollektivinteressen der Verbraucher und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/22/EG.

⁹⁶² 2009/125/EG.

⁹⁶³ 2010/66/EG.

Mit der Abhilfeklage, die am 13.10.2023 in Kraft trat, wird das Instrument der Musterfeststellungsklage weiterentwickelt und optimiert. Es erlaubt qualifizierten inländischen Verbraucherverbänden, Ansprüche im Namen der Verbraucher wie Schadensersatz, Rückzahlung, Kaufpreisminderung oder Umtausch direkt vor Gericht zu bringen. Dabei hat der Gesetzgeber im Gesetzgebungsverfahren einen weitestgehend unbrauchbaren und rechtswidrigen Referentenentwurf stark nachgebessert.⁹⁶⁴ Klageberechtigte Stellen für Verbandsklagen sind qualifizierte Verbraucherverbände gemäß § 4 des Unterlassungsklagengesetzes (UKlaG), die nicht mehr als 5 Prozent ihrer finanziellen Mittel durch Zuwendungen von Unternehmen beziehen und qualifizierte Einrichtungen aus anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union, die in dem Verzeichnis der Europäischen Kommission nach Art. 5 Abs. 1 S. 4 der Verbandsklagerichtlinie eingetragen sind (§ 2 VDuG). Eine Prozessfinanzierung ist eingeschränkt möglich. Die klageberechtigte Stelle muss diese offenlegen (§ 4 Abs. 2 und 3 VDuG). Erstinstanzlich ist das Oberlandesgericht am Geschäftssitz des beklagten Unternehmens sachlich und örtlich zuständig (§ 3 VDuG), wobei in Ländern mit mehreren Oberlandesgerichten durch Verordnungsermächtigung die Verbandsklagen auf ein Oberlandesgericht konzentriert werden können (§ 3 Abs. 3 VDuG).

Die Abhilfeklage ist zulässig, wenn die klageberechtigte Stelle nachvollziehbar darlegt, dass von der Abhilfeklage Ansprüche von mindestens 50 Verbrauchern betroffen sein können (§ 4 Abs. 1 Nr. 1 VDuG). Das ist der Fall, wenn die Ansprüche auf demselben Sachverhalt oder auf einer Reihe im Wesentlichen vergleichbarer Sachverhalte beruhen und für die Ansprüche die im Wesentlichen gleichen Tatsachen- und Rechtsfragen entscheidungserheblich sind. Es steht zu erwarten, dass sich diese weite Definition in der Praxis bewährt.

Im Hinblick auf eine effektive Durchsetzung ist es sinnvoll, dass klageberechtigte Stellen das Abhilfeklageverfahren einleiten können und das Verbraucher sich bis zum Ablauf von drei Wochen nach dem Schluss der mündlichen Verhandlung zur Eintragung in das Verbandsklageregister anmelden können (§ 46 VDuG). Mit dem nunmehr deutlich späteren Anmeldeschluss drei Wochen nach Ende der mündlichen Verhandlung wird man in den meisten Fällen deutlich mehr Geschädigte erreichen als mit einem Anmeldeschluss nach dem ersten Verhandlungstermin, wie noch im Regierungsentwurf vorgesehen.⁹⁶⁵

Schließlich trägt die Entlastung der Gerichte von Massenverfahren dazu bei, dass umweltbezogene Fälle schneller und effizienter bearbeitet werden können. Die Ausweitung der Aussetzungsmöglichkeiten nach § 148 ZPO hilft, Mehrfachbegutachtungen zu identischen Fragestellungen, wie sie häufig im Kontext von Umweltklagen auftreten, zu vermeiden. Dies verbessert nicht nur die Prozesseffizienz, sondern unterstützt auch eine zügigere juristische Aufarbeitung umweltrelevanter Sachverhalte. Insgesamt stärkt das Gesetz den umweltrechtlichen Verbraucherschutz und fördert die Durchsetzung umweltrechtlicher Normen, und hilft, auf langfristige Umweltschäden und deren Folgen für die Gesellschaft zu reagieren.

4.3.2 Weiterentwicklung der Aarhus-Rechte für ADS (Regulierungsziel 2)

Nachdem bestehende Regelungslücken identifiziert wurden, richtet sich der Blick nun auf mögliche Ansätze zu deren Schließung. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie Informations-, Beteiligungs- und Klagerechtsinstrumente so weiterentwickelt und aufeinander abgestimmt werden können, dass sie geeignet sind, negative – auch indirekte – Umwelteffekte von ADS wirksam zu begrenzen und zugleich deren ökologische Potenziale zu erschließen. Formale Verfahren bieten

⁹⁶⁴ Siehe zu Kritik am Referentenentwurf statt vieler die Stellungnahme des UfU und DNR vom 03.03.2023, https://www.ufu.de/wp-content/uploads/2023/03/20230303_DNR-UfU-Stellungnahme_Verbandsklagegesetz.pdf (28.03.2025).

⁹⁶⁵ Siehe vzbv, Sammelklage: Bundestag hat verbraucherfreundlich nachgebessert (10.07.2023), <https://www.vzbv.de/pressemitteilungen/sammelklage-bundestag-hat-verbraucherfreundlich-nachgebessert> (28.03.2025).

hierbei die Möglichkeit, Zugang zu relevanten Informationen zu sichern, demokratische Teilhabe zu stärken und effektiven Rechtsschutz zu gewährleisten – zentrale Voraussetzungen, um Umweltschäden frühzeitig zu verhindern und rechtsstaatliche Prinzipien zu wahren.

4.3.2.1 Zugang zu Umweltinformationen in und über ADS

Zentral für die Einbeziehung der Öffentlichkeit und die Vorbereitung effektiver Rechtsdurchsetzung ist der Zugang zu umweltrelevanten Informationen über ADS sowie zu verständlichen Erklärungen ihrer Funktionsweise. Ohne Kenntnis zentraler Funktionsprinzipien lässt sich kaum bestimmen, welche Informationen im Hinblick auf spätere Umwelteffekte relevant sind.

Bereits etablierte ADS – etwa auf sozialen Medien oder Streamingplattformen – verfolgen vielfach das Ziel, Nutzer als Datenproduzenten zu binden und insbesondere die Verweildauer zu maximieren. Diese ökonomischen Anreizstrukturen verursachen direkte ökologische Belastungen durch erhöhten Ressourcen- und Energieverbrauch von Servern und Endgeräten sowie indirekte Umweltfolgen wie die Verstärkung umweltschädlicher Konsummuster und die Verfestigung klimaschädlicher Routinen (Carbon Lock-in). Hinzu treten gesellschaftliche Nebenfolgen wie die Zunahme psychischer Erkrankungen in jüngeren Kohorten. Die Aarhus-Rechte bieten hierfür nur begrenzte Abhilfe, da sie weder die ökonomischen Treiber adressieren noch einen strukturierten Zugang zu den für die Bewertung erforderlichen technischen Informationen sicherstellen. Gleichwohl bildet der umfassende und verständliche Informationszugang eine Grundvoraussetzung, um geltendes Umweltrecht durchzusetzen, Regelungslücken zu identifizieren und gegebenenfalls neue umweltrechtliche Vorgaben für ADS zu entwickeln.

4.3.2.1.1 Transparenzregister für umweltrelevante ADS

Um die Umwelteffekte von ADS bewerten zu können, könnten bestehende Umweltinformationsrechte um ein nationales Transparenzregister ergänzt werden. Dabei könnte es sich als zweckmäßig erweisen, den Anwendungsbereich zunächst auf ADS mit erheblichem Energie- oder Ressourcenverbrauch sowie potenziell rechtlich relevanten Umweltauswirkungen zu beschränken, um eine Überfrachtung des Instruments zu vermeiden.

ADS basieren auf umfangreicher Infrastruktur, weshalb insbesondere der gesamte Energieverbrauch entlang der Wertschöpfungskette erfasst werden sollte – von der Entwicklungs- bis zur Nutzungsphase. Relevante Angaben umfassen u.a. Architektur, Trainingsdaten, Energieverbrauch während Training und Betrieb, Lebenszyklus sowie Berichte zu direkten und indirekten Umweltauswirkungen. Zusätzlich könnten Strategien zur Minderung negativer Effekte dokumentiert werden. In der Entwicklungsphase stünden detaillierte Angaben zum Trainingsenergiebedarf im Vordergrund, in der Anwendungsphase der operative Energieverbrauch einschließlich Instandhaltungs- und Update-Prozessen.

Die Anforderungen könnten an bestehende Rechtsinstrumente wie die EU-Energieeffizienz-Richtlinie (EED) anknüpfen,⁹⁶⁶ die bereits ein Rechenzentrumsregister vorsieht.⁹⁶⁷ Energieaudits (Art. 2 Nr. 32 EED)⁹⁶⁸ ließen sich um ADS-spezifische Kriterien erweitern, um auch Softwarearchitektur und prozessorientierten Energiebedarf zu erfassen. Ergänzend könnte ein erweitertes EU-Energieverbrauchsetikett für ADS eine standardisierte, leicht verständliche Kennzeichnung ermöglichen.

⁹⁶⁶ Richtlinie (EU) 2023/1791 vom 13.09.2023 zur Energieeffizienz und zur Änderung der Verordnung (EU) 2023/955.

⁹⁶⁷ Deutschland hat hierfür 2024 das Rechenzentrumsregister (RZReg) eingeführt. https://www.bafa.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Bundesamt/20240703_bfee_rzreg_start_dateneingabe.html (28.03.2025).

⁹⁶⁸ „ein systematisches Verfahren zur Erlangung ausreichender Informationen über das Energieverbrauchsprofil eines Gebäudes oder einer Gebäudegruppe, eines Betriebsablaufs oder einer industriellen oder gewerblichen Anlage in der Industrie oder im Gewerbe oder privater oder öffentlicher Dienstleistungen, zur Ermittlung und Quantifizierung von Möglichkeiten für kosteneffiziente Energieeinsparungen, zur Ermittlung des Potenzials für eine kosteneffiziente Erzeugung von erneuerbarer Energie und zur Erfassung der Ergebnisse in einem Bericht.“

Ein Transparenzregister sollte öffentlich zugänglich sein, soweit dies mit dem Schutz von Geschäftsgeheimnissen vereinbar ist, und Informationen in laiengerechter Form präsentieren. Haftungs- und Sanktionsregelungen bei Falschangaben sowie regelmäßige unabhängige Audits wären erforderlich, um die Verlässlichkeit der Daten sicherzustellen.

Richtig ausgestaltet könnte ein solches Register nicht nur das Bewusstsein für die ökologischen Auswirkungen von ADS stärken, sondern auch Anreize für energieeffiziente und ressourcenschonende Entwicklung setzen und politischen Entscheidungsträgern als belastbare Informationsgrundlage dienen.

4.3.2.1.2 Ausweitung der UIG-Pflichten auf Anbieter von ADS

Um dem Problem zu begegnen, dass viele Anbieter von ADS keine informationspflichtigen Stellen und damit nicht anspruchspflichtig sind, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die jedoch nicht direkt in Zusammenhang mit Informationsansprüchen stehen. Beispielsweise könnten große Anbieter von „general purpose models“, wie Open AI, aufgrund der infrastrukturartigen Funktionen ihrer Modelle zur Daseinsvorsorge gezählt werden. Aufgrund ihrer algorithmisch begründeten gesellschaftlichen Machtposition liegt es nahe, ihnen eine staatsähnliche Bindung an Grundrechte zuzurechnen (s.o. 2.3.2.3). Als Konsequenz wären die Anbieter nach § 2 Abs. 1 UIG auskunftsverpflichtet. Eine bloße Übertragung bestehender Transparenzpflichten auf private Akteure würde allerdings tiefgreifende Eingriffe erfordern und eine erhebliche rechtliche und institutionelle Neuordnung bedeuten, die in der aktuellen politischen Landschaft wohl nur geringe Realisierungschancen hätte.

4.3.2.1.3 Zugang für validierte Forscher und unabhängige Prüfer

Aus der Industrie wird nachvollziehbar argumentiert, dass Transparenzpflichten wettbewerbsrelevante Geschäftsgeheimnisse betreffen können.⁹⁶⁹ Dieses Argument wird durch empirische Untersuchungen des UIG gestützt, welche ergeben haben, dass die überwiegenden Anfragen von Konkurrenzunternehmen stammen, die über den Informationszugangsanspruch erhoffen, an Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse von Wettbewerbern zu gelangen.⁹⁷⁰ Dem könnte durch die Entwicklung geeigneter Beteiligungsprozesse begegnet werden, die keine Veröffentlichung sensibler Informationen erfordern. Dies könnte durch unabhängige Prüfungen oder Zugänge für validierte Forscher umgesetzt werden, beispielsweise Review Boards.⁹⁷¹ Eine ähnliche Regelung enthält Art. 40 Abs.4 und 8 DSA für VLOPs und VLOEs. Danach müssen VLOPs und VLOs auf begründetes Verlangen des Koordinators für digitale Dienste am Niederlassungsort innerhalb einer darin genannten angemessenen Frist gemäß Art. 40 Abs. 8 DSA zugelassenen Forschern, Zugang zu Daten zum ausschließlichen Zweck der Durchführung von Forschungsarbeiten, die zur Aufspürung, zur Ermittlung und zum Verständnis systemischer Risiken in der Union (gelistet in Art. 34 Abs. 1 DSA) beitragen, auch in Bezug auf die Bewertung der Angemessenheit, der Wirksamkeit und der Auswirkungen von Risikominderungsmaßnahmen. Um gemäß Art. 40 Abs. 4 und 8 DSA zugelassen zu werden, müssen Forscher insbesondere nachweisen, dass sie unabhängig von finanziellen Interessen forschen, Datensicherheit und Vertrauensschutz gewährleisten und ihre Forschungsergebnisse kostenlos veröffentlichen.

Inhalt und Anwendungsbereich eines entsprechenden Anspruchs müssten an die abweichenden Regulierungsziele im vorliegenden Zusammenhang angepasst werden: Statt nur sehr große Plattform- und Suchmaschinenanbieter einzubeziehen, sollten gezielt solche ADS-Anbieter und -

⁹⁶⁹ Deutscher Industrie- und Handelskammertag, Stellungnahme: Zu dem Vorschlag der EU-Kommission für ein Europäisches Gesetz über Künstliche Intelligenz, 05.08.2021, S. 6, <https://www.dihk.de/re-source/blob/56630/41978574822e9ed4283e8d67f48a73a8/dihk-stellungnahme-ki-gesetz-data.pdf> (28.03.2025).

⁹⁷⁰ Reidt/Schiller, in Landmann/Rohmer, Vorb. UIG, Rn. 74.

⁹⁷¹ Liang et al., 2022.

Anwendungen erfasst werden, die potenziell erhebliche Umweltwirkungen entfalten. Ein solcher, eigenständiger Forschungsdatenzugang könnte – analog zum DSA – zweckgebunden ausgestaltet werden, etwa zur Erforschung, Ermittlung und Bewertung systemischer Umwelt- und Nachhaltigkeitsrisiken. Angemessene Schutzmechanismen für Geschäftsgeheimnisse könnten durch die Verpflichtung zu alternativen Zugangsformaten sichergestellt werden.

4.3.2.2 Beteiligung der Öffentlichkeit an ADS außerhalb des klassischen Zulassungsregimes

Mit der zunehmenden gesellschaftlichen Reichweite algorithmischer Entscheidungssysteme (ADS) stellt sich die grundlegende Frage, wie sich Öffentlichkeitsbeteiligung institutionell so weiterentwickeln lässt, dass sie nicht nur flankierende Akzeptanzsicherung bietet, sondern aktiv zur normativen und epistemischen Rahmung dieser Systeme beiträgt. Anders als klassische Vorhaben mit physischem Eingriffscharakter entfalten ADS ihre Umweltwirkung oft nicht punktuell, sondern über kontinuierliche, systemische Steuerung – etwa durch die algorithmische Auswertung von Umwelt-, Mobilitäts- oder Verbrauchsdaten.

Die zentrale Problematik liegt darin, dass ADS teils hochwirksame, aber normativ unterbestimmte Zielfunktionen erzeugen, in denen kollektive Präferenzen, ökologische Externalitäten oder Gemeinwohlinteressen nicht oder nur verzerrt abgebildet werden. Die Orientierung an individuell aggregierten Verhaltensdaten (Klicks, Kaufentscheidungen, Standortverhalten) simuliert zwar Partizipation, ersetzt diese jedoch nicht. Diese vermeintliche "Beteiligung in Echtzeit" durch Nutzerverhalten ist in Wirklichkeit eine reine Präferenzaggregation ohne deliberative Qualität. Wie Stray (2020) treffend formuliert: „Individually good choices do not necessarily produce socially good outcomes.“⁹⁷² Die legitimierungstheoretische Gefahr besteht darin, dass diese Verhaltensdaten – mangels institutionalisierter Aushandlungsprozesse – als scheinbar demokratisch hergeleitete Zielparameter technischer Systeme fehlinterpretiert werden.

Gegenüber diesem "Klick-Modell" zielt echte demokratische Beteiligung auf deliberative Zielbildung ab: die reflektierte Aushandlung zwischen konkurrierenden Werten und Interessen, die Vermittlung von Zielkonflikten und die Ausrichtung an legitimen, kollektiv bestimmten Zielen. Beteiligungsrechte kommen zwar nicht in jedem Fall ökologischen Gemeinwohlzielen zugute, können jedoch bei richtiger Konfiguration die Berücksichtigung dieser verbessern, beispielsweise wenn umweltrelevante Informationen zur Verfügung gestellt werden oder indem eine Reflexion der Beteiligten über den Umgang mit einem spezifischen ADS und seinen Umweltfolgen in Gang gesetzt wird. So kann ein Wandel von Gewohnheiten und Routinen (s.o. 4.2.2.2) und damit eine neue Kultur im Umgang mit ADS geschaffen beziehungsweise positiv beeinflusst werden. Dies kann besonders relevant bei ADS sein, die Konsumententscheidungen über Empfehlungssysteme beeinflussen, Mobilitätsverhalten lenken oder über automatisierte Prognosen umweltbezogene Verwaltungsentscheidungen vorbereiten.

Vor diesem Hintergrund bietet das etablierte UVP-Verfahren eine bewährte institutionelle Struktur, die sich zumindest in seiner grundsätzlichen Stoßrichtung auf ADS übertragen lässt. Zwei Kernfunktionen der UVP erweisen sich als besonders relevant:

Deliberative Funktion (normative Ausrichtung): Ähnlich wie eine UVP physischer Projekte verlangt, dass Alternativen geprüft und Auswirkungen auf Schutzgüter abgewogen werden, könnten auch ADS frühzeitig einer zieloffenen partizipativen Überprüfung unterzogen werden. Welche normativen Leitziele sollen dem System zugrunde liegen? Welche Priorität soll etwa Energieeffizienz gegenüber individueller Komfortoptimierung haben? Wie sollen KI-basierte Klimaanpas-

⁹⁷² Stray (2020), Aligning AI Optimization to Community Well-Being, International Journal of Community Well-Being 3; 453, s.a.o. 2.1.4.1

sungssysteme Zielkonflikte zwischen verschiedenen Schutzgütern gewichten – etwa, wenn automatisierte Bewässerungssysteme bei Dürre zwischen landwirtschaftlicher Produktivität, Trinkwasserversorgung und Ökosystemschutz priorisieren müssen? Welche Risikoschwellen sollen bei KI-gestützten Frühwarnsystemen für Extremwetterereignisse gelten, wenn restriktive Warnstufen zwar Menschenleben schützen, aber wirtschaftliche Aktivitäten einschränken?

Evidenzbasierung (wissenschaftliche Qualitätssicherung): Hier geht es um die systematische Absicherung der faktischen Qualität und Relevanz datenbasierter Outputs. Gerade bei umweltrelevanten ADS, etwa in der Modellierung von Luftqualität, Emissionsszenarien oder Biodiversitätsentwicklung, stellt sich die Frage nach wissenschaftlicher Tragfähigkeit, Kontextangemessenheit und Unabhängigkeit der eingespeisten Daten und Modelle – vergleichbar mit dem fachgutachterlich unterlegten UVP-Prozess.

Eine naheliegende Möglichkeit besteht darin, diese beiden UVP-Funktionen auf ein Modell für ADS zu übertragen. Öffentliche Beteiligung könnte dann sowohl auf die normative Ausrichtung algorithmischer Systeme als auch auf die Überprüfung ihrer empirischen Fundierung zielen – mit abgestuften Verfahren je nach Eingriffsintensität, Betroffenheit und Wirkungstiefe (s. hierzu unten 6.1.5). Dabei ist zu berücksichtigen, dass ADS nicht nur Gegenstand von Beteiligung sein können, sondern auch selbst zur Verbesserung der Beteiligungsverfahren beitragen können.

4.3.2.2.1 Partizipative Ausgestaltung von Training und Betrieb von ADS

Bei den meisten wirtschaftlich erfolgreichen ADS handelt es sich um neuronale Netzwerke zwischen Mensch und Maschine. Nutzer, die durch ihre gewählte Route oder den Klick auf Suchergebnisse zugleich das ADS trainieren, prägen das System kontinuierlich. Diese vermeintliche „Beteiligung in Echtzeit“ ist jedoch – entgegen dem Anschein – keine demokratische Partizipation, sondern eine reine, Präferenzaggregation ohne reflexive oder deliberative Qualität – dafür mit potenziell erheblichen negativen Effekten auf Umwelt und Gesellschaft. Gerade bei umweltrelevanten ADS sind daher strukturierte Verfahren in Erwägung zu ziehen, die sicherstellen, dass kollektive Umweltziele nicht durch individuell optimierte Nutzerpräferenzen unterlaufen werden.

Community-basierte Qualitätssicherung und partizipative Systemgestaltung: Das OpenWebUI-Konzept (2024)⁹⁷³ schlägt eine offene Plattformstruktur vor, die partizipative Systemgestaltung bereits im Entwicklungsprozess verankert. Eine Kombination aus communitybasierter Prüfung und automatisierter Aus- und Bewertung könnte es ermöglichen, dass ADS nicht nur einmalig evaluiert, sondern kontinuierlich durch Rückkopplungsschleifen aus unterschiedlichen Nutzergruppen – wozu auch Umweltfachkreise zählen könnten – verbessert werden. Dies kann als Mechanismus zur demokratisch rückgebundenen Systementwicklung begriffen werden, der sowohl die normative Ausrichtung als auch die wissenschaftliche Qualitätssicherung integrieren könnte. Wo spezifische Dateninputs für Training und Betrieb umweltrelevanter ADS erforderlich sind, könnten zudem partizipative Daten-Governance-Ansätze in Betracht gezogen werden, die – im Sinne von demokratisch verstandenen Datenrechten – demokratische Funktionsrechte über Zwecke und Nutzungsgrenzen datenbasierter Systeme etablieren (siehe detailliert Abschnitt 3.3.1.4).

Tessler et al.⁹⁷⁴ zeigen beispielhaft, wie durch KI-gestützte Moderation in kontroversen Debatten konsensfähige Aussagen mit höherer Klarheit und Logik generiert werden könnten, ohne Min-

⁹⁷³ Othman, Designing an open-source LLM interface and social platforms for collectively driven LLM evaluation and auditing, 2024, <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13697.57440>.

⁹⁷⁴ Tessler et al., AI can help humans find common ground in democratic deliberation, Science 386 (2024), Issue 6719, <https://doi.org/10.1126/science.adq2852>.

derheitenperspektiven zu marginalisieren. Das System iterativ synthetisiert Meinungen der Teilnehmer und generiert Statements, die gemeinsame Grundlagen bei kontroversen Themen identifizieren, wobei KI-generierte Aussagen als neutraler und weniger voreingenommen wahrgenommen wurden als die von menschlichen Moderatoren. Solche Systeme könnten deliberative Umweltverfahren stärken, sofern ihre Funktionsweise nachvollziehbar, offen und auf Inklusivität angelegt ist – etwa bei der Aushandlung komplexer Zielkonflikte zwischen Klimaschutz, Biodiversität und wirtschaftlichen Interessen.

4.3.2.2.2 Kontinuierliche Evidenzsicherung durch erweiterte Risikobewertung

Die Funktion eines an die UVP angelehnten Konzepts zur Evidenzsicherung von ADS zielt auf die systematische Qualitätssicherung datenbasierter Outputs ab. Gerade bei umweltrelevanten ADS, die komplexe ökologische Zusammenhänge modellieren oder prognostizieren, bedarf es kontinuierlicher Mechanismen zur Absicherung der wissenschaftlichen Tragfähigkeit. Anders als bei physischen Projekten manifestieren sich Risiken von ADS oft erst nach einer gewissen Zeit durch komplexe Interaktionen verschiedener Faktoren – etwa, wenn KI-basierte Vorhersagemodelle für Emissionsszenarien aufgrund unvollständiger Datenbasis systematische Verzerrungen entwickeln oder wenn automatisierte Biodiversitätsbewertungen lokal spezifische Ökosystemdynamiken unzureichend abbilden.

Obwohl der Vorschlag des EU-Parlaments für ein Fundamental Rights Impact Assessment mit expliziter Berücksichtigung von Umwelt- und Demokratierisiken keinen Eingang in die finale Fassung der KI-VO gefunden hat, bietet dieser Ansatz wichtige Orientierung für eine erweiterte Risikobewertung umweltrelevanter ADS. Das vorgeschlagene Verfahren hätte Dokumentation möglicher Einsatzszenarien und deren Umweltauswirkungen, Prüfung der erwarteten Auswirkungen auf ökologische Schutzgüter sowie die Erstellung von Plänen zur Risikobewältigung umfasst – ergänzt um kontinuierliche Neubewertung bei wesentlichen Änderungen während der Nutzung. Mit dem Impact Assessment sollten zudem professionelle Betreiber (z.B. gewinnorientierte oder gemeinnützige Unternehmen, NGOs, Verwaltungsbehörden, Gerichte oder der Gesetzgeber) in die Bewertung von ADS-Risiken einbezogen werden.⁹⁷⁵

Professionelle Nutzer als umweltfachliche Prüfinstanz: Ein Fokus auf professionelle Nutzer (Verwaltungsbehörden, NGOs, Umweltverbände) als kontinuierliche Prüfinstanz erscheint vielversprechend. Analog zum Planungs- und Genehmigungsrecht sowie zum Umweltverbandsklagerecht könnten anerkannte Verbände als professionelle Anwälte der Umwelt die fortlaufende Evidenzqualität umweltrelevanter ADS überwachen. Dieser Ansatz sollte durch entsprechende Verbandsklagerechte ergänzt werden, wobei sich jedoch die Schwierigkeit stellt, dass unklar ist, inwieweit sich professionelle Anwender auf die Risikobewertungen der Hersteller verlassen dürfen. Technische Ansätze einer Community-basierten Bewertung der Systeme könnten auch hierbei Anwendung finden.⁹⁷⁶

4.3.2.2.3 Weiterentwicklung klassischer Instrumente der Öffentlichkeitsbeteiligung

Die vorhabenbezogene UVP ist nicht geeignet, die systemischen Umwelteffekte von ADS abzubilden. Es sollte jedoch ein analoges Prüfverfahren entwickelt werden, bei dem sowohl der Ressourcenbedarf und die indirekten Umweltauswirkungen entlang des Lebenszyklus als auch die normativen Zielausrichtungen des Systems bewertet werden. Dies schließt ein kontinuierliches Risikomanagementsystem unter Einbeziehung professioneller umweltfachlicher Akteure ein.

⁹⁷⁵ ZVKI (2023b), Briefing zur KI-Verordnung, Ausgabe 5, 21. September 2023, Risiken bewerten und managen, Zentrum für vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz (ZVKI), https://www.zvki.de/storage/publications/2023-09/kfgVgVbH1/ZVKI-Briefing-KI-Verordnung_Nr5_09-2023.pdf, 8.

⁹⁷⁶ S. dazu soeben unter 4.3.2.2.1.

Komplexität durch innovative Beteiligungsformate bewältigen: Um trotz technischer Komplexität eine effektive Öffentlichkeitsbeteiligung zu erreichen, sollten innovative Formate entwickelt werden. Bildungsangebote wie Workshops zur Vermittlung von Grundwissen über ADS und deren Umweltrelevanz können durch interaktive Simulations-Tools ergänzt werden, die die Umweltauswirkungen von ADS-Entscheidungen, z.B. anhand digitaler Zwillinge visualisieren. Bürgerjurs können nach umfassender Schulung als repräsentative Gruppen Empfehlungen aussprechen, wobei die bereits etablierte Struktur von Umweltverbänden als professionelle Interessenvertretung genutzt werden kann.

Transparenz: Soweit es der Schutz geistigen Eigentums zulässt, sollten Algorithmen, Trainingsdaten und Funktionsweisen umweltrelevanter ADS offengelegt werden. Ist dies nicht möglich, sind Erklärmodelle bereitzustellen, die nachvollziehbar machen, wie und warum ein ADS zu bestimmten umweltrelevanten Ergebnissen kommt.

4.3.2.2.4 Individualbeteiligung durch digitalen Konsumentenzwilling

Eine Beteiligungsmöglichkeit der Öffentlichkeit an ADS könnte durch den Zugang der Nutzer zu „ihrem“ digitalen Zwilling ermöglicht werden. Anbieter von ADS trainieren anhand der digitalen Fußabdrücke ihrer Nutzer prädiktive Modelle und personalisieren unter anderem ihre Werbeprodukte (s.o. 4.2.2.3.4). Die Ausgestaltung des digitalen Zwillings bestimmt daher einerseits, welche Handlungsmöglichkeiten dem Nutzer vom ADS vorgeschlagen werden, und andererseits, welche Handlungsmöglichkeiten anderen Nutzern vorgeschlagen werden. Dabei werden trainierte Modelle auch weiterveräußert und in anderen Kontexten eingesetzt.⁹⁷⁷ Dies kann zu erheblichen Externalitäten führen. Vor dem Hintergrund, dass viele Menschen trotz positiven Wissens über die umweltschädlichen Auswirkungen ihres Verhaltens ihre Verhaltensweisen nicht entsprechend anpassen (Intentions-Verhaltens-Lücke) könnte die Möglichkeit der Beeinflussung des eigenen digitalen Zwillings die Wahrscheinlichkeit nachhaltigen Verhaltens erhöhen. Nutzer könnten mit wenigen Klicks die ihnen in vielen Situationen durch ADS angezeigten Handlungsoptionen (welches Transportmittel wird genutzt, wird ein nachhaltiges Produkt gekauft etc.) ändern. Dies würde primär die Autonomie stärken und sekundär möglicherweise positive Auswirkungen auf die Umwelt haben.

4.3.2.3 Klagerechte

Nach dem Umweltrechtsbehelfsgesetz anerkannte Verbände sollten zur Stärkung der Umsetzung des Umweltrechts im Verbraucherschutz zugleich auch als nach dem Unterlassungsklagengesetz anerkannt gelten, um die entsprechenden Verbandsklagerechte noch weiter zur Anwendung zu bringen. Die Anerkennung von nach dem Umweltrechtsbehelfsgesetz anerkannten Umweltverbänden auch im Rahmen des Unterlassungsklagengesetz könnte die rechtliche Kohärenz stärken und die Effektivität von Umweltverbänden bei der Durchsetzung von Umwelt- und Verbraucherschutznormen verbessern. Eine solche Regelung würde es diesen Verbänden erlauben, ihre etablierte Expertise und ihre Ressourcen einzusetzen, um sowohl umweltrechtliche als auch verbraucherschutzrechtliche Ansprüche geltend zu machen, insbesondere im Hinblick auf umweltrelevante ADS. Den Verbänden würden mit der Umweltverbandsklage und der EU-Verbraucherverbandsklage zwei wirksame Regulierungsinstrumente zur Verfügung stehen

Zuvor ist zu hoffen, dass die aktuelle Novellierung des Umweltrechtsbehelfsgesetzes Generalklauseln vorsieht, welche die oben beschriebene weitreichende Klagebefugnis der Umweltverbände gemäß Art. 9 Abs. 3 AK gesetzlich festschreibt, auch wenn der aktuelle Entwurf dies nicht

⁹⁷⁷ Mühlhoff/Ruscheimer (2024).

in vollem Umfang vorsieht. Ungeachtet dessen könnten ADS-spezifische Risiken wie unvorhergesehene indirekte Effekte und erhöhter Energieverbrauch durch Trainingsprozesse in den Anwendungsbereich des Umweltrechtsbehelfsgesetzes einbezogen werden.

Zudem sollten verbindliche Transparenzpflichten bezüglich direkter und indirekter Effekte von ADS für deren Anbieter eingeführt werden. Umweltverbände sollten das Recht haben, detaillierte Informationen über den Energieverbrauch, die CO₂-Emissionen, Trainingsdatensätze und Trainingsmethoden, die Nutzung seltener Erden und andere relevante Umweltdaten von ADS-Anbietern einzufordern.

Ferner sollte im Hinblick auf die Komplexität und die Black-Box-Problematik die Beweisführung für Umweltverbände erleichtert werden. Bereits im Verwaltungsverfahren sollte an ADS geschultes Personal zum Einsatz kommen, um Risiken zu erkennen und zu bewerten. Angesichts eventueller unvorhergesehener indirekter Effekte von ADS könnte ein neuer verwaltungsrechtlicher Rechtsbehelf gerichtet auf einstweilige Einstellung eines Produktes oder Service eingeführt werden, ähnlich der vorübergehenden Stilllegung.

Im Hinblick auf die finanzielle, fachliche und personelle Ausstattung anerkannter Verbände besteht hingegen dringender Handlungsbedarf. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass Umweltverbände ohne eine deutliche Verbesserung ihrer Situation einen wesentlichen Anteil am Klagegeschehen im Bereich ADS haben werden. In den USA werden viele Massenklagen durch die stark vereinfachte Class Action und von öffentlichen Stellen betrieben, was in Deutschland nicht vorgesehen ist. Eine Lösung für die materiellen Engpässe der anerkannten Verbraucherschutzverbände könnte darin liegen, Abhilfeklagen zur Finanzierung ihrer satzungsgemäßen Zwecke führen zu können.

4.3.3 Zusammenfassung

Das Kapitel 4.3 befasst sich mit Informations-, Beteiligungs- und Klagerechten im Kontext der umweltrechtlichen Regulierung algorithmischer Entscheidungssysteme (ADS). Die Analyse untersucht zunächst grundlegende Steuerungspotenziale dieser hier so bezeichneten Aarhus-Rechte, identifiziert dann die bestehenden Regelungslücken hinsichtlich ADS und entwickelt schließlich Lösungsvorschläge zur Schließung dieser Lücken.

Die drei Säulen der Aarhus-Konvention – Zugang zu Umweltinformationen, Öffentlichkeitsbeteiligung und Zugang zu gerichtlicher Überprüfung – bieten theoretisch beachtliche Governance-Potenziale für die Adressierung ökologischer Risiken und Potenziale von ADS.

Rechte auf Informationszugang ermöglichen es unter Einbindung der Öffentlichkeit und Umweltverbänden, Informationsasymmetrien zwischen Wirtschaftsunternehmen, staatlichen Akteuren und Zivilgesellschaft abzubauen. Dadurch können schädliche Praktiken identifiziert und Anreizstrukturen für umweltverträglicheres Handeln geschaffen, Wissenslücken zu Umweltwirkungen geschlossen und komplementäre Erkenntnisse über komplexe und/oder diffuse Verursachungszusammenhänge geschaffen werden. Beteiligungsrechte helfen, auch ökologische Gesichtspunkte in Entscheidungsprozesse zu integrieren. Die gerichtliche Überprüfung staatlichen Handelns und unternehmerischer Praktiken kann schließlich zur Überwindung von Vollzugsdefiziten beitragen, insbesondere bei diffusen Umweltschäden und hinsichtlich der Interessen künftiger Generationen – Konstellationen, in denen individuelle Klagen regelmäßig an prozessualen Hürden scheitern.

In ihrer Gesamtheit bilden die drei Säulen kohärente Elemente einer „lernenden“ Umwelt-Governance. De lege lata lassen sich die Regulierungspotenziale dieser Rechte im ADS-Kontext allerdings nur in Ansätzen verwirklichen. So existieren nur sehr bedingt Zugangsrechte zu umweltre-

levanten Daten und Modellen von ADS-Anbieter. Die in der KI-Verordnung normierten Transparenzpflichten fokussieren primär auf Hochrisiko-KI-Systeme und „Systeme mit allgemeinem Verwendungszweck“, für deren Einordnung Umweltrisiken praktisch keine Rolle spielen. Die Komplexität von ADS sowie geschützte Interessen wie der Schutz von datenbezogenen Geschäftsgeheimnissen können faktische und normative Hindernisse für die Ausübung von Zugangsrechten darstellen. Im Bereich der Öffentlichkeitsbeteiligung ist zu konstatieren, dass die etablierten Instrumente der Umweltverträglichkeitsprüfung konzeptionell auf physische Vorhaben ausgerichtet sind und sich für immaterielle, softwarebasierte Systeme kaum als anwendbar erweisen dürften. Die Komplexität indirekter Umwelteffekte (s.o. 2.2) stellt signifikante Hindernisse für eine effektive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern und Verbänden dar, da für eine solche ein fundiertes technisches Verständnis erforderlich ist, das häufig (noch) nicht vorliegt. Auch hinsichtlich des Zugangs zu Gericht ist festzustellen, dass die praktische Wirksamkeit der Umweltverbandsklage im ADS-Kontext erheblichen Limitationen unterworfen ist. Komplexität und mangelnde Transparenz von ADS erschweren den Nachweis umweltrechtlicher Verstöße. Umweltverbände verfügen häufig über unzureichende Expertise und Ressourcen im Bereich der Digitalisierung, um komplexe Rechtsstreitigkeiten gegen finanzstarke Anbieter von ADS effektiv führen zu können.

Das Kapitel skizziert schließlich eine Reihe möglicher Anpassungen der betrachteten Instrumente, die zur Minderung der identifizierten Defizite beitragen könnten.

So wird die Etablierung eines Transparenzregisters für ADS erwogen, das die Offenlegung grundlegender Informationen über Funktionsweise, intendierte und/bekannte ökologische Aus- oder Nebenwirkungen (etwa Energieverbrauch oder den Einfluss auf Konsumverhalten) zumindest für besonders umweltsensible Anwendungen oder Anwendungstypen verbindlich vorschreibt. Eine Ausweitung von UIG-Pflichten auf relevante, insbesondere sehr große ADS-Anbieter könnte den Zugang zu umweltrelevanten Daten verbessern. Die Einführung spezifischer Dokumentations- und Offenlegungspflichten für (bestimmte) ADS-Anbieter bezüglich der Umweltauswirkungen entlang des gesamten Lebenszyklus ihrer Systeme erscheint empfehlenswert, um die Transparenz zu erhöhen und behördliche Wissenslücken zu schließen.

Zur Verbesserung der Öffentlichkeitsbeteiligung erscheint es zudem plausibel, innovative, auf die Spezifika von ADS zugeschnittene Beteiligungsformate zu entwickeln, die auch jenseits klassischer Zulassungsverfahren Anwendung finden können. Die Bearbeitung schlägt vor, sich bei der Konzeption solcher Beteiligungsformate an Instrumenten der KI-Regulierung zu orientieren, die die Risikoeinstufung von „Hochrisikosystemen“ (Art. 6 Abs. 4, 5 KI-VO) bzw. systemisch risikanten „Systemen mit allgemeinem Verwendungszweck“ (Art. 51 f. KI-VO) betreffen. Entsprechende Einstufungsregelungen könnten auf nationaler Ebene im sektorspezifischen Umweltrecht implementiert und um partizipative Elemente der Aarhus-Konvention erweitert werden. Die systematische Einbeziehung qualifizierter Umweltorganisationen als "Anwälte der Umwelt" in solche Prozesse könnte in Betracht gezogen werden, um die identifizierten Wissensdefizite zu adressieren und deren Verarbeitung durch entsprechende Klagerechte zu flankieren. Zur Überwindung von Komplexitätsbarrieren sind Maßnahmen wie die Bereitstellung allgemeinverständlicher Informationsmaterialien, der Einsatz neutraler Sachverständiger und interaktiver Tools erwägenswert.

Zur Stärkung des Rechtsschutzes erscheint eine Weiterentwicklung der Umweltverbandsklage angezeigt, um den spezifischen Herausforderungen im Kontext von ADS Rechnung zu tragen und Vollzugsdefizite zu überwinden, auch in Fällen ohne klassisches Zulassungsverfahren. Die prozessuale Position von Umweltverbänden könnte durch eine Erleichterung der Beweisführung gestärkt werden, etwa durch eine konsequentere Anwendung des Amtsermittlungsgrundsatzes und die systematische Hinzuziehung unabhängiger ADS-Expertise im Verwaltungsverfahren und

vor Gericht. Eine substanzielle Verbesserung der finanziellen und fachlichen Ressourcenausstattung anerkannter Umweltverbände könnte die Chancen einer effektiven Rechtsdurchsetzung verbessern. Die Einführung eines spezifischen verwaltungsrechtlichen Rechtsbehelfs zur behördlichen Prüfung und zur Verhängung von Maßnahmen gegen umweltschädliche ADS-basierte Produkte oder Services wird als ergänzendes Instrument erwogen, um den besonderen Herausforderungen bei der gerichtlichen Kontrolle von ADS zu begegnen. Auch für ein derartiges Instrument bietet die KI-VO, insbesondere mit Artikel 79 KI-VO einen – um umweltbezogene Informationsansprüche, Beteiligungsrechte und Rechtsmittel zu ergänzenden – Ansatzpunkt.

4.4 Umweltfreundliche Ausgestaltung von ADS durch Produkt- sowie Sachmangel- und Gewährleistungsrecht

Kapitel 4 untersucht, ob und inwieweit das öffentliche Umweltproduktrecht und das zivilrechtliche Sachmangel- und Gewährleistungsrecht de lege lata negative Umwelteffekte bei der Regulierung von ADS vermeiden können bzw. geeignete Instrumente bieten, um de lege ferenda dieses Ziel zu erreichen. Den Untersuchungsgegenstand bilden dabei einerseits ADS als Software selbst (im Kaufrecht als „digitales Produkt“ i.S.v. § 327 Abs. 1 BGB bezeichnet⁹⁷⁸) sowie andererseits Produkte, die mit solcher ADS-Software ausgestattet sind (nachfolgend „smartes Produkt“ genannt).

4.4.1 Zielsetzung und Vorgehen

Im Hinblick auf das Ziel, Produkte möglichst umweltverträglich zu gestalten und zu nutzen, stehen im öffentlichen Umweltproduktrecht indirekte und direkte Instrumente der Verhaltenssteuerung zur Verfügung:⁹⁷⁹

- **Instrumente direkter Verhaltenssteuerung** umfassen insbesondere Zulassungsvorbehalte, Verbote und Pflichten, die das Inverkehrbringen, die Nutzung und die Nachnutzungsphase von Produkten regeln. Solche Steuerungsinstrumente sind als produktbezogene Regelungen⁹⁸⁰ über das öffentliche Umweltrecht verstreut in sachgebietsbezogenen Regelungssystemen wie z.B. dem Stoff-, Immissionsschutz- oder Kreislaufwirtschaftsrecht.⁹⁸¹ Inwieweit sich aus diesen Instrumenten Ansätze und Schlüsse für ein öffentlich-rechtliches Regulierungskonzept von ADS ergeben, ist Gegenstand der Untersuchung in Kapitel 4.1. Vielmehr soll es in diesem Kapitel um produktgruppenübergreifende Regelungsansätze im öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrecht gehen. So wird das EVPG⁹⁸² einschließlich der Ökodesign-Verordnung⁹⁸³ (im Folgenden nach der englischen Bezeichnung „ESPR“ abgekürzt) sowie die umweltbezogene Marktüberwachung (im ProdSG⁹⁸⁴ und der Marktüberwachungsverordnung⁹⁸⁵) auf die Gewährleistung der Regulierungsziele 1 bis 3 untersucht.
- Neben den direkten Steuerungsinstrumenten weist das öffentliche Umweltproduktrecht auch **indirekte Instrumente** zur Verhaltenssteuerung auf. Dazu zählen neben verbindlichen Informationspflichten zur Warnung vor Produktgefahren (Negativkennzeichnung) gerade auch der Rechtsrahmen nach dem Unternehmen freiwillig den Umweltbezug ihrer Produkte bewerben dürfen (Positivkennzeichnung). Letzteres soll in diesem Kapitel am Beispiel der Verwendung von Umweltaussagen / Umweltzeichen (einschließlich des Entwurfs der Green Claims Richtlinie⁹⁸⁶ (nachfolgend „GCD“ abgekürzt) betrachtet werden.

⁹⁷⁸ Siehe Abschnitt 4.4.2.3.2.1.

⁹⁷⁹ Kloepfer, Umweltrecht, 4. Auflage 2016, Rn. 480 ff.

⁹⁸⁰ Im Gegensatz zu produktbezogenen Regelungen sind Produktzulassung im öffentlichen Umweltproduktrecht hingegen nur ausnahmsweise anzutreffen (z.B. im Biozidprodukte-, Pflanzenschutzmittel- und Düngemittelrecht), siehe Kloepfer, Umweltrecht, 4. Auflage 2016, Rn. 481.

⁹⁸¹ Kloepfer, Umweltrecht, 4. Auflage 2016, Rn. 483 ff.

⁹⁸² Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz vom 27. Februar 2008 (BGBl. I S. 258), das zuletzt durch Artikel 260 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

⁹⁸³ Verordnung (EU) 2024/1781 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2020/1828 und der Verordnung (EU) 2023/1542 und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/125/EG, ABl. L, 2024/1781, 28.6.2024,

⁹⁸⁴ Produktsicherheitsgesetz vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146, 3147), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I 3146) geändert worden ist.

⁹⁸⁵ Verordnung (EU) 2019/1020 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über Marktüberwachung und die Konformität von Produkten sowie zur Änderung der Richtlinie 2004/42/EG und der Verordnungen (EG) Nr. 765/2008 und (EU) Nr. 305/2011, ABl. der EU L 169, 25.6.2019, 1–44.

⁹⁸⁶ Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Begründung ausdrücklicher umweltaussagen und die diesbezügliche Kommunikation (Richtlinie über Umweltaussagen) vom 22.03.2023 (COM(2023) 166 final).

Weiterhin werden die Steuerungsmöglichkeiten des zivilrechtlichen Sachmangel- und Gewährleistungsrechts sowie der Informationspflichten im Kaufrecht untersucht.

Die vorgenannten Instrumente werden anhand der im Bewertungsschema dieser Studie erläuterten drei Regulierungsziele (siehe Kapitel 2.4) untersucht:

- ▶ Regulierungsziel 1: Abschnitt 4.4.2 untersucht, ob und inwieweit die direkten und indirekten Umwelteffekte von ADS und smarten Produkten durch die Produkthanforderungen des öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrechts und das zivilrechtliche Sachmängel- und Gewährleistungsrechts *de lege lata* erfasst werden.⁹⁸⁷
- ▶ Regulierungsziel 2: Abschnitt 4.4.3 befasst sich mit der Frage, wie sich dem in Kapitel 4.4.2 konstatierten Regelungsdelta im Fall neuer, indirekter Umwelteffekte von ADS und smarter Produkte durch Änderung des Rechtsrahmens (*de lege ferenda*) begegnen lässt. Dazu wird auf die Anpassung der untersuchten Rechtsvorschriften - einschließlich ihrer Novellierung durch die ESPR und die Green Claims Directive - eingegangen, ebenso wie auf die Stärkung der umweltbezogenen Verbraucherrechte durch die Empowering Consumers Directive⁹⁸⁸ (nachfolgend „EmpCo“ abgekürzt).
- ▶ Regulierungsziel 3: Wie direkte Umwelteffekte (Ressourcen-, und Energieverbrauch) von ADS und smarten Produkten durch Anpassung der Vorschriften des öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrechts reguliert werden könnten, ist Gegenstand von Abschnitt 4.4.4.

Bei der Analyse zu berücksichtigen sind die **Risiko- und Potenzialfaktoren algorithmischer „Technosteuerung** (siehe Abschnitt 2.1.3) sowie die **Ansatzpunkte und Hindernisse** für die Einflussnahme auf algorithmische Entscheidungen (siehe Abschnitt 2.1.4): Aufgrund der **Zentralisierung** der Entscheidungsfindung durch ADS in Verbindung mit ihrer massenhaften Verwendung können beispielsweise einzelne „Programmierungsfehler“ in der Anwendung durch Verbraucher zu in der Summe massiven negativen Umwelteffekten führen. Zu klären ist, inwieweit man solchen typischen Eigenschaften von ADS durch Produktregelungen wirksam begegnen kann.

Ferner ist zu fragen, inwieweit Produktregelungen Einfluss auf die Umweltwirkungen von ADS und smarten Produkten entfalten können, wenn diese Wirkung von der **Interaktion zwischen dem konkreten Verbraucher und der von ihm genutzten ADS** abhängt. So z.B., wenn die ADS ihre Zielfunktion anhand der Analyse des konkreten Verbraucherverhaltens (Verbraucherpräferenz) und/oder durch aktive Anweisung von Verbrauchern (z.B. durch „prompts“ bei dialogischer KI) generiert.

Zudem ist zu prüfen, ob die Produktregelungen dazu beitragen können, die **Verantwortung** für die Umwelt- und Klimawirkungen von ADS und smarten Produkten den Akteuren **klar zuzuweisen** und abzugrenzen, so dass es nicht zu Verantwortungslücken oder Verantwortungsdiffusion kommt. Als Akteure in der Wertschöpfungskette sind die Anbieter, Händler, Einführer und Anwender von ADS und smarten Produkten i.S.v. § 3 KI-VO zu betrachten. In diesem Zusammenhang ist zu fragen, ob die **Verbraucher** bei der Nutzung von ADS und smarten Produkten auf deren **Umweltwirkungen Einfluss nehmen können**. Weiterhin stellt sich die Frage, inwieweit

⁹⁸⁷ Als direkte Umwelteffekte wird hier der unmittelbare Energie- und Ressourcenverbrauch für die Produktion und den unmittelbaren Betrieb von ADS und smarten Produkten verstanden. Die indirekten Umwelteffekte bestehen in den negativen und positiven Auswirkungen auf den Energie- und Ressourcenverbrauch, den die Nutzung von ADS und smarten Produkten im privaten Konsumverhalten hervorruft. Dies schließt systemische Effekte ein, die mit dem Übergang zur massenhaften Nutzung von ADS und smarten Produkten einhergehen (siehe Abschnitt 2.2).

⁹⁸⁸ Richtlinie (EU) 2024/825 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Februar 2024 zur Änderung der Richtlinien 2005/29/EG und 2011/83/EU hinsichtlich der Stärkung der Verbraucher für den ökologischen Wandel durch besseren Schutz gegen unlautere Praktiken und durch bessere Informationen, ABl. der EU vom 6.3.2024.

Verbraucher die **tatsächliche Umweltwirkung** der von ihnen genutzten ADS oder smarten Produkten **beurteilen können**; dies gerade vor den für sie schwer nachvollziehbaren und schwer vorherzusagenden Entscheidungen der ADS („**technologische Black Box**“).

4.4.2 Regulierungsziel 1: Regulierung direkter und indirekter Umwelteffekte von ADS durch das öffentlich-rechtliche Umweltproduktrecht und Sachmängel- und Gewährleistungsrecht – *de lege lata*

4.4.2.1 Software als Produkt im öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrecht

Regulierungsgegenstand im öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrecht ist das „**Produkt**“. Sowohl nach der Legaldefinition in § 2 Abs. 1 Satz 1 EVPG („*Gegenstand, dessen Nutzung den Verbrauch von Energie in irgendeiner Weise beeinflusst [...]*“) als auch nach der Legaldefinition in § 2 Nr. 22 ProdSG („*eine Ware, ein Stoff oder ein Gemisch, das durch einen Fertigungsprozess hergestellt worden ist*“). Das ProdSG geht dabei von einem weiten Produktbegriff aus, ohne allerdings Software zu nennen.⁹⁸⁹ Nach dem Wortlaut der Vorschriften setzt die Produkteigenschaft eine Körperlichkeit voraus. Diese liegt unzweifelhaft bei „Software selbst“ (Englisch auch als „standalone“ bezeichnet) nicht vor, solange sie z.B. nicht auf einem Medium gespeichert wird oder in einem smarten Produkt installiert ist (Englisch auch als „embedded“ bezeichnet). Der Blick auf die zugrundeliegenden Normen des EU-Produktrechts zeigt, dass auch die Produktdefinitionen in Art. 2 Nr. 1 der Ökodesign-Richtlinie⁹⁹⁰ Bezug auf eine körperliche Ware nehmen. Hingegen enthält Art. 2 Buchstabe a Produktsicherheits-Richtlinie⁹⁹¹ im Gegensatz zur Definition im ProdSG – keinen Bezug zu einer körperlichen Ware.

Umstritten ist, ob „Software standalone“ die Produkteigenschaft zukommt und das ProdSG anwendbar ist. Nach einer Rechtsauffassung zeige neben dem Wortlaut auch eine teleologische Auslegung, dass der Anknüpfungspunkt für die Regelungen der **Produktsicherheit** im ProdSG „Produkte“ sind und die von ihrer Sachsubstanz ausgehenden möglichen Gefahren für Leben und Gesundheit. Software als geistige Leistung habe ohne eine Verkörperung keine Sachsubstanz und könne deshalb nur zu einem Eigentums- und Vermögensschaden in der Form von Datenverlusten führen.⁹⁹² Eine Gefahr für die Rechtsgüter Leben und Gesundheit könne Software erst dann entfalten, wenn sie „*ein zugeschnittener, dienender Einzelbestandteil eines körperlichen Gesamtprodukts (embedded Software)*“ sei, weil die Gefahr für die Rechtsgüter erst von diesem Gesamtprodukt ausgehe.⁹⁹³ Nach anderer Auffassung komme es entscheidend auf den Schutzzweck des ProdSG an, der im Schutz der Gesundheit von Verbrauchern und Arbeitnehmern vor unsicheren Konsumgütern liegt. Da der Hersteller von Software ein genauso hohes Gefährdungspotenzial für den Schutz von Leben und Gesundheit der Verbraucher schaffen könne wie der Hersteller von körperlichen Produkten, sei Software ein Produkt im Sinne des Produktsicherheitsrechts,

⁹⁸⁹ Klindt/Schucht, Produktsicherheitsgesetz – Kommentar, § 2 Rn. 150 ff. (165 ff.).

⁹⁹⁰ „Energieverbrauchsrelevantes Produkt“ („Produkt“) ist „*ein Gegenstand, dessen Nutzung den Verbrauch von Energie in irgendeiner Weise beeinflusst und der in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen wird, [...]*“.

⁹⁹¹ „Produkt“ ist „*jedes Produkt, das — auch im Rahmen der Erbringung einer Dienstleistung — für Verbraucher bestimmt ist oder unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen von Verbrauchern benutzt werden könnte, selbst wenn es nicht für diese bestimmt ist, und entgeltlich oder unentgeltlich im Rahmen einer Geschäftstätigkeit geliefert oder zur Verfügung gestellt wird, unabhängig davon, ob es neu, gebraucht oder wiederaufgearbeitet ist.*“ Auch mit dem Vorschlag für eine Produktsicherheitsverordnung wird „Software“ nicht ausdrücklich aufgenommen, siehe die Artikel 2 und 3 des Vorschlags für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die allgemeine Produktsicherheit, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie zur Aufhebung der Richtlinie 87/357/EWG des Rates und der Richtlinie 2001/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (COM/2021/346 final).

⁹⁹² Vgl. zur fehlenden Eigenschaft von Software als Regelungsgegenstand des Produktsicherheitsgesetzes: Wiebe, Produktsicherheitsrechtliche Pflicht zur Bereitstellung sicherheitsrelevanter Software-Updates, NJW 2019, 625 (626) mit weiteren Fundstellen in FN 14. So auch Martini/Ruschmeier, Künstliche Intelligenz als Instrument des Umweltschutzes, ZUR 2021, 515 (525). Eine Produkteigenschaft ablehnend auch Klindt/Schucht, Produktsicherheitsgesetz – Kommentar, § 2 Rn. 165 ff.

⁹⁹³ Vgl. Wiebe, Produktsicherheitsrechtliche Pflicht zur Bereitstellung sicherheitsrelevanter Software-Updates, NJW 2019, 625 (626).

unabhängig davon, ob es sich um Standard- oder Individualsoftware handele oder diese online übertragen werde.⁹⁹⁴

Eine ebenso strittige Argumentation aus dem Bereich des **EVPG** ist vorliegend nicht bekannt, lässt sich aber auch für Software als Produkt im EVPG für die dort geschützten Umweltgüter führen. Auch hier kann die „Software standalone“ (einschließlich von ADS), genauso wie die energieverbrauchsrelevanten Produkte, Auswirkungen auf den Energie- und Ressourcenverbrauch von Produkten haben und sollte deshalb bei einer teleologischen Auslegung nach dem Schutzwert des EVPG vom sachlichen Anwendungsbereich erfasst sein. Dies beginnt z.B. beim Energieeinsatz, den das Trainieren von ADS erfordert, über den Einfluss auf den Stromverbrauch, den eine Steuerungssoftware einer Clouddienstleistung auf damit verbundene Geräte hat, bis zur Software-Obsoleszenz von energieverbrauchsrelevanten Geräten, die aufgrund fehlender Unterstützung durch einen Clouddienstleister nicht mehr funktionieren und bei ihrer Entsorgung den Ressourcenverbrauch erhöhen können.

Der Streit um die Produkteigenschaft dürfte im **Produktsicherheitsrecht** mit der Verabschiedung der Produkthaftungsrichtlinie und der KI-Verordnung dahingehend entschieden werden, dass „Software standalone“ als Produkt im Sinn des Produktsicherheitsrechts zu sehen ist. So umfasst nach Art. 4 Abs. 1 der europäischen Produkthaftungsrichtlinie⁹⁹⁵ der **Produktbegriff auch Software**,⁹⁹⁶ konkreter nach dem 13. Erwägungsgrund „Betriebssysteme, Firmware, Computerprogramme, Anwendungen oder KI-Systeme“. Der Gesetzgeber stellt also klar, dass im digitalen Zeitalter der Produktbegriff sowohl immaterielle als auch materielle Produkte umfasst. So erkennt er an, dass Software für die Produktsicherheit eine zunehmende Rolle spielt, egal ob sie als eigenständiges Produkt in Verkehr gebracht wird oder als Komponente in ein Produkt integriert ist.⁹⁹⁷ Hervorzuheben ist, dass die Produkthaftungsrichtlinie aus haftungsrechtlicher Sicht klarstellt, dass der Softwarebegriff unabhängig von der Art der Softwarenutzung oder -bereitstellung erfüllt ist; erfasst wird also Software, die auf einem Gerät gespeichert ebenso wie eine solche, die von einer Cloud abgerufen wird.⁹⁹⁸ Der Quellcode der Software wird im Rahmen der Produkthaftungsrichtlinie allerdings nicht als Produkt betrachtet, sondern als „reine Information“. ⁹⁹⁹

Mit der **KI-VO** soll in einem horizontalen Regulierungsansatz die Entwicklung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von „Systemen der künstlichen Intelligenz (KI-System) reguliert werden (vgl. Art. 1 KI-VO). Bei einem „System der künstlichen Intelligenz“ handelt es sich unzweifelhaft um „Software“. Die Vorgaben für diese Software richten sich nach einem risikobasierten Ansatz zur Einstufung des KI-Systems. Die KI-VO stuft KI-Systeme u.a. wegen ihres Risikos für die Gesundheit von Verbrauchern und Arbeitnehmenden als „Hochrisiko-KI-System“ ein, wenn sie eine der beiden folgenden Hauptkategorien angehören:

⁹⁹⁴ Spindler, Verantwortlichkeiten von IT-Herstellern, Nutzern und Intermediären, Rn. 218; Hoeren/Ernstschneider, Das neue Geräte- und Produktsicherheitsgesetz und seine Anwendung auf die IT-Branche, MMR 2004, 507, https://www.itm.nrw/wp-content/uploads/geraete_und_produktsicherheitsgesetz.pdf.

⁹⁹⁵ Richtlinie (EU) 2024/2853 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2024 über die Haftung für fehlerhafte Produkte und zur Aufhebung der Richtlinie 85/374/EWG des Rates, ABl. L 2024 vom 18.11.2024, S. 2853.

⁹⁹⁶ Als „Produkt“ definiert der Richtlinienentwurf „jede bewegliche Sache, auch wenn diese in eine andere bewegliche oder unbewegliche Sache integriert oder damit verbunden ist; unter „Produkt“ sind auch Elektrizität, digitale Konstruktionsunterlagen, Rohstoffe und Software zu verstehen.“

⁹⁹⁷ Vgl. den 13. Erwägungsgrund des Vorschlags zur Produkthaftungsrichtlinie.

⁹⁹⁸ Vgl. den 13. Erwägungsgrund des Vorschlags zur Produkthaftungsrichtlinie.

⁹⁹⁹ Vgl. den 13. Erwägungsgrund des Vorschlags zur Produkthaftungsrichtlinie.

- ▶ KI-Systeme, die ein Sicherheitsbauteil¹⁰⁰⁰ sind oder die als Sicherheitsbauteil in einem Produkt verwendet werden, das unter die in Anhang I der KI-VO genannten EU-Produktsicherheitsvorschriften fällt. Dies umfasst die Harmonisierungsvorschriften, die seit 2008 dem geltenden New Legislative Framework unterliegen, wie u.a. Maschinen, Spielzeuge, Funkanlagen, Druckgeräte (Art. 6 Abs. 1 KI-VO).¹⁰⁰¹
- ▶ KI-Systeme, die unter acht spezifische Bereiche des Anhang III des Verordnungsentwurfs fallen, z.B. Verwaltung und Betrieb von kritischen Infrastrukturen (Art. 6 Abs. 2 KI-VO).

Zur Wahrung der Kohärenz zwischen der KI-VO und den Produktsicherheitsvorschriften im Fall von Hochrisiko-KI-Systemen, werden die Anforderungen an diese KI-Systeme aus dem Kapitel III der KI-VO (u.a. Risikomanagementsystem (Art. 9), Daten-Governance (Art. 10), technische Dokumentation (Art. 11) oder Transparenz und Informationsbereitstellung (Art. 13)) im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens der jeweiligen Produktsicherheitsvorschrift geprüft und nicht nach dem Konformitätsverfahren der KI-Verordnung. Der Prüfungsmaßstab für Hochrisiko-KI-Systeme als Sicherheitskomponente ergibt sich dann allerdings aus der KI-VO. Hingegen ist die Sicherheit des Endprodukts insgesamt nach der harmonisierten Produktvorschrift zu prüfen.¹⁰⁰²

In der ESPR umfasst der Produktbegriff keine „Software“.¹⁰⁰³ Vielmehr wird im Gegensatz zur bisherigen Definition des „*energieverbrauchsrelevanten Produkts*“ in der ESPR – quasi als Abgrenzung zu den vorgenannten produktrechtlichen Reformüberlegungen – die **physische Eigenschaft** des Produkts als Merkmal hervorgehoben. So erfasst der Anwendungsbereich der ESPR nach Art 1 Abs. 2 „alle physischen Waren“ und „Produkt“ wird in Art. 2 Nr. 1 definiert als „*jede physische Ware, die in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen wird*“. Gleichwohl enthalten neuere Durchführungsverordnungen auch Ökodesign-Vorgaben an „embedded Software“ zur Vermeidung von Software-Obsoleszenz (siehe die nachfolgende Betrachtung).

Zusammenfassend ist zu beobachten, dass im Bereich des öffentlich-rechtlichen Produktsicherheitsrechts und der Produkthaftungsrichtlinie „Software standalone“ als immaterielles Produkt reguliert wird und zwar unabhängig davon wie die Software genutzt oder bereitgestellt wird (z.B. auf einem Gerät gespeichert oder von einem Cloud-Dienstleister bezogen). Die wachsende Bedeutung der Software für die Produktsicherheit ist dafür ein maßgeblicher Grund. Im Gegensatz dazu ist der Produktbegriff in der ESPR auf seine physischen Eigenschaften begrenzt. Dies, obwohl Software für den Ressourcen- und Energieverbrauch von Produkten eine zunehmende Rolle spielt. Während die KI-VO für Hochrisiko-KI-Systeme ein kohärentes Prüfungsregime mit dem Ziel der Produktsicherheit schaffen will, wird die Regulierung von KI-Systemen zum Zweck des Umweltschutzes nicht eigens geregelt.¹⁰⁰⁴

4.4.2.2 Öffentlich-rechtliches Umweltproduktrecht

Im Sinne des oben beschriebenen Regelungsziels 1 wird an dieser Stelle die Frage gestellt, ob die umweltbezogenen Produktvorgaben im öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrecht auch Sachverhalte, die ADS und smarte Produkte betreffen, ausreichend berücksichtigen. Die Prüfung erfolgt anhand der Zielsetzung, der Regelungsadressaten und Regelungsmechanismen der jeweili-

¹⁰⁰⁰ „Sicherheitsbauteil“ eines Produkts oder eines Systems ist ein „Bestandteil eines Produkts oder KI-Systems, der eine Sicherheitsfunktion für dieses Produkt oder KI-System erfüllt oder dessen Ausfall oder Störung die Gesundheit und Sicherheit von Personen oder Eigentum gefährdet“ (Art. 3 Nr. 14 KI-VO).

¹⁰⁰¹ Vgl. auch den 9. Erwägungsgrund der KI-VO.

¹⁰⁰² Vgl. den 9. Erwägungsgrund der KI-VO.

¹⁰⁰³ Verordnung (EU) 2024/1781 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2020/1828 und der Verordnung (EU) 2023/1542 und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/125/EG, ABl. L, 2024/1781, 28.6.2024,

¹⁰⁰⁴ S. hierzu insbes. oben, 4.1.4.3.1

gen öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrechtsnorm (Verhaltenssoll). Sodann werden Abweichungen von diesem Verhaltenssoll, die gerade auf den Charakteristika algorithmischer Steuerung sowie Ansatzpunkten und Hindernissen der Einflussnahme auf algorithmische Entscheidungsprozesse beruhen, betrachtet (Delta).¹⁰⁰⁵

4.4.2.2.1 EPVG

4.4.2.2.1.1 Zielsetzung und Anwendungsbereich

Ziel des Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetzes (EPVG)¹⁰⁰⁶ ist es, die umweltgerechte Gestaltung (Ökodesign)¹⁰⁰⁷ von energieverbrauchsrelevanten Produkten¹⁰⁰⁸ während des gesamten Lebenszyklus durch Vorgabe von Ökodesign-Anforderungen¹⁰⁰⁹ zu verbessern. Das EPVG dient der Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EU Recycling (Ökodesign-Richtlinie)¹⁰¹⁰ – eine Anpassung an die ESPR steht noch aus.

In den **sachlichen Anwendungsbereich** des Gesetzes fallen energieverbrauchsrelevante Produkte. Nach der Legaldefinition in § 2 Abs. 1, Satz 1 EPVG ist das ein „*Gegenstand, dessen Nutzung den Verbrauch von Energie in irgendeiner Weise beeinflusst und der in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen wird.*“ Zu den energieverbrauchsrelevanten Produkten zählen „energiebetriebene Produkte“ (wie z.B. Elektro- und Elektronikgeräte oder Haushaltsgeräte) sowie Produkte, die selbst keine Energie verbrauchen, aber während ihrer Nutzung den Verbrauch von Energie beeinflussen (z.B. Bauprodukte wie Dämmstoffe)¹⁰¹¹. Damit erstreckt sich der Anwendungsbereich des EPVG auf „Gegenstände“, also körperliche Produkte. Ob **Software wie ADS selbst** diese Anforderung erfüllt ist strittig (siehe Abschnitt 4.4.2.1). Vom Vorliegen eines Produktes wird hingegen unzweifelhaft ausgegangen, wenn die ADS-Software hingegen in einem energieverbrauchsrelevanten Produkt verwendet wird (z.B. beim Verkauf vorinstalliert), sei es, um dessen Funktionen zu steuern oder zu unterstützen (z.B. bei smarten Produkten). Der sachliche Anwendungsbereich des EPVG ist für diese Produkte eröffnet. Ist die Software zur Gerätesteuerung nicht auf dem Produkt installiert, sondern erfolgt die Steuerung durch eine Software, die auf einem anderen Gerät (z.B. Smartphone) oder auf einer Cloud liegt, kann in Frage stehen, ob diese Software vom Anwendungsbereich des EPVG erfasst ist. Die vorgenannten Konstellationen verdeutlichen die zunehmende „Regelungslücke“ im sachlichen Anwendungsbereich des EPVG (Ökodesign-Richtlinie), wenn man davon ausgeht, dass immer mehr energieverbrauchsrelevante Produkte mit ADS oder anderer Software ausgestattet werden und diese erheblichen Einfluss auf deren Energie- und Ressourcenverbrauch hat.

Für die Einhaltung der Ökodesign-Anforderungen **verantwortlicher Regelungsadressat** (personeller Anwendungsbereich) ist derjenige, der das betreffende Produkt erstmalig in Deutschland in Verkehr bringt oder in Betrieb nimmt (vgl. § 4 EPVG), also der Hersteller¹⁰¹² bzw. sein

¹⁰⁰⁵ Zu diesem methodischen Vorgehen s.o. 2.5.

¹⁰⁰⁶ Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz vom 27. Februar 2008 (BGBl. I S. 258), das zuletzt durch Artikel 260 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

¹⁰⁰⁷ „Umweltgerechte Gestaltung (Ökodesign)“ ist „*die Berücksichtigung von Umwelterfordernissen bei der Produktgestaltung mit dem Ziel, die Umweltverträglichkeit des Produkts während seines gesamten Lebenszyklus zu verbessern.*“ (Art. 2 Abs. 12 EPVG).

¹⁰⁰⁸ Ein energieverbrauchsrelevantes Produkt ist gem. § 2 Abs. 1 EPVG „*ein Gegenstand, dessen Nutzung den Verbrauch von Energie in irgendeiner Weise beeinflusst und der in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen wird.*“

¹⁰⁰⁹ „Ökodesign-Anforderung“ ist „*eine Anforderung an ein energieverbrauchsrelevantes Produkt oder an seine Gestaltung, die zur Verbesserung seiner Umweltverträglichkeit bestimmt ist, oder die Anforderung, über Umweltaspekte des Produkts Auskunft zu geben.*“ (Art. 2 Abs. 13 EPVG).

¹⁰¹⁰ Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, ABl. der EU L 285, 31.10.2009, 10.

¹⁰¹¹ Vgl. den 4. Erwägungsgrund der Richtlinie 2009/125/EG; Dietrich/Akkermann, EU-Ökodesign-Richtlinie, ZUR 2013, 274.

¹⁰¹² Die Ökodesign-Richtlinie definiert als Hersteller „*eine natürliche oder juristische Person, die unter diese Richtlinie fallende Produkte herstellt und für deren Übereinstimmung mit dieser Richtlinie zum Zweck ihres Inverkehrbringens und/oder ihrer Inbetriebnahme*

Bevollmächtigter und der Importeur, sowie Handelshäuser, wenn sie energieverbrauchsrelevante Geräte unter ihrer Handelsmarke anbieten.¹⁰¹³ Schließlich werden auch die Händler gem. § 4 Abs. 10 EVPG einbezogen, da sie kein Produkt auf dem Markt bereitstellen dürfen, von dem sie wissen oder aufgrund der ihnen vorliegenden Informationen oder Erfahrungen wissen müssen, dass es die Ökodesign-Anforderungen nicht erfüllt. Mit dem EVPG können also die Hersteller (bzw. Bevollmächtigte), Importeure und Händler von **smarten Produkten** für die Einhaltung von Öko-Design-Anforderungen ihrer Produkte verantwortlich gemacht werden. Schwieriger gestaltet sich die Zuweisung der Verantwortung, wenn auf den smarten Produkte ADS-Software von anderen Herstellern installiert ist oder zur Steuerung und Nutzung von smarten Produkten andere Akteure notwendig sind. Etwa weil ein smartes Produkt in einem Produktsystem betrieben wird (z.B. indem die Steuerung des smarten Produkts durch eine Software-Programm auf einem Smartphone erfolgt) oder das smarte Produkt zu seinem Betrieb auf externe Dienstleister (z.B. Cloud-Dienstleister) über das Internet zugreift. In diesen Fällen ist nur eine **indirekte Verantwortungszuweisung** möglich, indem der Hersteller des smarten Produkts verpflichtet wird, die Einhaltung von Ökodesign-Anforderungen auf zivilrechtlichem Weg bei seinen Produktpartnern zu erreichen. Denn die Hersteller von ADS-Software oder die Cloud-Dienstleister hinsichtlich der bei ihnen gespeicherten Software sind nicht vom Anwendungsbereich des EVPG erfasst.

Inwieweit der Hersteller des smarten Produkts diese indirekte Verantwortungszuweisung bei seinen Produktpartnern durchsetzen kann, hängt dann u.a. von der Marktmacht der einzelnen Vertragspartner und dem personellen und finanziellen Aufwand für die Umsetzung der Ökodesign-Anforderungen ab.

4.4.2.2.1.1.2 Regelungsmechanismus

Nachfolgend wird geprüft, ob der **Regelungsmechanismus** der Ökodesign-Richtlinie für smarte Produkte anwendbar ist. Die Ökodesign-Richtlinie enthält keine außenwirksame Rechtsverbindlichkeit für die Wirtschaftsakteure, sondern spannt den Rahmen für den Erlass der Ökodesign-Anforderungen in einzelnen Produktgruppen auf. Damit erlangen die Ökodesign-Anforderungen für die jeweilige Produktgruppe erst dann Rechtsverbindlichkeit und sind von den Wirtschaftsakteuren einzuhalten, wenn sie in Durchführungsmaßnahmen gem. Art. 15 Ökodesign-Richtlinie von der EU erlassen werden (vgl. auch § 2 Abs. 3 EVPG).

In den Durchführungsmaßnahmen können dem **Hersteller** eines energieverbrauchsrelevanten Produkts Ökodesign-Anforderungen vorgeschrieben werden. Diese haben sich an den in Anhang I der Ökodesign-Richtlinie vorgegeben Ökodesign-Parametern auszurichten. Zu den Ökodesign-Parametern zählen u.a. der Energie- und Ressourcenverbrauch während des Produktlebenszyklus (vgl. Teil 1 des Anhangs I der Ökodesign-Richtlinie).

Zudem können die **Hersteller smarter Produkte** in den Durchführungsmaßnahmen verpflichtet werden, Verbrauchern folgende **Produktinformationen** bereitzustellen (vgl. Teil 2 Buchstaben b) und c) des Anhangs I der Ökodesign-Richtlinie):

- „die wesentlichen Umweltaspekte und die Eigenschaften des Produkts“ zu informieren, indem sie die Informationen dem Produkt im Zeitpunkt des Inverkehrbringens beifügen. Den Verbrauchern soll damit ermöglicht werden, verschiedene Produkte anhand ihrer Umweltaspekte zu vergleichen und über ihre nachhaltige Nutzung informiert zu werden (vgl. auch § 5 Abs. 2 EVPG i. V. m. § 3 Abs. 2 EVPG).
- „wie das Produkt mit möglichst geringer Umweltbelastung zu installieren, zu nutzen und zu warten ist, wie es eine möglichst hohe Lebensdauer erreicht und wie es zu entsorgen ist, sowie

unter dem Namen oder der Handelsmarke des Herstellers oder für dessen eigenen Gebrauch verantwortlich ist.“ (Art. 2 Nr. 6 Richtlinie 2009/125/EU vgl. inhaltsgleich § 2 Abs. 7 EVPG).

¹⁰¹³ Dietrich/Akkermann, EU-Ökodesign-Richtlinie, ZUR 2013, 276.

gegebenenfalls Informationen über den Zeitraum der Lieferbarkeit von Ersatzteilen und die Nachrüstbarkeit der Geräte.“

Die Pflicht der Hersteller zur Bereitstellung von umweltbezogenen Produktinformationen ist für das Inverkehrbringen ihrer Produkte geregelt. Eine Regelung zur **Informationsbereitstellung in der „digitalen Lieferkette“ ist hingegen nicht geregelt**. Deshalb können mit dem EPVG grundsätzlich direkte und indirekte Umwelteffekte nur entlang des Lebenszyklus ab dem Inverkehrbringen von smarten Produkten („Downstream“) adressiert werden und nicht „Upstream“.

Dies umfasst als **direkte Umweltwirkung** z.B. den **Stromverbrauch, den die ADS bei der Nutzung** des smarten Produkts verursacht. Betrachtet man die Ökodesign-Anforderungen in den Durchführungsverordnungen für die derzeitig geregelten Produktgruppen, sind darin keine Vorgaben zum Daten- und Stromverbrauch für Endgeräte vorgegeben, die den direkten Stromverbrauch von ADS betreffen. Gleichwohl könnten entsprechende Vorgaben an die Hersteller smarter Produkte gestellt werden ebenso wie **Default-Einstellungen** demgemäß, dass immer die stromsparendste Einstellung der ADS eingestellt ist.¹⁰¹⁴ Änderungen von Stromverbrauch und Default-Einstellungen durch Software- oder Firmware-Aktualisierung sollen zudem nur durch ausdrückliche Zustimmung der Nutzer möglich sein. Dies könnte in Anlehnung an die bestehende Durchführungsmaßnahme für elektronische Displays vorgeschrieben werden, wonach sich bei einer bei Software- oder Firmware-Aktualisierung der Energieverbrauch des Produktes und aller anderen Parametern der Konformitätsbewertung nur nach Zustimmung der Nutzer ändern dürfen (vgl. Art. 6 Abs. 2 Verordnung (EU) 2019/2021).¹⁰¹⁵

Zudem könnte aufgrund des Lebenszyklusansatzes des EPVG grundsätzlich auch der Energie- und Ressourcenverbrauch, der beim **Trainieren der ADS** und ihrer Anwendung verursacht wird, erfasst werden (z.B. durch die Vorgabe der Sustainability-by-design an die Softwareentwicklung¹⁰¹⁶). Dies ist aber de lege lata ausgeschlossen, da Software (standalone) vom sachlichen Anwendungsbereich des EPVG nicht erfasst wird (siehe oben).

Bei der Frage, ob das EPVG auch **indirekte Umwelteffekte** von smarten Produkten steuern kann, lassen sich folgende Umwelteffekte unterscheiden:

- Die ADS-Funktion des smarten Produkts führt zur Einsparung von Energie- und Ressourcen bei den Nutzern z.B. weil ein Verkehrsroutenplaner diesen anhand der Analyse ihres persönlichen Fortbewegungsverhaltens das CO₂-ärmste Verkehrsmittel und Streckenführung empfiehlt. Über die Ökodesign-Anforderungen könnte vorgegeben werden, dass das smarte Produkt als **Default-Einstellung** stets das CO₂-ärmste Verkehrsmittel vorschlägt.¹⁰¹⁷ Solche Default-Einstellungen sind bei „Standardsoftware“ (z.B. die Einstellung des beidseitigen Drucks bei einem Drucker) üblich und die Einhaltung der Vorgabe ist leicht für alle Beteiligten überprüfbar. Schlägt die ADS aber für jeden Verbraucher eine **individuelle Empfehlung** vor, die von der Analyse des konkreten Verbraucherverhaltens abhängt, ist die Frage, ob eine umweltbezogene Vorgabe in den Produktanforderungen der EPVG tatsächlich eingehal-

¹⁰¹⁴ Vgl. zu den Default-Einstellungen in Abschnitt 4.2.2.1.3.2; Martini/Ruscheimer, Künstliche Intelligenz als Instrument des Umweltschutzes, ZUR 2021, 515 (525).

¹⁰¹⁵ Verordnung (EU) 2019/2021 der Kommission vom 1. Oktober 2019 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an elektronische Displays gemäß der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 der Kommission und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 642/2009 der Kommission (C/2019/2122), ABl. der EU L 315 vom 5.12.2019, 241–266. Vgl. auch Jaeger-Erben et al., Analyse der softwarebasierten Einflussnahme auf eine verkürzte Nutzungsdauer von Produkten, UBA Texte 13/2023, 125, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_13-2023_analyse_der_softwarebasierten_einflussnahme_auf_eine_verkuerzte_nutzungsdauer_von_produkten.pdf (22.04.2025).

¹⁰¹⁶ Vgl. Martini/Ruscheimer, Künstliche Intelligenz als Instrument des Umweltschutzes, ZUR 2021, 515 (525).

¹⁰¹⁷ Vgl. zu den Default-Einstellungen in Abschnitt 4.2.2.1.3.2.

ten wird, deutlich schwieriger zu überprüfen. Um die Einhaltung umweltbezogener Produktanforderungen für die Verbraucher oder Dritte (z.B. die zuständige Marktüberwachungsbehörde oder Umwelt- und Verbraucherverbände) überprüfbar und transparent zu machen, wären Informationsanforderungen notwendig. Da es sich bei Algorithmus, Modell und Trainingsdaten um Geschäftsgeheimnisse handeln kann,¹⁰¹⁸ scheint deren vollständige und bedingungslose Offenlegung gegenüber Dritten schwer umsetzbar. Anders könnte dies zu sehen sein, wenn nur einzelne Entscheidungsparameter des Algorithmus bzw. das Analyseergebnis des Verbraucherverhaltens zugänglich sein müssen. Eine weitere Möglichkeit bildet die Standardisierung der Software sowie die Informationspflichten der Produkthersteller zu den Umwelteigenschaften ihres Produkts.

- **Während Software-Obsoleszenz** bei „Standardsoftware“ in smarten Produkten schon erkannt und adressiert wird, sollte zukünftig auch bei smarten Produkten mit ADS die Obsoleszenz erkannt und behoben werden können. Software-Obsoleszenz liegt vor, wenn die Software Einfluss auf die Nutzungsdauer des Produkts hat, d. h. ein technisch einwandfreies Produkt funktioniert nicht mehr, weil die Software im Produkt nicht mehr vom Hersteller oder einem Dritten (z.B. Cloud-Service-Betreiber) unterstützt wird.¹⁰¹⁹ Geht man davon aus, dass der Verbraucher das smarte Produkte deshalb entsorgt und sich ein neues smartes Produkte anschafft, steigt das Aufkommen an Elektronikschrott und der Ressourcenverbrauch zur Herstellung von Neugeräten wächst.

Zur Begrenzung der Software-Obsoleszenz werden konkrete Mindestanforderungen für den Marktzugang von Software vorgeschlagen,¹⁰²⁰ die auch für smarte Produkte relevant sind und in Durchführungsmaßnahmen der bisherigen Ökodesign-Richtlinie bereits geregelt werden: Mindestanforderungen an die Verfügbarkeit von Software (**Mindestsupportzeitraum**), die zwischen 7 und 10 Jahren liegen, sind bereits für vereinzelte Produktgruppen (z.B. Haushaltsgeschirrspülern oder Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion) umgesetzt.¹⁰²¹ Außerdem ist in Durchführungsmaßnahmen für einige Produktgruppen geregelt, dass gewerbliche Reparaturbetriebe **Zugang zu Software als Ersatzteil** erhalten.¹⁰²² So wäre auch eine Verpflichtung der Hersteller denkbar, Dritten unter besonderen Bedingungen Zugang zu Test- und Fehlerdiagnosesoftware, für die von ihnen hergestellte ADS zu gewähren.¹⁰²³

Maßnahmen gegen Software-Obsoleszenz wie **Kompatibilität und Interoperabilität von Produktsystemen**, die gerade auch für ADS und smarte Produkte relevant sind, werden noch nicht im Rahmen der Ökodesign-Verordnung geregelt. Deshalb sollte im Rahmen der Ökodesign-Verordnung folgendes geregelt werden: Hersteller einzelner Produkte, die für den Betrieb eines Produktsystems notwendig sind (z.B. eine Software-App, die ein smartes Produkt steuert), sollten die Funktionsfähigkeit des Systems innerhalb der Mindestnutzungsdauer gewährleisten. Dies soll der Produkthersteller des smarten Produkts entweder selbst (z.B. durch Software-Updates) oder durch vertragliche Vereinbarungen mit den weiteren Produktsystemherstellern (z.B. dem Software-App-Hersteller) sicherstellen. Auch wenn für den Betrieb von smarten Produkten **externe Dienstleistungen** notwendig sind (z.B. Cloud-Dienstleistungen), soll der Hersteller des smarten Produkts verpflichtet sein, mit dem

¹⁰¹⁸ Vgl. Martini/Ruscheimer, Künstliche Intelligenz als Instrument des Umweltschutzes, ZUR 2021, 515 (523) mit Hinweisen auf Martini/Ruscheimer et al., VerwArch 112 (2021), 1 (4, 13 ff., 32 ff.); Roth-Isigkeit, AöR 2020, 321 (338 ff.).

¹⁰¹⁹ Auch wenn das Phänomen „Software-Obsoleszenz“ schon lange bekannt ist, existiert keine formale Definition, vgl. Jaeger-Erben et al., Analyse der softwarebasierten Einflussnahme auf eine verkürzte Nutzungsdauer von Produkten, UBA Texte 13/2023, S. 13 und 31, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_13-2023_analyse_der_softwarebasieren_einflussnahme_auf_eine_verkuerzte_nutzungsdauer_von_produkten.pdf (22.04.2025).

¹⁰²⁰ Ebd., 130 ff.

¹⁰²¹ Ebd., 125 ff.

¹⁰²² Ebd., 123 und 325.

¹⁰²³ Rechte auf den Zugang etwa von Reparaturbetrieben zu für die Reparatur erforderlichen Daten vernetzter Produkte wurden mit Art. 5 des EU Data Act bereits eingeführt, vgl. hierzu oben 3.2.3.2.

externen Dienstleister die Bereitstellung der externen Dienstleistung durch vertragliche Vereinbarung über einen Mindestnutzungszeitraum sicherzustellen.¹⁰²⁴

- Die Möglichkeit systemische indirekte Umwelteffekte durch Ökodesign-Anforderungen zu steuern (z.B. von Rebound-Effekten wie die Steigerung des weiteren Konsums, der durch die Nutzung eines smarten Produkts verursacht werden könnte), ist nicht ersichtlich.

4.4.2.2.1.1.3 Einhaltung und Überwachung

Für die **Einhaltung der Ökodesign-Anforderungen** werden im EVPG die Hersteller in Form einer regulierten Selbstregulierung verantwortlich gemacht. Hersteller dürfen Produkte, für die eine Durchführungsvorschrift erlassen wurde (harmonisierter Bereich), nur in Verkehr bringen, wenn sie die Anforderungen gem. § 4 Abs. 1 EVPG einhalten. Dazu muss er das Produkt oder die Verpackung/beigefügten Unterlagen mit einer CE-Kennzeichnung versehen und so erklären, dass das Produkt den geltenden Anforderungen genügt. Dies muss er zudem über eine für das Produkt ausgestellte Konformitätserklärung nachweisen. Die Erklärung wird von einem Dritten (der zugelassenen Stelle gem. § 11 EVPG) im Rahmen eines Konformitätsbewertungsverfahrens erstellt. Diese Stelle prüft und bestätigt darin, dass die Ökodesign-Anforderungen des Produkts den Anforderungen der entsprechenden Durchführungsvorschrift entsprechen. Für die Einhaltung der Ökodesign-Anforderungen enthält das EVPG zudem zwei Konformitätsvermutungsregelungen. Wurde ein Produkt nach **harmonisierten Normen**, die im Amtsblatt der EU veröffentlicht wurden, hergestellt (gem. § 4 Abs. 3 EVPG) oder wurde für das Produkt ein **EU-Umweltzeichen** vergeben (gem. § 4 Abs. 3 EVPG), wird vermutet, dass das Produkt die Ökodesign-Anforderungen der für dieses Produkt geltenden Durchführungsrechtsvorschrift erfüllt. Die Produktklassifizierung „Blauer Engel“ als bekanntes deutsches Umweltlabel schließt auch ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte, Server und Rechenzentren mit ein.¹⁰²⁵ Eine entsprechende EU-Umweltzeichen nach dem EU-Ecolabel existiert noch nicht.¹⁰²⁶ Ebenfalls gibt es noch keine Technischen Standards zur Ermittlung von direkten oder indirekten Umwelteffekten von Software, da diese schwer mess- und operationalisierbar sind.¹⁰²⁷ Auf der Ebene der Internationalen Normung (ISO) findet sich eine Normenreihe ISO/IEC 25000, in der spezifische Anforderungen und Qualitätskriterien für die Bewertung von Softwareprodukten und deren Entwicklung enthalten sind (ISO/IEC 25000:2014). Für die Bestimmung der Softwarequalität wird auf funktionale Kriterien (correctness, consistency, dependability, usability) und nicht-funktionale Kriterien (performance, maintainability, security aspects) zurückgegriffen.¹⁰²⁸

Die Rolle der Marktüberwachungsbehörden liegt nach § 7 Abs. 1 EPVG darin zu überprüfen, ob die Produkte wirklich die Ökodesign-Anforderungen einhalten und entsprechend mit dem CE-Kennzeichen versehen sind. Sie werden dazu in der Regel erst nach Vermarktung tätig durch stichprobenartige Untersuchungen. Den Marktüberwachungsbehörden steht gem. § 7 Abs. 3 EVPG eine abgestuftes Durchsetzungsinstrumentarium zur Verfügung, das von Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen in § 4 Abs. 1 EVPG vor dem Inverkehrbringen (vgl. § 7 Abs. 3 Nr. 2 EVPG), über die Überprüfung von in Verkehr gebrachten Produkten (vgl. § 7 Abs. 3 Nr. 3

¹⁰²⁴ Jaeger-Erben et al., Analyse der softwarebasierten Einflussnahme auf eine verkürzte Nutzungsdauer von Produkten, UBA Texte 13/2023, S. 131, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_13-2023_analyse_der_softwarebasierten_einflussnahme_auf_eine_verkuerzte_nutzungsdauer_von_produkten.pdf (22.04.2025).

¹⁰²⁵ Vgl. den Blauen Engel „Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215)“ auf der Seite Blauer Engel unter: <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/elektrogeraete/ressourcen-und-energieeffiziente-softwareprodukte> (01.01.2023).

¹⁰²⁶ Siehe die Seite des EU Ecolabel: <https://eu-ecolabel.de/fuer-unternehmen/produktgruppen> (01.01.2023).

¹⁰²⁷ Hilty et al., Kriterienkatalog für nachhaltige Software, 2017, https://www.umwelt-campus.de/fileadmin/Umwelt-Campus/Greensoft/Kriterienkatalog_nachhaltige_Software_v01_2017-05-31.pdf (22.04.2025).

¹⁰²⁸ Jaeger-Erben et al., Analyse der softwarebasierten Einflussnahme auf eine verkürzte Nutzungsdauer von Produkten, UBA-Texte 13/2023, 46, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_13-2023_analyse_der_softwarebasierten_einflussnahme_auf_eine_verkuerzte_nutzungsdauer_von_produkten.pdf (22.04.2025).

EVPG) bis zum Verbot des Inverkehrbringens oder der Rücknahme bzw. den Rückruf eines in Verkehr gebrachten Produkts reicht (vgl. § 7 Abs. 3 Nr. 6 und 7 EVPG).

4.4.2.2.1.2 Bewertung des Instruments „EVPG“ (Deltaanalyse)

Die vorstehende Analyse zeigt, dass das EVPG mit Blick auf den Anwendungsbereich, den Regelungsmechanismus und die Einhaltung und Marktüberwachung *de lege lata* zur Regulierung von Umwelteffekten von ADS grundsätzlich geeignet ist.

Der sachliche Anwendungsbereich des EVPG umfasst energieverbrauchsrelevante Produkte, wozu Produkte mit integrierten ADS (smarte Produkte) zählen, da für den Betrieb von ADS Energie nötig ist. Allerdings werden durch die Definition des Produktbegriffs im EVPG als physisches Produkt immaterielle Produkte wie ADS („Software standalone“) nicht erfasst.¹⁰²⁹ Wie stark sich diese Begrenzung auf die Regulierung der Umwelteffekte von ADS auswirkt, kann hier noch nicht vollständig konkretisiert werden. Sicher ist insofern, dass aufgrund des begrenzten Anwendungsbereichs Anforderungen an die Hersteller von ADS als immaterielle Produkte hinsichtlich des Ressourcen- und Energieverbrauchs für das Training von ADS durch das EVPG nicht gestellt werden können, obwohl dies vom Lebenszyklusansatzes des EVPG grundsätzlich erfasst wäre.

Hingegen sind ADS, die in einem Produkt integriert sind, („embedded Software“) vom Anwendungsbereich erfasst. Damit können im Rahmen von Ökodesign-Anforderungen an das smarte Produkt auch Anforderungen an integrierte ADS gestellt werden. So können z.B. Mindestanforderungen an direkte Umweltwirkungen dieser smarten Produkte, wie den Stromverbrauch bei der Nutzung, vorgegeben werden (z.B. als Default-Einstellung¹⁰³⁰). Hängen die direkten Umwelteffekte eines smarten Produkts vom individuellen Verhalten der Nutzer ab, wird deren Überprüfung sowohl durch diese als auch durch die Konformitätsbewertungsstellen oder die Marktüberwachungsbehörden aufgrund der technologischen Black Box der ADS erschwert. Abhilfe könnte hier die Einführung von harmonisierten Normen zur Überprüfung der Ökodesign-Anforderungen und die Entwicklung von Umweltzeichen bringen. Zu prüfen wäre auch, inwieweit Pflichten der Hersteller, Produktinformationen zu den wesentlichen Umweltaspekten und Eigenschaften ihres Produkts beim Inverkehrbringen bereitzustellen, auf ADS übertragen werden können. Dabei ist zu beachten, dass das EVPG die Hersteller nur zu Produktinformationspflichten beim Inverkehrbringen ihrer Produkte verpflichtet („Downstream“). Eine Regelung zur Informationsbereitstellung in der „digitalen Lieferkette“ („Upstream“), d.h. von den Anwendern von ADS (z.B. den Herstellern smarter Produkte) an die Hersteller der ADS ist hingegen nicht geregelt. Deshalb sollte der EU-Gesetzgeber prüfen, ob entsprechende Regelungen zur Weitergabe von Informationen über (negative) Umwelteffekte von ADS zwischen den Akteuren eines ADS-Produktsystems (ähnlich den wechselseitigen Informationspflichten der Hersteller und nachgeschalteten Anwender in den Artikeln 31 ff. der REACH-Verordnung) geregelt werden sollten (siehe Abschnitt 6.3.2).

Auch indirekte Umwelteffekte wie die Software-Obsoleszenz aufgrund der Verwendung von ADS in smarten Produkten ist durch das EVPG steuerbar. Erste Vorgaben zur Vermeidung von Software-Obsoleszenz werden in wenigen **Durchführungsvorschriften bereits geregelt** (z.B. Mindestsupportzeitraum für Software oder der Zugang zu Software als Ersatzteil). Es gibt darüber hinaus auch noch nicht umgesetzte Regelungsvorschläge der Wissenschaft, um Software-Obsoleszenz zu begrenzen, die durch Inkompatibilität und fehlende Interoperabilität von Produktsystemen entsteht. So könnten Produkthersteller von smarten Produkten verpflichtet werden, entweder selbst (z.B. durch Software-Updates) oder durch vertragliche Vereinbarungen mit den

¹⁰²⁹ Zur Unterscheidung s.o. 4.4.2.1.

¹⁰³⁰ Siehe zu Default-Einstellung in Abschnitt 4.2.2.1.3.2.

weiteren Produktsystemherstellern (z.B. dem Hersteller einer Software-App, die für die Steuerung des smarten Produkts verwendet wird) eine Mindestnutzungszeitdauer des Produkts sicherzustellen. Sind für den Betrieb von smarten Produkten externe Dienstleistungen notwendig (z.B. Cloud-Dienstleistungen), könnte der Hersteller des smarten Produkts verpflichtet werden durch vertragliche Vereinbarung mit dem externen Dienstleister, die Bereitstellung der externen Dienstleistung über einen **Mindestnutzungszeitraum** zu gewährleisten. Dieser vertragsrechtliche Weg erscheint nach der derzeitigen Rechtslage auch der einzige gangbare. Denn entsprechende Anforderungen an die Dienstleister und Softwarehersteller von ADS können im EVPG nicht direkt gestellt werden, weil diese nicht vom Anwendungsbereich des EVPG erfasst werden. Ob und in welchem Umfang diese vertraglichen Anforderungen von den Herstellern der smarten Produkte am Markt durchgesetzt werden können, hängt u.a. von ihrer Marktmacht im Vergleich zu den Anbietern von ADS ab sowie von der Kostenverteilung, die entsprechende Anforderungen auslösen. Festzustellen ist, dass eine solche öffentlich-rechtliche Vorgaben zu einer vertragsrechtlichen Verpflichtung die Grenze zwischen Öffentlichem Recht und Privatrecht aufweicht.¹⁰³¹ Es wäre zu prüfen, ob eine direkte Verantwortungszuweisung an die Hersteller von ADS und Dienstleister durch eine **Ausdehnung des Anwendungsbereichs des EVPG auf diese Akteure** erfolgen sollte.

Der Regelmechanismus zur Einhaltung von Ökodesign-Anforderungen mittels Konformitätsbewertungsverfahren bzw. durch harmonisierte Normen oder EU-Umweltzeichen ist grundsätzlich für smarte Produkte anwendbar, erfordert aber eine entsprechende Weiterentwicklung der Normen und Umweltzeichen. Als Defizite des Regelmechanismus im Fall von ADS sind der begrenzte Wirkungsbereich und die langsame regulatorische Reaktionszeit auf die vergleichsweise schnelle Entwicklungsgeschwindigkeit von ADS und smarten Produkten zu nennen.¹⁰³² So gelten die Ökodesign-Anforderungen nur für solche energieverbrauchsrelevanten Produktgruppen, die dem harmonisierten Bereich unterliegen und damit durch Durchführungsvorschriften verbindlich für die Hersteller sind. Auf beschleunigte Innovationsdynamiken, die zur Integration von ADS- in neue Produkte führen, wird der Gesetzgeber nur vergleichsweise langsam reagieren können, z.B. durch Novellierung bestehender Vorschriften bzw. dem Erlass von neuen Durchführungsvorschriften. Dies gilt für Produktgruppen, für die bereits Durchführungsvorschriften bestehen, ebenso wie für noch nicht geregelte Produktgruppen. Eine horizontale Regelung zur Adressierung von ADS in der Ökodesign-Verordnung existiert bislang nicht. Die Regulierung von Umwelteffekten, die von Hochrisiko-KI-Systemen als Steuerungskomponenten in energieverbrauchsrelevanten Produkten ausgehen, ist in der KI-VO nicht vorgesehen.

4.4.2.2 Produktsicherheitsrecht (Produktsicherheitsgesetz, Marktüberwachungsgesetz)

Im Folgenden wird untersucht, ob direkte und indirekte Umwelteffekte von ADS und smarten Produkten neben dem EVPG auch im öffentlich-rechtlichen Produktsicherheitsrechts geregelt werden können.

¹⁰³¹ Vgl. Wiebe, Die Neuordnung des Produktsicherheits- und Marktüberwachungsrechts, DVBl 2022, S. 214 (220), der darin eine Verwischung der Grenzen zwischen Produktsicherheits- und Privatrecht aufgrund von europarechtlichen Regelungen bzw. Regelungsvorschlägen konstatiert. So die sicherheitsbezogenen Updatepflichten im Kaufrecht gem. Art. 7 Abs. 3 Richtlinie (EU) 2019/771 und die Ansprüche der Verbraucher auf Rückruf im Vorschlag der Produktsicherheitsrichtlinie COM(2021)346 final, 52.

¹⁰³² Zum gleichen Ergebnis für die Regelung von Reparierbarkeit und Mindestlebensdauer von Produkten im EVPG kommen: Schlacke/Tonner, Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, 145, UBA-Texte 72/2015, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf (22.04.2025).

4.4.2.2.1 Zielsetzung und Anwendungsbereich

Auf den ersten Blick und nach überwiegender Ansicht steht der Gesetzeszweck des Produktsicherheitsgesetzes, der bei der Bereitstellung von Produkten, die Sicherheit und Gesundheit Verbraucher zum Ziel hat (vgl. § 3 Abs. 1 ProdSG¹⁰³³) der Annahme entgegen, dass hier auch direkte und indirekte Umwelteffekte adressiert werden.¹⁰³⁴ Einen möglichen Anknüpfungspunkt, Produkthanforderungen zum Zweck des Umweltschutzes im ProdSG vorzugeben, sehen Schlacke/Tonner (2015) in der Verordnungsermächtigung von § 8 ProdSG. So können Anforderungen an die Beschaffenheit von Produkten nach § 8 Abs. 1 Satz 3 ProdSG zum Schutz der Sicherheit und der Gesundheit von Personen und zum Schutz der Umwelt erlassen werden (beide Regelungszwecke werden gleichrangig genannt).¹⁰³⁵ Gestützt wird dieser Ansatz durch die Einführung eines neuen Rechtsinstituts in § 8 Abs. 2 mit der Novellierung des ProdSG im Jahr 2019. Gehen von einem Produkt hohe Risiken für die in § 8 Abs. 2 ProdSG genannten Schutzgüter aus, kann deren Bereitstellung durch den Erlass einer Rechtsverordnung beschränkt oder verboten werden. Zu den Schutzgütern dieser Regelung zählen neben der Sicherheit und Gesundheit von Personen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre oder bedeutende Sachwerte.¹⁰³⁶ Entsprechende Produkthanforderungen zum Umweltschutz und Verbots- und Beschränkungsverordnungen sind bislang jedoch nicht erlassen worden.

Die Klärung des Konkurrenzverhältnisses des ProdSG zu anderen Produktregelungen (wie dem EVPG) ist mit der Novellierung des ProdSG 2019 in § 1 Abs. 3 ProdSG vereinfacht worden. Produktrechtliche Vorschriften mit anderen Zielen als dem Schutz von Sicherheit und Gesundheit von Personen, also z.B. umweltproduktrechtliche Vorschriften wie das EVPG haben keinen Anwendungsvorrang.¹⁰³⁷ Die Regulierung von Umwelthanforderungen an ADS und smarte Produkte im ProdSG würde folglich nicht durch Regelungen im EVPG verdrängt werden.

Die Untersuchung des sachlichen Anwendungsbereichs führt bei der Regulierung von ADS und smarten Produkten zu den gleichen Einschränkungen/Problemen wie beim EVPG. Die Definition des Produktbegriffs lässt eine Regulierung von smarten Produkten zu, bei „ADS-Software standalone“ ist dies hingegen nicht möglich (siehe Abschnitt 4.4.2.1). Adressat der produktsicherheitsrechtlichen Anforderungen ist der Hersteller des Produkts, weshalb sich auch hier die gleichen Probleme bei der Einbeziehung weiterer Akteure für die Regulierung von ADS ergeben wie beim EVPG (siehe Abschnitt 4.4.2.2.1.2).

4.4.2.2.2 Regelungsmechanismus

Einen wesentlichen Vorteil bei der Regulierung von produktbezogenen Umwelthanforderungen im ProdSG gegenüber dem EVPG sehen Schlacke/Tonner (2015) darin, dass das ProdSG für verbindliche allgemeine Produkthanforderungen nicht auf Durchführungsverordnungen angewiesen ist. Vielmehr ist für Produkte aus dem nicht-harmonisierten Bereich in § 3 Abs. 2 ProdSG eine Grundnorm enthalten, die regelt, dass nur sichere Produkte bereitgestellt werden dürfen. Nach den Vermutungsregelungen in § 4 Abs. 1 ProdSG können harmonisierte EU-Normen für den harmonisierten und nicht harmonisierten Bereich die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen nachweisen (§ 3 Abs. 1 und Abs. 2 ProdSG). Ergänzend können im nicht harmonisierten Bereich,

¹⁰³³ Verordnung (EU) 2019/1020 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über Marktüberwachung und die Konformität von Produkten sowie zur Änderung der Richtlinie 2004/42/EG und der Verordnungen (EG) Nr. 765/2008 und (EU) Nr. 305/2011.

¹⁰³⁴ Klindt/Schucht, Produktsicherheitsgesetz – Kommentar, § 3 Rn. 8 ff.; Schucht, Der Handel mit gebrauchten Arbeitsmitteln im Spannungsfeld von Produktsicherheits- und Betriebssicherheitsrecht, NJW 2013, 967 (967).

¹⁰³⁵ Schlacke/Tonner, Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, UBA-Texte 72/2015, 138 ff., https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf (22.04.2025).

¹⁰³⁶ Wiebe, Die Neuordnung des Produktsicherheits- und Marktüberwachungsrechts, DVBl 2022, 214 (216).

¹⁰³⁷ Wiebe, Die Neuordnung des Produktsicherheits- und Marktüberwachungsrechts, DVBl 2022, S214 (215).

Normen und technische Spezifikationen zur Beurteilung, ob ein sicheres Produkt vorliegt, zugrunde gelegt werden (§ 5 Abs. 1 ProdSG). Durch dieses System auf der Basis von privatrechtlichen Normen, können Anforderungen an smarte Produkte zur Vermeidung von direkten und indirekten Umweltauswirkungen schrittweise eingeführt und dynamisch an den Entwicklungsstand von ADS angepasst werden.¹⁰³⁸ Allerdings bestimmt sich dann die Dynamik nach der Arbeit in den Normungsgremien und der Standard wird durch die Wirtschaftsakteure maßgeblich geprägt.

4.4.2.2.2.3 *Einhaltung und Überwachung*

Die Marktüberwachungsinstrumente, die den zuständigen Marktüberwachungsbehörden im Rahmen des Produktsicherheitsrechts nach den §§ 7 und 8 des Marktüberwachungsgesetzes¹⁰³⁹ (einschließlich der darin verwiesenen Befugnisse in der EU-Marktüberwachungsverordnung) sowie den Instrumenten des ProdSG für ADS in § 26 Abs. 2 ProdSG zustehen, sind sehr umfassend. Vollzugsdefizite sind deshalb weniger aufgrund des Instrumentariums zu erwarten als aufgrund der Kapazitäten der Marktüberwachungsbehörden. Auch hier zeigen sich die gleichen Beschränkungen wie bei der Einhaltung und Überwachung durch das EVPG.

4.4.2.3 **Kaufrechtliches Sachmängel- und Gewährleistungsrecht**

Direkte und indirekte Umwelteffekte von ADS und smarten Produkten könnten (de lege lata) auch durch das kaufrechtliche Sachmängel- und Gewährleistungsrecht reguliert werden. Die Wirksamkeitschancen der entsprechenden Instrumente werden – mit Blick auf die Determinanten maschineller Entscheidungen (siehe Abschnitt 2.1.4) – nachfolgend analysiert.

Zunächst stellt sich aber grundsätzlich die Frage, inwieweit das zivilrechtliche Kaufrecht Vertragsrecht überhaupt die Regulierung von Umweltwirkungen bezweckt bzw. regulieren kann. Dem Schuldrecht und dem Kaufvertragsrecht (einschließlich dem Verbrauchsgüterkaufrechts¹⁰⁴⁰) liegt eine synallagmatische Rechtsbeziehung zwischen Verkäufer und Käufer zu Grunde (also ein Austausch von Leistungen nach dem Prinzip: „Ich gebe, damit du gibst“).¹⁰⁴¹ Der Verkäufer ist verpflichtet, dem Käufer das Eigentum an der Kaufsache frei von Sach- und Rechtsmängeln zu verschaffen und zu übergeben und der Käufer muss im Gegenzug den Kaufpreis zahlen. Wird der Leistungsaustausch zwischen Verkäufer und Käufer gestört, greift das Gewährleistungsrecht, das im allgemeinen Schuldrecht (in § 327 ff BGB) und im Kaufrecht (§ 433 ff BGB) geregelt ist und dem Schutz des Eigentums an dem Verkaufsgegenstand sowie dem Schutz der Verbraucher beim Erwerb dient. Welche Anforderungen die Vertragsparteien für den Kaufgegenstand vereinbaren unterliegt der Vertragsfreiheit, die das zivilrechtliche Vertragsrecht – und damit auch das Kaufrecht – prägt. Vor diesem Hintergrund steht es den Vertragsparteien (Verkäufer und Käufer) frei, beliebige umweltbezogene Anforderungen an ADS und smarte Produkte festzulegen. Begrenzt wird die Vertragsfreiheit durch das Recht der allgemeinen Geschäftsbedingungen und das Gewährleistungsrecht sowie den Rahmen der Rechtsordnung (z.B. technische Produktstandards, Stand der Technik). Zunehmend wird die Vertragsfreiheit im Kaufrecht durch den im europäischen Recht stark ausgeprägten Verbraucherschutzgedanken begrenzt. So hat der deutsche Gesetzgeber zur Umsetzung der Digitalen-Dienste-Richtlinie (EU) 2019/770

¹⁰³⁸ Vgl. Schlacke/Tonner, Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, UBA-Texte 72/2015, 140 ff., https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf (22.04.2025).

¹⁰³⁹ Marktüberwachungsgesetz vom 9. Juni 2021 (BGBl. I, 1723).

¹⁰⁴⁰ Verbrauchsgüterkäufe sind nach der Legaldefinition in § 474 BGB „Verträge, durch die ein Verbraucher von einem Unternehmer eine Ware (§ 241a Absatz 1) kauft“.

¹⁰⁴¹ Westermann, in: Münchener Kommentar zum BGB, 8. Auflage 2019, Vor § 433 Rn 1.

(DRL)¹⁰⁴² (im Folgenden DLR abgekürzt) und der Warenkaufrichtlinie (EU) 2019/771 (im Folgenden WKRL abgekürzt)¹⁰⁴³ einen neuen Abschnitt im Allgemeinen Schuldrecht des BGB (Titel 2a „Verträge über digitale Produkte“) eingeführt, der Regelungen für Verbraucherverträge über digitale Produkte enthält (§§ 327 ff BGB). Darin wird zum Verbraucherschutz u.a. festgelegt, was unter einem Mangel eines Produkts zu verstehen ist, welche Rechtsfolgen ein Mangel hat und wann diese verjähren. Auch wenn diese verbraucherschützenden Normen nicht direkt den Umweltschutz bezwecken,¹⁰⁴⁴ zielt das Sach- und Gewährleistungsrecht auf eine längere Nutzungsdauer von Produkten und, indem ein unnötiger Neuerwerb vermieden werden soll, letztlich auf weniger Ressourcenverbrauch.

4.4.2.3.1 Gesetzgeberisches Regelungskonzept und zu untersuchende Normen

Bei der Umsetzung WKRL und DLR ergeben sich Abgrenzungsprobleme im deutschen Schuldrecht durch die unterschiedliche Herangehensweise für die Bestimmung des jeweiligen Anwendungsbereichs. Während der Anwendungsbereich der Warenkaufrichtlinie vom Vorliegen des Vertragstyp „Kaufvertrag“ abhängt – also der Übereignung von Waren gegen Zahlung eines Kaufpreises –, hängt der Anwendungsbereich der DLR davon ab, ob die Parteien die Bereitstellung digitaler Inhalte oder digitaler Dienstleistungen vereinbart haben. Das daraus folgende Abgrenzungsproblem zwischen WKRL und DRL hat der deutsche Gesetzgeber dadurch gelöst, dass er für **Verträge über digitale Produkte** einen neuen Abschnitt „Titel 2a Verträge über digitale Produkte“ im Allgemeinen Schuldrecht eingeführt hat. Dieser umfasst im 1. Untertitel (§§ 327 ff. BGB) **Regelungen zu Verbraucherverträgen über digitale Produkte**. Mit den Regelungen zum Verbraucherrecht wird die Bereitstellung, die Mängelgewährleistung und die nachträgliche Änderung digitaler Produkte geregelt. Als speziellere Regelungen verdrängen sie die Regelungen der Vertragstypen des Besonderen Schuldrechts (u.a. Kauf-, Miet-, Dienst und Werkvertrag).¹⁰⁴⁵ Zudem sind im Untertitel 2 ergänzende Regelungen zum unternehmerischen **Regress in der Lieferkette** für Verträge über digitale Produkte **zwischen Unternehmen** enthalten (§§ 327t ff. BGB). Inwieweit diese Regressvorschriften dazu beitragen, dass die Nachhaltigkeit von ADS-Software und smarten Produkten befördert wird bzw. möglichen Verantwortungslücken oder Verantwortungsdiffusion entgegenwirken, ist zu prüfen.

4.4.2.3.2 Gewährleistungsrechte für ADS-Software und smarte Produkte

Damit Verbraucher direkte und indirekte Umwelteffekte von ADS-Software und smarten Produkten im Rahmen des Gewährleistungsrechts beanstanden können, muss das Vorliegen oder Nichtvorliegen einer umweltbezogenen Eigenschaft als Mangel dieser Produkte zu betrachten sein.

4.4.2.3.2.1 Der Begriff „Digitale Produkte“

Zunächst ist der Begriff „digitale Produkte“ zu erläutern, da dieser für Mangelbegriffe verwendet wird.

¹⁰⁴² Richtlinie (EU) 2019/770 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.5.2019 über bestimmte vertragsrechtliche Aspekte der Bereitstellung digitaler Inhalte und digitaler Dienstleistungen, Abl. der EU L 136 vom 22.5.2019, 1.

¹⁰⁴³ Richtlinie (EU) 2019/771 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Mai 2019 über bestimmte vertragsrechtliche Aspekte des Warenkaufs, zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/2394 und der Richtlinie 2009/22/EG sowie zur Aufhebung der Richtlinie 1999/44/EG, Abl. der EU L 136, vom 22.5.2019, 28.

¹⁰⁴⁴ Mit beiden Richtlinien soll das Funktionieren des Binnenmarkts und ein hohes Verbraucherschutzniveau gewährleistet werden; der Umweltschutz wird hingegen nicht genannt; vgl. Staudinger/Artz, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 9.

¹⁰⁴⁵ Staudinger/Artz, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 277.

Nach § 327 Abs. 1 BGB umfassen digitale Produkte „die Bereitstellung digitaler Inhalte“ oder „digitaler Dienstleistungen“ von Unternehmen an Verbrauchern. Die beiden Begriffspaare sind weit gefasst, um rechtlich bei der technologischen Entwicklung flexibel zu sein¹⁰⁴⁶:

- **„Digitale Inhalte“** sind *„Daten, die in digitaler Form erstellt oder bereitgestellt werden“* (§ 327 Abs. 2 S. 1 BGB). Ausschlaggebend für das Vorliegen eines digitalen Inhalts ist, dass der Vertragsgegenstand in digitaler Form vorliegt, unabhängig von seinem Inhalt.¹⁰⁴⁷ Ob die Daten ursprünglich in analoger Form vorlagen (z.B. bei der Digitalisierung eines analogen Bildes) ist dafür unbeachtlich. Darunter fallen z.B. Video-, Audio- und Musikdateien, digitale Spiele, Elektronische Bücher und Publikationen.¹⁰⁴⁸ Unter den Begriff „digitaler Inhalt“ fallen auch Computerprogramme („Software“) und Anwendungen (auch „Apps“ genannt).¹⁰⁴⁹ Dies gilt nicht nur für Standardsoftware sondern auch für speziell auf die Kundschaft zugeschnittene Software (siehe § 327 Abs. 4 BGB).¹⁰⁵⁰ Die in der Rechtsprechung seit längerer Zeit vorgenommene **Unterscheidung** zwischen sogenannter **„Standardsoftware“**¹⁰⁵¹, die dem Kaufrecht unterliegt, und **„individueller Spezialsoftware“**, die sich nach dem Werkvertragsrecht richtet,¹⁰⁵² dürfte damit **nicht mehr anwendbar** sein. Ob es sich bei ADS um eine Standardsoftware oder um eine Spezialsoftware handelt, etwa weil sie sich in Bezug auf ihre Lernfähigkeit individuell den Verbrauchern anpasst, ist danach unerheblich. Vielmehr handelt es sich bei den vorgenannten Fällen um Software, für die die Regelungen des §§ 327 ff BGB gelten. Der Begriff „erstellen“ soll nach der Vorstellung des Gesetzgebers auch Technologien umfassen, die „ohne unmittelbare menschliche Intervention im Rahmen des Produktionsprozesses“ arbeiten.¹⁰⁵³ So könnten z.B. von ADS verfasste digital vorliegende Bücher oder Musik den Begriff „erstellte digitale Inhalte“ erfüllen.
- Der Begriff **„Digitale Dienstleistungen“** wurde vom Gesetzgeber neu geschaffen und ist in § 327 Abs. 2 S. 2 Nr. 1 und Nr. 2 BGB legal definiert:
Nach Nr. 1 zählen dazu Dienstleistungen, die *„die Erstellung, die Verarbeitung oder die Speicherung von Daten in digitaler Form oder den Zugang zu solchen Daten ermöglichen“*. Beispiele sind „Software-as-a-Service, wie die gemeinsame Nutzung von Video- oder Audioinhalten und andere Formen des Datei-Hosting, Textverarbeitung oder Spiele, die in einer Cloud-Computing-Umgebung und in sozialen Medien angeboten werden.“¹⁰⁵⁴
Während, die in Nr. 1 erfassten Dienstleistungen auf die individuelle Nutzung durch einen Verbraucher gerichtet ist, zeichnen sich die in Nr. 2 definierten Dienstleistungen durch einen gemeinschaftlichen Gebrauch der Verbraucher aus.¹⁰⁵⁵ Dieser Gebrauch kann darin liegen,

¹⁰⁴⁶ Staudinger/Arzt, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 277.

¹⁰⁴⁷ BT-Drucksache 19/27653, 38.

¹⁰⁴⁸ BT-Drucksache 19/27653, 39; Staudinger/Arzt, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 292.

¹⁰⁴⁹ BT-Drucksache 19/27653, 39 mit Verweis auf den 19. Erwägungsgrund der DLR; Staudinger/Arzt, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 292.

¹⁰⁵⁰ Als Beispiele für digitale Produkte nach Verbraucherspezifikation nennt der 26. Erwägungsgrund der Dienstleistungsrichtlinie „maßgeschneiderte Software“ und die „Bereitstellung elektronischer Dateien im Rahmen von 3D-Drucks von Waren“, die nach den Spezifikationen des Verbrauchers erstellt werden, vgl. BT-Drucksache 19/27653, 41.

¹⁰⁵¹ Eine „Standardsoftware“ liegt nach der Rechtsprechung vor, wenn es sich um eine Kopie einer „fertig entwickelten Software“ handelt, die als Massenprodukt am Markt vertrieben werden kann und nicht individuell an die Anforderungen des Kunden angepasst ist, vgl. BGH, 22. 12. 1999 - VIII ZR 299/98 (KG), NJW 2000, 14 15; Bleckat, Anwendbarkeit des kaufrechtlichen Sachmangelgewährleistungsrechts auf künstliche Intelligenz K&R Heft 12 2020, 807 (808).

¹⁰⁵² Vgl. Bleckat, Anwendbarkeit des kaufrechtlichen Sachmangelgewährleistungsrechts auf künstliche Intelligenz K&R Heft 12 2020 807 (808); BGH, 22. 12. 1999 - VIII ZR 299/98 (KG), NJW 2000, 14 15; BGH, 4. 11. 1987 - VIII ZR 3 14/86, NJW 1988, 406; BGH, 24. 1. 1990 - VIII ZR 22/89, NJW 1990, 1290, 129 1; BGH, 4. 11. 1987 - VIII ZR 3 14/86, JW 1988, 406, 407; OLG Stuttgart, 29. 10. 1986 - 3 U 88/86, CR 1988, 296; OLG Stuttgart, 23. 6. 1986 - 2 U 252/85, NJW-RR 1986, 1245.

¹⁰⁵³ BT-Drucksache 19/27653, S. 38; Staudinger/Arzt, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 289.

¹⁰⁵⁴ Vgl. BT-Drucksache 19/27653, 39, die auf den 19. Erwägungsgrund der Dienstleistungsrichtlinie verweist.

¹⁰⁵⁵ Staudinger/Arzt, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 296.

dass der Verbraucher anderen Personen Inhalte zur Verfügung stellt oder mit diesen in Interaktion tritt. Die Gesetzesbegründung nennt als Beispiele „soziale Netzwerke, elektronische Verkaufs-, Auktions-, Handels-, Vergleichs-, Buchungs-, Bewertungs- oder Vermittlungsplattformen sowie Blog-Portale, Videostreaming-Dienste und Remote-Office-Lösungen.“¹⁰⁵⁶

Eine exakte Abgrenzung zwischen den beiden Alternativen des § 327 Abs. 2 S. 2 BGB erfolgt nicht, was für die Rechtsanwendung allerdings auch nicht erheblich ist, da **keine unterschiedlichen Rechtsfolgen an die Unterscheidung anknüpfen**.¹⁰⁵⁷

Werden digitale Produkte mit integrierten ADS in der Form von Open Source-Software bereitgestellt, unterliegen sie nicht dem Anwendungsbereich der §§ 327 ff. BGB, (vgl. § 327 Abs. 6 Nr. 6 BGB bzw. Art. 3 Abs. 5 Buchstabe f DLR). Nach dem 32. Erwägungsgrund soll für diesen Fall, in dem ein Unternehmer ohne Bezahlung oder Verarbeitung der personenbezogenen Verbraucherdaten Software bereitstellt, dessen Beitrag zur Forschung und Innovation im Bereich digitaler Produkte Rechnung getragen werden.

4.4.2.3.2.2 Anwendung unterschiedlicher Mangelbegriffe auf ADS-Software und smarte Produkte

In den kaufrechtlichen Regelungen des BGB gelten nach der am 1.1.2022 in Kraft getretenen Novellierung **vier unterschiedliche Sachmangelbegriffe** (§§ 327e, 434, 475b, 475c BGB), die beim Erwerb von ADS-Software und smarten Produkten und der Geltendmachung von Gewährleistungsrechten zu unterscheiden sind:¹⁰⁵⁸

- ▶ § 434 BGB ist anzuwenden, wenn:
 - es sich um einen Kaufvertrag über eine **Ware ohne digitale Funktionen** handelt oder
 - bei einem Kaufvertrag **zwischen Unternehmen** (§ 14 BGB)¹⁰⁵⁹ („B2B“ – engl.: business to business) oder **zwischen Verbrauchern** (§ 13 BGB)¹⁰⁶⁰ („C2C“ – engl. citizen to citizen) handelt.
- ▶ Wird **nur ADS-Software** oder ein Datenträger mit ADS-Software gekauft, ist §§ 327e BGB anzuwenden (§ 327 Abs. 5 BGB).
- ▶ Handelt es sich beim Kauf von smarten Produkten um einen **Verbrauchsgüterkauf** (§ 474 ff BGB) ist zwischen den Mangelbegriffen in §§ 327e, 475b, § 475c BGB wie folgt zu unterscheiden:
 - Die Regelungen der §§ 327d ff. BGB und damit der Sachmangelbegriff in **§ 327e BGB** ist gem. § 327a Abs. 2 BGB anzuwenden, wenn es sich um **Sachen handelt, die digitale Produkte enthalten oder damit verbunden sind**.
 - Hingegen ist für **Waren mit digitalen Elementen immer** der Mangelbegriff in **§§ 475b und 475c BGB** (gem. § 327a Abs. 3 BGB) anzuwenden. Darunter sind solche Waren zu verstehen, die digitale Produkte enthalten oder damit verbunden sind und bei denen noch zwei weitere kumulative Eigenschaften vorliegen (gem. § 327a Abs. 3 S. 1 BGB): Die **Ware kann ihre Funktion ohne diese digitalen Produkte nicht erfüllen** (funktionales Element) **und die digitalen Produkte werden im Rahmen des Kaufvertrags über die Ware bereitgestellt** (vertragliches Element).¹⁰⁶¹ Ist eine der beiden kumulativen Bedingungen nicht erfüllt, ist der Mangelbegriff nach § 327e BGB anzuwenden. In Fällen, in denen es unklar ist, ob der Verkäufer der Ware auch die digitalen Elemente bereitstellt,

¹⁰⁵⁶ BT-Drucksache 19/27653, 39.

¹⁰⁵⁷ Staudinger/Artz, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 296.

¹⁰⁵⁸ Gelbrich/Timmernann, Der Mangelbegriff im Kaufrecht nach Umsetzung der WKRL und DIRM, NJOZ 2021, 1249 (1256).

¹⁰⁵⁹ Als „Unternehmer“ werden in diesem Kapitel gem. § 14 BGB definiert: „eine natürliche oder juristische Person oder eine rechtsfähige Personengesellschaft, die bei Abschluss eines Rechtsgeschäfts in Ausübung ihrer gewerblichen oder selbständigen beruflichen Tätigkeit handelt“.

¹⁰⁶⁰ Als „Verbraucher“ werden in diesem Kapitel gem. § 13 BGB definiert: „jede natürliche Person, die ein Rechtsgeschäft zu Zwecken abschließt, die überwiegend weder ihrer gewerblichen noch ihrer selbständigen beruflichen Tätigkeit zugerechnet werden können.“

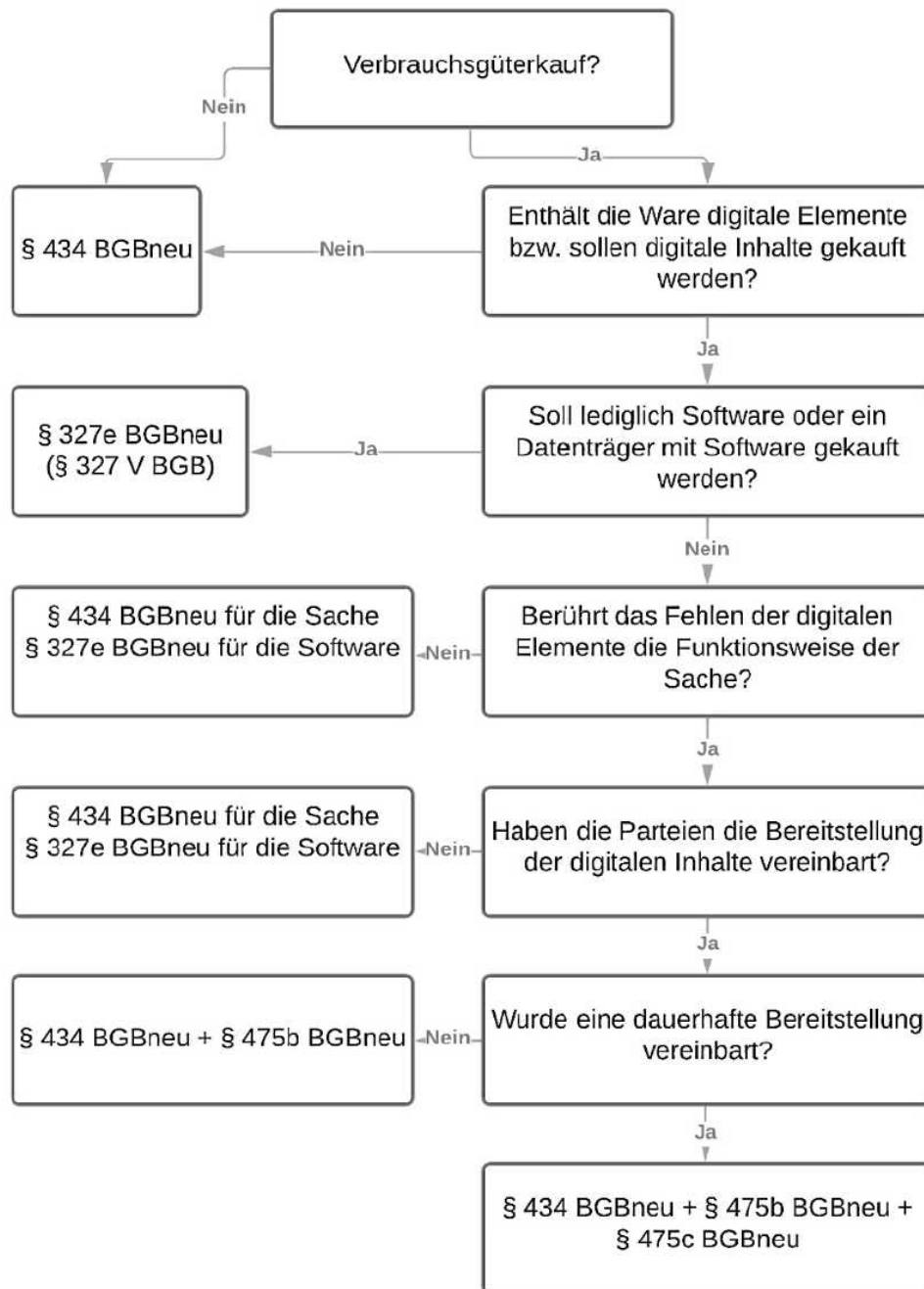
¹⁰⁶¹ Gelbrich/Timmernann, Der Mangelbegriff im Kaufrecht nach Umsetzung der WKRL und DIRM, NJOZ 2021 1249 (1256).

ist der Verkäufer nach der Vermutungsregel des § 327a Abs 3 S. 2 BGB zu deren Bereitstellung verpflichtet. Daraus folgt für Verkäufer von smarten Produkten, dass sie sich über den Umfang ihrer kauvertraglichen Pflichten Gedanken machen müssen und den Ein- oder Ausschluss der digitalen Elemente im Kaufvertrag gegenüber den Verbrauchern klar regeln und kommunizieren sollten. Für die Verbraucher bringt die Vermutungsregelung Rechtssicherheit, an wen sie sich bei einem Sachmangel des digitalen Elements wegen ihren Gewährleistungsrechten wenden kann.

Beim Kauf von smarten Produkten führen die vorgenannten Konstellationen also dazu, dass unterschiedliche Sachmangelbegriffe und Gewährleistungsregeln für die Ware einerseits sowie der darin enthaltenen oder damit verbundenen ADS-Software andererseits gelten können (vgl. die nachfolgende Abbildung). Für die nachfolgende Untersuchung sollen zwei Konstellationen im Fokus stehen:

1. **Mangelbegriff nach §§ 475b und 475c BGB:** Das smarte Produkt wird in einem Verbrauchsgüterkauf als Ware mit digitalen Elementen erworben.
2. **Mangelbegriff nach § 327e BGB:** Das smarte Produkt ist eine Sache, die digitale Produkte enthält oder damit verbunden ist und dem Verbrauchsgüterkauf unterliegt bzw. eine ADS-Software.

Abbildung 19: Anwendung unterschiedlicher Mangelbegriffe im Verbrauchsgüterkauf



Quelle: Gelbrich/Timmermann, Der Mangelbegriff im Kaufrecht nach Umsetzung der WKRL und DIRM (NJOZ 2021, 1257).

Ob im Rahmen des Gewährleistungsrechts direkte und indirekte Umwelteffekte von ADS als Mangel geltend gemacht werden können bzw. ob das Gewährleistungsrecht die Vermeidung solcher Umwelteffekte adressiert, wird nunmehr untersucht. Dies erfolgt auch mit Blick auf die Black-Box-Problematik bei ADS sowie hinsichtlich der Verantwortungszuweisung an die verschiedenen Akteure (Hersteller der Software, Verkäufer des smarten Produkts sowie weiterer Dienstleister wie Cloudanbieter).

4.4.2.3.2.2.1 Vorliegen eines Sachmangels nach § 327e BGB

Alle vier Mangelbegriffe in §§ 327e, 434, 475b, 475c BGB bestimmen sich im Kern **nach subjektiven und objektiven Anforderungen** an die Ware bzw. das digitale Produkt sowie nach weiteren spezifischen Anforderungen, die gleichwertig erfüllt sein müssen.¹⁰⁶²

Die ADS-Software und das smarte Produkt weisen einen Sachmangel aufgrund **subjektiver Anforderungen** auf, wenn sie nicht die **vereinbarte Beschaffenheit** haben (§ 327e Abs. 2 Nr. 1 BGB).

Die „**Beschaffenheit**“ orientiert sich am Kaufrecht und ist weit zu verstehen,¹⁰⁶³ als „jegliche Merkmale eines digitalen Produkts, die dem Produkt selbst anhaften oder sich aus seiner Beziehung zur Umwelt ergeben“¹⁰⁶⁴. Ein Produktmangel liegt vor, wenn die tatsächliche Beschaffenheit (Ist-Zustand) von der vertraglich vereinbarten Beschaffenheit (Soll-Zustand) abweicht; wobei die Beschaffenheitsvereinbarung ausdrücklich oder konkludent erfolgen kann.¹⁰⁶⁵

Sowohl bei deterministischen als auch bei lernenden Algorithmen ist davon auszugehen, dass sich die Beschaffenheitsanforderungen ausdrücklich oder konkludent positiv bestimmen lassen und in der **Produkt- und Leistungsbeschreibung enthalten** sind. Allerdings dürfte die Abweichung bei beiden Typen unterschiedlich schwer zu erkennen bzw. nachzuweisen sein. Ein Beispiel für eine deterministische Software könnte so aussehen, dass die Software Verbrauchern (Autofahrenden) nach voreingestellten Parametern die CO₂-ärmste Wegstrecke von A nach B empfiehlt. Hier läge z.B. ein Produktmangel vor, wenn die voreingestellten Parameter falsch sind, z.B. der Kraftstoffverbrauch pro km zu hoch/niedrig angegeben wurde. Diese Abweichung dürfte einfach zu erkennen sein. Ein lernender Algorithmus im vorgenannten Routenplanerbeispiel könnte das Steuerungsziel implementieren „*CO₂-Ausstoß-optimierte Routenfindung unter Berücksichtigung des individuellen Verkehrsverhaltens und der konkreten Verkehrssituation.*“ Hier ist die Abweichung des Soll-Zustands vom Ist-Zustand bei der vereinbarten Beschaffenheit nicht ohne weiteres zu erkennen und fraglich wer dies zu vertreten hat. So ist es nicht unwahrscheinlich, dass gerade bei lernenden Algorithmen nicht alle relevanten Beschaffenheitsanforderungen im Zeitpunkt der Produktbereitstellung festgelegt/vorhergesehen werden. Die Abweichung vom Sollzustand wäre ein Programmierfehler der vom Softwarehersteller zu vertreten ist.¹⁰⁶⁶ Ist der Grund für die Abweichung vom Sollzustand auf implizite oder explizite Zielvorgaben durch die Verbraucher zurückzuführen, stellt sich die Frage, ob die Software einen Mangel hat. Es ist zu vermuten, dass gerade die Unternehmer bei Verwendung von lernenden Algorithmen entweder in der Programmierung Schutzmechanismen vorsehen und/oder versuchen, in den Beschaffenheitsanforderungen unkontrollierbare Risiken auszuschließen. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass die Verletzung von Individualrechtsgütern wie Leben, Gesundheit und Eigentum von Dritten drohen.¹⁰⁶⁷ Unternehmer (Verkäufer) können bei den Beschaffenheitsanforderungen die Haftung für Fehlverhalten durch die Vereinbarung von „**negativen Beschaffenheitsvereinbarungen**“ ausschließen. So könnte z.B. eine bestimmte Fehlerquote der ADS vereinbart werden.¹⁰⁶⁸ Die Vereinbarung einer Fehlerquote erscheint gerade bei lernenden Algorithmen notwendig, da diese aus Fehlern/Fehlverhalten lernen und damit völlig fehlerfreie ADS nicht zu er-

¹⁰⁶² Gelbrich/Timmernann, Der Mangelbegriff im Kaufrecht nach Umsetzung der WKRL und DURL, NJOZ 2021, 1249 ff.

¹⁰⁶³ Staudinger/Artz, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 382.

¹⁰⁶⁴ BT-Drs. 19/27653, 54.

¹⁰⁶⁵ BT-Drs. 19/27653, 54.

¹⁰⁶⁶ Bleckat, Kaufrechtliche Sachmangelgewährleistung bei künstlicher Intelligenz, K&R 2020, S. 807 (810), der von „schwacher“ und „starker KI“ spricht.

¹⁰⁶⁷ Bleckat, Kaufrechtliche Sachmangelgewährleistung bei künstlicher Intelligenz, K&R 2020, 807 (810).

¹⁰⁶⁸ Vgl. Bleckat, Kaufrechtliche Sachmangelgewährleistung bei künstlicher Intelligenz, K&R 2020, 807 (811).

warten sind. Sollten Schutzmechanismen nicht funktionieren oder vertragliche Beschaffenheitsanforderungen rechtswidrig sein, kann der Verbraucher Gewährleistungsansprüche nach § 327 ff BGB geltend machen.

Zu den subjektiven Anforderungen gehört, dass das Produkt **„sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte Verwendung eignet“** (§ 327e Abs. 2 S. 1 Nr. 1 lit. b BGB). Diese Vorschrift entspricht dem Kaufvertragsrecht (§ 433 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 BGB) und schreibt vor, dass der Verbraucher spätestens beim Vertragsschluss den Unternehmer über den von ihm/ihr angestrebten Zweck in Kenntnis setzen muss.

Ein weiteres Merkmal der subjektiven Anforderungen gem. § 327e Abs. 2 Nr. 2 BGB ist, dass das digitale Produkt mit dem vertraglich vereinbarten **Zubehör, Anleitung und Kundendienst** bereitzustellen ist (§ 327 e Abs. 2 S. 1 Nr. 2 BGB). Anforderungen an die möglichen Umwelteffekte von ADS und deren Vermeidung sind in der zivilrechtlichen Regelung nicht enthalten. Entsprechende Anforderungen könnten in der KI-VO, dem EVPG und Produktsicherheitsrecht geregelt werden.

Schließlich gehört zu den subjektiven Anforderungen die **Aktualisierungspflicht, des Unternehmers** auch nach der Bereitstellung des digitalen Produkts gem. § 327 e Abs. 2 S. 1 Nr. 3 BGB verpflichtet, die vereinbarten Aktualisierungen des Produkts zu gewährleisten. Dies umfasst, neben Updates (verstanden als Aktualisierung einer Softwareversion), auch Upgrades (verstanden als Aktualisierung mit einer erweiterten oder verbesserten Softwareversion) und Sicherheitsaktualisierungen (§ 327f BGB).¹⁰⁶⁹ Damit wird im Gegensatz zum bisherigen Recht der Bedeutung von Sicherheitsupdates und anderen Programmupdates für Software und digitale Produkte Rechnung getragen.¹⁰⁷⁰ Neben der Möglichkeit der Vertragsparteien, vertraglich Aktualisierungspflichten zu vereinbaren, gelten die objektiven Anforderungen an die Aktualisierungspflicht in § 327f Abs. 3 Nr. 3 BGB. Den Vertragsparteien steht dabei frei, sich über die Art, Dauer und Umfang zu einigen. Allerdings müssen dabei die Anforderungen an die ausdrückliche Vereinbarung aus § 327h BGB eingehalten sein. Wird über den Aktualisierungszeitraum keine Vereinbarung getroffen, besteht für den Unternehmer eine Rechtsunsicherheit über seine Leistungspflichten. Denn in diesem Fall richten sich die Aktualisierungspflichten danach was der Verbraucher *„aufgrund der Art und des Zwecks des digitalen Produkts und unter Berücksichtigung der Umstände und der Art des Vertrags erwarten kann.“* (§ 327 e Abs. 2 S. 1 Nr. 3 BGB). Der Unternehmer kann sich demnach weitgehend von der Pflicht zur Aktualisierung freihalten. Die Verpflichtung zur Aktualisierung bzw. deren Umfang wird sich sicherlich im Kaufpreis für das digitale Produkt niederschlagen.¹⁰⁷¹ Im Hinblick auf zukünftige Leistungsfähigkeiten eines digitalen Produkts durch neue Nutzungsoptionen wie z.B. verbesserte Umwelteigenschaften oder die Schließung von Sicherheitslücken ist diese weitgehende Freizeichnungsmöglichkeit kritisch zu sehen. Umso mehr als Kundinnen und Kunden auch einen ausdrücklichen Hinweis im Vertrag gem. § 327h BGB erst einmal zur Kenntnis nehmen müssen oder aus kurzfristigen Erwägungen lieber ein günstiges Produkt mit geringerer Aktualisierungsqualität kaufen.

Die **objektiven Anforderungen** an das digitale Produkt werden in § 327e Abs. 3 Satz 1 BGB aufgezählt und müssen aufgrund der **Gleichrangigkeit mit den subjektiven Anforderungen** für eine Mangelfreiheit ebenfalls vorliegen. Für die Frage, ob ein ADS oder das smarte Produkt einen Mangel aufweist, dürften in der Regel die objektiven Anforderungen ausschlaggebend sein, denn sie gelten immer, wenn die Vertragsparteien keine weitergehenden subjektiven Anforderungen vereinbaren. Die Vertragsparteien dürfen zu Gunsten des Verbrauchers davon abweichen (durch

¹⁰⁶⁹ Gelbrich/Timmernann, Der Mangelbegriff im Kaufrecht nach Umsetzung der WKRL und DURL, NJOZ 2021, S. 1252.

¹⁰⁷⁰ Metzger in: Münchner Kommentar zum BGB, 9. Auflage 2022, § 327e BGB, Rn. 19.

¹⁰⁷¹ Staudinger/Artz, Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte, 1. Auflage 2022, Rn. 388.

subjektive Anforderungen), aber Abweichungen zum Nachteil des Verbrauchers sind nur in Fällen des § 327h BGB erlaubt.¹⁰⁷² Die sechs objektiven Anforderungen in § 327e Abs. 3 Satz 1 BGB müssen kumulativ vorliegen, aber nicht alle Anforderungen sind im konkreten Einzelfall immer zutreffend. Die für ADS-Software und smarte Produkte besonders relevanten objektiven Anforderungen sind, dass digitale Produkte den objektiven Anforderungen entsprechen, wenn sie:

- ▶ für die „gewöhnliche Verwendung“ geeignet sind (§ 327e Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 BGB) oder
- ▶ der „üblichen Beschaffenheit“ von digitalen Produkten derselben Art und der vom Verbraucher zu „erwartenden Beschaffenheit“ entsprechen (§ 327e Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 BGB).

Für die in § 327e Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 BGB vorausgesetzte Eignung eines digitalen Produkts für die **gewöhnliche Verwendung**, muss eine Referenzgruppe gebildet werden, die nicht zu eng zu fassen ist. Vielmehr kommt es für die Zweckbeurteilung darauf an, wie digitale Produkte „derselben Art in der Regel genutzt werden“.¹⁰⁷³ Denn je enger die Referenzgruppe gewählt wird, umso eher kann eine Eignung behauptet werden.¹⁰⁷⁴ Maßstab für die Bestimmung der vorgenannten Tatbestandsmerkmale ist die **Verkehrsanschauung, die durch den Stand der Technik (technische Normen) oder falls dieser nicht existiert, sektorspezifische Verhaltenskodizes** geprägt wird.¹⁰⁷⁵ Für Software existieren bereits technische Normen auf internationaler Ebene¹⁰⁷⁶ und verschiedene DIN-Normen auf nationaler Ebene¹⁰⁷⁷. Aber diese Normen eignen sich bislang nicht, um die gewöhnliche Verwendung von Software und speziell von ADS zu bestimmen. In Normen sind ebenfalls bislang keine Umweltschutzanforderungen an ADS geregelt. 2022 hat das Deutsche Institut für Normung (DIN) eine „Deutsche Normungsroadmap KI“¹⁰⁷⁸ veröffentlicht, in dem ein Schwerpunktthema „Energie und Umwelt“ ist. Als Beispiel werden in der Roadmap „personalisierte KI-gestützten Empfehlungssysteme für nachhaltigen Konsum“ genannt.¹⁰⁷⁹

Zur Bestimmung der gewöhnlichen Verwendung eines ADS oder eines smarten Produktes kann grundsätzlich auch auf die **Fehlerquote** des konkreten digitalen Produkts im Vergleich zur durchschnittlichen Fehlerquote bei vergleichbaren digitalen Produkten abgestellt werden.¹⁰⁸⁰ Zu klären wäre dann, nach welchen Standards die Fehlerhaftigkeit zu bestimmen ist und welches Restrisiko akzeptiert wird. Für die Standardbildung bei lernenden Algorithmen müssten die Parameter für die Personalisierung der Software bestimmt und transparent gemacht werden, um einen Sachmangel zu bestimmen. Ansonsten ist aufgrund unterschiedlicher Datenmengen bzw. Verhaltensmuster der Käufer die Vergleichbarkeit der Fehleranfälligkeit beim selben Produkt oder bei vergleichbaren Produkten erschwert oder unmöglich.

Die **Beschaffenheit** des digitalen Produkts muss gem. § 327e Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 BGB der „**üblichen Beschaffenheit**“ von digitalen Produkten derselben Art und der vom Verbraucher zu „**erwartenden Beschaffenheit**“ entsprechen.¹⁰⁸¹ Beide Merkmale „übliche Beschaffenheit“ und

¹⁰⁷² Metzger in: Münchner Kommentar zum BGB, 9. Aufl. 2022, § 327e BGB, Rn. 25.

¹⁰⁷³ Vgl. Art. 8 Abs.1 Buchstabe a Digitale-Inhalte-RL.

¹⁰⁷⁴ Metzger in: Münchner Kommentar zum BGB, 9. Aufl. 2022, § 327e BGB, Rn. 27.

¹⁰⁷⁵ Wie der Beschaffenheitsbegriff im Kaufrecht in Richtung eines nachhaltigen Konsums z.B. bei der Lebensdauer und Reparierbarkeit von „konventionellen“ Produkten gesteuert werden kann und welche Rolle öffentlich-rechtliche Standards für die Bestimmung der Beschaffenheit spielen, zeigen: Schlacke/Tonner, Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, UBA-Texte 72/2015, 122 ff (128), https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf (22.04.2025).

¹⁰⁷⁶ Z.B. ISO/IEC 25000:2014 „Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)“. Der Standard wurde 2020 überarbeitet und ist zu beziehen unter: <https://www.iso.org/standard/64764.html> (22.04.2025).

¹⁰⁷⁷ Deutsches Institut für Normung, siehe die Internetseite: <https://www.din.de/> (22.04.2025).

¹⁰⁷⁸ Siehe die „Zweite Ausgabe der Deutschen Normungsroadmap KI“ unter: <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/kuenstliche-intelligenz/fahrplan-festlegen> (22.04.2025).

¹⁰⁷⁹ Siehe vorherige Fn. 280.

¹⁰⁸⁰ Bleckat, Kaufrechtliche Sachmangelgewährleistung bei künstlicher Intelligenz, K&R 2020, 807 (811).

¹⁰⁸¹ Metzger in: Münchner Kommentar zum BGB, 9. Aufl. 2022, § 327e BGB, Rn. 31.

„zu erwartende Beschaffenheit“ sind getrennt zu beurteilen und müssen kumulativ vorliegen.¹⁰⁸² Die „übliche Beschaffenheit“ ist gleichsam ein Auffangtatbestand zur „gewöhnlichen Verwendung“ in Nr. 1 und wird ebenfalls anhand der Verkehrsauffassung bestimmt. Allerdings ist hier die Verkehrsauffassung nicht anhand der Verbrauchererwartung, sondern nach objektivem Maßstab zu ermitteln.¹⁰⁸³ Während bei der „gewöhnlichen Verwendung“ die Verwendung oder Funktion des digitalen Produkts bestimmt wird, geht es beim Tatbestandsmerkmal der „üblichen Beschaffenheit“ um die einzelnen Merkmale des digitalen Produkts. Die Merkmale der Beschaffenheit können entweder dem Produkt immanent sein oder sich aus seiner Beziehung zur „digitalen Umwelt“ oder allgemeinen Umwelt ergeben. Zur **Bestimmung der Beschaffenheit** werden verschiedene Leistungsmerkmale in Nr. 2 aufgezählt: Menge, Funktionalität, Kompatibilität, Zugänglichkeit, Kontinuität, Sicherheit. Ebenso wie beim subjektiven Mangelbegriff kommt es auf die **Quantität** an (z.B. die Menge der nutzbaren medialen Inhalte eines Streamingdienstes). Für die Begriffe der **Funktionalität und Kompatibilität** kann auf die Ausführungen zu den subjektiven Anforderungen verwiesen werden. Im Unterschied zu den subjektiven Anforderungen kommt es hier **nicht auf die individuelle Vereinbarung** an, sondern auf die **erwartbaren Anforderungen**.

Als Mangel von ADS und smarten Produkten gelten auch **öffentliche Aussagen**, die der Verkäufer der ADS / des smarten Produkts oder Dritte gegenüber einem unbestimmten Adressatenkreis tätigen. Als „Dritte“ gelten z.B. Zwischenhändler, Hersteller des Produkts¹⁰⁸⁴ sowie deren Mitarbeitende, Vertretende oder Werbeagenturen. Bewirbt der Hersteller oder ein Dritter ADS oder ein smartes Produkt mit bestimmten Eigenschaften (z.B. die Einhaltung besonderer Umweltanforderungen) und liegen diese nicht vor, kann der Verbraucher Gewährleistungsrechte geltend machen.

Ein Mangel liegt auch dann vor, wenn der Unternehmer **seiner Informationspflicht zu Aktualisierungen** gem. § 327f BGB nicht nachkommt. Vom Regelungszweck erfasst sind regelmäßige Updates der ADS bei digitalen Produkten und smarten Produkten und damit im Zusammenhang stehende Mängel der ADS. Der Verbraucher hat dabei ein Mitwirkungsrecht, dass insbesondere die Pflicht erfasst die Updates regelmäßig durchzuführen. Der Unternehmer kann sich zwar des Herstellers bedienen, wird aber in der Regel keine Möglichkeiten haben, seinen Informationspflichten selbst nachzukommen. **Deshalb wäre zu überlegen bei digitalen Produkten, die Informationspflichten dem Hersteller des Produkts aufzuerlegen.** Die Dauer der Aktualisierungspflicht endet mit dem Ende des Bereitstellungszeitraums und hat erheblichen Einfluss auf den Nutzungszeitraum der ADS-Software und des digitalen Produkts für die Verbraucher. Es ist davon auszugehen, dass die ADS und das smarte Produkt ohne die erforderlichen Aktualisierungen nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt (z.B. mit Sicherheitslücken) funktioniert und deshalb (trotz technischer Funktionsfähigkeit) vom Verbraucher entsorgt werden. Das Schuld-/Kaufrecht hält für dieses Problem bislang keine Lösung bereit. Eine mögliche Lösung könnte z.B. ein gesetzlich vorgeschriebener Mindestzeitraum für die Aktualisierungspflicht je nach Produkt sein. Rohde et al. (2021) beschreiben den Einfluss von ADS auf die Produktlebensdauer so:

„Letztlich können KI-Systeme einen positiven, aber auch negativen Einfluss auf die Produktqualität und -lebensdauer nehmen. Ein bekanntes Problem ist in diesem Zusammenhang die softwarebedingte Hardware-Obsoleszenz, also das durch neue, performantere Software bedingte Austauschen von Hardwarekomponenten. Der Anspruch sollte es sein, dass das KI-System keine softwarebedingte Hardware-Obsoleszenz erzeugt. Stattdessen zielt die Anwendung des KI-Systems darauf ab,

¹⁰⁸² Metzger in: Münchner Kommentar zum BGB, 9. Aufl. 2022, § 327e BGB, Rn. 31.

¹⁰⁸³ Siehe Metzger in: Münchner Kommentar zum BGB, 9. Aufl. 2022, § 327e BGB, Rn. 40 mit Verweis auf den 46. Erwägungsgrund der Digitale-Inhalte-RL.

¹⁰⁸⁴ Siehe den 21. Erwägungsgrund Digitale-Inhalte-RL.

die Produktqualität (u.a. recyclebar, umweltfreundlich) und damit die Lebensdauer zu erhöhen.“¹⁰⁸⁵

4.4.2.3.2.2 Vorliegen eines Sachmangels nach §§ 475b, 475c BGB

Auch beim Verbrauchsgüterkauf hängt das Vorliegen eines Sachmangels von subjektiven und objektiven Anforderungen ab. Diese entsprechen den Anforderungen in § 327e Abs. 2 (bzw. § 434 Abs. 2) und § 327e Abs. 3 BGB (bzw. § 434 Abs. 3 BGB), weshalb diesbezüglich auf die Ausführungen im vorherigen Abschnitt verwiesen wird.

Auch bei Waren mit digitalen Elementen besteht im Rahmen der Mangelbegriffe eine **Aktualisierungspflicht für Software**. Allerdings unterscheidet sich die Regelung im Verbrauchsgüterkauf bei Waren mit digitalen Elementen (475 b Abs. 4 Nr. 2 BGB) von der Regelung für eingeständige digitale Produkte (§ 327f Abs. 3 BGB) hinsichtlich des Zeitpunkts (hier Gefahrübergang) und der **Dauer der Aktualisierungspflicht**. Für den Verbraucher bestimmt sich die Dauer bei Waren mit digitalen Elementen nach 475 b Abs. 4 Nr. 2 BGB wie folgt:

„während des Zeitraums, den er aufgrund der Art und des Zwecks der Ware und ihrer digitalen Elemente sowie unter Berücksichtigung der Umstände und der Art des Vertrags erwarten kann.“

Die berechtigte Verbrauchererwartung an die Dauer einer Softwareaktualisierung hängt damit davon ab, welche Erwartung der Verbraucher an die Haltbarkeit der physischen Ware hat. Damit kann je nach Art und Zweck der Ware die Aktualisierungspflicht nach 475 b Abs. 4 Nr. 2 BGB im Vergleich zu den Aktualisierungspflichten für digitale Produkte nach § 327f Abs. 3 BGB deutlich länger bestehen. Aus Verbraucherschutzsicht sind damit smarte Produkte, bei denen das digitale Produkt vom Verkäufer der Ware mitverkauft wird, deutlich vorteilhafter.¹⁰⁸⁶

Wurde eine dauerhafte Bereitstellung von digitalen Elementen vereinbart, also eine fortlaufende Bereitstellung über einen Zeitraum (so in § 327e Abs. 2 S. 3 BGB definiert), dann treten zu den Regelungen in §§ 434 und 475b BGB noch die Regelungen des § 475c BGB hinzu. Der Verbraucher hat dann für den bestimmten Bereitstellungszeitraum Anspruch auf Aktualisierungen. Haben die Parteien keinen konkreten Zeitraum vereinbart und lässt er sich auch nicht durch Auslegung ermitteln, kommt es auf die berechtigte Verbrauchererwartung an (gem. §§ 475c Abs. 1 S. 2, 475b Abs. 4 Nr. 2 BGB). Zum Schutz der Verbraucher gilt aber, dass die digitalen Elemente mindestens für zwei Jahre nach der Warenlieferung in einem vertragsmäßigen Zustand zu halten sind, sprich entsprechende Updates zur Verfügung zu stellen sind (§ 475c Abs. 2 BGB).

4.4.2.3.2.3 Zeitpunkt für Mangelfreiheit, Verjährung und Beweislastumkehr

Damit der Verbraucher Gewährleistungsrechte gegen den Verkäufer/Unternehmer geltend machen kann, ist entscheidend, welcher Zeitraum für die Mangelfreiheit maßgeblich ist, wann die Gewährleistungsansprüche verjähren und wer den Mangel beweisen muss (Beweislastumkehr); siehe dazu den Überblick in Tabelle 222.

Betrachtet man den **maßgeblichen Zeitpunkt für die Sachmangelfreiheit** für den Verbrauchsgüterkauf mit der Bereitstellung digitaler Elemente (§§ 475b und 475c BGB) und für digitale Produkte (§ 327 ff BGB) zeigt sich, dass der wesentliche Unterschied darin liegt, ob die ADS-Software selbst (im Fall des digitalen Produkts) bzw. die Software beim Verbrauchsgüterkauf eines smarten Produkts einmalig oder dauerhaft bereitgestellt wird. Bei einmaliger Bereitstellung beginnt der maßgebliche Zeitpunkt für die Mangelfreiheit unmittelbar mit der Bereitstellung der ADS-Software (§ 327e Abs. 1 S. 2 BGB) bzw. mit dem Gefahrübergang (§ 475b Abs. 2 BGB). Bei

¹⁰⁸⁵ Rohde et al., Nachhaltigkeitskriterien für künstliche Intelligenz, 2021, 49.

¹⁰⁸⁶ Mayer/Möllnitz, Gewährleistung für „smarte“ Produkte nach Umsetzung der Digitale Inhalte- und Warenkauf-Richtlinien, Recht Digital 2021, 333 (340).

dauerhafter Bereitstellung gilt als Zeitpunkt für die Sachmangelfreiheit der zwischen Verkäufer/Unternehmer und Käufer der vereinbarte Bereitstellungszeitraum (§ 327e Abs. 1 S. 3 BGB). Beim Verbrauchsgüterkauf im Fall des § 475c BGB hat der Verbraucher einen verstärkten Schutz, wenn die Software vom Verkäufer bereitgestellt wird. Dann beträgt der maßgebliche Zeitpunkt mindestens zwei Jahre ab Warenablieferung (§ 475c Abs. 2 BGB).

Mit Blick auf die Vermeidung indirekter Umwelteffekte von smarten Produkten, insbesondere durch Software-Obsoleszenz (siehe Abschnitt 4.4.2.1.2) ist festzustellen, dass das Sachmangel- und Gewährleistungsrecht **keinen Mindest-Bereitstellungszeitraum** festlegt. Die Vereinbarung des Bereitstellungszeitraums bleibt den Vertragsparteien überlassen und wird sich nach den Vorgaben der Unternehmer/Verkäufer richten bzw. sind bei entsprechender Verbrauchernachfrage unterschiedliche Preise für verschieden lange Bereitstellungszeiträume zu erwarten.

Die **Verjährungsfristen** unterscheiden sich ebenfalls danach, ob die Software einmalig oder dauerhaft bereitgestellt wird. Bei dauerhafter Bereitstellung verjähren die Gewährleistungsansprüche 12 Monate nach dem Ende des Bereitstellungszeitraums (§ 327j Abs. 2 BGB). Bei einmaliger Bereitstellung endet die Verjährungsfrist für das digitale Elemente 12 Monate nach dem Ende des Bereitstellungszeitraums (§ 475e Abs. 1 BGB).

Bei der **Beweislastumkehr** wird zu Gunsten der Verbraucher davon ausgegangen, dass ein Mangel einer ADS-Software oder eines smarten Produkts unabhängig von einem Nachweis durch die Verbraucher vorliegt. Es ist dabei unerheblich, ob der Mangel von dem Unternehmer/Verkäufer selbst oder einem Akteur in der vorgelagerten Herstellungskette zu vertreten ist. Hierbei wird zwischen einmaliger und dauerhaft Bereitstellung von Software wie folgt unterschieden: Bei einmaliger Bereitstellung von ADS-Software und einem smarten Produkt wird davon ausgegangen, dass ein Mangel, der sich innerhalb eines Jahres nach der Bereitstellung zeigt, bereits bei der Bereitstellung bestanden hat (§ 327k Abs. 1 BGB). Bei einem smarten Produkt, bei dem der Verkäufer die Software nicht dauerhaft bereitstellt gilt die Beweislastumkehr innerhalb eines Jahres seit Gefahrübergang (§ 477 Abs. 1 BGB). Für Fälle einer dauerhaften Bereitstellung von ADS-Software gilt die Beweislastumkehr für den gesamten Bereitstellungszeitraum (§ 327k Abs. 2 BGB). Bei einem smarten Produkt mit dauerhafter Softwarebereitstellung kann der Käufer sich auf eine Beweislastumkehr während der Dauer der Bereitstellung oder innerhalb eines Zeitraums von zwei Jahren seit Gefahrübergang berufen (§ 477 Abs. 2 BGB).

Tabelle 22: Überblick über Maßgeblichen Zeitraum für Sachmangelfreiheit, Verjährung und Beweislastumkehr

	Sache, die digitale Produkte enthält oder damit verbunden ist (§ 327 ff. BGB)	Verbrauchsgüterkauf mit Bereitstellung digitaler Elemente (§ 475b BGB)	Verbrauchsgüterkauf mit dauerhafter Bereitstellung digitaler Elemente (§ 475c BGB)
Maßgeblicher Zeitpunkt für Sachmangelfreiheit	Bei einmaliger Bereitstellung ab Bereitstellung (§ 327e Abs. 1 S. 2 BGB). Bei dauerhafter Bereitstellung für den vereinbarten Zeitraum (§ 327e Abs. 1 S. 3 BGB).	Ab Gefahrübergang (§ 475b Abs. 2 BGB).	Während des Bereitstellungszeitraums, mindestens aber für zwei Jahre ab Warenablieferung. (§ 475c Abs. 2 BGB).
Verjährung der Gewährleistungsansprüche	Bei einmaliger Bereitstellung: Nach zwei Jahren ab Bereitstellung (§ 327j Abs. 1 BGB). Bei dauerhafter Bereitstellung: 12 Monate nach dem Ende des Bereitstellungszeitraums (§ 327j Abs. 2 BGB).	In zwei Jahren ab Gefahrübergang (§ 438 Abs. 1 Nr. 3 BGB)	Für digitale Elemente nicht vor dem Ablauf von 12 Monaten nach dem Ende des Bereitstellungszeitraums (§ 475e Abs. 1 BGB).
Beweislastumkehr	Mangel innerhalb eines Jahres seit seiner Bereitstellung (§ 327k Abs. 1 BGB). Bei dauerhaft bereitgestellten digitalen Produkten, Mangel während des bisherigen Zeitraums (§ 327k Abs. 2 BGB).	Mangel innerhalb eines Jahres seit Gefahrübergang (§ 477 Abs. 1 BGB).	Mangel während der Dauer der Bereitstellung oder innerhalb eines Zeitraums von zwei Jahren seit Gefahrübergang (§ 477 Abs. 2 BGB).

Quelle: eigene Darstellung.

4.4.2.3.2.4 Adressat für Gewährleistungsansprüche (Verantwortungszuweisung)

Die unterschiedlichen Vertragsverhältnisse zeigen Auswirkungen für die in Anspruch zu nehmenden Vertragsparteien. Verbraucher können sich bei einem mangelhaften smarten Produkt im Verbrauchsgüterkauf an den Verkäufer des smarten Produkts richten. So regelt § 475b BGB zu Gunsten des Käufers, dass dieser sich bei einem Sachmangel eines digitalen Produkts an den Verkäufer der Ware richten kann. Es kommt nicht zu einer Aufspaltung der Haftungsbeziehung, nach der der Käufer sich an den Hersteller der Software halten muss. Zu Ungunsten des Verkäufers

fers besteht hingegen die Gefahr, dass er der erweiterten Gewährleistung für Waren mit digitalen Elementen unterliegt, ohne dass er auf die Entwickelnden der Software Einfluss nehmen kann (wenn dieser z.B. keine aktualisierte Software bereitstellt).¹⁰⁸⁷

4.4.2.4 Bewertung des Instrumentes „Sachmangel- und Gewährleistungsrechts“ (Deltaanalyse)

Das Sachmangel- und Gewährleistungsrecht ist grundsätzlich **nicht geeignet** konkrete Vorgaben zur **Vermeidung von direkten oder indirekten Umwelteffekte** bei der Herstellung und Nutzung von ADS-Software und smarten Produkte zu normieren. Gleichwohl können die Verbraucher mit der Durchsetzung ihrer Gewährleistungsrechte (Nacherfüllungsanspruch, Vertragsbeendigung, Schadensersatz sowie Minderung) die Einhaltung bestehender Anforderungen zu direkten und indirekten Umwelteffekten bei der Nutzung von ADS und smarten Produkten fördern. Zu denken ist an direkte Effekte wie den Stromverbrauch eines smarten Produkts oder indirekte Effekt wie die Auswirkungen von Software-Obsoleszenz auf die Nutzung von smarten Produkten und damit verbundene Ressourcenverbräuche. Im Gegensatz zum öffentlich-rechtlichen Umweltproduktrecht können mit den zivilrechtlichen Vorschriften die Einhaltung von bestehenden Umwelthanforderungen nicht nur bei smarten Produkten, sondern auch bei Software erreicht werden. Dafür können Instrumente des Gewährleistungsrechts selbst genutzt werden, wie den subjektiven Sachmangelvoraussetzungen (Aktualisierungspflicht für die Software) oder den objektiven Sachmangelvoraussetzungen (Funktionalität, Kompatibilität und Interoperabilität).

Umweltbezogene Anforderungen können über den objektiven Sachmangelbegriff sowohl für digitale Produkte (Software) als auch im Verbrauchsgüterkauf für smarte Produkten (Sachen mit digitalen Elementen) in das Zivilrecht hinwirken und darüber durchgesetzt werden. So richten sich die objektiven Anforderungen an ein digitales Produkt nach dessen „gewöhnlicher Verwendung“ (§ 327e Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 BGB), gleiches gilt für smarte Produkte nach §§ 475b, 475c BGB. Die gewöhnliche Verwendung richtet sich nach der Verkehrsanschauung, die durch den Stand der Technik (technische Normen/Standards) oder – falls dieser nicht existiert – durch sektorspezifische Verhaltenskodizes geprägt werden. Die für Software auf internationaler¹⁰⁸⁸ und nationaler Ebene¹⁰⁸⁹ bestehenden technischen Normen eignen sich bislang nicht, um die gewöhnliche Verwendung von Software und speziell von ADS zu konkretisieren. In Normen sind ebenfalls bislang keine Umweltschutzanforderungen an ADS geregelt. Erste Ansätze allerdings bereits, so z.B. in der „Deutschen Normungsroadmap KI“¹⁰⁹⁰ des DIN in der etwa „personalisierte KI-gestützten Empfehlungssystemen für nachhaltigen Konsum“ adressiert werden.

Mit der Standardisierung der Anforderungen an ADS-Software oder smarten Produkten kann über den objektiven Mangelbegriff auch der Software-Obsoleszenz entgegengewirkt werden, z.B. über Mindestbereitstellungszeiträume für ADS-Software. Ein wirksames Instrument gegen Software-Obsoleszenz könnten zudem Herstellergarantien gem. § 443 BGB¹⁰⁹¹ über den Mindestzeit-

¹⁰⁸⁷ Mayer/Möllnitz, Gewährleistung für „smarte“ Produkte nach Umsetzung der Digitale Inhalte- und Warenkauf-Richtlinien, Recht Digital 2021, 333 (340).

¹⁰⁸⁸ Z.B. ISO/IEC 25000:2014 „Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)“. Der Standard wurde 2020 überarbeitet und ist zu beziehen unter: <https://www.iso.org/standard/64764.html> (22.04.2025).

¹⁰⁸⁹ Deutsches Institut für Normung, siehe die Internetseite: <https://www.din.de/> (22.04.2025).

¹⁰⁹⁰ Siehe die „Zweite Ausgabe der Deutschen Normungsroadmap KI“ unter: <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/kuenstliche-intelligenz/fahrplan-festlegen> (22.04.2025).

¹⁰⁹¹ Vgl. zu Herstellergarantien als Instrument des nachhaltigen Konsums: Schlacke/Tonner, Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, UBA-Texte 72/2015, 156, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf (22.04.2025).

raum für die Bereitstellung von Softwareaktualisierungen spielen. Allerdings enthalten das allgemeine Schuldrecht und das Kaufrecht keine Verpflichtung des Verkäufers/Unternehmers, Garantien zu geben.

Zur Frage der **Verantwortungszuweisung** bei ADS-Software und smarten Produkten an die Hersteller der Software bzw. des Produkts lässt sich feststellen: Hat ein smartes Produkt, das **dem Verbrauchsgüterkauf unterliegt**, einen Sachmangel kommt es zur Aufspaltung der Haftungsverhältnisse, wenn das Fehlen der ADS-Software nicht die Funktionsweise der Sache berührt oder die Parteien keine Bereitstellung der Software vereinbart haben. In diesen beiden Fällen haftet der Verkäufer für einen Mangel an der Kaufsache nach §§ 433, 434 ff BGB und der Hersteller der ADS-Software für den Sachmangel an dieser nach § 327 ff BGB. Für Verbraucher sind verschiedene Probleme vorstellbar, den Sachmangel, insbesondere aufgrund der Black-Box-Problematik bei ADS-Software zu erkennen und nachzuweisen:

Zuvorderst kann es bei ADS-Software strittig sein, ob überhaupt ein Mangel vorliegt und dieser vom Hersteller der Software oder dem Verbraucher zu vertreten ist. Basiert die Empfehlung der ADS-Software für ein umweltfreundliches Verhalten auf dem Training durch die Verbraucher, kann eine nicht umweltfreundliche Empfehlung der Software an einer fehlerhaften Programmierung liegen (Vorhersehbarkeit von Trainingsfehlern der Verbraucher) oder aber das „korrekte Ergebnis des „Trainings“ durch die Verbraucher sein und gar keinen Mangel darstellen.

Ferner kann es schwer festzustellen sein, ob der Mangel vom smarten Produkt (der „Hardware“) oder der ADS-Software ausgeht; oder bei Nutzung eines Cloudanbieters, der Mangel von letzterem zu vertreten ist (Haftungsaufspaltung). Verbraucher müssen sich in diesem Fall zur Durchsetzung der Gewährleistungsrechte mit zwei oder mehr Vertragsparteien auseinandersetzen. Dies könnte weiter erschwert sein, wenn einer oder mehrere Vertragsparteien nicht in Deutschland niedergelassen sind.

Schließlich kann der Mangel des smarten Produkts nicht offensichtlich sein, weil z.B. objektive Bewertungsmaßstäbe aufgrund individueller ADS-Empfehlungen nicht vorliegen oder schwer zu bestimmen sind. So z.B. im Fall eines Routenplaners, der die CO₂-ärmste Wegstrecke nach dem individuellen Verbraucherverhalten bestimmt. Entdeckt die Verbraucher den Mangel erst nach Ablauf der Verjährungsfrist, kann er ihn nicht mehr geltend machen.

Um die Durchsetzung des Sachmangel- und Gewährleistungsrechts zu erleichtern, helfen die Verbraucherschützenden Normen zum maßgeblichen Zeitpunkt für die Sachmangelfreiheit, zur Verjährung und der Beweislastumkehr. Zu prüfen wäre, inwieweit die darin festgelegten Zeiträume – gerade auch vor dem Hintergrund der vorgenannten Probleme – für ADS-Software angepasst werden müssten.

Handelt es sich bei dem smarten Produkt um eine **Ware mit digitalen Elementen**, unterliegt sowohl die Sache als auch die ADS-Software dem Verbrauchsgüterkaufrecht. In diesem Fall kommt es zu keiner Haftungsaufspaltung. Der Verbraucher kann sich gem. §§ 434, 475b BGB mit ihren Gewährleistungsansprüchen an den Verkäufer des smarten Produkts wenden. Jedoch stellt sich bei § 475b BGB die Frage, ob die Verantwortungszuweisung für Mängel des smarten Produkts im Verhältnis Verkäufer und Softwarehersteller funktioniert. Geht man davon aus, dass es an „*einer Rechtssicherheit schaffenden ausdrücklichen – und rechtlich wirksamen – Vereinbarung zwischen Verkäufer und Verbraucher über die Bereitstellung des digitalen Elements [...] im Bereich der Massengeschäfte regelmäßig fehlt*“, führt dies sowohl auf Seite der Verbraucher als auch der Verkäufer zu rechtlicher Unsicherheit.¹⁰⁹² Außerdem führen die Regelungen zur Aktualisie-

¹⁰⁹² Mayer/Möllnitz, Gewährleistung für „smarte“ Produkte nach Umsetzung der Digitale Inhalte- und Warenkauf-Richtlinien, Recht Digital 2021, 333 (340).

rungspflicht im Verbrauchsgüterkauf zu einer nicht zufriedenstellenden Verantwortungszuweisung zwischen Verkäufer und Softwarehersteller. Denn der Verkäufer schuldet zwar dem Verbraucher bei einer Ware mit digitalen Elementen die Bereitstellung von Software-Updates (§ 475b Abs. 4 Nr. 2 BGB), aber er muss diese nicht selbst bereitstellen. Dies kann auch durch andere Akteure erfolgen. In der Regel wird der Hersteller die Updates bereitstellen, weil der Verkäufer gar nicht die Möglichkeiten dazu hat. Stellt nun der Hersteller dem Verbraucher keine Updates bereit und macht der Verbraucher Gewährleistungsansprüche wegen fehlender Updates beim Verkäufer geltend, muss dieser Regress beim Hersteller nehmen. Eine direkte Softwareaktualisierungspflicht des Herstellers gegenüber dem Verbraucher erscheint hier sinnvoller.¹⁰⁹³

4.4.2.5 Zivilrechtliche umweltbezogene Informationspflichten

Dieser Abschnitt behandelt die Frage, ob Unternehmer verpflichtet sind Verbraucher im Rahmen des Verbrauchsgüterkaufrechts über umweltbezogene Produkteigenschaften von ADS/ smarten Produkten zu unterrichten. Solche Informationspflichten könnten sich aus der Neufassung der Art. 246 und Art. 246a EGBGB (Einführungsgesetz zum BGB) ergeben, mit denen EU-Vorgaben aus der Verbraucherrechte-Richtlinie¹⁰⁹⁴ und der Omnibus-Richtlinie¹⁰⁹⁵ umgesetzt wurden.¹⁰⁹⁶ Beim Verkauf von Waren über Online-Marktplätze oder bei Such- und Vergleichsmöglichkeiten auf Vergleichsportalen und Online-Marktplätzen könnten sich Vorgaben für umweltbezogene Informationen zu den angebotenen Waren aus dem Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG)¹⁰⁹⁷ ergeben.

Da bislang keine verbindliche Legaldefinition dahingehend existiert, was unter umweltbezogenen Angaben im EGBGB oder UWG zu verstehen ist, wird für die Untersuchung die Arbeitsunterlage der EU-Kommissionsdienststellen genutzt.¹⁰⁹⁸ Danach sind unter „Behauptungen zum Umweltschutz“ oder „Umweltaussagen“ in kommerzieller Kommunikation, in Werbe- oder in Verkaufsmaterial, solche Aussagen zu verstehen, mit denen der Eindruck erweckt oder der Anschein vermittelt wird,

„dass eine Ware oder Dienstleistung sich positiv oder zumindest nicht nachteilig auf die Umwelt auswirkt oder weniger schädlich für die Umwelt ist als konkurrierende Waren oder Dienstleistungen.“¹⁰⁹⁹

4.4.2.5.1 Verhaltenssoll

Informationspflichten im Verbrauchsgüterkauf sollen unter anderem helfen, informierte Konsumententscheidungen im ökologischen Sinne zu ermöglichen und dadurch produktspezifische Umweltbelastungen vermeiden.

¹⁰⁹³ Gelbrich/Timmernann, Der Mangelbegriff im Kaufrecht nach Umsetzung der WKRL und DIRM, NJOZ 2021, 1249 (1253).

¹⁰⁹⁴ Richtlinie (EU) 2019/2161 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2019 zur Änderung der Richtlinie 93/13/EWG des Rates und der Richtlinien 98/6/EG, 2005/29/EG und 2011/83/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur besseren Durchsetzung und Modernisierung der Verbraucherschutzvorschriften der Union, Abl. der EU L 328 vom 18.12.2019, 7.

¹⁰⁹⁵ Richtlinie (EU) 2019/2161 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2019 zur Änderung der Richtlinie 93/13/EWG des Rates und der Richtlinien 98/6/EG, 2005/29/EG und 2011/83/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur besseren Durchsetzung und Modernisierung der Verbraucherschutzvorschriften der Union, Abl. der EU L 328 vom 18.12.2019, 7.

¹⁰⁹⁶ Martens, Schuldrechtsdigitalisierung, 1. Auflage 2022, Rn 509.

¹⁰⁹⁷ Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. März 2010 (BGBl. I S. 254), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 24. Juni 2022 (BGBl. I 959) geändert worden ist.

¹⁰⁹⁸ Diese Regelungslücke könnte auf EU-Ebene durch die Green Claims Initiative geschlossen werden.

¹⁰⁹⁹ Arbeitsunterlage der Kommissionsdienststellen Leitlinien zur Umsetzung/Anwendung der Richtlinie 2005/29/EG ÜBER UNLAUTERE GESCHÄFTSPRAKTIKEN, Begleitunterlage zur MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN, Ein umfassendes Konzept zur Förderung des grenzüberschreitenden elektronischen Handels für die Bürger und Unternehmen Europas, SWD/2016/0163 final vom 25.5.2016, 118.

4.4.2.5.1.1 EGBGB

Informationspflichten des Unternehmers gegenüber dem Verbraucher bei Verbraucherverträgen finden sich in Art. 246 EGBGB. Verpflichtungen, über umweltbezogene Eigenschaften von ADS oder eines smarten Produkts zu unterrichten, können sich aus den Nummern 1, 5, 7 und 8 des Art. 246 Abs. 1 EGBG ergeben, nach denen:

„1. die wesentlichen Eigenschaften der Waren oder Dienstleistungen in dem für den Datenträger und die Waren oder Dienstleistungen angemessenen Umfang, [...]

5. das Bestehen eines gesetzlichen Mängelhaftungsrechts für die Waren oder die digitalen Produkte sowie gegebenenfalls das Bestehen und die Bedingungen von Kundendienstleistungen und Garantien, [...]

7. gegebenenfalls die Funktionalität der Waren mit digitalen Elementen oder der digitalen Produkte, einschließlich anwendbarer technischer Schutzmaßnahmen, [...]

8. gegebenenfalls, soweit wesentlich, die Kompatibilität und die Interoperabilität der Waren mit digitalen Elementen oder der digitalen Produkte, soweit diese Informationen dem Unternehmer bekannt sind oder bekannt sein müssen“

Nach Art. 246 Abs. 1 Nr. 5 Abs. 1 EGBGB ist der Unternehmer nur verpflichtet, den Verbraucher darüber zu unterrichten, dass für sein digitales Produkt das Mängelhaftungsrecht gilt. Der Unternehmer muss aber nicht über die konkreten Inhalte der §§ 327 ff. BGB informieren.¹¹⁰⁰ Deshalb kann aus dieser sehr allgemeinen Pflicht über das Bestehen einer Mängelhaftung auch keine spezielle Informationspflicht über die Einhaltung bzw. das Verfehlen von Umwelanforderungen an ADS / das smarte Produkt gegenüber dem Verbraucher geschlossen werden.

Nach Art. 246 Abs. 1 Nr. 7 und 8 EGBGB muss der Unternehmer den Verbraucher über die Funktionalität der Waren mit digitalen Elementen oder der digitalen Produkte, einschließlich anwendbarer technischer Schutzmaßnahmen, sowie über deren Kompatibilität und die Interoperabilität unterrichten, soweit diese Informationen dem Unternehmer bekannt sind oder bekannt sein müssen. Zu den Definitionen und dem Umfang der Pflichten wird auf die entsprechenden Ausführungen in § 327e Abs. 2 S. 2 bis 4 BGB verwiesen (siehe 4.4.2.3.2.2).

Spezifische Unterrichtungspflichten des Unternehmers zu umweltbezogenen Eigenschaften der Waren mit digitalen Elementen oder digitaler Produkte beim Verbrauchervertrag sind in Art. 246 Abs. 1 EGBG nicht geregelt.

Im Übrigen gelten die Informationspflichten nur im Verhältnis B2C, also nicht bei Verträgen B2B und C2C.

Für außerhalb von Geschäftsräumen geschlossene Verträge und Fernabsatzverträge enthält Art. 246a § 1 Abs. 1 EGBGB dem Art. 246 Abs. 1 EGBGB entsprechende Regelungen für digitale Produkte. Eine dem Art. 246 Abs. 1, Nr. 5 EGBGB entsprechende Aufklärung über die Mängelhaftung ist in Art. 246a § 1 Abs. 1 S. 1, Nr. 11 EGBGB vorgeschrieben, die Informationspflichten des Art. 246a § 1 Abs. 1 S. 1, Nr. 1, 17 und 18 EGBGB korrespondieren mit Art. 246 Abs. 1, Nr. 1, 7 und 8 EGBGB.¹¹⁰¹

¹¹⁰⁰ Martens, Schuldrechtsdigitalisierung, 1. Auflage 2022, Rn. 509.

¹¹⁰¹ Martens, Schuldrechtsdigitalisierung, 1. Auflage 2022, Rn. 510.

4.4.2.5.1.2 Informationspflichten bei Such- und Vergleichsmöglichkeiten (Online-Marktplätze und Vergleichsportale) gem. § 5b UWG

Für alle Unternehmen, die Verbrauchern die Suche nach Waren und Dienstleistungen ermöglichen und gleichzeitig Waren von verschiedenen Unternehmen oder Verbrauchern anbieten, gelten Informationspflichten nach § 5b Abs. 2 S. 1 und 2 UWG. Erfasst sind von der Vorschrift nicht nur Online-Marktplätze, sondern auch Vergleichsportale.¹¹⁰² Bieten diese als Ergebnis einer Suchanfrage ein Ranking (Rangliste) von Waren an, müssen sie die Verbraucher über bestimmte Kriterien informieren, nach denen diese Rangliste erstellt wurde. Dazu zählen die Hauptparameter für die Rangliste (§ 5b Abs. 2 S. 1 Nr. 1 UWG) sowie deren Gewichtung (§ 5b Abs. 2 S. 1 Nr. 2 UWG).¹¹⁰³ Als Rangliste ist dabei jede relative Hervorhebung von Ware durch den Unternehmer, selbst wenn nur ein Angebot angezeigt wird, zu verstehen.¹¹⁰⁴ Ein Unternehmer muss insbesondere darauf hinweisen, wenn die höhere Ranglistenposition durch bezahlte Werbung oder spezielle Zahlungen ausgelöst wird. Allerdings sind die Unternehmer nicht verpflichtet, Details der Funktionsweise des Rankingsystems, einschließlich der Algorithmen offenzulegen, da diese als vertrauliches Know-how oder als vertrauliche Geschäftsinformationen dem Geschäftsgeheimnisschutz unterliegen.¹¹⁰⁵

Eine generelle Verpflichtung zur Angabe von umweltbezogenen Informationen enthält der § 5b Abs. 2 S. 1 und 2 UWG nicht. Sollten auf Online-Marktplätzen und Vergleichsportalen aufgrund einer Suchanfrage der Verbraucher eine Rangliste für eine Art smartes Produkt angezeigt werden, müssen die zugrundeliegenden Hauptparameter und deren Gewichtung angegeben werden. Ist einer der Hauptparameter eine Umweltaussage (z.B. CO₂-Verbrauch) muss dieser angegeben werden. Basiert die Rangliste auf ADS muss der Marktplatz oder das Vergleichsportal über die vorgenannten Angaben hinaus aber keine Angabe zur Funktionsweise des ADS machen, sondern kann sich auf sein Betriebs- und Geschäftsgeheimnis berufen. Allein aufgrund der Rangliste dürfte es für Verbraucher auch schwer sein, Rückschlüsse auf die Funktionsweise des smarten Produktes oder der im Produkt verwendeten ADS zu ziehen. Sofern der Hersteller keine umweltbezogenen Angaben zu seinem Produkt macht, dürften diese in der Regel zu seinem geschützten Betriebs- und Geschäftsgeheimnis zählen.

4.4.2.5.2 Zielerreichungsdefizite

Allen vorgenannten Anforderungen ist gemein, dass der Verbraucher den Mangel „entdecken“ muss. Gerade bei ADS und smarten Produkten kann dies gegebenenfalls nicht immer einfach sein. So muss dem Verbraucher bei ADS auffallen, dass eine vorgeschlagene Handlungsoption nicht der subjektiv oder objektiv „versprochenen“ Leistung entspricht. Hier könnten Vorkehrungen und Informationspflichten des Herstellers von ADS / smarten Produkten gegenüber dem Verbraucher vorgesehen werden, mit denen dieser die Leistungsfähigkeit des digitalen Produkts überprüfen kann.

Weiterhin treffen den Unternehmer gegenüber dem Verbraucher beim Verbrauchervertrag keine spezifischen Unterrichtungspflichten zu umweltbezogenen Eigenschaften der Waren mit digitalen Elementen oder digitale Produkte. Solche Informationspflichten ergeben sich weder

¹¹⁰² Das Wettbewerbsrecht geht hier in § 5b Abs. 2 S. 1 und 2 UWG weiter als die Regelung des Verbraucherschutts in Art. 246 Abs. 11 Nr. 1 EGBGB, indem es nicht nur Online-Marktplätze, sondern auch Vergleichsportale erfasst. Nicht erfasst sind reine Internetsuchmaschinen, da auf diesen keine Produkt angeboten.

¹¹⁰³ Martens, Schuldrechtsdigitalisierung, 1. Auflage 2022, Rn 530 ff.

¹¹⁰⁴ Das in § 2 Abs. 1 Nr. 7 UWG definierte Ranking gilt nach dem Willen des Gesetzgebers (siehe BT-Drs. 19/27655, 35) auch für das Bürgerliche Recht und damit Art. 246d § 1 Nr. 1 EGBGB; vgl. Martens, Schuldrechtsdigitalisierung, 1. Auflage 2022, Rn 531.

¹¹⁰⁵ Vgl. der 23. Erwägungsgrund der Omnibus-Richtlinie, wonach diese Richtlinie unbeschadet der Richtlinie (EU) 2016/943 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2016 über den Schutz vertraulichen Know-hows und vertraulicher Geschäftsinformationen (Geschäftsgeheimnisse) vor rechtswidrigem Erwerb sowie rechtswidriger Nutzung und Offenlegung, ABl. L 157 vom 15.6.2016, S. 1 gilt; Martens, Schuldrechtsdigitalisierung, 1. Auflage 2022, Rn 533.

aus Art. 246 Abs. 1 EGBG noch aus § 5b Abs. 2 S. 1 und 2 UWG. Die Einführung von umweltbezogenen Informationspflichten im EGBGB und UWG sollte geprüft werden.

4.4.3 Regulierungsziel 2: Regulierung neuer, indirekter nicht regulierter Umwelteffekte

Dieses Kapitel betrachtet die Frage, ob die ermittelten Regulierungsdefizite des Umweltprodukts rechts zur Steuerung von indirekten Umwelteffekten durch bereits im Gesetzgebungsverfahren befindliche Änderungen des europäischen Verbraucher- und Produktrechts oder durch weitere Anpassungen des Rechtsrahmens begegnet werden kann. Die in Betracht zu ziehenden indirekten Umwelteffekte können aus einer homogenisierten und zentralisierten Entscheidungsfindung durch ADS in Verbindung mit einem hohen Nutzungsgrad resultieren. Ferner können Umwelteffekte daraus resultieren, dass die ADS das Verbraucherverhalten fehlerhaft analysiert/interpretiert. Wegen der „technologischen Black Box“ Problematik bei ADS ist generell und besonders mit Bezug zu den vorgenannten Konstellationen zu betrachten, wie Verbraucher die tatsächlichen Umweltwirkungen beurteilen können, z.B. indem sie Informationen über die Arbeitsweise der ADS erhält oder Kontrollmöglichkeiten an die Hand bekommen. Daran schließt sich die Frage an, ob die Verantwortung für die (mangelnde) Nachhaltigkeit von ADS und von smarten Produkten den Akteuren klar zugewiesen ist.

4.4.3.1 Änderungen der Ökodesign-Verordnung (Trilog-Fassung) und Produktsicherheitsrechts

Der Regulierung von indirekten Umwelteffekten durch die Ökodesign-Verordnung kommt entgegen, dass die Ökodesignverordnung zukünftig alle Produkte und nicht nur energieverbrauchsrelevante Produkte erfasst. Allerdings wird ein „Produkt“ auch weiterhin in Art. 2 Abs. 1 der novellierten Ökodesign-Verordnung als „physische Ware“ definiert (siehe Abschnitt 4.4.2.1). Somit können indirekte Umwelteffekte bei smarten Produkten reguliert werden. Aber um die rechtliche Unklarheit in der Frage, ob auch (ADS-)Software durch die Ökodesign-Verordnung reguliert werden kann, zu beheben, sollte der EU-Gesetzgeber, „Software“ als ein Produkt i. S. d. der Verordnung definieren. Dann könnten Umwelanforderungen an ADS selbst in der Ökodesign-Verordnung geregelt werden. Durch die novellierte Ökodesign-Verordnung soll die Nachhaltigkeit schon im Design von Produkten angelegt werden. So sollen künftig auch wesentliche ökologische Aspekte von Produkten über den gesamten Lebenszyklus betrachtet werden (gem. Art. 5 Abs. 1). Dazu gehören die Nachrüstbarkeit („upgradability“), der Energieverbrauch und die Energieeffizienz, der Ressourcenverbrauch und die Ressourceneffizienz oder der CO₂- und Umweltfußabdruck. Der Fokus der Nachhaltigkeitsanforderungen der Verordnung liegt aber darauf, dass bestimmte Produkte leichter zu reparieren, wiederzuverwenden und zu verwerten sind. Soweit ADS-Software auf diese Nachhaltigkeitsaspekte Einfluss nimmt (z.B. durch Software-Obsoleszenz), kann dies durch Anforderungen an die smarten Produkte geregelt werden. Jedoch gilt weiterhin, dass konkrete Anforderungen an smarte Produkte nur in einer Verordnung festgelegt werden können.

4.4.3.1.1 Horizontale Ökodesign-Anforderungen

Einer Anpassung der Verordnung, um festgestellte unerwünschte indirekte Umwelteffekte von ADS wirksam zu adressieren, steht die langsame regulatorische Reaktionszeit im Weg. Diesem Problem könnte durch eine Querschnittsverordnung mit **horizontalen Ökodesign-Anforderungen für ADS-Software** gem. Art. 5 Abs. 2 zumindest teilweise begegnet werden, da dann nicht jede Produktverordnung geändert werden muss, sondern nur die Querschnittsverordnung. Eine solche Querschnittsverordnung wurde z.B. mit der „Standby-Verordnung“ (EG)

Nr. 1275/2008/EG¹¹⁰⁶ erlassen.¹¹⁰⁷ Voraussetzungen für horizontale Ökodesign-Anforderungen sind, dass zwei oder mehr Produktgruppen eine oder mehrere Ähnlichkeiten aufweisen, die eine wirksame Verbesserung eines in Absatz 1 genannten Produktspekts auf der Grundlage gemeinsamer Ökodesign-Informationen oder Leistungsanforderungen ermöglichen. Wichtig ist zudem, dass horizontale Ökodesign-Anforderungen auch für Produktgruppen festgelegt werden, die nicht in den in Artikel 16 genannten Arbeitsplan aufgenommen wurden. Demnach könnte für ADS-Software, die in mehr als einem smarten Produkt verwendet wird, in einer Querschnittsverordnung Anforderungen festgelegt werden, die auf den Ressourcen- und Energieverbrauch des smarten Produkts Auswirkungen haben, so z.B. die Steuerung der Produktnutzung durch ADS. Mit der Verordnung könnte den Herstellern von ADS, die in smarten Produkten eingesetzt werden, Anforderungen an die Vermeidung und Kontrollmöglichkeiten für indirekte Umwelteffekte aufgegeben werden. In dieser Verordnung können auch Informationsanforderungen an die Akteure in der Herstellungskette von ADS und smarten Produkten gestellt werden, die in einen digitalen Produktpass aufgenommen werden (siehe nachfolgend). Dadurch könnten relevante Akteure (einschließlich der Verbraucher) Informationen über die Umwelteffekte der konkreten ADS erhalten.

4.4.3.1.2 Digitaler Produktpass

Ein wesentliches Hindernis für das Erkennen und Vermeiden von indirekten Umwelteffekten von ADS und smarten Produkten liegt darin, dass für die Akteure in der Herstellungskette (Händler, Kunden und zivilgesellschaftlichen Akteure) die Steuerungsziele (z.B. maßgebliche Parameter zur Einflussnahme auf Verbraucherverhalten) oder die zugrundeliegenden Trainingsdaten der Systeme nicht nachvollziehbar sind. Ob und wie weit dieser Intransparenz mit dem neuen Instrument des „digitalen Produktpasses“ in der novellierten Ökodesign-Verordnung begegnet werden kann, soll nun betrachtet werden.

Der „digitale Produktpass“ ist ein zentrales Instrument der neuen Ökodesign-Verordnung¹¹⁰⁸, der gemäß Art. 5 Ökodesign-Verordnung Produktinformationen zu den Umweltaspekten enthalten soll, z.B. Angaben zur Zusammensetzung eines Produkts, seines Recyclinganteils, Details zu seiner Energieeffizienz, der Verfügbarkeit von Ersatzteilen oder der Wiederverwertbarkeit (vgl. Art. 7 Abs. 1 Ökodesign-Verordnung). Die Bereitstellung eines Produktpasses ist zwingende Voraussetzung für das Inverkehrbringen oder die Inbetriebnahme von Produkten. Händler, die ein Produkt verkaufen (auch im Fall des Fernabsatzes) oder vermieten, müssen sicherstellen, dass der betreffende Produktpass für ihre Kunden (einschließlich potenzieller Kunden) zugänglich ist.¹¹⁰⁹

Nach der Legaldefinition besteht der Produktpass aus einem „Satz produktspezifischer Daten“, die auf elektronischen Weg über einen Datenträger zugänglich sind (Art. 2 Nr. 29 Ökodesign-Verordnung). Informationen, die mindestens in einem Produktpass enthalten sein müssen, sind in Kapitel 3 der Ökodesign-Verordnung (Art. 8 bis 13) geregelt und betreffen insbesondere die **Produktinformationen** sowie den **Zugang der Akteure¹¹¹⁰ zu Informationen**. Geregelt sind auch die Anforderungen an die technische Gestaltung und Funktionsweise des Produktpasses, so dass quasi ein Grundgerüst für diesen vorgegeben wird (Art. 10 Ökodesign-Verordnung). Jedoch

¹¹⁰⁶ Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 der Kommission vom 17. Dezember 2008 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und im Aus-Zustand, Abl der EU L 339, 18.12.2008, 45.

¹¹⁰⁷ Die Verordnung legt für eine Vielzahl von elektrischen Haushalts- und Bürogeräten einen maximalen Leistungsstromverbrauch für den Standby- und Off-Mode fest.

¹¹⁰⁸ So wird er im Anwendungsbereich in Art. 1 Abs. 1 Satz 1 Ökodesign-Verordnung explizit erwähnt.

¹¹⁰⁹ 55. Erwägungsgrund der Verordnung.

¹¹¹⁰ Art. 8 Abs. 2 Buchstabe f) Ökodesign-Verordnung.

werden der Informationsumfang und die konkreten Zugangsrechte der Akteure zu den Informationen im Produktpass für die jeweilige Produktgruppe in einem eigens zu erlassenden Gesetz (delegierter Rechtsakt gem. Art. 4 Ökodesign-Verordnung) gemeinsam mit den Ökodesign-Anforderungen für jede Produktgruppe individuell festgelegt (Art. 8 Abs. 1 Buchstabe a) i. V. m. Anhang III). Hinzuweisen ist auch darauf, dass für bestimmte Produktparameter, die in Anhang I der Ökodesign-Verordnung aufgeführt sind, keine Informationsangaben in einer produktgruppenspezifischen Regelung und dem Produktpass vorgesehen werden können. Die Verordnung ermöglicht auch, dass das weitere Wirtschaftsakteure in der Wertschöpfungskette einen Produktpass erstellen, der sich auf schon bestehende Produktpässe für das Produkt beziehen muss. In einer produktgruppenspezifischen Regelung können auch Hersteller eines smarten Produkts einen Produktpass für dieses erstellen (Art. 8 Abs. 2 Buchstabe g) Ökodesign-Verordnung), dieser könnte sich dann auf den Produktpass des Herstellers der ADS beziehen, die er in seinem smarten Produkt verwendet. Ein Produktpass kann auch im Fall einer Querschnittsverordnung erstellt werden (siehe oben). Allerdings gelten in diesem Fall gem. Art. 7 Abs. 1a Buchstabe a) Ökodesign-Verordnung die Mindestanforderungen an die Informationsbereitstellung für den Produktpass in Annex III nicht (Art. 7 Abs. 2 Ökodesign-Verordnung).

Die Produktinformationen im Pass sollen grundsätzlich allen Akteuren in der Wertschöpfungskette zugänglich sein und der Pass die lückenlose Rückverfolgbarkeit eines Produkts verbessern. Den Akteuren sollen damit spezifische Informationen im Rahmen ihrer Zugangsrechte zur Verfügung stehen. So sollen Kunden umweltrelevante Informationen für ihre Kaufentscheidung erhalten oder professionelle Reparaturbetriebe die Informationen, die für die Reparatur des Produkts notwendig sind.¹¹¹¹ Zu den Akteuren zählt nach Art. 10 Buchstabe b) Ökodesign-Verordnung: *„Kunden, Hersteller, Importeure und Händler, Händler, professionelle Reparaturbetriebe, unabhängige Betreiber, Aufbereiter, Wiederaufbereiter, Recycler, Marktüberwachungsbehörden und Zollbehörden, Organisationen der Zivilgesellschaft, Gewerkschaften und andere relevante Akteure“*. Diese müssen kostenlosen und einfachen Zugang zu dem Produktpass im Rahmen ihrer Zugangsrechte erhalten. Die EU-Kommission richtet zudem ein öffentlich zugängliches Webportal ein, auf dem die Akteure Zugang zu den Produktpässen erhalten (vgl. Art. 12a Ökodesign-Verordnung).¹¹¹²

4.4.3.1.3 Selbstregulierung der Hersteller von KI-Systemen

Für den Fall, dass smarte Produkte oder ADS-Software nicht in einer Verordnung oder einem Arbeitsplan der Kommission zur Erstellung solcher Produktverordnungen enthalten sind, können die Hersteller Ökodesign-Anforderungen und diesbezügliche Informationen in einem Produktpass im Rahmen einer Selbstverpflichtung regeln. Die Anforderungen dazu sind in Art. 18 Ökodesign-Verordnung geregelt.

4.4.3.1.4 Bewertung

Im Ergebnis könnte für ADS, die in mehr als einem smarten Produkt genutzt werden, eine Querschnittsverordnung auf der Grundlage der Ökodesign-Verordnung Anforderungen festlegen, die es z.B. den Nutzer ermöglichen, Umwelteffekte bei der Nutzung von smarten Produkten zu überprüfen. Zudem ließen sich Informationsanforderungen festlegen, welche die Anbieter von ADS verpflichten, Angaben zu den Umwelteffekten ihrer Software in einem Produktpass zugänglich zu machen. Auf diese Informationen im Produktpass könnten dann verschiedenste Akteure, insbesondere Nutzer, Organisationen der Zivilgesellschaft oder Marktüberwachungsbehörden, vermutlich in unterschiedlichem Informationsumfang zugreifen.

¹¹¹¹ Erwägungsgrund 26 der Verordnung.

¹¹¹² Erwägungsgrund 34a der Verordnung.

Fraglich ist allerdings, wie weit am Anfang der „Softwareherstellungskette“ Ökodesign-Anforderungen und damit auch Informationsanforderungen vorgegeben werden können, z.B. bereits auf in Entwicklung befindliche ADS oder erst ab der Stufe von „Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck“ i.S.d. KI-VO. Der Ordnungsgeber müsste dabei darauf achten, dass die Anforderungen keine schützenswerten Geschäftsgeheimnisse betreffen bzw. Rückschlüsse darauf zulassen.

4.4.3.2 Gütezeichen für digitale Software und Dienste“

Ergänzend zum „Blauen Engel“ könnte eine spezifisches Umweltzeichen für „digitale Software und Dienste“ indirekte Umwelteffekte von ADS steuern.¹¹¹³ Diese könnte dann auf EU-Ebene in einem EU-Ecolabel erfolgen.

4.4.3.3 Umweltinformationen zu ADS und smarten Produkten

Geprüft wird nun, ob indirekte Umwelteffekte von ADS durch die Regelungen und Instrumente im Entwurf der Green Claims Directive (GCD-Entwurf)¹¹¹⁴ sowie der Richtlinie zur Stärkung der Verbraucher für den ökologischen Wandel (Empowering Consumers Directive – EmpCo)¹¹¹⁵ vermieden, transparenter und überprüfbarer werden.

4.4.3.3.1 Entwurf der Green Claims Directive

Ein Mittel dafür könnten die Regelungsvorschläge zur Verwendung von Umweltaussagen, Umweltzeichen und künftige Umweltleistungen des GCD-Entwurfs sein. Im März 2023 hat die EU-Kommission den GCD- Entwurf veröffentlicht. Das Parlament hat seine Position zum Entwurf in erster Lesung am 12. März 2024 angenommen und der Rat eine allgemeine Ausrichtung am 17. Juni 2024 gebilligt. Im Juni 2025 hat die Kommission die finalen Trilogverhandlungen überraschend abgesagt und beabsichtigt dem Vernehmen nach, den Vorschlag für die Richtlinie zurückzuziehen. Dennoch sollen die Anforderungen des GCD-Entwurfs nachfolgend geprüft werden.

Zunächst ist zu beachten, dass der GCD-Entwurf nur für **freiwillige** Umweltaussagen in Textform oder auf Umweltzeichen gegenüber Verbrauchern gilt. Damit ändert der GCD-Entwurf nichts an der geltenden Rechtslage, dass die Hersteller keine spezifischen Unterrichtungspflichten zu umweltbezogenen Eigenschaften im Rahmen von Verbraucherverträgen über Waren mit digitalen Elementen oder über digitale Produkte haben (siehe oben Abschnitt 4.4.2.5.1.1). Der GCD-Entwurf kann somit für indirekte Umwelteffekte von ADS-Systemen nur relevant sein, wenn Hersteller von ADS oder smarten Produkten für diese Umweltaussagen tätigen und die Umwelteffekte mit getätigten Umweltaussagen oder verwendeten Umweltsiegeln für diese Produkte in Verbindung stehen.

Der GCD-Entwurf zielt insbesondere darauf ab, dass Umweltaussagen begründet, überprüfbar, kontrollierbar und durchsetzbar sind. Dazu dürfen Hersteller Umweltaussagen nur verwenden und kommunizieren, wenn:

- es sich um eine in Bezug auf den Lebenszyklus **bedeutende Umweltauswirkung, Umweltaspekt oder -leistung** handelt. Ausdrückliche Umweltaussagen (also Aussagen in Textform

¹¹¹³ So etwa Martini/Ruscheimer, Künstliche Intelligenz als Instrument des Umweltschutzes, ZUR 2021, 515 (525).

¹¹¹⁴ Siehe Fn. 986. Zum Zeitpunkt der finalen Überarbeitung ist der Fortgang des Gesetzgebungsverfahrens zur Green Claims Directive ungewiss. Die ursprünglich für Juni 2025 vorgesehene politische Einigung im Trilogverfahren wurde kurzfristig abgesetzt; die Europäische Kommission hat einen möglichen Rückzug des Vorschlags in Aussicht gestellt, ohne diesen bislang formell zu notifizieren.

¹¹¹⁵ Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinien 2005/29/EG und 2011/83/EU hinsichtlich der Stärkung der Verbraucher für den ökologischen Wandel durch besseren Schutz gegen unlautere Praktiken und bessere Informationen (COM (2022) 143 final).

oder auf einem Umweltzeichen, Art. 2 Nr. 2 GCD-Entwurf) müssen alle für die Bewertung bedeutenden Umweltaspekte oder Auswirkungen berücksichtigen (Art. 5 Abs. 2 i. V. m. Art. 3 Absatz 1 Buchstabe c) oder d) GCD-Entwurf);

- ▶ der Gewerbetreibende angibt, ob die Umweltaussage sich auf das **gesamte Produkt oder Teile des Produkts** bezieht;
- ▶ diese ex-ante wissenschaftlich durch Primär- oder Sekundärdaten **nachweisbar** sind und **begründet** werden (Art. 3 und 4 GCD-Entwurf). Für jede Aussage über ein Produkt muss dessen **ganzer Lebenszyklus berücksichtigt** werden. Bei „vergleichenden Umweltaussagen“ müssen gleichwertige Daten für beide Produkte vorliegen (Art. 4 GCD-Entwurf);
- ▶ wenn sichergestellt ist, dass verwendete Umweltzeichen die Anforderungen der Artikel 3 bis 6 GCD-Entwurf erfüllen und einer **Überprüfung** gemäß Artikel 10 GCD-Entwurf unterliegen (Art. 7 GCD-Entwurf);
- ▶ diese in einem **Konformitätsbewertungsverfahren** bestätigt wurden (Art. 10 GCD-Entwurf). Die Begründung ausdrücklicher Umweltaussagen und die diesbezügliche Kommunikation muss durch unabhängige Prüfstellen zertifiziert werden;
- ▶ die Verbraucher darüber informiert werden, wie sie das Produkt verwenden sollen, um die **beworbene Umwattleistung zu erreichen** (dies gilt nur für Umweltaussagen, die sich auf die Nutzungsphase eines Endprodukts beziehen (Art. 5 Abs. 3 GCD-Entwurf). Zudem müssen die **Hersteller den Verbraucher eine umfassende Begründung** der Umweltaussage und die Konformitätsbescheinigung zur Verfügung stellen (Art. 5 Abs. 6 GCD-Entwurf).

Weiterhin sind Gewerbetreibende verpflichtet, die Informationen, die sie zur Begründung ausdrücklicher Umweltaussagen verwendet haben, im Nachhinein zu überprüfen und ggfls. die Umweltaussage zu aktualisieren (Art. 9 GCD-Entwurf).

Die vorgenannten Anforderungen aus Art. 5 und 6 GCD-Entwurf sind durch die zuständigen Behörden zu überprüfen und nötigenfalls zu sanktionieren (Art 13 bis 17 GCD-Entwurf) und können vor Gericht mittels Rechtsmittel eingeklagt werden (Art. 13 Abs. 2 GCD-Entwurf).

4.4.3.3.2 Empowering Consumers Directive (EmpCo)

Die EmpCo soll Verbraucher bei einer bewussten Kaufentscheidung unterstützen und damit nachhaltige Verbrauchsmuster fördern. Diese Verbraucherschutzvorschriften sollen eine kreislauforientierte, saubere und grüne EU-Wirtschaft fördern. Die Richtlinie definiert für den Verbraucherschutz, welche Aussagen über ein Produkt als „umweltbezogene Aussagen“ zu werten sind. Art. 2 Buchstabe o) Richtlinie 2005/29/EG (nachfolgend „UGP-Richtlinie“ abgekürzt) definiert den Begriff „Umweltaussage“ wie folgt¹¹¹⁶:

*„eine Aussage oder Darstellung, [...], im Kontext einer kommerziellen Kommunikation, in der ausdrücklich oder stillschweigend angegeben wird, dass ein Produkt oder Gewerbetreibender **eine positive oder keine Auswirkung auf die Umwelt hat oder weniger schädlich für die Umwelt ist als andere Produkte bzw. Gewerbetreibende oder dass deren Auswirkung im Laufe der Zeit verbessert wurde.**“¹¹¹⁷*

Hervorzuheben ist, dass nicht nur ausdrückliche Umweltauswirkungen eines Produkts reguliert werden, sondern auch **stillschweigende** Aussagen. Damit können auch Darstellungen, die einen positiven Umwelteffekt eines Produkts suggerieren, in den Anwendungsbereich der Verbraucherschutzvorschriften fallen. Als Umweltaussagen werden nicht nur positive Umweltauswir-

¹¹¹⁶ Art. 1 der EmpCo.

¹¹¹⁷ Hervorhebung durch den Autor.

kungen, sondern auch das Fehlen einer Umweltauswirkung, die vergleichende Produktbewertung sowie Aussagen zu einer verbesserten Umweltwirkung des Produkts über einen Zeitraum verstanden.

Die EmpCo ergänzt Anforderungen der UGP-Richtlinie (Richtlinie 2005/29/EG) und der Verbraucherrechte-Richtlinie (Richtlinie 2011/83/EU) durch folgende Verbraucherschützende Normen:

- ▶ Die Produktmerkmale, über die ein Gewerbetreibender einen Verbraucher nicht täuschen darf (vgl. Art. 6 Abs. 1 Buchstabe b) der Richtlinie 2005/29/EG), wird dahingehend geändert, dass die wesentlichen Merkmale eines Produkts auch umfassen: „Vorteile“, „Risiken“, „ökologische und soziale Auswirkungen“, „Haltbarkeit“, „Reparierbarkeit“, „Zwecktauglichkeit“, „Verwendung“ oder „die von der Verwendung zu erwartenden Ergebnisse“ (Art. 1 EmpCo).
- ▶ Die Liste der unlauteren Geschäftspraktiken in Anhang I der UGP-Richtlinie wird u.a. ergänzt um Tatbestände, die sich auf die Regelungsvorschläge der GCD (siehe oben) beziehen. Unlauter sind z.B. Umweltaussagen, die der Hersteller nicht nachweisen kann oder die sich auf das gesamte Produkt beziehen, obwohl sie nur für einen Aspekt des Produkts gelten. Als unlautere Geschäftspraktiken werden in Anhang I auch das Unterlassen von Informationen für die Verbraucher aufgenommen. So z.B. die Information, dass sich eine Software-Aktualisierung negativ auf die Verwendung von Waren mit digitalen Elementen oder bestimmte Merkmale dieser Ware auswirkt (Art. 1 EmpCo).
- ▶ Der Gewerbetreibende wird verpflichtet, über das Bestehen (oder im Falle energiebetriebener Waren das Fehlen) und die Laufzeit der gewerblichen Haltbarkeitsgarantie am Verkaufsort zu informieren. Damit sollen die Hersteller angereizt werden, gewerbliche Haltbarkeitsgarantien mit einer Laufzeit von mehr als zwei Jahren anzubieten (Art. 2 EmpCo).
- ▶ Für Waren mit digitalen Elementen muss der Hersteller – sofern keine fortlaufende Aktualisierung vorgesehen ist – den Mindestzeitraum benennen, indem er Software-Aktualisierung bereitstellt. Damit soll am Verkaufsort die Vergleichbarkeit der Produkte auf der Grundlage der Verfügbarkeit von Software-Aktualisierungen ermöglicht werden (Art. 2 EmpCo).

4.4.3.3 Bewertung

Der GCD-Entwurf und die EmpCo enthalten weder spezielle Regelungen für ADS-Systeme noch schließen sie diese vom Anwendungsbereich aus. Gleichwohl enthalten beide Richtlinien Vorgaben für Hersteller, die dazu beitragen können, dass indirekte Umwelteffekte von ADS und smarten Produkten verhindert werden bzw. transparent gemacht werden.

Mit der breiten Definition der „Umweltaussage“ im Kontext kommerzieller Kommunikation von Produkten werden auch Umweltaussagen zu Softwareprodukten mit ADS oder smarten Produkten erfasst. So können auch indirekte Umwelteffekte, die nicht ausdrücklich beworben aber suggeriert werden oder Verbesserungen der Umwelteffekte, die im Zuge einer Aktualisierung der ADS-Software bzw. des smarten Produkts versprochen werden, von den Regelungen erfasst werden. Allerdings greifen die Regelungen nur, wenn die Hersteller ihre ADS oder smarten Produkten freiwillig mit Umweltaussagen bewerben. Dann können die Regelungen und Instrumente des GCD-Entwurfs zum Erkennen und Vermeiden von indirekten Umwelteffekten beitragen. So müssen die Umweltaussagen der Hersteller nachweisbar und begründet sein und durch eine Konformitätsbewertungsstelle nachgeprüft werden. Dafür müssen die Hersteller Daten, nachvollziehbare Bewertungskriterien und Kontrollmöglichkeiten schaffen, die im Fall von ADS oder smarten Produkten, sich auch auf diese beziehen müssten. Zudem müssen die Hersteller die Verbraucher in die umweltfreundliche Verwendung einweisen und die Umweltaussage begründen. Durch die vorgenannten Pflichten besteht die Möglichkeit, dass auch indirekte Umwelteffekte

erkannt werden und durch behördliche Kontrollen aufgezeigt und vermieden werden. Zum Aufdecken indirekter Umwelteffekte kann auch die Produktbeobachtungspflicht und Aktualisierungspflicht der Umweltaussage durch den Hersteller beitragen.

Eine präventive und repressive Wirkung auf die Hersteller, indirekte Umwelteffekte bei der Programmierung von ADS zu vermeiden bzw. beim Auftreten durch Software-Aktualisierung zu beheben, könnten die Schadensersatzansprüche von Verbrauchern und Mitbewerbern nach § 9 UWG bewirken. Verbraucher könnten zukünftig gem. § 9 Abs. 2 UWG einen Schadensersatzanspruch durch die Novellierung des Art. 1 EmpCo geltend machen, wenn der Gewerbetreibende über wesentliche Produktmerkmale gem. Art. 6 Abs. 1 Buchstabe b) UGP-Richtlinie täuscht. So könnten fehlende Hinweise auf indirekte Umwelteffekte einen „Vorteil“, ein „Risiko“ oder „ökologische und soziale Auswirkungen“ von ADS oder smarten Produkten betreffen, und damit über eine wesentliches Produktmerkmal täuschen. Ferner könnte der Schadensersatzanspruch im Fall von neuen unlauteren Geschäftspraktiken in Anhang 1 UGP-Richtlinie entstehen. So wenn der Hersteller von ADS und smarten Produkten Aussagen zum Nichtvorhandensein von (indirekten) Umwelteffekten trifft, die er nicht nachweisen kann oder die sich auf das ganze smarte Produkt beziehen, obwohl nur bestimmte Produktfunktionen betroffen sind.

4.4.3.4 Durchsetzung von Umweltstandards durch kaufrechtliche Sachmangel- und Gewährleistungsrechte

Wie die Untersuchung in Abschnitt 4.4.2.4 zeigt, können im Sachmangel- und Gewährleistungsrecht keine konkreten Vorgaben zur Vermeidung von indirekten Umwelteffekten bei der Herstellung und Nutzung von ADS-Software und smarten Produkte normiert werden. Allerdings könnten die Verbraucher indirekte Umwelteffekte, wie z.B. Software-Obsoleszenz, und damit verbundene übermäßige Ressourcenverbräuche im Rahmen ihrer Gewährleistungsrechte durchsetzen.

Umweltbezogene Anforderungen können über den objektiven Sachmangelbegriff sowohl für digitale Produkte (Software) als auch im Verbrauchsgüterkauf für smarte Produkte (Sachen mit digitalen Elementen) in das Zivilrecht hineinwirken und darüber durchgesetzt werden. So richten sich die objektiven Anforderungen an ein digitales Produkt nach dessen „gewöhnlicher Verwendung“ (§ 327e Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 BGB), gleiches gilt für smarte Produkte nach §§ 475b, 475c BGB. Die gewöhnliche Verwendung richtet sich nach der Verkehrsanschauung, die durch den Stand der Technik (technische Normen/Standards) oder – falls dieser nicht existiert – durch sektorspezifische Verhaltenskodizes geprägt werden. Um diesen „Mechanismus“ für die Vermeidung von indirekten Umwelteffekten zu nutzen, müssten in den technischen Normen für Software (ADS) Instrumente zur Messung und Vermeidung von indirekten Umwelteffekten entwickelt werden (vgl. zum Stand der internationalen und nationalen Standardisierung in Abschnitt 4.4.2.4). Wenn ADS und smarte Produkte gegen diese Standards verstoßen, wäre von einem objektiven Mangel des digitalen Produkts bzw. des smarten Produkts auszugehen, der zivilrechtlich geltend gemacht werden könnte. Neben technischen Normen können auch die Nichteinhaltung von öffentlich-rechtlichen Produktvorgaben für Software (ADS) und smarte Produkte oder freiwillige Selbstverpflichtungen im Rahmen der Ökodesign-Verordnung (siehe Abschnitt 4.4.3.1) einen Mangel im Gewährleistungsrecht begründen. So könnte z.B. gegen Software-Obsoleszenz mit der zivilrechtlichen Durchsetzung von Mindestbereitstellungszeiträumen für ADS-Software, die auf Basis der Ökodesign-Verordnung erlassen wurden, vorgegangen werden.

Nicht selten dürften indirekte Umwelteffekte auch nicht offensichtlich sein, weil z.B. objektive Bewertungsmaßstäbe aufgrund individueller ADS-Empfehlungen nicht vorliegen oder schwer zu bestimmen sind. Entdeckt die Verbraucher den Mangel erst nach Ablauf der Verjährungsfrist, kann sie ihn nicht mehr geltend machen. Deshalb sollte geprüft werden, ob die Zeiträume in den

verbraucherschützenden Normen zum maßgeblichen Zeitpunkt für die Sachmangelfreiheit, zur Verjährung und der Beweislastumkehr bei ADS und smarten Produkten verlängert werden können.

4.4.4 Regulierungsziel 3: Regulierung direkter Umwelteffekte von ADS und smarten Produkten

Die (komplexe) Frage der Einhegung sog. direkter Umwelteffekte von ADS wird in dieser Untersuchung nachrangig behandelt (siehe Abschnitt 2.4.4). Die Instrumente und Änderungsvorschläge zur Regulierung indirekter Umwelteffekte von ADS und smarten Produkten in Abschnitt 4.4.3 sind allerdings grundsätzlich auch geeignet, um direkte Umwelteffekte zu steuern.

Mögliche Regulierungsziele für ADS liegen in der Transparenz über die Umweltperformance (Ressourcenverbrauch und CO₂-Emissionen) des Systems bzw. des smarten Produktes selbst. Für diese Zielsetzung sind die Dokumentationspflichten der Anbieter von KI-Modellen hervorzuheben die sowohl für KI-Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck (gem. Art. 53 Abs. 1 Buchstabe a) i.V.m. Anhang XI KI-VO) als auch für Hoch-Risiko KI-Systeme (gem. Art. 11 Abs. 2 i.V.m. Abs. 1 und Anhang IV KI-VO) gelten.

Zu diesen Anforderungen zählt auch, dass die Anbieter das ordnungsgemäße Funktionieren des Systems durch automatisch erzeugte Protokolle nachweisen bzw. ex-post kontrollieren können und für diese eine sechsmonatige Aufbewahrungsfrist gilt. Die Dokumentationsanforderungen (u.a. die Protokolle) sollten sich auch dazu nutzen lassen, Informationen zu den Umweltauswirkungen der ADS, z.B. beim Gebrauch smarter Produkte, zu erhalten oder mögliche unbeabsichtigte Umweltauswirkungen zu überprüfen. Ferner sollte die Dokumentation auch erkennen lassen, welche Ressourcenverbräuche und CO₂-Emissionen bei der Programmierung der ADS, aber auch gerade bei deren Nutzung entstehen. Dazu sind Entwickelnde und Verkäufer zu verpflichten, entsprechende Informationen an die Akteure in der Herstellungskette und Käufer weiterzugeben; z.B. im Rahmen eines Produktpasses. Für die CO₂-Emissionen könnte das bestehende Instrument der Energieverbrauchsetikette für energieverbrauchende Produkte auf ADS und smarte Produkte ausgeweitet werden. Zudem sollten ADS bzw. smarte Produkt so programmiert werden, dass sie den Käufer regelmäßig über die „ökologische Performance“ des Systems bzw. Produkts informieren und ihm Vorschläge unterbreiten, wie er diese verbessern kann.

4.4.5 Zusammenfassung

Kapitel 4.4 untersucht eine Reihe produkt- und zivilrechtlicher Regelwerke – der Ökodesign-Verordnung (ESPR) des Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetzes (EVPG), des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG), der Marktüberwachungsverordnung, des zivilrechtlichen Sachmangel- und Gewährleistungsrechts, des Lauterkeitsrechts, sowie der KI-Verordnung. Es analysiert relevante Instrumente dieser Regelwerke im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit und ihr Regulierungspotenzial zur umweltrechtlichen Regulierung von ADS und smarten Produkten. Die Analyse ergibt folgendes Bild:

- Das **öffentliche-rechtliche Umweltproduktrecht (EVPG/ESPR)** setzt auf – grundsätzlich auch für eine Regulierung von ADS geeignete – Informationspflichten und Gestaltungsvorgaben für energieverbrauchsintensive Produkte, vernachlässigt aber immaterielle Produkte wie Software und dürfte damit für eine Vielzahl von ADS nicht einschlägig sein. Während ADS als eigenständige („Standalone-“) Software nicht in den Anwendungsbereich des EVPG fallen, unterliegt ADS-Software, die in „smarte“ Produkte eingebettet ist, dem EVPG. Die im Rahmen des EVPG aufgestellten Ökodesign-Anforderungen an das Gesamtprodukt betreffen also auch bestimmte ADS. Direkte Umweltauswirkungen wie der Energieverbrauch solcher Produkte können beispielsweise durch Mindestanforderungen, etwa als verbindliche

Default-Einstellungen, adressiert werden. Defizite des Regelungsmechanismus mit Blick auf ADS liegen auch in der auf Durchführungsverordnungen angewiesenen Konkretisierungs- und Weiterentwicklungsmechanismen des EVPG/ESPR, die die gesetzliche Reaktion auf die hohe Entwicklungsgeschwindigkeit von ADS und smarten Produkten erheblich erschweren dürfte.

Auch indirekte Umwelteffekte, die durch oder in Wechselwirkung mit individuellem Nutzerverhalten¹¹¹⁸ entstehen, sind angesichts der mangelnden Transparenz und Komplexität ihres Zustandekommens schwer durch solche Vorgaben greifbar. Harmonisierte Normen und Umweltzeichen für besonders prominente oder typische Schadensverläufe könnten hier Abhilfe schaffen. Auch im Gesetz geregelte Produktinformationspflichten der Hersteller bei der Markteinführung könnten für ein besseres Verständnis wahrscheinlicher Umwelteffekte von ADS relevant sein. Allerdings sieht das EVPG solche Pflichten nur beim Inverkehrbringen „Downstream“ vor, die Informationsbereitstellung „Upstream“, d.h. von den Nutzern von ADS (z.B. den Herstellern smarter Produkte) an die Anbieter von ADS, ist hingegen nicht geregelt. Dies schränkt die Wirksamkeit des Instruments zur Sicherung des Informationsflusses bezüglich emergenter oder in sonstiger Weise in unvorhergesehener Weise entstehender Umwelteffekte erheblich ein.

- Das **Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)** ist angesichts einer offenen „Grundnorm“, bzw. dem Verweis auf technische Standards und Sicherheitsanforderungen im Gegensatz zu der eher schwerfälligen Regelungstechnik des EVPG/ESPR besser zur Regulierung dynamischer Sachverhalte und unvorhergesehener Risikoverläufe in der Lage. Zumindest gravierenden Umweltrisiken von ADS könnte durch den Erlass umweltschützender Rechtsverordnungen auf der Grundlage von § 8 Abs. 2 ProdSG Rechnung getragen werden. Im Gegensatz zum Produktrecht wird „Standalone“ Software als Produkt definiert und unterfällt dem Anwendungsbereich des Produktsicherheitsrechts. Ein wirksamer Vollzug der ordnungsrechtlichen Vorgaben des Gesetzes könnte allerdings an den begrenzten Kapazitäten der Marktüberwachungsbehörden scheitern.
- Das **zivilrechtliche Sachmängel- und Gewährleistungsrecht** ist nicht auf die Setzung konkreter Umweltstandards ausgerichtet, ermöglicht es Verbrauchern aber, die Nichteinhaltung vereinbarter oder verkehrsüblicher Umweltstandards durch ADS als Mangel geltend zu machen. Solche Ansprüche gelten grundsätzlich sowohl für digitale Produkte (Software) als auch für smarte Produkte (Sachen mit digitalen Elementen). Allerdings fehlt es noch an Standards, die eine Verkehrsanschauung (z.B. als Stand der Technik) im Hinblick auf ADS definieren würden. Die Untersuchung identifiziert erste Ansätze, aus denen sich ein solcher Standard herausbilden könnte. Hindernisse für die Wirksamkeit des Regelungsmechanismus könnten insbesondere aufgrund der Komplexität des „Produktlebenszyklus“¹¹¹⁹ von ADS bestehen. So dürfte es schwer zu klären sein, ob fehlerhafte Empfehlungen, Prognosen etc. auf die – durch Verbraucher veranlasste – Adaption der Systeme aufgrund ihrer Präferenzen, oder auf fehlerhafte Weichenstellungen bei der Programmierung der ADS zurückgehen.
- **Zivilrechtliche Informationspflichten** (EGBGB/UWG), der GCD-Entwurf und die Empowering Consumers Directive (EmpCo) zielen darauf ab, informierte Konsumentenscheidungen zu ermöglichen und irreführende Umweltaussagen zu verhindern. Der GCD-Entwurf und die EmpCo sollen die Rechte von Verbrauchern in Bezug auf die Begründung, den Nachweis und die Verständlichkeit von Umweltaussagen schützen, die angesichts ihres breiten Anwendungsbereichs auch für Softwareprodukte wie ADS gelten dürften. Dafür müssen die Anbieter Daten bereitstellen und nachvollziehbare Bewertungskriterien schaffen; Umweltaussagen müssen durch eine Konformitätsbewertungsstelle geprüft werden. Zudem können

¹¹¹⁸ S.o. 2.1.4.1.

¹¹¹⁹ Vgl. 2.1.4.1.

die Produktbeobachtungspflicht und die Pflicht zur Aktualisierung der Umweltaussage durch den Anbieter dazu beitragen, indirekte Umwelteffekte aufzudecken. Allerdings greifen diese Vorgaben nur bei freiwilligen Umweltaussagen. Daneben weist die Bearbeitung auf die – zumindest denkbare – präventive und repressive Wirkung lauterkeitsrechtlicher Ansprüche hin, falls getroffene oder unterlassene Äußerungen über wesentliche umweltbezogene Produktmerkmale als irreführend zu betrachten sind.

- Schließlich werden die dargestellten Instrumente in einschlägigen Regelungen der KI-VO diskutiert, die etwa eingreifen könnten, wenn ADS als Sicherheitskomponente in einem Produkt – etwa einer Maschine, einem Spielzeug – verwendet werden, das unter EU-Produktsicherheitsvorschriften fällt. Wenngleich diese Regelungen nur begrenzte Umweltbezüge aufweisen, könnten insbesondere die den Artikeln 11, 53 bzw. den Anhängen IV und XI der KI-VO geregelten Dokumentationspflichten de lege ferenda auch Orientierung für die Weiterentwicklung des produktbezogenen Umweltrechts bieten. Diese Pflichten beziehen sich de lege lata auf den Energie- und Ressourcenverbrauch von Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck,¹¹²⁰ dürften aber absehbar vor allem auch zur Entwicklung belastbarer Methoden und Instrumente zur Quantifizierung direkter Umwelteffekte beitragen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass eine effektivere umweltrechtliche Regulierung von ADS eine Kombination und Weiterentwicklung bestehender Instrumente erfordern würde. Das könnte einerseits erfolgen, indem die KI-VO um umweltproduktspezifische Anforderungen erweitert wird. Andererseits könnte das Umweltproduktrecht Pflichten integrieren, die auf die spezifischen Lebenszyklen von umweltrelevanten ADS zugeschnitten sind. So scheint es z.B. denkbar, den digitalen Produktpass aus der Ökodesign-Verordnung als Instrument zu nutzen, um umweltrelevante Informationen über ADS transparent zu machen. Dieser könnte etwa Angaben zum Energieverbrauch oder zu den Bedingungen umweltadäquater Nutzung der Systeme enthalten. Die informatorische Grundlage hierfür könnten wiederum erweiterte Dokumentationspflichten, ähnlich denen für KI-Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck (gem. Art. 53 KI-VO) und für Hochrisiko-KI (gem. Art. 11 KI-VO), herstellen, die allerdings spezifisch auf Umweltaspekte von ADS und smarten Produkten zugeschnitten sein müssten.

¹¹²⁰ S.o. 2.1.1.

4.5 Haftung für Umweltschäden durch ADS

4.5.1 Einleitung: Ziel und Gang der Untersuchung

Sowohl hinsichtlich des Regelungsgegenstands – den **technologiespezifischen Risiken** von ADS – als auch hinsichtlich des **Schutzguts Umwelt** hat eine haftungsrechtliche Regulierungsstrategie schwierige Rechtsfragen zu klären. Allgemein wird die *Haftung für Umweltschäden* durch den Einsatz von ADS in der Literatur noch nicht ausführlich thematisiert. Die Untersuchung kann sich aber auf eine umfangreiche Debatte zu Haftungsfragen für Künstliche Intelligenz stützen, die an dieser Stelle mit ebenfalls vieldiskutierten, spezifisch umwelthaftungsrechtlichen Problemen (unabhängig von ihrer Verursachung durch ADS) verschnitten werden. Diese Diskussionen können und müssen im vorliegenden Projekt nicht vollumfänglich reflektiert werden. Das Kapitel bearbeitet die Frage nach den Regulierungspotenzialen einer Haftungsregelung vielmehr mit einem Fokus auf zentrale Problemkreise. Damit sollen Regelungsmöglichkeiten und Herausforderungen umwelthaftungsrechtlicher Vorgaben geklärt und grundsätzliche Regulierungspotenziale herausgearbeitet werden. Hierfür werden zunächst grundlegende Regulierungsfunktionen des Haftungsrechts dargestellt und ihre potenzielle Passung auf die Spezifika algorithmischer Entscheidungen erörtert. In einem zweiten Schritt wird ein umwelthaftungsrechtlicher Sorgfaltsmaßstab als ADS-spezifisches „Verhaltens-Soll“ (s.o. 2.4.1) rekonstruiert und Herausforderungen für Realisierungschancen dieses Verhaltens-Solls beim Einsatz von ADS problematisiert. Aufbauend auf dieser Analyse werden schließlich Regulierungspotenziale ökologisch wie technologisch adaptierter umwelthaftungsrechtlicher Regelungen de lege ferenda umrissen. Das Kapitel stützt sich auf die in Kapitel 2.1 entwickelte Begrifflichkeit, wobei der Fokus in Übereinstimmung mit der fachlichen Diskussion auf solche Herausforderungen aus haftungsrechtlicher Sicht gelegt werden, die sich aus potenziellen Rechtsverletzungen durch autonome Systeme ergeben.

4.5.2 Funktionen des Haftungsrechts: dezentrale Risikoprävention unter unsicheren normativen und faktischen Bedingungen

Haftung im weitesten Sinne bezeichnet das Entstehen-müssen einer natürlichen Person, eines Unternehmens oder eines Staates, für einen Schaden, der durch eine Handlung verursacht wurde, für die diese Person die Verantwortung trägt. Wenngleich eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen des Haftungsrechts unterschieden werden, sind der Schadenausgleich und die Schadensprävention als dessen Hauptfunktionen zu betrachten.¹¹²¹ Obwohl der Schadenausgleich auch aus umweltrechtlicher Perspektive eine wichtige Rolle spielen kann,¹¹²² sollen an dieser Stelle vor allem Aspekte der präventiven Funktion des Haftungsrechts fokussiert werden.

Danach schaffen Haftungsnormen **Anreize**, die Risiken gefahrgeneigter Tätigkeiten für andere und für die Gesellschaft zu mindern oder zu vermeiden. Im Sinne dieser präventiven Funktion, die vor allem von Theorien der sog. ökonomischen Analyse des Rechts konkreter analysiert und rekonstruiert wird, ist die Umwelthaftung als eine Strategie zur Internalisierung negativer externer Effekte auf die Umwelt zu betrachten: Sie soll die in riskanten Kontexten handelnden Akteure dazu veranlassen, die Umweltfolgen ihres Verhaltens als interne Kosten ihrer Tätigkeit zu

¹¹²¹ Brügge-meier, Haftungsrecht: Struktur, Prinzipien, Schutzbereich, in Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006, 9.

¹¹²² „Schadensausgleich heißt, die materiellen und immateriellen Einbußen, die den Mitgliedern einer Gesellschaft aus sozialem Kontakt entstehen, zu reparieren oder zu kompensieren bzw. den Schaden zwischen den Beteiligten – Schädiger und Geschädigter – zu verteilen“; Brügge-meier, Haftungsrecht: Struktur, Prinzipien, Schutzbereich, in Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft, 2006, a.a.O.

kalkulieren.¹¹²³ Dadurch sollen eine Abschreckung (unangemessenen) riskanten Verhaltens erreicht¹¹²⁴ und etwa auch risikomindernde Investitionen begünstigt werden.¹¹²⁵ Die Präventivfunktion des Haftungsrechts verfolgt damit dieselben Ziele wie das umweltrechtliche Vorsorgeprinzip und baut auf dieselbe Interventionslogik wie das umweltrechtliche Verursacherprinzip, das auf der Annahme beruht, dass potenzielle Verursacher wenig Anreiz haben, ökologisch riskantes Verhalten zu vermeiden, wenn sie die Folgekosten ihres umweltschädlichen Verhaltens auf andere abwälzen können.¹¹²⁶

Der Fokus auf die Umwelthaftung rechtfertigt sich hier nicht aber nur wegen solcher prinzipiellen Überschneidungen mit anderen Instrumenten des vorsorgenden Umweltrechts. Vielmehr erscheinen die Wirkmechanismen, durch die haftungsrechtlichen Instrumente ebenso gut, unter Umständen sogar besser als andere umweltrechtliche Instrumente regulieren sollen, angesichts der in Kapitel 2 beschriebenen Ansatzpunkte und Herausforderungen der umweltrechtlichen Ausrichtung von ADS besonders interessant.¹¹²⁷

- **Erstens** soll eine Haftungsregelung, indem sie effektive **Anreize für die handelnden Akteure im Einzelfall** zur Verfügung stellt, den Maßstab für einen ökonomisch optimalen Umgang mit Risiken und Potenzialen riskanter Tätigkeiten bieten. Insbesondere durch eine Verschuldenshaftung sollen deliktische Verhaltenspflichten so ausgerichtet werden, dass dem potenziellen Schädiger ein wirtschaftlicher Anreiz gegeben wird, das gebotene Maß an Sorgfalt walten zu lassen und sich nur in solchen Aktivitäten zu engagieren, deren Nutzen größer ist als die Summe aller anfallenden Kosten.¹¹²⁸

Durch wirtschaftliche Anreize sollen Schäden vermieden werden, deren Kosten höher sind als die Kosten möglicher Sorgfaltsmaßnahmen, durch deren Einsatz sie verhindert worden wären. Die Vermeidung von Schäden ist dann optimal, wenn sie durch die – im Verhältnis zu den Schäden volkswirtschaftlich günstigere – Einhaltung von Sorgfaltspflichten abgewendet werden können. Umgekehrt soll der Verschwendung von Ressourcen durch – im Verhältnis zu den volkswirtschaftlichen Potenzialen des risikoträchtigen Verhaltens übermäßige – Sorgfaltsmaßnahmen entgegengewirkt werden.¹¹²⁹

Entsprechende Herausforderungen beim Austarieren von Über- und Unterregulierung kennzeichnen rechtspolitische Diskussionen über den Umgang mit – ambivalenten – digitalen Innovationen. Ein in diesem Sinne optimales Funktionieren einer Haftungsregelung ist allerdings von vielfältigen, in der Realität schwer zu befriedigenden Voraussetzungen abhängig. Sowohl der Problembereich des zivilrechtlichen Umwelthaftungsrechts als auch die Haftung für Schäden, die für KI-Systeme verursacht werden, stellen die Erfüllung dieser Wirksamkeitsbedingungen vor besonders hohe Herausforderungen. Diese Herausforderungen und ihre Ursachen werden unter 4.5.3.2 beschrieben.

- **Zweitens** sollen haftungsrechtliche Regelungen, sofern es sich um solche einer Verschuldenshaftung handelt, besonders gut dazu geeignet sein, einen Sorgfaltsmaßstab zu entwickeln, der besonders komplexen und dynamischen Risiken – also solchen Risikofaktoren, die gerade auch ADS kennzeichnen (s.o. 2.1.3) – gerecht wird. Eine Verschuldenshaftung setzt in den – praktisch überwiegend relevanten – Fällen, in denen es um fahrlässige Verursachung von Rechtsverletzungen oder Unterlassungen geht, eine

¹¹²³ Endres (2013), Umweltökonomie, 80.

¹¹²⁴ Posner/ Landes, (1980) The Positive Economic Theory of Tort Law. Georgia Law Review 15: 851-924, 854.

¹¹²⁵ Newell (2001), Access to Environmental Justice? – Litigation against TNCs in the South. IDS Bulletin 32(1): 83-93, 91.

¹¹²⁶ S., mit Blick auf das internationale Haftungsrecht Proelß (2017), Internationales Umweltrecht, 96.

¹¹²⁷ Diese Fragen wurden umfassend in Gailhofer, Functions and Objectives of Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, in: Gailhofer et al. (Hrsg.), Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, 2023 behandelt. Die folgenden Ausführungen stützen sich vielfach auf die dortigen Überlegungen.

¹¹²⁸ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB vor § 823 Rn. 65, beck-online.

¹¹²⁹ Z. Ganzen s. MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB vor § 823 Rn. 66, beck-online.

Verletzung von Verkehrspflichten voraus. Das bedeutet, dass der Schädiger nicht die in der konkreten Situation erforderlichen Maßnahmen ergriffen hat, und zwar ex ante, d. h. in dem Stadium, in dem die Entscheidung für eine bestimmte Vorgehensweise getroffen wurde.¹¹³⁰ Zur Bestimmung des Sorgfaltsmaßstabs werden nicht nur im deutschen Recht, sondern in vielen Rechtskreisen objektive Maßstäbe der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt herangezogen.¹¹³¹ Als risikobasierter Mechanismus funktioniert der Sorgfaltsmaßstab mehr oder weniger auf die gleiche Weise wie die Grundsätze der Risikobewertung im öffentlichen Umweltrecht,¹¹³² oder etwa in einer Lieferkettenregulierung: Was im Einzelfall zu tun ist, richtet sich nach dem Ausmaß des Schadens und dem Grad der Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts.¹¹³³

Zugleich ist der Sorgfaltsmaßstab, den mögliche Schädiger zur Abwendung ihrer Haftung berücksichtigen sollen, hochgradig offen für technische und andere spezifische Standards. Zu seiner Konkretisierung ziehen die Gerichte im Einzelfall eine Vielfalt unterschiedlicher Normen heran: So können Beklagte für die Verletzung eigener (interner) technischer Standards oder für Abweichungen von ihren eigenen bewährten Praktiken haftbar gemacht werden. Sie können sich also auf private Regeln und beim Beklagten vorhandene Kenntnisse stützen, um einen individuellen Sorgfaltsmaßstab festzulegen, insbesondere wenn spezifische Kenntnisse oder Fähigkeiten vorhanden sind. Andererseits können auch private Standards als Maßstab dafür herangezogen werden, was zur Schadensvermeidung als notwendig und machbar erachtet wird. So können nicht nur das öffentliche Recht und institutionalisierte private Normen wie ISO, CEN/CENELEC und DIN einen Rahmen für die Konstruktion eines objektiven Sorgfaltsstandards bieten, sondern auch die Schutzmaßnahmen und Regeln, die in Unternehmen, Branchen oder Sektoren selbst entwickelt werden.¹¹³⁴

Schließlich entwickelt sich dieser Sorgfaltsmaßstab dynamisch weiter: Im Grundsatz ist die Einhaltung der Anforderungen zum Zeitpunkt des Schadenseintritts maßgeblich. Neuerungen beim Stand der Technik zur Minderung von Risiken und Beeinträchtigungen sind insbesondere dann zu berücksichtigen, wenn es sich um schwere Risiken handelt.¹¹³⁵ Aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit und Offenheit soll der haftungsrechtliche Sorgfaltsmaßstab vor allem gerade in der Lage sein, neue Technologien und „Entwicklungen in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit und Umwelt“ zu berücksichtigen.¹¹³⁶ Diese Adaptationsfähigkeit des haftungsrechtlichen „Verhaltenssolls“ lässt das Haftungsrecht insbesondere angesichts der hochgradig beschleunigten Innovationsdynamiken im Zusammenhang mit ADS (s.o. 2.1.3) als interessanten Regulierungsansatz erscheinen.

- **Drittens** stellt das zivilrechtliche Haftungsrecht einen **dezentralen Regulierungsansatz** zur Verfügung. Auch diesbezüglich könnte es besonders gut dazu geeignet sein, der Komplexität, Skalierung und Dynamik von algorithmenbasiertem (Entscheidungs-)Verhalten, also

¹¹³⁰ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, § 823 Rn. 527

¹¹³¹ Glinski (2018), UN-Leitprinzipien, Selbstregulierung der Wirtschaft und Deliktsrecht: Alternativen zu verpflichtenden Völkerrechtsnormen für Unternehmen? In: Krajewski (Hrsg.) Staatliche Schutzpflichten und unternehmerische Verantwortung für Menschenrechte in globalen Lieferketten, FAU University Press, Erlangen, 43-96, 77, 75-96; van Dam (2014), European Tort Law. Oxford University Press, Oxford; Brüggemeier (2020) The Civilian Law of Delict: A Comparative and Historical Analysis. European Journal of Comparative Law and Governance 7(4): 339-383

¹¹³² Frank (2019) Aspekte zur Risikobewertung beim Eigentumsschutz gemäß § 1004 BGB am Beispiel der Klimaklage eines peruanischen Bauern gegen RWE. Zeitschrift für Umweltrecht 10, 518-522.

¹¹³³ BGH VersR 2007, 72 Rn. 11.

¹¹³⁴ Z. Ganzen s. Glinski (2018), UN-Leitprinzipien, Selbstregulierung der Wirtschaft und Deliktsrecht: Alternativen zu verpflichtenden Völkerrechtsnormen für Unternehmen? In: Krajewski (Hrsg.) Staatliche Schutzpflichten und unternehmerische Verantwortung für Menschenrechte in globalen Lieferketten, FAU University Press, Erlangen, 43-96, 75 ff. und Gailhofer (2023), Functions and Objectives of Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, in: Gailhofer et al. (Hrsg.), Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm.

¹¹³⁵ Förster (2020), § 823, Rn 347. In: Bamberger & Roth (Hrsg.) Beck'scher Online Kommentar BGB, 53. Aufl., C.H. Beck, München

¹¹³⁶ Bergkamp, Liability and Environment: Private and Public Law Aspects of Civil Liability for Environmental Harm in an International Context. Brill, 2001, 260 ff. (eigene Übers.)

wichtiger Faktoren für Art und Gewicht der Folgen des Einsatzes der Systeme¹¹³⁷ zu begegnen. Denn gerade angesichts solcher Spezifika von ADS sind die Informationen über Risiken und angemessene Vorsichtsmaßnahmen unterschiedlich zwischen unterschiedlichen Akteuren im Lebenszyklus verteilt.

Für ökonomische Theorien des Rechts sind „Informationsasymmetrien“¹¹³⁸ über riskante Aktivitäten wesentliche Kriterien dafür, ob eine haftungsrechtliche oder eine ordnungsrechtliche (bzw. „staatszentrierte“) Regulierung die bessere Wahl ist.¹¹³⁹ Wenn es an Informationen über die Beiträge verschiedener Verursacher, über die Intensität risikobehafteter Aktivitäten, über die Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts oder über das Schadensausmaß im Falle eines Schadenseintritts mangelt, kann die Internalisierung externer Effekte durch staatliche Regulierung nach dieser Betrachtung scheitern.¹¹⁴⁰ Wo Risiken und gebotene Maßnahmen für Gesetzgeber und Behörden ex ante schwer zu erkennen und zu kontrollieren sind, potenzielle Schädiger wegen ihrer größeren Sachnähe oder Kompetenz über die besseren Informationen zur effektiven und effizienten Risikovorsorge verfügen, sollen letztere auch dafür verantwortlich sein, schadensvermeidende Maßnahmen zu bestimmen und umzusetzen. Gerade die Chancen, einen optimalen Standard zur Bewältigung von Umwelttrisiken zu finden, sollen bei einer Haftungsregelung höher liegen, als bei ordnungsrechtlichen Instrumenten zur Risikoprävention, da der Schädiger einen Anreiz hat, seinen Informationsvorsprung zu nutzen, um effektive Maßnahmen zur Minderung des Risikos zu ergreifen.¹¹⁴¹ Diese Verlagerung der Entscheidung auf den (potenziellen) Schädiger findet bei einer **Gefährdungshaftung** konsequenter statt, als wenn eine Verschuldenshaftung geltend gemacht wird. Hängt die Haftung, wie bei der Verschuldenshaftung vom Verstoß gegen eine Sorgfaltspflicht ab, wird der potentielle Schädiger – zumindest, soweit und solange man, wie die ökonomische Analyse des Rechts, von diesem als „homo oeconomicus“ ausgeht –¹¹⁴² darum bemüht sein, den rechtlich oder durch andere relevante Standards vorgegebenen Sorgfaltsstandard einzuhalten, denn sofern ihm dies gelingt, hat er nur die Kosten seiner Sorgfaltsmaßnahmen, nicht hingegen diejenigen der trotz Einhaltung dieser Standards verbleibenden Schäden zu tragen.¹¹⁴³ Sind demgegenüber Regelungen einer Gefährdungshaftung einschlägig – etwa nach dem UmweltHG –, ist kein vorsätzliches oder fahrlässiges pflichtwidriges Handeln der Beklagten für die Begründung der Haftung notwendig. Bei der Gefährdungshaftung kann sich der Schadensverursacher der Haftung weder durch Entschuldigung noch durch Rechtfertigung entziehen.¹¹⁴⁴ Im Unterschied zur Verschuldenshaftung wird dem potenziellen Schädiger im Fall einer Gefährdungshaftung der einzuhaltende Sorgfaltsstandard also nicht extern, durch Verkehrspflichten bzw. deren Interpretation durch ein Gericht vorgegeben, sondern dessen Festlegung obliegt dem Betroffenen selbst. Dementsprechend entwickelt eine Gefährdungshaftung keine Anreize zur Einhaltung ggf. rechtlich oder in anderer Weise vorgegebener Standards. In der Literatur wird hieraus z.T. gefolgert, dass potenzielle Schädiger unter einer Gefährdungshaftung in ihren Sorgfaltsanstrengungen nachlassen – der

¹¹³⁷ S.o. 2.1.3.

¹¹³⁸ Faure (2001) *Economic Analysis of Environmental Law: An Introduction*. *Économie publique/Public economics* 07: 127-147, 129.

¹¹³⁹ Shavell (1983) *Liability for Harm Versus Regulation of Safety*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 1218, Cambridge, 1.

¹¹⁴⁰ Vgl. Wagner (1990), *Kollektives Umwelthaftungsrecht auf genossenschaftlicher Grundlage*. *Schriften zum Umweltrecht* Vol. 16, 49.

¹¹⁴¹ Faure (2001) *Economic Analysis of Environmental Law: An Introduction*. *Économie publique/Public economics* 07: 127-147, 139.

¹¹⁴² Zu verhaltenswissenschaftlich begründeten Einschränkungen der Vorstellung zweckrational handelnder Akteure s.o. 4.2.2.1.2.

¹¹⁴³ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB vor § 823 Rn. 67, beck-online.

¹¹⁴⁴ Coleman JL (1992) *Risks and Wrongs*, 219.

Sinn der Regelung wird dann nur noch in der Kompensation von Schäden gesehen.¹¹⁴⁵ Gerade unter einer Gefährdungshaftung werden potenziellen Schädigern, wie Wagner betont, allerdings sämtliche durch ihr Handeln verursachten Schäden zugerechnet, so dass diese deren Kosten zur Gänze tragen müssen.¹¹⁴⁶ Ein rationaler Akteur soll also gerade auch unter solchen Bedingungen darum bemüht sein, kostenträchtige Schadensfälle durch Sorgfaltsmaßnahmen zu vermeiden. Allerdings soll auch hierbei nicht der Anreiz bestehen, jedwede mögliche Sorgfaltsmaßnahme ergreifen, ohne Rücksicht auf deren Kosten, sondern der, den Sorgfaltsaufwand so lange auszudehnen, bis die Kosten einer weiteren Sorgfaltsmaßnahme größer sind als die dadurch vermiedenen Schäden. Dementsprechend soll der Schädiger unter einer Gefährdungshaftung also das sozial erwünschte Sicherheitsniveau aus freien Stücken festlegen.¹¹⁴⁷

- Das Haftungsrecht kann zudem auch insofern als dezentraler Ansatz angesehen werden, als es die **Durchsetzung** der einschlägigen Verpflichtungen den Betroffenen überlässt, die gegen die Verletzung ihrer Rechte vor Gericht vorgehen können. Staatliche Praktiken der Kontrolle und Durchsetzung des öffentlichen Umweltrechts werden klassischerweise dafür kritisiert, dass sie nicht in der Lage sind, Verstöße wirksam und angemessen zu sanktionieren und damit dem Verursacherprinzip gerecht zu werden.¹¹⁴⁸ Indem haftungsrechtliche Vorgaben auf die Durchsetzung durch die Geschädigten selbst zählen, die in ihrem eigenen Interesse handeln und unter Umständen besser als staatliche Behörden über die Umstände des Einzelfalls informiert sind, sollen sie dazu beitragen, solche Defizite effektiv zu kompensieren.¹¹⁴⁹

4.5.3 Regulierungsziel 1: effektive Regulierung von umweltschädlichem (Entscheidungs-) Verhalten von ADS de lege lata?

Nach dem in Kapitel 2 entworfenen Bewertungsschema ist zu klären, ob die Regulierungsziele des zu bewertenden umweltrechtlichen Instruments (s.o. 2.4) erwartbare Umweltauswirkungen durch ADS (2.2) adressieren. Im Sinne von „Regulierungsziel 1“ ist zunächst zu erörtern, ob sich aus dem bestehenden Umwelthaftungsrecht ein problemadäquates „Verhaltenssoll“ ableiten lässt. Im nächsten Schritt der Bewertung ist dann zu prüfen, ob das Instrument die spezifischen Herausforderungen von ADS effektiv adressieren kann.

4.5.3.1 Umwelthaftungsrechtliches Verhaltens-Soll

Ein solches Verhaltens-Soll lässt sich für das Haftungsrecht allerdings nicht, wie im Fall vieler umweltordnungsrechtlicher Regeln, bestimmten ggf. (auch) durch ADS zu berücksichtigenden Pflichten zu einem Tun oder Unterlassen entnehmen. Vielmehr stellen haftungsrechtliche Regeln indirekte Regulierungsinstrumente im oben beschriebenen Sinne dar. Sie ordnen „nur“ die Pflicht zur Restitution oder Kompensation von Schäden an, die von einer bestimmten, vom potenziellen Schädiger unterhaltenen und kontrollierten Gefahrenquelle verursacht wurden (Gefährdungshaftung), bzw. die aufgrund von Rechtsverletzungen entstanden sind, die durch die

¹¹⁴⁵ So hält Bergkamp die verschuldensunabhängige Haftung für „unnötig, ineffizient und ziemlich sinnlos“. Die „verschuldensunabhängige Haftung - per definitionem -“ ist demnach „nicht mehr als ein ineffizientes Versicherungsprogramm“, Bergkamp, *Liability and Environment: Private and Public Law Aspects of Civil Liability for Environmental Harm in an International Context*, 2001, 260 ff. (eigene Übers.).

¹¹⁴⁶ Daher wird die Gefährdungshaftung als optimale Regelung zur Umsetzung des Verursacherprinzips betrachtet, s. z.B. EU Kommission, *Green Paper on Remedying Environmental Damage*, COM(93) 47 final, 1993, Abschnitt 4.1.2.

¹¹⁴⁷ Z. Ganzen s. MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB vor § 823 Rn. 68, beck-online.

¹¹⁴⁸ Reh binder (1976) *Controlling the Environmental Enforcement Deficit: West Germany*. *The American Journal of Comparative Law* 24(3): 373-390

¹¹⁴⁹ Kaplow/ Shavell (1999), *Economic Analysis of Law*. National Bureau of Economic Research, Working Paper 6960, Cambridge, 23; Wagner (1990), *Kollektives Umwelthaftungsrecht auf genossenschaftlicher Grundlage*. Schriften zum Umweltrecht Vol. 16, Duncker und Humblot, Berlin, 49.

Einhaltung objektiver Pflichten im Einzelfall hätten vermieden werden können (Verschuldenshaftung). Im Fall einer Gefährdungshaftung folgt ein konkretes Verhaltens-Soll erst im Einzelfall als Ergebnis einer Abwägung zwischen den Kosten vorsorglicher Maßnahmen und den Kosten einer (tatsächlich) drohenden Ersatzpflicht für den potenziellen Schädiger. Bei der Verschuldenshaftung bestimmen die aus dem zum Zeitpunkt des schadensverursachenden Ereignisses zu beachtenden Sorgfaltspflichten das Verhaltens-Soll – zumindest, solange der wirtschaftliche Ertrag des gegen solche Pflichten verstoßenden Verhaltens nicht höher ist als die Einhaltung der Sorgfaltspflicht.¹¹⁵⁰ Vor diesem Hintergrund werden hier nur grundsätzliche Züge der durch einschlägige Haftungstatbestände definierten „schadensrechtlich abgesicherte[n] gesellschaftliche[n] Sicherheitserwartungen“ dargelegt.¹¹⁵¹

Auch die aus einschlägigen Regelungen einer **Gefährdungshaftung** folgende Zielsetzung, Rechtsverletzungen und aus diesen resultierenden Umweltschäden – soweit zumutbar und im Verhältnis zu den für die Vorsorge einzusetzenden Kosten angemessen – zu vermeiden, adressiert Umweltauswirkungen durch ADS (s.o. 2.2) in ihrem Anwendungsbereich. Im deutschen Umweltrecht legt unter anderem¹¹⁵² das Umwelthaftungsgesetz eine Gefährdungshaftung fest. Demnach ist der Betreiber von Anlagen, die nach §§ 4 ff. BImSchG genehmigungsbedürftig sind und zudem eine bestimmte Größe überschreiten,¹¹⁵³ zum Ersatz des Schadens verpflichtet, der dadurch entsteht, dass jemand durch eine von dieser Anlage ausgehende Umwelteinwirkung getötet, in seiner Gesundheit geschädigt oder sein Eigentum verletzt wird. In diese Haftung einbezogen sind Schäden, die durch einen störungsfreien Normalbetrieb solcher Anlagen – also ein erlaubtes Risiko – verursacht werden.¹¹⁵⁴ Nur *höhere Gewalt* entbindet von der Haftung, § 4 UmwHG.¹¹⁵⁵ Eine Einstandspflicht für durch ADS verursachte Schäden wird sich dementsprechend insoweit aus den Regeln des UmwHG ergeben können, als die Systeme in Anlagen eingesetzt sind, die dem Anwendungsbereich des Gesetzes unterfallen, oder bei einem anderen erlaubten Risiko eine Rolle spielen, mit welchem eine Gefährdungshaftung verbunden ist.

Nichts anderes gilt bezüglich der für die **deliktische Verschuldenshaftung** relevanten Sorgfalts- oder Verkehrssicherungspflichten. Die Maßstäbe der verkehrserforderlichen Sorgfalt, die von den Gerichten im Kontext des privaten Umwelthaftungsrechts entwickelt wurden, werden unabhängig davon angelegt werden können, ob menschliches, oder maschinelles (Entscheidungs-)Verhalten zu beurteilen ist. So sind zur Vermeidung von Haftungsrisiken aufgrund von schädlichen Umweltwirkungen durch genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne von § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG, § 3 Abs. 1 BImSchG die Standards zu beachten, die sich aus normkonkretisierenden Verwaltungsvorschriften gemäß § 48 BImSchG, insbesondere der TA Luft und der TA Lärm ergeben.¹¹⁵⁶ Dies gilt unabhängig davon, ob potenziell schadensverursachendes Entscheidungsverhalten von ADS oder menschlichen Akteuren infrage steht. Rechtliche Probleme werden hier daher erst bei der Frage nach der Zurechnung entsprechender Pflichtverstöße zu menschlichen Haftungssubjekten aufkommen (s.u., 4.5.3.2).

¹¹⁵⁰ S.o. Abschnitt 4.5.2.

¹¹⁵¹ Jansen, N., Gesetzliche Schuldverhältnisse. Eine historische Strukturanalyse, AcP 216 (2016), 231.

¹¹⁵² Relevante Tatbestände einer Gefährdungshaftung enthalten auch § 89 WHG (§ 22 WHG a.F.), § 32 GenTG und § 906 BGB.

¹¹⁵³ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 1171; im Einzelnen aufgeführt Anhang 1 des UmwHG.

¹¹⁵⁴ Deutscher Bundestag, Gesetzesbegründung der Bundesregierung, Entwurf eines Umwelthaftungsgesetzes, 10.5.90, BT-Drs. 11/7104, 15.

¹¹⁵⁵ S.a. Wetterstein (2002), Environmental Damage in the Legal Systems of the Nordic Countries and Germany. In: Bowman, Boyle (Hrsg.) Environmental Damage in Inter-national and Comparative Law: Problems of Definition and Valuation, Oxford University Press, Oxford, 223-242, 226.

¹¹⁵⁶ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 555, s.a.o. Abschnitt 4.1.1.

Haftungsrechtliche Verhaltensmaßstäbe für ADS können sich auch aus dem **Produkthaftungsrecht** ergeben, das als Fallgruppe deliktischer Verkehrssicherheitspflichten aus § 823 Abs. 1 BGB entwickelt wurde, sowie dem Produkthaftungsgesetz zu entnehmen ist.

Die Normen des Produktsicherheitsrechts definieren Mindeststandards, bei deren Verfehlung das Produkt regelmäßig als fehlerhaft zu qualifizieren ist. Umgekehrt befreit die Einhaltung dieser Standards nicht von der Haftung, u.a. nach § 823 Abs. 1 BGB.¹¹⁵⁷ Diese Prinzipien gelten, wie Wagner klarstellt, „unverkürzt auch für autonome Systeme“.¹¹⁵⁸ So gilt die Pflicht zur Vermeidung von Fabrikations- und Konstruktionsfehlern auch, wenn Produkte von ADS hergestellt werden: „Für Produkte aus einer Smart Factory gelten grundsätzlich dieselben Anforderungen wie für alle anderen Produkte auch: Sie müssen die Sicherheit bieten, die berechtigterweise erwartet werden kann“, vgl. § 3 Abs. 1 ProdHaftG.¹¹⁵⁹

Auch aus § 823 Abs. 2 BGB können sich Maßstäbe für ein umweltbezogenes Verhaltenssoll ergeben, wenn eine gesetzliche Pflicht verletzt wurde und das betreffende Gesetz als Schutzgesetz qualifiziert werden kann. Letzteres ist der Fall, wenn die Vorschrift nach dem Willen des Gesetzgebers den Schutz rechtlicher Interessen einer Person bezweckt und nicht nur das Allgemeininteresse.¹¹⁶⁰ Dient eine Vorschrift dem Schutz einer Sache, so wird die Person, der diese Sache rechtlich zugerechnet wird, in den Schutzbereich einbezogen.¹¹⁶¹ Nach § 823 Abs. 2 BGB können auch Verstöße gegen öffentlich-rechtliche Umweltnormen, die bestimmte Pflichten, z.B. für Betreiber gefährlicher Anlagen begründen, eine Haftung begründen.¹¹⁶² Angesichts der Voraussetzung einer Verletzung eines – hinreichend bestimmten –¹¹⁶³ Schutzgesetzes ist die Haftung gemäß § 823 Abs. 2 BGB im Verhältnis zum Haftungsmaßstab des § 823 Abs. 1 BGB und einer Gefährdungshaftung allerdings weniger offen und flexibel für spezifische Schadensverläufe und (Entscheidungs-)Dynamiken und technische Entwicklungen.

Relevante Grenzen der „Passung“ umwelthaftungsrechtlicher Regeln auf Umweltrisiken von ADS und ihre Ursachen ergeben sich aber aus „klassischen“ Lücken der haftungsrechtlichen Schutzgüter, also den umweltspezifischen Bezugspunkten des haftungsrechtlichen Sorgfaltsmaßstabs. Diese Begrenzung folgt aus der **anthropozentrischen Ausrichtung**¹¹⁶⁴ des zivilrechtlichen Umwelthaftungsrechts: Denn dieses schützt nicht Umweltgüter oder -qualitäten als solche. Vielmehr kommt eine Haftung nur bei Verletzungen bestimmter menschlicher Interessen und Rechte in Frage, die durch Umweltbeeinträchtigungen vermittelt werden.

Beispiele für solche umweltbezogenen Rechtsverletzungen werden in zahlreiche Fallgruppen eingeteilt:

- ▶ Verliert ein Mensch etwa infolge von Umwelteinflüssen sein Leben, können Angehörige des Opfers Anspruch auf Schadenersatz haben;
- ▶ körperliche Verletzungen oder Gesundheitsschäden können z.B. in Form von lärmbedingten Schlafstörungen oder als allergische Reaktionen auf freigesetzte Schadstoffe auftreten.
- ▶ Praktisch bedeutsam ist insbesondere die Verletzung von Eigentumspositionen durch Umweltschäden: diese können insbesondere die Zerstörung oder Beschädigung von Sachen, den

¹¹⁵⁷ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, ProdHaftG § 3 Rn. 34.

¹¹⁵⁸ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, ProdHaftG § 3 Rn. 34.

¹¹⁵⁹ Körber/König, Haftungsrecht 4.0., in: W. Frenz (Hrsg.), Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft, 2023, S. 261.

¹¹⁶⁰ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 611.

¹¹⁶¹ Meyer-Abich M (2001) Haftungsrechtliche Erfassung ökologischer Schäden., 127-139, 146.

¹¹⁶² Meyer-Abich M (2001) Haftungsrechtliche Erfassung ökologischer Schäden., 127-139, 147.

¹¹⁶³ Nach der Rspr. muss das Gesetz ein bestimmtes Gebot oder Verbot aussprechen und darf sich nicht darauf beschränken, „allgemeine Grundsätze“ zu statuieren, MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 603. Dem Postulat der Bestimmtheit kommt größere Bedeutung zu, wenn es um den Schutz reiner Vermögensinteressen geht, MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 604.

¹¹⁶⁴ Vgl. MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 1171.

Entzug von Sachen oder die Minderung des Gebrauchswertes von Sachen betreffen.¹¹⁶⁵ Geschützt ist auch das Eigentum an Grund und Boden oder an Binnengewässern, aber auch an Stränden und dem Meeresboden sowie unter bestimmten Voraussetzungen das Eigentum an Tieren.¹¹⁶⁶ Neben der Schädigung von Eigentumsrechten können auch bestimmte Arten von Umweltschäden vom deutschen Haftungsrecht erfasst werden, wenn die verletzten Rechte eine relevante Ähnlichkeit mit Eigentumsrechten aufweisen: So wird beispielsweise das Aneignungsrecht eines Grundstückseigentümers zur Jagd, d.h. zur Inbesitznahme der Beute und zur Pflege der Beute dem deliktischen Schutzbereich zugerechnet; in ähnlicher Weise sind Fischereirechte in Binnengewässern sowie bestimmte Wasserteilungsrechte geschützt.¹¹⁶⁷

Trotz dieser breiten Überschneidungen sind reine Umweltbeeinträchtigungen, also solche, die nicht zugleich auch menschliche Rechte und Interessen betreffen, vom privaten Haftungsrecht mangels der Verletzung geschützter Rechte nicht erfasst.¹¹⁶⁸ Schon de lege lata weist das Umwelthaftungsrecht damit aus ökologischer Sicht eine Reihe von Haftungslücken auf, die seine Effektivität im Sinne des Vorsorge- und Verursacherprinzips erheblich einschränken.

Textbox 39: Öffentliches Umwelthaftungsrecht

Administrative Systeme, wie das des Umweltschadengesetzes, sollen das Verursacherprinzip trotz dieser Lücke durchsetzen. Komplementär zum UmwelthG und zum privatrechtlichen Umwelthaftungsrecht¹¹⁶⁹ erfasst das Gesetz Schädigungen des Bodens, Schäden der Gewässer sowie Schädigungen geschützter Arten und natürlicher Lebensräume, §§ 2, 3 USchadG. Ein Schaden ist definiert als „eine direkt oder indirekt eintretende feststellbare nachteilige Veränderung einer natürlichen Ressource (Arten und natürliche Lebensräume, Gewässer und Boden) oder Beeinträchtigung der Funktion einer natürlichen Ressource“, § 3 USchadG. Entsprechend dem Verursacherprinzip zieht das Gesetz in erster Linie den Verursacher für die Vermeidung und Beseitigung von Umweltschäden zur Verantwortung. Nur wenn der Verursacher nicht haftbar gemacht werden kann, hat die Behörde selbst die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen. Potenzielle Schädiger, die konkrete berufliche Tätigkeiten (§ 3 Abs. 1 USchadG) ausüben, haben dementsprechend Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden zu ergreifen (§ 5 USchadG) oder, wenn bereits ein Schaden eingetreten ist, weiteren Schaden zu begrenzen und erforderliche Sanierungsmaßnahmen zu ergreifen, § 6 USchadG. Für bestimmte Umweltschäden (Schädigungen von Arten und natürlichen Lebensräumen im Sinne von § 19 Absatz 2 und 3 des Bundesnaturschutzgesetzes), die durch andere berufliche Tätigkeiten entstehen, kommt eine Verantwortung nur bei fahrlässigem oder vorsätzlichem Verhalten in Betracht, § 3 Abs. 1 Nr. 2 USchadG. Die Verantwortlichen haben auch die Kosten für die Beseitigung der verursachten Umweltschäden zu tragen. Mehrere Verantwortliche haben unabhängig von ihrer Heranziehung durch die Behörde untereinander einen Ausgleichsanspruch (§ 9 Abs. 2 USchadG).¹¹⁷⁰

¹¹⁶⁵ Schimikowski P (2002) Umwelthaftungsrecht und Umwelthaftpflichtversicherung, 34.

¹¹⁶⁶ Meyer-Abich M (2001) Haftungsrechtliche Erfassung ökologischer Schäden., 127-139; MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 1172.

¹¹⁶⁷ Meyer-Abich M (2001) Haftungsrechtliche Erfassung ökologischer Schäden., 127-139, 142-146. Seibt (1994) Zivilrechtlicher Ausgleich ökologischer Schäden., 28-31.

¹¹⁶⁸ Wagner, Haftung für künstliche Intelligenz, ZEuP 2021, S. 545 (570).

¹¹⁶⁹ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 1174. Seine Auffassung, dass private Ansprüche nicht auf das USchadG gestützt werden können, leitet Wagner primär aus der EU-Umwelthaftungsrichtlinie ab, die solche Ansprüche explizit ausschließt. Vor diesem Hintergrund sei kein Zweifel daran möglich, dass sich Privatrechtssubjekte, die infolge von Zuwiderhandlungen gegen die Pflichten der Richtlinie bzw. des USchadG einen Schaden an ihren Rechtsgütern oder ihrem Vermögen erlitten haben, nicht auf die Haftungsbestimmungen des USchadG stützen könnten, s. Wagner, a.a.O.

¹¹⁷⁰ Z. Ganzen s. MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 1173

Das USchadG ist der umweltordnungsrechtlichen Störerhaftung nachgebildet¹¹⁷¹ und bedarf damit, nicht anders als bei umweltordnungsrechtlichen Vorgaben, effektiver behördlicher Durchsetzung, an der es mangeln kann. Die oben (4.5.2) beschriebenen, funktionalen Vorteile der dezentralen Normkonkretisierung und Durchsetzung, die dem zivilrechtlichen Haftungsrecht gerade für die Regulierung komplexer, dynamischer Technologien zugesprochen werden, hat eine administrative Haftungsnorm daher nicht zu bieten.¹¹⁷²

4.5.3.2 Delta: Gründe für abweichendes Ist-Verhalten von ADS?

Ein gegen Sorgfaltsmaßstäbe verstoßendes maschinelles „Ist-Verhalten“ kann, wie unter 2.1.4 beschrieben, einer Vielzahl unterschiedlicher und zum Teil schwer bestimmbarer Determinanten im Lebenszyklus von ADS geschuldet sein. Die Gründe dafür, dass haftungsrechtliche Verhaltensanreize diese Determinanten unter Umständen noch nicht im Sinne umweltbezogener Ziele regulieren, können vielfältig sein. Bei näherer Betrachtung liegen die Hauptursachen für solche Defizite aber eher in fehlenden Informationen über tatsächliche Umstände als in Regelungslücken.

4.5.3.2.1 Keine Haftung von ADS

Herausforderungen für die Wirksamkeit einer Haftungsregelung können vor allem in der Tatsache liegen, dass unmittelbar haftungsbegründendes (Entscheidungs-)Verhalten nicht auf Menschen, sondern auf ADS zurückgeht, die aber nicht für die Handlungsfolgen einstehen können. So kommt es zu einem Auseinanderfallen von (unmittelbar schadensverursachendem, maschinell) Handeln und (menschlicher) Verantwortung.¹¹⁷³

Eine rechtliche Verantwortung von **ADS selbst als Haftungssubjekten** kommt, zumindest de lege lata, nicht in Betracht. Die Einführung „einer Art Rechtspersönlichkeit für Roboter oder KI“,¹¹⁷⁴ wird zwar bereits seit längerem diskutiert und gerade vor dem Hintergrund einer „funktionalen“ Berücksichtigung der Zuweisung (ökonomischer) Verhaltensanreize zur Vorsorge und Minderung von Schäden in Erwägung gezogen.¹¹⁷⁵ Mit ähnlich gelagerten Argumenten wird eine solche Regelung aber überwiegend abgelehnt. So rät Wagner eindringlich vor Schritten zur Anerkennung von „ePersons“ ab, weil

„[die] Haftungskanalisation hin zu einer ePerson [...] die „dahinter“ stehenden Individuen und Unternehmen, insbesondere die Hersteller und Betreiber autonomer digitaler Systeme vor einem haftungsrechtlichen Durchgriff abschirmen“ würde: „Auf diese Weise würden die Sorgfaltsanreize für diejenigen Individuen und Unternehmen zerstört, die das Verhalten autonomer Roboter – wenn auch in Grenzen – determinieren und die Sicherheitstechnik fortentwickeln könnten“.¹¹⁷⁶

Ähnlich argumentiert das *European Economic and Social Committee*, das die Auffassung vertritt, dass eine solche Lösung "die präventive Abhilfewirkung des Haftungsrechts aushöhlen würde", da sie spezifische Risiken „sowohl bei der Entwicklung als auch bei der Nutzung von KI“ und

¹¹⁷¹ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 1173

¹¹⁷² In grenzüberschreitenden Sachverhalten scheitert ein solcher Ansatz an der erforderlichen Zusammenarbeit zwischen Umweltbehörden unterschiedlicher Staaten, Gailhofer et al., *International Liability for Environmental Harm*, 2023.

¹¹⁷³ Vgl. Linardatos, *Künstliche Intelligenz und Verantwortung*, ZIP 2019, S. 504 (509).

¹¹⁷⁴ European Economic and Social Committee, Opinion of the European Economic and Social Committee on 'Artificial intelligence – The consequences of artificial intelligence on the (digital) single market, production, consumption, employment and society' (own-initiative opinion), 2017, paragraph 1.12.

¹¹⁷⁵ Bertolini, *Artificial Intelligence and Civil Liability*, Study commissioned by the Policy Department C at the request of the Committee on Legal Affairs, 2020, 38, 44 ff. online zugänglich unter: [https://www.europarl.europa.eu/Reg-DATA/etudes/STUD/2020/621926/IPOL_STU\(2020\)621926_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/Reg-DATA/etudes/STUD/2020/621926/IPOL_STU(2020)621926_EN.pdf).

¹¹⁷⁶ Wagner (2024) MüKoBGB, BGB vor § 823 Rn. 123, beck-online.

„Möglichkeiten für Missbrauch“ schaffe.¹¹⁷⁷ Die *Expert Group on Liability and New Technologies* meint noch konkreter, dass

„[a]ny additional personality should go hand-in-hand with funds assigned to such electronic persons, so that claims can be effectively brought against them. This would amount to putting a cap on liability and – as experience with corporations has shown – subsequent attempts to circumvent such restrictions by pursuing claims against natural or legal persons to whom electronic persons can be attributed, effectively ‘piercing the electronic veil’. In addition, in order to give a real dimension to liability, electronic agents would have to be able to acquire assets on their own“.¹¹⁷⁸

Während bezüglich der „Passung“ umwelthaftungsrechtlicher Standards auf spezifisch durch ADS verursachte Umweltschäden notwendigerweise **maschinelles Handeln** in den Blick zu nehmen ist, bleibt für die Frage nach der (rechtlichen) Verantwortung für die schädlichen Folgen dieses Handelns, bzw. seiner Vermeidung auf absehbare Zeit das menschliche Handeln im Lebenszyklus der Systeme maßgeblich.

4.5.3.2.2 Keine Haftung für ADS?

Dafür kommt eine Reihe von menschlichen Akteuren im Lebenszyklus von ADS (s.o. 2.1.4.1) als Haftungssubjekte in Frage.

Ursachen für eine *fehlende* Passung des Haftungsrechts könnten in **einer suboptimalen Allokation** haftungsrechtlicher Anreize liegen, das (Entscheidungs-)Verhalten von ADS im Sinne geltender Sorgfaltsmaßstäbe zu steuern.¹¹⁷⁹ In diesem Fall würden also nicht diejenigen durch die haftungsrechtliche Internalisierung externer Kosten zur Vorsorge motiviert, die tatsächlich Einfluss auf die Ausrichtung der Steuerungsziele von ADS haben. Wie oben (unter 2.1.4.) dargestellt können, je nach Technologie in variierendem Ausmaß, eine Vielzahl von Akteuren entsprechenden Einfluss haben. In der Literatur wurde bislang zwischen Herstellern, Betreibern und Nutzern von ADS unterschieden,¹¹⁸⁰ die KI-VO ändert diese Akteurskonstellation und fügt ihr zudem Betreiber von KI-Modellen mit allgemeinem Verwendungszweck als potenzielle Haftungssubjekte hinzu. Sie verzichtet auf den Begriff des Herstellers und definiert **Anbieter** als natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder sonstige Stelle, die ein KI-System oder KI-Modell mit allgemeinem Verwendungszweck entwickelt oder entwickeln lässt, und es unter ihrem eigenen Namen oder ihrer Handelsmarke in Verkehr bringt oder das KI-System unter ihrem eigenen Namen oder ihrer Handelsmarke in Betrieb nimmt, sei es entgeltlich oder unentgeltlich, s. Art. 3 Abs. 1 Nr. 2 KI-VO. **Betreiber** ist eine natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder sonstige Stelle, die ein KI-System in eigener Verantwortung verwendet, es sei denn, das KI-System wird im Rahmen einer persönlichen und nicht beruflichen Tätigkeit verwendet. Daneben regelt die Verordnung auch Pflichten für andere Akteure im transnationalen Lebenszyklus, etwa **Einführer** (Art 3 Abs. 1 Nr. 6) und **Händler** (Art. 3 Abs. 1 Nr. 7).

Unabhängig von dieser rechtlich definierten Akteurskonstellation wird dem Deliktsrecht die Fähigkeit zugesprochen, dem variierenden Einfluss diverser Akteure Rechnung zu tragen. Es kann, je nach rechtlichem Anknüpfungspunkt und Verantwortungssphäre¹¹⁸¹ grds. also **alle potenziell**

¹¹⁷⁷ European Economic and Social Committee, Opinion of the European Economic and Social Committee on ‘Artificial intelligence – The consequences of artificial intelligence on the (digital) single market, production, consumption, employment and society’ (own-initiative opinion), 2017, paragraph 1.12 (eigene Übersetzung).

¹¹⁷⁸ Expert Group on Liability and New Technologies (2019) Report from the Expert Group on Liability and New Technologies – New Technologies Formation, Report on Liability for Artificial Intelligence and other emerging digital technologies, Publications Office of the European Union, 2019, 38, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1c5e30be-1197-11ea-8c1f-01aa75ed71a1> (22.04.2025).

¹¹⁷⁹ Vgl. MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 888.

¹¹⁸⁰ Borges, Rechtliche Rahmenbedingungen für autonome Systeme, NJW 2018, 977 (980).

¹¹⁸¹ Grützmacher, Die zivilrechtliche Haftung für KI nach der geplanten KI-VO, CR 2021, 433 Rn. 11.

entscheidenden Akteure im Lebenszyklus von ADS als Haftungssubjekte erfassen. Denn Haftungssubjekt ist nicht etwa notwendigerweise der Eigentümer (bzw. Anbieter, oder Betreiber) der Systeme, sondern diejenige Partei, die kraft tatsächlicher Verfügungsgewalt über die jeweilige Apparatur am besten zur Gefahrsteuerung in der Lage ist.¹¹⁸² Wenn und soweit man den Anbieter digitaler autonomer Systeme als den zentralen Akteur für deren Konstruktion und Ausführung der Sicherheitseigenschaften betrachten kann, wird der Schwerpunkt der haftungsrechtlichen Zurechnung im Produkthaftungsrecht gemäß § 823 Abs. 1 BGB und nach ProdHaftG auf diesem liegen.¹¹⁸³ Soweit in konkreten Systemen Betreiber eine hinreichende Kontrolle über die Steuerungsziele von ADS haben, kann deren Haftung zumindest nach dem allgemeinen Gebot, stets sorgfältig zu handeln und Verletzungen der Rechtsgüter anderer im Rahmen des Möglichen und Zumutbaren zu vermeiden, in Betracht kommen.¹¹⁸⁴

4.5.3.2.3 Keine inhaltliche Passung des Sorgfaltsmaßstabs?

Ob und wieweit das zivilrechtliche Umwelthaftungsrecht hinreichende Anreize entwickeln kann, hängt damit weniger von der rechtlichen „Verantwortungszuweisung“¹¹⁸⁵ ab. Wirksamkeitsdefizite haben ihre Ursache vielmehr in **Informationsdefiziten** hinsichtlich der Ursachenzusammenhänge, die zu Rechtsverletzungen führen und der präventiven Standards, durch die die Verursachung von Schäden unterbunden werden könnte. Diese Problemstellungen können durchaus rechtlichen Handlungsbedarf mit sich bringen, insbesondere im Zusammenspiel mit ebenso strukturell begründeten Informationsdefiziten bezüglich des Schutzguts Umwelt (s.u.). Ein grundlegend neues Haftungsregime – wie es z.T. mit Blick auf KI-Systeme gefordert wird – scheint allerdings nicht erforderlich.

So **können Probleme fehlender normativer Spezifizierung** einerseits daraus folgen, dass der Sorgfaltsmaßstab – in der Form von Verkehrssicherungs- oder Organisationspflichten, spezifischen produkthaftungsrechtlichen Pflichten, oder Schutzgesetzen i.S.v. § 823 Abs. 2 BGB – für die relevanten Akteure noch nicht hinreichend konkret ist, um effektive Anreize der relevanten Akteure zur Einflussnahme auf ADS zu schaffen.¹¹⁸⁶ So meint Zech, dass das geltende Recht keine hinreichenden Regelungen für die neuen Risiken der Robotik, Lernfähigkeit und Vernetzung beithalte. Zudem würden richterrechtliche Instrumente kaum Rechtssicherheit bieten, da diese sich noch nicht etabliert haben.¹¹⁸⁷ Auch Wagner ist der Auffassung, dass eine sachgerechte Lösung, die den Herstellern *autonomer* Systeme wirksame Anreize zur Verbesserung der Sicherheitseigenschaften ihrer Produkte vermittelt, ohne ihnen absolute Sicherheit abzuverlangen und die Gesamtlast der Unfallkosten aufzubürden, noch nicht gefunden worden ist. Es bedürfe noch eines „systembezogenen Fehlerbegriffs“, der Sicherheitsstandards für autonome Systeme definiert.¹¹⁸⁸

Lücken des normativen Rahmens zum Umgang mit ADS-spezifischen Risiken de lege lata können kaum von der Hand gewiesen werden. Öffentlich-rechtliche Sicherheitsstandards für autonome Systeme existieren bisher nur in Ansätzen.¹¹⁸⁹ Gleichwohl lassen sich auch die Defizite normativer Spezifizierung vielfach auf Informationsdefizite zurückführen, die ihren Grund darin haben, dass ein Fehlverhalten und eintretende Schäden nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit

¹¹⁸² MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB § 823 Rn. 889.

¹¹⁸³ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, vor § 823 BGB, Rn. 124.

¹¹⁸⁴ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, vor § 823 Rn. 125, beck-online

¹¹⁸⁵ S.o. 2.1.4.1.

¹¹⁸⁶ Graf von Westphalen, Haftungsfragen beim Einsatz von Künstlicher Intelligenz, ZIP 2019, S. 889 (892); Grützmaker, Die zivilrechtliche Haftung für KI nach der geplanten KI-VO, CR 2021, 433 Rn. 13 ff.

¹¹⁸⁷ Zech, Gutachten Juristentag, 167.

¹¹⁸⁸ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, ProdHaftG § 3 Rn. 33.

¹¹⁸⁹ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, ProdHaftG § 3 Rn. 34

vorhersehbar und prognostizierbar sind.¹¹⁹⁰ Grenzen auch der richterrechtlichen Entwicklung adäquater Verkehrssicherungspflichten werden darin gesehen, dass diese technisch gesehen über ein geringeres Risikowissen verfügen als die Hersteller und professionellen Anwender der Systeme.¹¹⁹¹ Solche Informationslücken und ein verbleibender Bedarf nach Standardisierung dürften sich mit der intensiven wissenschaftlichen Befassung mit Risiken und ebenso intensiven Anstrengungen der Standardisierung „vertrauenswürdiger KI“ aber sukzessive verringern.

Die KI-VO bringt zumindest gewisse Weiterentwicklungen des Sorgfaltsmaßstabs mit sich.¹¹⁹² Der risikobasierte, horizontale Ansatz der Regulierung enthält zwar keine Haftungsregelung und nur begrenzt umweltrelevante Vorgaben. Die Verordnung könnte aber Auswirkungen auf das nationale Haftungsregime haben, indem sie als Schutzgesetz i.R.d. § 823 Abs. 2 BGB fungiert oder den Maßstab für die Bestimmung der Pflichtwidrigkeit und des schuldhaften Verhaltens innerhalb von § 823 Abs. 1 BGB liefert. Es wird mit guten Argumenten angenommen, dass die Verordnung präventive **Verkehrssicherungs- und Organisationspflichten** konkretisiert, die zur Begründung der Haftung herangezogen werden können.¹¹⁹³ Solche Organisationspflichten können – entgegen der eigentlichen Ausrichtung der Verordnung – durchaus relevant mit Blick auf ökologische Aspekte werden.

Ein weiteres relevantes Beispiel für umweltrelevante Organisationspflichten betrifft z.B. die Melde- und Anzeigepflicht des Art. 73 KI-VO von schwerwiegenden Vorfällen, wozu gem. Art. 3 Nr. 49 KI-VO auch schwere Umweltschäden zählen.¹¹⁹⁴ Daneben enthält die Verordnung zumindest in Ansätzen auch flankierende Pflichten der Betreiber, die Nutzer über die beim Einsatz der Systeme bestehenden Schadensrisiken zu informieren.¹¹⁹⁵

Daneben regelt die Verordnung Informationspflichten, die auf eine abgestufte Verantwortung im KI-Lebenszyklus hindeuten. So haben Anbieter von Hochrisiko-KI-Systemen, sobald sie sich bewusst werden, dass dieses ein Risiko im Sinne des Artikels 79 Absatz 1 KI-VO aufweist, unverzüglich gegebenenfalls gemeinsam mit dem meldenden Betreiber eine Untersuchung der Ursachen durchzuführen, die Marktüberwachungsbehörden zu informieren und ggf. auch Korrekturmaßnahmen zu ergreifen, Art. 20 Abs. 2 KI-VO. Artikel 79 KI-VO regelt den Umgang mit „KI-Systemen, die ein Risiko bergen“ und definiert diese als „Produkte, mit denen ein Risiko verbunden ist“ i.S. der Verordnung (EU) 2019/1020. Ein „Produkt, mit dem ein Risiko verbunden ist“, ist gemäß Art. 3 Nr. 19 der Verordnung (EU) 2019/1020 „ein Produkt, das Gesundheit und Sicherheit von Personen im Allgemeinen, Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz, Verbraucherschutz, Umwelt, öffentliche Sicherheit und andere öffentliche Interessen [...] stärker beeinträchtigen kann, als das im Verhältnis zu seiner Zweckbestimmung oder bei normaler oder nach vernünftigen Ermessen vorhersehbarer Verwendung des betreffenden Produkts – einschließlich der Gebrauchsdauer sowie gegebenenfalls der Anforderungen an Inbetriebnahme, Installation und Wartung – als vernünftig und vertretbar gilt.“ Allerdings schränkt Art. 79 KI-VO diesen breiten Kreis der zu beachtenden Risiken wieder ein und stellt klar, dass der Risikobegriff der Verordnung (EU) 2019/1020 nur insoweit heranzuziehen ist, als die betreffenden Systeme Risiken für die Gesundheit oder Sicherheit oder Grundrechte von Personen bergen.

Wenngleich sich am anthropozentrischen Zuschnitt der KI-VO durch die Norm also wenig ändert (s.o. 4.5.3.1), dürfte sie für die vielfältigen denkbaren Fallkonstellationen, in denen insbesondere

¹¹⁹⁰ Graf von Westphalen, Haftungsfragen beim Einsatz von Künstlicher Intelligenz, ZIP 2019, S. 889 (892); Grützmacher, Die zivilrechtliche Haftung für KI nach der geplanten KI-VO, CR 2021, 433 Rn. 13 ff.

¹¹⁹¹ Zech, Gutachten deutscher Juristentag, 167.

¹¹⁹² Spindler, Der Vorschlag der Kommission für eine KI-VO, CR 2021, 361 Rn. 3.

¹¹⁹³ Spindler, Der Vorschlag der Kommission für eine KI-VO, CR 2021, 361, Rn. 4; Grützmacher, Die zivilrechtliche Haftung für KI nach der geplanten KI-VO, CR 2021, 433 Rn. 38 u. 74.

¹¹⁹⁴ Grützmacher, Die zivilrechtliche Haftung für KI nach der geplanten KI-VO, CR 2021, 433 Rn. 58.

¹¹⁹⁵ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, ProdHaftG § 3 Rn. 33.

Grundrechte durch Umweltschädigungen mit betroffen werden können (s.o. 2.3.2), praktische Bedeutung erlangen. Damit entstehen Informationspflichten der Anbieter im Hinblick auf umweltbezogene Auswirkungen, sofern mit diesen insbesondere auch Grundrechte betroffen sein können. Entsprechende Informationspflichten treffen auch andere Akteure im Lebenszyklus von Hochrisikosystemen: sobald ein Einführer hinreichenden Grund zur Annahme eines solchen Risikos hat, muss er gemäß Art. 23 Abs. 2 KI-VO den Anbieter des Systems, die Bevollmächtigten und die Marktüberwachungsbehörden hierüber informieren. Ähnliche Pflichten treffen Händler gemäß Art. 24 Abs. 2 der Verordnung. Damit werden aufeinander verweisende Verantwortlichkeiten zur Kenntnisnahme und Kommunikation von Risiken im Lebenszyklus der Verordnung geschaffen.

Ob die Regelungen tatsächlich haftungsrechtliche Bedeutung erlangen, bleibt abzuwarten. So kann an dieser Stelle nicht geklärt werden, welche Anforderungen an das „Bewusstsein“ bzw. den „hinreichenden Grund zur Annahme“ von Risiken der Systeme und an die Ergreifung etwaiger Präventivmaßnahmen zu stellen sind. Unter welchen Voraussetzungen eine Pflicht des jeweiligen Akteurs zum Tätigwerden entsteht, bleibt also unklar. Auch über das geforderte „wie“ präventiver Maßnahmen, die im Falle von Risiken i.S.d. Art. 79 KI-VO zu ergreifen sind, gibt die Verordnung wenig Aufschluss. Des Weiteren ist festzuhalten, dass sich die benannten Informationspflichten nur auf Hochrisikosysteme i.S.d. Verordnung beziehen und damit typischerweise umweltrelevante Systeme vielfach von den Informationspflichten im Lebenszyklus ausgenommen sind.¹¹⁹⁶

Allein werden diese Regelungen die Rechtsprobleme, die aufgrund von Informationslücken (zu faktisch einflussreichen Akteuren, wie zum optimalen Sorgfaltsmaßstab) entstehen, nicht lösen. So kann der Nachweis der Kausalität der Verursachung von Rechtsverletzungen aufgrund des Vorliegens einer sog. Multikausalität erschwert sein, bei der angesichts vielfältiger beteiligter Akteure im Lebenszyklus und der Vernetzung diverser, ggf. lernfähiger Systeme unklar ist, wessen Handlung im Ergebnis ursächlich war.¹¹⁹⁷ Vor diesem Hintergrund sieht etwa Zech die Gefahr, dass potenzielle Schädiger in der Masse der Beteiligten „untertauchen“. Sofern sich Anbieter, Betreiber etc. des Systems pflichtgemäß verhielten und es dem Geschädigten nicht gelinge, die Verursachung des Schadens durch einen Dritten bzw. den Anbieter oder Betreiber eines anderen vernetzten Systems nachzuweisen, könnte er also auf seinem Schaden sitzen bleiben.¹¹⁹⁸

Mit dem – allerdings im Frühjahr 2025 vorerst zurückgezogenen –¹¹⁹⁹ Vorschlag der EU-Kommission für eine Richtlinie über KI-Haftung sollte eine Kausalitätsvermutung eingeführt werden, die die Opfer von der Pflicht entbinden sollte, ausführlich zu erläutern, wie der Schaden durch ein bestimmtes Verschulden oder Versäumnis verursacht wurde. Wenn Opfer demnach nachweisen könnten, dass jemand für die Nichteinhaltung einer bestimmten für den Schaden relevanten Verpflichtung verantwortlich war und dass ein ursächlicher Zusammenhang mit der KI-Leistung nach vernünftigem Ermessen wahrscheinlich war, sollte das Gericht davon ausgehen können, dass diese Nichteinhaltung den Schaden verursacht hatte. Andererseits sollte die haftbare Person diese Vermutung widerlegen können (z.B. durch den Nachweis, dass der Schaden

¹¹⁹⁶ Dies gilt nicht für die öffentlich-rechtliche Aufsicht des Art. 79 – die zuständigen Marktüberwachungsbehörden haben entsprechende „KI Systeme, die ein Risiko bergen“ also in jedem Fall zu prüfen, zu melden und Risikomanagement und –minderungsmaßnahmen i.S.d. Verordnung anzuordnen. Sofern verantwortliche Akteure in Bezug auf die KI-Systeme keine geeigneten Korrekturmaßnahmen vornehmen, kann die Marktüberwachungsbehörde geeignete vorläufige Maßnahmen treffen, um die Bereitstellung oder Inbetriebnahme des KI-Systems auf ihrem nationalen Markt zu verbieten oder einzuschränken, das Produkt oder das eigenständige KI-System von diesem Markt zu nehmen oder es zurückzurufen.

¹¹⁹⁷ Steege, Auswirkungen von künstlicher Intelligenz auf die Produzentenhaftung in Verkehr und Mobilität, NZV 2021, S. 6 (12); Müller-Hengstenberg/Kirn, Kausalität und Verantwortung für Schäden, die durch autonome smarte Systeme verursacht werden, CR 2018, 682 Rn. 59.

¹¹⁹⁸ Zech, Gutachten A zum 73. Deutschen Juristentag, 57 f. zitiert nach Arbeitsgruppe „Digitaler Neustart“, Haftungsfragen der Künstlichen Intelligenz – Europäische Rechtsetzung, Bericht vom 1. März 2023, 40.

¹¹⁹⁹ <https://rsw.beck.de/aktuell/daily/magazin/detail/editorial-njw-2025-10-kurswechsel-im-digitalrecht>.

eine andere Ursache hatte).¹²⁰⁰ Ein entsprechendes „Abtauchen“ der Schädiger hätte sich damit weitgehend erledigt.

Ähnliche Probleme ergeben sich bei der Zurechenbarkeit: Für § 276 II BGB sind Erkennbarkeit und Vermeidbarkeit der Rechtsverletzung maßgeblich, bei „lernenden“ Systemen ist aber, wie oben dargelegt, kaum erkennbar oder beherrschbar, wie sich der Algorithmus weiterentwickelt.¹²⁰¹ Eine analoge Anwendung von § 278, 831, 833 BGB wird in der Literatur vielfach für möglich gehalten, aber kontrovers beurteilt.¹²⁰² In diesem Sinne wäre es etwa möglich, autonom agierende ADS als digitale Verrichtungsgehilfen i.S.v. § 831 Abs. 1 S. 1 zu qualifizieren, um dem tatsächlichen Einfluss von Nutzern auf ein sorgfaltswidriges maschinelles Verhalten Rechnung zu tragen. Hat dieser angesichts komplexer Entscheidungsmechanismen kaum Informationen und nur geringe Kontrolle – dürfte dem Nutzer allerdings der gemäß § 831 Abs. 1 S. 2 zulässige Entlastungsbeweis gelingen.¹²⁰³

Naheliegende Herausforderungen bestehen schließlich bei der Beweisbarkeit. Dies bezieht sich auf die bereits mehrfach angesprochene „Black Box“-Problematik: Entscheidungen sind oft nicht nachvollziehbar und es ist unklar, auf welcher Grundlage diese getroffen werden, des Weiteren besteht eine hohe Komplexität durch Vernetzung und Interaktion mit anderen Maschinen, Diensten und Geräten.¹²⁰⁴ Auch diesbezüglich könnten sich die Schwierigkeiten durch die Einführung neuer Verpflichtungen der KI-VO zur Dokumentation verringern, wodurch sich eine sekundäre Darlegungslast bzw. Anscheinsbeweis ergeben könnte.¹²⁰⁵ Der – im Frühjahr 2025 vorerst zurückgezogene –¹²⁰⁶ Vorschlag der EU-Kommission für eine Richtlinie über KI-Haftung sieht daneben den Zugang zu Beweismitteln im Besitz von Unternehmen oder Anbietern vor, sofern es um Hochrisiko-KI geht. Würden Schäden verursacht, weil z.B. ein Betreiber von Drohnen, die Pakete liefern, die Gebrauchsanweisung nicht einhält oder weil ein Anbieter Anforderungen bei der Nutzung KI-gestützter Arbeitsvermittlungsdienste nicht berücksichtigt, sollten Geschädigte bei Gericht beantragen können, die Offenlegung von Informationen über Hochrisiko-KI-Systeme anzuordnen. Damit sollten die Opfer die Person identifizieren können, die haftbar gemacht werden könnte, und herausfinden, was zu dem Schaden geführt hat.¹²⁰⁷

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Flexibilität und Adaptabilität der deliktischen Haftung hinsichtlich der Zuweisung von Verantwortung an menschliche Akteure und den sich in jüngerer Zeit dynamisch herausbildenden Sorgfaltsmaßstäben auch für den Problemkreis ADS einen grundsätzlich gangbaren Steuerungsmechanismus darstellt. Die Schaffung einer Gefährdungshaftung,¹²⁰⁸ die am lernfähigen bzw. vernetzten System als besondere Gefahrenquelle anknüpft, um Kausalitäts- und Beweisprobleme zu vermeiden und eine fixierte Verlagerung der

¹²⁰⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_22_5793 (22.04.2025).

¹²⁰¹ Steege, Auswirkungen von künstlicher Intelligenz auf die Produzentenhaftung in Verkehr und Mobilität, NZV 2021, 6 (12); Müller-Hengstenberg/Kirn, Kausalität und Verantwortung für Schäden, die durch autonome smarte Systeme verursacht werden, CR 2018, 682 Rn. 42; vgl. Müller-Hengstenberg/Kirn, Kausalität und Verantwortung für Schäden, die durch autonome smarte Systeme verursacht werden, CR 2018, 682, Rn. 47 ff.

¹²⁰² Müller-Hengstenberg/Kirn, Kausalität und Verantwortung für Schäden, die durch autonome smarte Systeme verursacht werden, CR 2018, 682, Rn. 47 ff.

¹²⁰³ MüKoBGB/Wagner, 9. Aufl. 2024, BGB vor § 823 Rn. 126, beck-online.

¹²⁰⁴ Vgl. Steege, Auswirkungen von künstlicher Intelligenz auf die Produzentenhaftung in Verkehr und Mobilität, NZV 2021, 6.

¹²⁰⁵ Grützmacher, Die zivilrechtliche Haftung für KI nach der geplanten KI-VO, CR 2021, 433 Rn. 58.

¹²⁰⁶ <https://rsw.beck.de/aktuell/daily/magazin/detail/editorial-njw-2025-10-kurswechsel-im-digitalrecht>

¹²⁰⁷ Allerdings unterliegt die Offenlegung geeigneter Garantien zum Schutz sensibler Informationen wie Geschäftsgeheimnissen, z. Ganzen s. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_22_5793 (22.04.2025).

¹²⁰⁸ Um auf europäischer Ebene die Haftungsfrage zu regeln, hat das Europäische Parlament der Kommission im Oktober 2020 eine Empfehlung für die **Regelung der zivilrechtlichen Haftung beim Einsatz von KI** vorgelegt, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0276_DE.html (22.04.2025). Dabei wird unterschieden zwischen zwei Verantwortlichen, dem Frontend-Betreiber (Art. 3 lit. E VO-E) und dem Backend-Betreiber (Art. 3 lit. f VO, wohl gleichlaufend mit dem Herstellerbegriff). Etabliert wird eine verschuldensunabhängige Gefährdungshaftung mit Haftpflichtversicherung für Hochrisiko-KI (Art. 4 VO-E) sowie eine verschuldensabhängige Haftung bei allen anderen Formen der KI (Art. 8 VO-E). Teilweise wird die vorgeschlagene Regelung

Risikoabschätzung auf bestimmte Akteure mit vermeintlich besonderer Sachkenntnis zu verlagern,¹²⁰⁹ erscheint demgegenüber wenig überzeugend. Kontrolle und Sachkenntnis können, wie unter 2.1.4 dargelegt, in Abhängigkeit von der eingesetzten Technologie und dem Einzelfall in erheblichem Ausmaß zwischen unterschiedlichen Akteuren variieren. Eine Gefährdungshaftung wird demgegenüber eher sektoriell, bzw. für grundsätzlich besonders riskante Anwendungen in Betracht kommen, etwa wo, wie beim autonomen Fahren, Vorteile wie In-Kauf-genommenes Restrisiko eindeutig bei bestimmten Akteuren (Haltern) anzusiedeln sind. In genereller Hinsicht sinnvoller erscheint die Regelung punktueller, etwa produktbezogener Pflichten bei maßgeblichen Akteuren, die die Weiterentwicklung des haftungsrechtlichen Sorgfaltsmaßstabs informieren.

Um einen hinreichenden Sorgfaltsmaßstab zu unterfüttern, wird der Knackpunkt, angesichts der Dynamik und fehlenden Vorhersehbarkeit potenzieller Schadensverläufe, darin liegen, durch rechtliche Vorgaben den Informationsfluss über sich herausbildende Risiken sicherzustellen. Zudem sind regulatorisch die Voraussetzungen zu schaffen, um die tatsächlichen Determinanten emergenter und möglicherweise schädlicher Dynamiken aufzudecken. Hinsichtlich der für diesen Zweck geeigneten Organisations- und Informationspflichten – über die potenziellen Ansatzpunkte für menschliche Einflussnahme im ADS-Lebenszyklus hinweg – entwickelt die KI-VO sinnvolle, wenngleich in ökologischer Hinsicht begrenzte Instrumente.

Überlegungen zur Weiterentwicklung des umweltbezogenen Sorgfaltsmaßstabs haben auch spezifisch umweltbezogene Probleme für die Weiterentwicklung des Sorgfaltsmaßstabs in den Blick zu nehmen. So kann es an Geschädigten fehlen, die Verstöße gegen umweltbezogene Verkehrspflichten verfolgen:

- ▶ Umweltschäden, die sich erst in der Summe, über eine Vielzahl individuell vielleicht nur marginal Geschädigter oder über lange Latenzzeiten niederschlagen, dürften kaum je gerichtlich geltend gemacht werden. ADS könnten diese Problematik adressieren helfen, indem sie durch neue Tools den Zugang zum Recht erleichtern (s.u. 4.5.4).
- ▶ Prominente Rechtsprobleme bestehen auch, wo Umweltschäden kumulativ durch eine sehr große Zahl potenzieller Schädiger verursacht werden, die möglicherweise im Einzelnen nur marginale Schädigungsbeiträge leisten.¹²¹⁰ Mit den bereits in Kapitel 2.1.4.2 angesprochenen Problemen der Verantwortungsdiffusion, die bei aggregierten, oder alternativen Verursachern und/oder Verursachungsbeiträgen entstehen, hat das Umwelthaftungsrecht also schon lange zu tun.
- ▶ Spezifische Probleme für den beschriebenen Anreizmechanismus werden zudem traditionell aufgrund von grundsätzlichen Schwierigkeiten der adäquaten Quantifizierung von Umweltschäden gesehen. Zwar gilt für das deliktische Schadensrecht grundsätzlich der Vorrang der Naturalrestitution, was gerade angesichts des Umstands, dass Umweltgüter oft keinen Marktwert haben, zunächst durchaus vorteilhaft erscheint.¹²¹¹ In der Praxis spielt die Naturalrestitution allerdings auch in Umwelthaftungsfällen eine gegenüber dem Schadensersatz

aber in der Literatur abgelehnt, da vermehrt für eine Verschärfung der Produkthaftungsrichtlinie plädiert wird, die sich ebenfalls an den Hersteller richtet und laut Art. 11 S. 3 VO-E beim Backend-Betreiber – also beim Hersteller – Vorrang haben soll, s. Wagner, Haftung für Künstliche Intelligenz, ZEuP 2021, 545 (555). Im Februar 2025 wurde die Richtlinie von der EU-Kommission zurückgezogen.

¹²⁰⁹ Zech, Gutachten A zum 73. Deutschen Juristentag, S. A 57 f. zitiert nach Arbeitsgruppe „Digitaler Neustart“, Haftungsfragen der Künstlichen Intelligenz – Europäische Rechtsetzung, Bericht vom 1. März 2023, 40.

¹²¹⁰ BGH, 10.12.1987 - III ZR 220/86.

¹²¹¹ Herbst, Risikoregulierung durch Umwelthaftung und Versicherung, 1996, 68.

in Geld nachrangige Rolle.¹²¹² Bei der Bewertung und Quantifizierung von durch die Rechtsverletzung (mit-)verursachten Umweltschäden stößt das Deliktsrecht auf erhebliche Schwierigkeiten.¹²¹³

4.5.4 Regulierungsziel 2: effektivere Berücksichtigung von Umweltschäden durch ADS?

Als eine wesentliche Ursache für Haftungslücken wurden in Abschnitt 4.5.3 vor allem Informationsdefizite identifiziert: Es mangelt an Informationen über das Auftreten von Schäden, die technischen und natürlichen Ursachenzusammenhänge und deren potenzielle Verursacher, sowie die zur Vermeidung von Schäden geforderten Maßnahmen. Im Idealfall könnten die deskriptiven, prädiktiven und präskriptiven Funktionalitäten von ADS (s.o. 2.1.2) zu einer Effektivierung des Umwelthaftungsrechts beitragen, indem sie Informationsdefizite bei Geschädigten und Schädigern mindern helfen. Solche Potenziale könnten sowohl mit Blick auf die „traditionellen“ Lücken des Umwelthaftungsrechts bezüglich seiner Schutzgüter und hiermit verbundenen Um- und Durchsetzungsproblemen (s.o. 4.5.3.1), als auch hinsichtlich spezifischer Wirksamkeitsdefizite aufgrund von Besonderheiten der Verursachung von Umweltschäden durch ADS (s.o. 4.5.3.2) bestehen. Die kritische Analyse und Bewertung solcher spezifischen technischen Potenziale kann in dem vorliegenden Projektzusammenhang nicht geleistet werden. Die Darstellung beschränkt sich deshalb auf eine Identifikation potenzieller Funktionen von ADS zur Verbesserung des Haftungsrechts, sowie auf prägnante Überlegungen zu rechtlichen Bedingungen ihrer Nutzung.

4.5.4.1 Verbesserte Erfassung von Umweltschäden

KI-Systeme können durch präzise Umweltbeobachtung und Datenanalyse zur besseren Erfassung von Umweltschäden beitragen. Beispielsweise können Satellitendaten und Drohnenaufnahmen mittels KI-gestützter Bildanalyse ausgewertet werden, um Waldschäden, Gewässerverschmutzungen oder Biodiversitätsverluste zu quantifizieren.¹²¹⁴ KI-Systeme können auch Satellitenbilder analysieren, um illegale Abholzung oder nicht genehmigte Industrieanlagen zu erkennen. Dies ermöglicht eine objektive Dokumentation von Schäden, unabhängig vom „dezentralen“ Beibringen relevanter Informationen durch Geschädigte und könnte etwa administrative Haftungsregime erheblich stärken.

4.5.4.2 Kausalitätsnachweis und Verursacherermittlung

Durch datenanalytische Verfahren und maschinelles Lernen lassen sich komplexe Kausalbeziehungen systematisch erschließen und potenzielle Verantwortliche identifizieren. In der KI-gestützten Attributionsforschung etwa werden historische Klimadaten, Emissionsprofile und Wetterereignisse algorithmisch ausgewertet, um den Beitrag einzelner Akteure – etwa fossiler Konzerne – zur globalen Erwärmung oder spezifischen Extremwetterereignissen sachgerecht quantifizieren zu können. Solche Verfahren liefern wissenschaftlich fundierte Evidenz, die in Klimahaftungsklagen als Beweismittel für die Kausalbeziehung zwischen Emissionen und Klimaschäden verwendet werden kann. So stützen Attributions-Frameworks juristische Argumentationen und stärken Potenziale für die haftungsrechtliche Verantwortungszuweisung.¹²¹⁵

¹²¹² Ein Grund hierfür liegt in der eher restriktiven Rechtsprechung zur Naturalrestitution, die für die Naturalrestitution etwa die Herstellung des ursprünglichen Zustands fordert. Gerade bei Umweltschäden ist dies häufig nicht möglich, s. MüKoBGB/Oetker, 8. Aufl. 2019, § 249 BGB Rn. 320.

¹²¹³ Hinteregger (2019) Environmental Liability. In: Viñuales JE, Lees E (eds.) Oxford Handbook of Comparative Environmental Law, 1038.

¹²¹⁴ Vgl. etwa Li, AI-Driven Change Detection in Satellite Imagery: Enhancing GIS Applications for Environmental Monitoring, Theoretical and Natural Science 83 (2025), S. 187–192, <https://doi.org/10.54254/2753-8818/2025.20124>.

¹²¹⁵ Vgl. hierzu Callahan/Mankin, Carbon majors and the scientific case for climate liability, Nature 640 (2025), S. 891–901, <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08751-3>.

4.5.4.3 Verschärfung des Haftungsmaßstabs

Wie dargestellt kann eine Haftung für durch ADS verursachte Umweltschäden daran scheitern, dass komplexe Kausalzusammenhänge bei der Entstehung schädlichen (Entscheidungs-)Verhaltens, wie auch bei der Entstehung, vielleicht kumulativer, oder stark verzögerter Schadensverläufe in ökologischen oder physiologischen Systemen¹²¹⁶ für potenziell haftende menschliche Akteure im Lebenszyklus nicht vorhersehbar sind. Prädiktive Anwendungen von ADS könnten potenzielle Umweltrisiken frühzeitig erkennen und so Kenntnisse zu präventiven Maßnahmen und ihren Wirksamkeitschancen erweitern. Durch solche verbesserten Informationen zu effektiven Präventionsmaßnahmen dürften sich die Anforderungen an den Sorgfaltsmaßstab insofern erhöhen, als sich dieser wesentlich auch auf die Vorhersehbarkeit von Rechtsverletzungen und die individuellen Mittel zur Prävention von Schäden stützt.

4.5.4.4 Präzisere Schadensquantifizierung

KI-gestützte ADS könnten zu einer belastbaren Quantifizierung von Umweltschäden einschließlich langfristiger und indirekter Auswirkungen beitragen. Beispielsweise können neuronale Netze eingesetzt werden, um die ökonomischen Auswirkungen von Biodiversitätsverlusten oder die Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung zu berechnen. Damit könnte eine verbesserte Grundlage für Schadensersatzforderungen und andere haftungsrechtliche Instrumente, etwa Unterlassungsklagen, entwickelt werden.

4.5.5 Handlungsempfehlungen zur rechtspolitischen Berücksichtigung

Die Einbindung von ADS in das Umwelthaftungsrecht bietet ein grundsätzliches Potenzial zur Schließung bestehender Lücken. Es bleibt abzuwarten, wie sich die zunehmende Durchdringung relevanter Wirtschafts- und Lebensbereiche durch ADS auf die wissenschaftliche und gerichtliche Rechtsfortbildung auswirkt. Man mag annehmen, dass sich das Wachstum und die verbesserte Verfügbarkeit umweltrelevanter Informationen durch spezifische ADS substanziell auch auf den Haftungsmaßstab auswirkt. Regulatorische Vorgaben, etwa Pflichten zur Nutzung von KI-Systemen zur Umweltüberwachung für bestimmte Industriezweige, könnten solche Entwicklungen beschleunigen.

In anderen Bereichen dürften sich technische Potenziale nur unter der Bedingung von zielgerichteten Änderungen des rechtlichen Rahmens heben lassen:

- Erweiterung der Klagebefugnis: Auch ADS-generierte Evidenz kann im Hinblick auf „reine Umweltschäden“ – z.B. im Fall von Biodiversitätsverlusten, ohne gleichzeitige Betroffenheit absoluter Rechte i.S.v. § 823 Abs. 1 BGB – im zivilen Haftungsrecht nur wirksam werden, soweit entsprechende Klagebefugnisse vorliegen. Entsprechende Defizite (s.o. 4.5.4.1) sollten behoben werden, etwa in der Form von erweiterten Verbandsklagebefugnissen für Umweltbelange.
- Beweislasterleichterungen: Anerkennung von KI-generierten Daten als Beweismittel und womöglich Einführung einer Beweislastumkehr bei hinreichender KI-gestützter Beweisgrundlage. Dies könnte ähnlich der in Art. 4 des KI-Haftung-Richtlinienentwurfs vorgesehenen Kausalitätsvermutung oder – in schwächerer Form – in Orientierung an den Grundsätzen der sekundären Darlegungs- und Beweislast der Störerhaftung erfolgen.
- Erweiterung des Schadenbegriffs: Die Einbeziehung reiner Umweltschäden in den Schutzbereich des Haftungsrechts, basierend auf KI-gestützter Schadensquantifizierung erscheint zumindest erwägenswert. Dies würde es ermöglichen, auch Schäden an Ökosystemen ohne unmittelbaren menschlichen Bezug geltend zu machen.

¹²¹⁶ Zur fehlenden Vorhersehbarkeit von stark verzögerten, komplexen Gesundheitsschäden s. LG Aachen JZ 1971, 518 f.

- Anpassung der Verjährungsfristen: Berücksichtigung der durch ADS ermöglichten langfristigen Schadenserfassung. Dies ist insbesondere relevant für Umweltschäden mit verzögerter Wirkung, etwa bei der Grundwasserverschmutzung.

4.5.6 Zusammenfassung

Kapitel 4.5 widmet sich – anknüpfend an die in Kapitel 2 erarbeiteten Grundlagen – der Bewertung des Haftungsrechts als umweltrechtlichem Regulierungsinstrument für ADS. Im Fokus steht die Frage, inwieweit haftungsrechtliche Regelungen geeignet sind, umweltrelevantes (Entscheidungs-)Verhalten von ADS zu beeinflussen und Umweltschäden, die durch deren Einsatz entstehen könnten, effektiv zu vermeiden. Das Kapitel arbeitet die spezifischen Herausforderungen von ADS für dieses Rechtsgebiet heraus, analysiert die Stärken und Schwächen des bestehenden Rechtsrahmens und zeigt potenzielle Ansätze auf, um eine effektivere Steuerung umweltschädlichen Verhaltens von ADS durch das Haftungsrecht zu gewährleisten.

Es fragt also, inwieweit grundlegende Regulierungsfunktionen (die Interventionslogik) des Haftungsrechts, insbesondere die Schaffung von Anreizen zur Prävention durch die Internalisierung externer Kosten, mit Blick auf die Spezifika algorithmischer Entscheidungen greifen können und welche Herausforderungen sich dabei ergeben. Anschließend wird geklärt, in welchem Umfang umwelthaftungsrechtlichen Grundsätzen ein Sorgfaltsmaßstab als ADS-spezifisches „Verhaltens-Soll“ entnommen werden kann. Dabei zeigt sich, dass die Verschuldenshaftung im Grundsatz gut geeignet erscheint, einen Sorgfaltsmaßstab zu entwickeln, der den komplexen und dynamischen Risiken von ADS gerecht wird. Dieser Sorgfaltsmaßstab ist ein flexibler, risikobasierter Mechanismus, der sich an der Wahrscheinlichkeit und dem Ausmaß potenzieller Schäden orientiert. Die Offenheit des Sorgfaltsmaßstabs für – vergleichsweise dynamisch an technologische Entwicklungen adaptierte – technische und andere spezifische Standards wird hervorgehoben.

Die Analyse des bestehenden Umwelthaftungsrechts (de lege lata) wirft die Frage auf, ob sich bereits aus dem geltenden Recht ein problemadäquates „Verhaltenssoll“ für ADS (s.o. 2.4.1) ableiten lässt und ob das Instrument die spezifischen Herausforderungen von ADS adressieren kann. Dabei werden mögliche Ursachen für eine fehlende Passung des Haftungsrechts auf die Spezifika von ADS identifiziert, wie etwa eine suboptimale Allokation haftungsrechtlicher Anreize i.S. einer unzureichenden Zuordnung von Haftungsrisiken auf die menschlichen Akteure, die im Lebenszyklus Einfluss auf ADS nehmen können. Zudem werden Probleme fehlender normativer Spezifizierung des Sorgfaltsmaßstabs und Beweisschwierigkeiten aufgrund der „Black Box“-Problematik und der Komplexität vernetzter Systeme erörtert. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Auswirkungen der KI-VO auf das nationale Haftungsregime eingegangen, insbesondere in Bezug auf die dort erfolgte Konkretisierung KI-spezifischer Verkehrssicherungs- und Organisationspflichten sowie Informationspflichten. Die „doppelte“ Komplexität des Regelungsgegenstands (technologiespezifische Risiken von ADS) als auch des Schutzguts Umwelt könnten die Zurechnung und den Kausalitätsnachweis hinsichtlich solcher Umweltschäden, die durch ADS verursacht werden, allerdings erheblich verschärfen.

Abschließend werden Regulierungspotenziale für eine effektivere Berücksichtigung von Umweltschäden durch ADS de lege ferenda umrissen. Es wird argumentiert, dass die deskriptiven, prädiktiven und präskriptiven Fähigkeiten von ADS potenziell dazu beitragen könnten, Informationsdefizite bei Geschädigten und Gerichten hinsichtlich der Verursachung von Umweltschäden und somit die Effektivität des Umwelthaftungsrechts zu steigern. Dieselben Fähigkeiten könnten mittelfristig zu einer Verschärfung des an potenzielle Schädiger anzulegenden Sorgfaltsmaßstabs führen. Die – jüngst allerdings zunächst zurückgezogenen – Vorschläge der EU-Kommission zur KI-Haftung, insbesondere in Bezug auf die Einführung einer Kausalitätsvermutung und

den Zugang zu Beweismitteln, zeigen konkrete Ansätze zur Schließung der identifizierten Regelungslücken auf.

5 Einsatz von ADS in der Umwelt-Governance

ADS werden bereits im Umweltbereich genutzt und sollen künftig verstärkt eingesetzt werden.¹²¹⁷ Eine Übersicht zu Projekten und Studien im öffentlichen Sektor der EU-Mitgliedstaaten findet sich etwa in der Datenbank der EU-Kommission „Public Sector Tech Watch“.¹²¹⁸ Ein übergreifender Überblick zu Anwendungen im öffentlichen Sektor der OECD-Länder ist zudem bei der OECD verfügbar.¹²¹⁹ Die dokumentierten Beispiele betreffen u.a. den Klima- und Naturschutz sowie die Kreislaufwirtschaft.

Für die EU-Kommission und den Europäischen Rat stellen ADS einen relevanten Hebel zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele des European Green Deal dar.¹²²⁰ Als Anwendungsfelder werden auch hier Klima- und Naturschutz sowie Kreislaufwirtschaft hervorgehoben. Bei der Ausarbeitung des europäischen Rechtsrahmens für KI wurde daher betont, Chancen und Risiken gleichermaßen zu berücksichtigen. Im Weißbuch verweist die Kommission zudem darauf, dass auch der Ressourcen- und Energieverbrauch von KI-Systemen kritisch in den Blick zu nehmen sei („sustainable AI“).¹²²¹ Dieser Aspekt wird im Folgenden nicht weiter vertieft.

Die nachstehenden Abschnitte sind als ergänzende Überlegungen zu verstehen: Sie beschreiben grundsätzliche Einsatzmöglichkeiten von ADS in der Umwelt-Governance, illustrieren diese durch ausgewählte Fallbeispiele und schließen mit einer kritischen Würdigung.¹²²² Die Ausführungen erheben damit keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern knüpfen an die zuvor entwickelte weite Konzeption umweltrelevanter Risiken an, die auch das Nicht-Ausschöpfen ökologischer Entlastungspotenziale erfasst.

5.1 Einsatzzwecke und -aufgaben von ADS im öffentlichen Sektor

Der Einsatz von ADS soll Regierungen bei der Gesetzgebung sowie die öffentliche Verwaltung beim Vollzug unterstützen. Zu den zentralen Zielsetzungen zählen:¹²²³

- ▶ **Steigerung der Effektivität politischer Entscheidungsprozesse** (Planung, Umsetzung und Anpassung öffentlicher Maßnahmen);
- ▶ **Stärkung der demokratischen Legitimation von Umweltpolitik**, etwa durch verbesserte Überwachungskapazitäten, Unterstützung unabhängiger Institutionen oder eine breitere Zugänglichkeit von Umweltinformationen für Interessengruppen;
- ▶ **Effizienzsteigerung** interner Verwaltungsprozesse.

¹²¹⁷ Jetzke et al., Künstliche Intelligenz im Umweltbereich, Umweltbundesamt, 2019, UBA-Texte 56/2019, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-04_texte_56-2019_uba_ki_fin.pdf (22.04.2025).

¹²¹⁸ Siehe die Suchergebnisse zu „Environmental Protection“ auf der Seite „Interoperable Europe“ der EU-Kommission: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizWRmMjlkMTItMjFmMS00YjRmLWlzZmQtZjdkOTA1ODg2YjB-kliwidCl6ImIyNGM4YjA2LTUyMmMtNDZmZS05MDgwLTcwOTI2ZjhkZGRiMSIsImMiOiJh9> (30.09.2024); Tangi et al., AI Watch European Landscape on the Use of Artificial Intelligence by the Public Sector, 2022, <file:///C:/Users/a.hermann/Downloads/ai%20watch-KINA31088ENN.pdf>.

¹²¹⁹ Siehe den Verweis auf den OECD-Kontakt eladers@oecd.org in Fußnote 14 der Studie OECD (2024).

¹²²⁰ EU-Kommission, Green Deal, 2019, S. 11, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/DOC/?uri=CELEX:52019DC0640> (22.04.2025).

¹²²¹ EU-Kommission, Weißbuch Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen, 2020, S. 6, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0065&from=EN> (22.04.2025).

¹²²² Für eine ältere, umfassende Befassung mit Umweltpotenzialen von KI-Systemen vgl. etwa Gailhofer et al. (2021), The Role of Artificial Intelligence in the European Green Deal, Study for the special committee on Artificial Intelligence in a Digital Age (AIDA), Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg, 2021, sowie oben Abschnitt 2.2.2.

¹²²³ OECD, Governing with Artificial Intelligence: Are governments ready?, OECD Artificial Intelligence Papers, No. 20, 2024, S. 8, <https://doi.org/10.1787/dee339a8-en>.

Um diese Ziele zu erreichen, kommen ADS insbesondere in folgenden Aufgabenfeldern in Betracht:¹²²⁴

- ▶ **Datenidentifikation und -kategorisierung**, z.B. durch Objekterkennung oder Auswertung von Satellitenbildern;
- ▶ **Prädiktion (forecasting)**, indem vergangenes und gegenwärtiges Verhalten als Entscheidungshilfe für die Vorhersage von künftigen Ergebnissen genutzt wird, z.B. zur Vorhersage von zukünftigen (Umwelt-)Parametern oder des Verhaltens der Bevölkerung.
- ▶ **Unterstützung bei Interaktionen (interaction support)**, indem Interaktionen zwischen Mensch und Maschine unterstützt werden, z.B. im Fall von Chatbots oder für die Automatisierung von Back-Office-Prozessen (regelbasiertes Routing, Informationsaustausch zwischen Systemen).
- ▶ **Automatische Ereigniserkennung (event detection)**, um Muster sowie Ausreißer und Anomalien in großen Datenmengen zu identifizieren, etwa bei der Bekämpfung illegaler Abfallverbringung im Rahmen der Aus- und Einfuhrkontrollen.
- ▶ **Zielgerichtete Optimierung**, z.B. für die Ressourcenallokation oder die Szenario-Simulation.
- ▶ **Autonomes Erstellen von Inhalten**, z.B. beim Schreiben von Texten.

In den von der OECD untersuchten Fallstudien werden ADS vor allem für die Identifizierung und Kategorisierung von Daten, zu Vorhersagezwecken sowie zur Unterstützung bei der Kommunikation genutzt.¹²²⁵ Der überwiegende Teil der Mitgliedstaaten nutzt ADS bislang zur Effizienzsteigerung verwaltungsinterner Prozesse, während Anwendungen im Bereich der Politikgestaltung seltener sind.¹²²⁶ Gleichwohl existieren bereits breit gestreute Anwendungsfelder, u.a. in Verkehr, Umwelt, Stadtplanung, Sicherheit, Justiz oder Bildung.¹²²⁷

5.2 Fallbeispiele für den Einsatz von ADS im Umweltkontext

Die nachfolgenden Beispiele sind als exemplarische Ergänzungen der Überlegungen in den vorhergehenden Kapiteln zu verstehen, die verdeutlichen sollen, wie ADS im Bereich der Umweltpolitikgestaltung und beim Vollzug umweltrechtlicher Vorgaben eingesetzt werden können:

Digitale Zwillinge in der Stadtplanung

Das Konzept der „Digitalen Zwillinge“ stammt ursprünglich aus dem Ingenieurwesen und wurde zuerst in der Raumfahrtindustrie eingesetzt.¹²²⁸ **Im Bereich der Stadtplanung dienen digitale Zwillinge dazu, ein möglichst umfassendes virtuelles Modell einer Stadt oder eines Stadtteils abzubilden.** Dazu werden unterschiedlichste Datenquellen zusammengeführt, etwa Satellitenbilder, historische Aufzeichnungen oder Sensordaten (z.B. Luftschadstoffe, Temperatur, Bodenfeuchte, Wasserstände). **Auf dieser Grundlage lassen sich verschiedene Szenarien simulieren und zukünftige Entwicklungen antizipieren.** Planende sowie öffentliche und private Akteure können dadurch beispielsweise die Auswirkungen von Infrastrukturprojekten oder Umweltvorschriften bewerten und optimierte Lösungen entwickeln. Darüber hinaus können digi-

¹²²⁴ Klassifizierung der Aufgaben nach OECD, Governing with Artificial Intelligence: Are governments ready?, OECD Artificial Intelligence Papers, No. 20, OECD Publishing, Paris, 2024, S. 10, <https://doi.org/10.1787/dee339a8-en> mit Verweis auf OECD Framework for the Classification of AI systems, OECD Digital Economy Papers, No. 323, 2022, <https://doi.org/10.1787/cb6d9eca-en>.

¹²²⁵ OECD, Governing with Artificial Intelligence: Are governments ready?, OECD Artificial Intelligence Papers, No. 20, 2024, 9, <https://doi.org/10.1787/dee339a8-en>.

¹²²⁶ Ebd., 10ff.

¹²²⁷ Ebd., 11.

¹²²⁸ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), Digitale Zwillinge – Potenziale in der Stadtentwicklung, S. 6, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/digitale-zwillinge-dl.pdf;jsessionid=4BBCFD00951C44204FDB3A937B78A8A6.live11293?_blob=publicationFile&v=6 (05.10.2024).

tale Zwillinge zur Stärkung von Transparenz und Partizipation beitragen, indem sie den Austausch zwischen Entscheidungsträgerinnen, Projektentwicklern und der Öffentlichkeit erleichtern.

Die Gemeinde Paris-Saclay nutzt zur Umsetzung ihres Klimaschutzplans beispielsweise einen digitalen Zwilling des Gemeindegebiets, um verschiedene Szenarien für das Energiemanagement zu simulieren. **So können ökologische und ökonomische Effekte von Projekten besser eingeschätzt und langfristige Planungsperspektiven verbessert werden.**¹²²⁹ In Deutschland werden in vielen Städten, Projekte zur Umsetzung von digitalen Zwillingen geplant oder wurden bereits umgesetzt. Zu den vielfältigen Anwendungsbereichen zählen im Umweltbereich die Handlungsfelder „Verkehr/Mobilität“ sowie „Klima/Nachhaltigkeit“.¹²³⁰

ADS zur Kontrolle der Abfallvorschriften

Im Bereich der Abfallwirtschaft verwenden die OECD-Staaten ADS bislang vorwiegend dazu illegale Abfallverbringungen und -ablagerung aufzudecken. Dies erfolgt mittels der Auswertung von Datenbanken zur Abfallverbringung und Abfallbilanzen sowie der Auswertung von Satellitenbildern.¹²³¹ Gleichzeitig bestehen weiterhin Defizite beim Datenzugang und -austausch (zwischen Behörden, Ebenen und Staaten) sowie ein Mangel an Erfahrungen mit analytischer Datennutzung.¹²³² Der Einsatz von KI im Rahmen der forensischen Forschung und der prädiktiven Analyse könnte z.B. die Überwachung von Abfallexporten verbessern. Ziel der forensischen Forschung und der prädiktiven Analyse ist es, historische Vollzugsdaten, wie z.B. frühere Verstöße gegen Abfallverbringungs Vorschriften auszuwerten, um zukünftig zu inspizierende Standorte und Anlagen zu ermitteln und so die Erfolgsquote von Inspektionen zu erhöhen.¹²³³

Eine weitere Möglichkeit bietet der Einsatz von Deep Learning zur Identifikation illegaler Deponien. So konnten französische Umweltbehörden durch die Analyse von Satellitenbildern mit ADS rund 20 % mehr illegale Deponien aufspüren – bei zugleich erheblich reduziertem Zeit- und Arbeitsaufwand.¹²³⁴

5.3 Vorteile und Gefahren des Einsatzes von ADS

Die in diesem Kapitel zusammengetragenen Anwendungsbeispiele verdeutlichen das Potenzial von ADS, sollen jedoch ausdrücklich als ergänzende Überlegungen verstanden werden. Sie knüpfen an die zuvor entwickelte weite Auffassung von umweltrelevanten Risiken an, die auch das Nicht-Ausschöpfen ökologischer Entlastungspotenziale umfasst. Viele Projekte befinden sich noch in der Entwicklungs- oder Pilotphase,¹²³⁵ eine abschließende Bewertung des tatsächlichen Beitrags von ADS zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele und realistischer Risiken ist daher gegenwärtig nicht möglich.

¹²²⁹ Siehe die Internetseite von Paris-Saclay: https://www.paris-saclay.com/fileadmin/documents/1_L_agglo/Espace_Presse/Paris-Saclay_Twin_2030.pdf (22.04.2025).

¹²³⁰ Vgl. den Überblick zu den Anwendungsfeldern von Kommunen in Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.), Digitale Zwillinge – Potenziale in der Stadtentwicklung, 18, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/digitale-zwillinge-dl.pdf;jsessionid=4BBBCFD00951C44204FDB3A937B78A8A6.live11293?_blob=publicationFile&v=6 (05.10.2024).

¹²³¹ OECD (2024b), Digital Technologies for Better Enforcement of Waste Regulation and Elimination of Waste Crime, OECD Digital Economy Papers, 2024, No. 234, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/6739f625-en>.

¹²³² Ebd., 37.

¹²³³ Ebd., 10.

¹²³⁴ Ebd., 34; Sun et al., Revealing influencing factors on global waste distribution via deeplearning based dumpsite detection from satellite imagery, Nature Communications, Vol. 14/1, 2023.

¹²³⁵ Heilinger/Kempton/Nagel, Beware of sustainable AI! Uses and abuses of a worthy goal. AI And Ethics, 2023, 201.

Gleichwohl lassen sich Chancen und Risiken skizzieren.¹²³⁶ Die Nutzung von ADS kann zur besseren Erfassung komplexer Umweltprobleme beitragen und politische Entscheidungen evidenzbasierter und partizipativer machen.¹²³⁷ Zugleich birgt eine technikzentrierte Perspektive erhebliche Gefahren:

- **Risiken für die Wahrnehmung und das Verständnis von Umweltproblemen**, da Datenauswahl und Interpretation stets von menschlichen Vorentscheidungen beeinflusst werden;
- **Risiken für die Partizipation von Stakeholdern**, wenn ADS lediglich als technischer Lösungsansatz verstanden, Zielkonflikte verschleiert und daher demokratische Prozesse nicht hinreichend berücksichtigt werden;
- **Risiken für politische Entscheidungsprozesse**, wenn ADS vorschnell als „neutrale“ oder „wertfreie“ Werkzeuge wahrgenommen werden.¹²³⁸

So sollen ADS die Sammlung und insbesondere die Auswertung von großen Mengen an Umweltdaten verbessern. Mit dem Einsatz von ADS könne der Status-quo von Umweltzustände besser beschrieben werden und genauere Aussagen getroffen werden, wie sich Umweltzustände entwickeln. Dies soll dazu führen, dass zum einen komplexe Umweltprobleme durch ADS sichtbar für Politik und Zivilgesellschaft werden sowie zum anderen der politische Entscheidungsprozess evidenzbasierter und partizipativer wird.¹²³⁹ ADS können zwar große Datenmengen strukturieren und den Status quo von Umweltzuständen präziser erfassen. **Die Vorstellung, dass „mehr Daten“ automatisch zu „besserer Governance“ führen, ist jedoch problematisch.** So besteht die Gefahr, dass Entscheidungsträger und Öffentlichkeit in der Vielzahl an Informationen die Orientierung verlieren¹²⁴⁰ oder dass ADS-Ergebnisse ohne Transparenz über zugrunde liegende Messgrößen, Relevanzkriterien, blinde Flecken, oder Verzerrungen genutzt werden.

Dies erfordert sowohl Informationspflichten auf Seiten der Anbieter (Transparenz über Variablen, Repräsentativität, methodische Grenzen) als auch organisatorische Vorkehrungen bei den öffentlichen Stellen selbst, damit mit diesen Einschränkungen reflektiert umgegangen werden kann.¹²⁴¹ Zum anderen müssen aber auch auf Seiten der öffentlichen Stellen die notwendigen Voraussetzungen geschaffen werden, damit diese mit den vorgenannten Risiken/Einschränkungen umgehen können und diese ggfls. transparent machen. Entsprechende Anforderungen lassen sich etwa Art. 4 KI-VO entnehmen, der eine „ausreichende KI-Kompetenz“ der Betreiber vorschreibt.¹²⁴² Wie diese konkret auszugestalten ist, bleibt allerdings offen und könnte auf Ebene der Mitgliedstaaten präzisiert werden.

Ungeachtet dessen muss der Einsatz von ADS in öffentlichen Verwaltungen dem verwaltungsrechtlichen Rahmen standhalten. Werden ADS im Rahmen von Ermessensentscheidungen eingesetzt, ist sicherzustellen, dass das Ermessen fehlerfrei ausgeübt wird – wie es die hergebrachte Ermessenslehre verlangt. Ein **Ermessensdefizit** dürfte etwa dann vorliegen, wenn relevante Ge-

¹²³⁶ Kloppenburg, *Scrutinizing environmental governance in a digital age: New ways of seeing, participating, and intervening*, 2022, S. 232 (233 ff.).

¹²³⁷ Cows et al., *The AI Gambit – Leveraging Artificial Intelligence to Combat Climate Change: Opportunities, Challenges, and Recommendations* (SSRN Scholarly Paper ID 3804983). Social Science Research Network, 2021, 5.

¹²³⁸ Kloppenburg et al., *Scrutinizing environmental governance in a digital age: New ways of seeing, participating, and intervening*, 2022, 232.

¹²³⁹ Kloppenburg et al., *Scrutinizing environmental governance in a digital age: New ways of seeing, participating, and intervening*, 2022, 232.

¹²⁴⁰ Ebd., 232 (233).

¹²⁴¹ Nach der Betreiberdefinition in Art. 3 Nr. 4 KI-VO gehört dazu eine „*natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder sonstige Stelle, die ein KI-System in eigener Verantwortung verwendet* [...]“.

¹²⁴² Art. 3 Nr. 55 KI-VO definiert „KI-Kompetenz“ als „*die Fähigkeiten, die Kenntnisse und das Verständnis, die es Anbietern, Betreibern und Betroffenen unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Rechte und Pflichten im Rahmen dieser Verordnung ermöglichen, KI-Systeme sachkundig einzusetzen.*“

sichtspunkte aufgrund systemischer Blindstellen des ADS unberücksichtigt bleiben. Ein **Ermessensfehlgebrauch** wird gegeben sein, wenn die Gewichtung einzelner Kriterien durch die algorithmische Verarbeitung verzerrt wird oder sachfremde Faktoren einfließen. Besondere Relevanz kommt in diesem Zusammenhang zudem dem **Black-Box-Problem** zu: Bleiben die tatsächlichen Entscheidungsgrundlagen oder die priorisierten Steuerungsziele der eingesetzten ADS intransparent, kann die Ermessensentscheidung nicht hinreichend nachvollzogen und damit auch nicht effektiv gerichtlich überprüft werden.¹²⁴³ Das Bundesverfassungsgericht hat im Urteil zu „Hessendata“ hervorgehoben, dass der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz hohe Anforderungen an „Transparenz, individuellem Rechtsschutz und aufsichtlicher Kontrolle“ im Hinblick auf automatisierte Entscheidungen stellt.¹²⁴⁴

Auch im Kontext der Stakeholderbeteiligung eröffnen ADS Chancen: So können digitale Zwillinge in der Stadtplanung Beteiligungsprozesse visualisieren und interaktiv gestalten (z.B. in Zürich). Ob dies über Bewusstseinsbildung hinaus auch eine effektive Bürgerbeteiligung gewährleistet, ist jedoch kritisch zu hinterfragen.¹²⁴⁵

Schließlich können ADS im Rahmen einer „reflexiven Governance“ genutzt werden, indem sie politische Entscheidungsträger auf neue Muster bei der Entstehung und Lösung von Umweltproblemen aufmerksam machen¹²⁴⁶ und so Anlass geben, bestehende Strategien zu überdenken.¹²⁴⁷ Mit digitalen Zwillingen können die Auswirkungen komplexer Strategien (z.B. von Klimaanpassungsstrategien) oder von groß angelegten Maßnahmen wie Geoengineering simuliert werden und so z.B. Maßnahmen für den jeweiligen Ort angepasst werden.¹²⁴⁸ Trotz dieser Vorteile besteht jedoch auch die Gefahr, dass die Nutzung von ADS die Handlungskompetenz bei der Entwicklung von Lösungsansätzen einschränkt. Gleichzeitig besteht etwa das Risiko, dass Entscheidungsoptionen durch implizite normative Vorentscheidungen im Design von ADS verengt werden. Etwa weil die Anwender und Entscheidungsträger die normativen Entscheidungen und Zielsetzungen, die bei der Entwicklung des digitalen Zwillings getroffen wurden, nicht kennen bzw. deren Einfluss auf die Interpretation der Ergebnisse nicht nachvollziehen können.¹²⁴⁹

Um dieser Diskrepanz zu begegnen, sollte das in Art. 57 ff. KI-VO vorgesehene Instrument des „Reallabors“ genutzt werden.¹²⁵⁰ genutzt werden (siehe Abschnitt 4.1.4.3.9). Reallabore sollen evidenzbasiertes regulatorisches Lernen fördern, Rechtssicherheit erhöhen und den Austausch mit Behörden verbessern. Anbieter und Behörden legen dafür in einem „Reallaborplan“¹²⁵¹ Ziele und Bedingungen fest, um ADS auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene einrichten (vgl. Art. 57 Absätze 1 und 2 KI-VO) in einem geschützten Rahmen zu erproben.

¹²⁴³ Vgl. hierzu Covilla, Artificial Intelligence and Administrative Discretion: Exploring Adaptations and Boundaries, European Journal of Risk Regulation 16(1) (2024), S. 36–50, <https://doi.org/10.1017/err.2024.76>.

¹²⁴⁴ Urteil des Ersten Senats vom 16. Februar 2023 - 1 BvR 1547/19 - 1 BvR 2634/20 - Rn. 90, 109.

¹²⁴⁵ Schrotter/Hürzeler, The digital twin of the city of Zurich for urban planning. PFG J. Photogramm. Remote Sens. Geoinf. Sci. 88, 2020, 1.

¹²⁴⁶ Feindt/Weiland, Reflexive governance: Exploring the concept and assessing its critical potential for sustainable development. Introduction to the special issue. J. Environ. Policy Plan. 20, 2018, 661.

¹²⁴⁷ Kloppenburg et al., Scrutinizing environmental governance in a digital age: New ways of seeing, participating, and intervening, 2022, 232 (238).

¹²⁴⁸ Ebd., 232 (238).

¹²⁴⁹ Ebd., 232 (238); Eubanks, Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor, 2018.

¹²⁵⁰ Unter einem „KI-Reallabor“ versteht Art. 3 Nr. 55 KI-VO „einen kontrollierten Rahmen, der von einer zuständigen Behörde geschaffen wird und den Anbieter oder zukünftige Anbieter von KI-Systemen nach einem Plan für das Reallabor einen begrenzten Zeitraum und unter regulatorischer Aufsicht nutzen können, um ein innovatives KI-System zu entwickeln, zu trainieren, zu validieren und — gegebenenfalls unter Realbedingungen — zu testen.“

¹²⁵¹ Art. 3 Nr. 54 KI-VO definiert den „Plan für das Reallabor“ als „ein zwischen dem teilnehmenden Anbieter und der zuständigen Behörde vereinbartes Dokument, in dem die Ziele, die Bedingungen, der Zeitrahmen, die Methodik und die Anforderungen für die im Reallabor durchgeführten Tätigkeiten beschrieben werden“.

5.4 Zusammenfassung

Kapitel 5 hat – in bewusster Ergänzung zu den vorangehenden Kapiteln – ausgewählte Einsatzmöglichkeiten von ADS in der Umwelt-Governance skizziert. Unter Umwelt-Governance wird dabei sowohl die umweltrechtliche Gesetzgebung als auch der Vollzug verstanden. ADS kommen zunehmend in der Datenanalyse, Prognose und Effizienzsteigerung zum Einsatz. Auch wenn bislang nur begrenzte systematische Erkenntnisse vorliegen, sprechen zahlreiche Indizien dafür, dass ADS erhebliches Potenzial für ein vertieftes Verständnis von Umweltproblemen und für wirksamere behördliche Maßnahmen bieten.

Gleichzeitig bestehen signifikante Risiken: Eine unreflektierte Wahrnehmung von ADS als „neutrale“ Werkzeuge kann Verzerrungen verdecken und Handlungskompetenzen menschlicher Akteure schrittweise einschränken. Daher sind Transparenzpflichten, Kompetenzanforderungen und verwaltungsrechtliche Bewertungsrahmen erforderlich. Ergänzend bietet das Instrument des Reallabors die Möglichkeit, regulatorisches Lernen zu institutionalisieren.

Aus den Überlegungen zum Einsatz von ADS in der Umwelt-Governance lassen sich mehrere **regulatorische Implikationen** ableiten:

So erscheint es erstens empfehlenswert, gesetzliche oder untergesetzliche Regelungen zu schaffen, die öffentliche Stellen zur Transparenz beim Einsatz von ADS in umweltrelevanten Entscheidungsprozessen verpflichten. Dies sollte die Offenlegung genutzter Datenquellen, grundlegender Funktionsweisen der Algorithmen und deren spezifischer Limitationen umfassen. Zweitens sollten Anforderungen an die KI-Kompetenz für Umweltbehörden in Orientierung an Artikel 4 der KI-VO konkretisiert werden, etwa durch nationale Regelungen im Umweltverwaltungsrecht oder in Ausbildungsordnungen. Drittens sollten behördliche Bewertungsrahmen für den Einsatz von ADS in umweltbezogenen Entscheidungen von Behörden erarbeitet werden, um sicherzustellen, dass dieser den verwaltungsrechtlichen Grundsätzen entspricht, etwa hinsichtlich der Vermeidung von Ermessensfehlern. Viertens könnte das in der KI-VO enthaltene Instrument des „Reallabors“ (Art. 57 ff. KI-VO) genutzt werden, um ein evidenzbasiertes regulatorisches Lernen zu ermöglichen, die Rechtssicherheit zu verbessern und den Austausch zwischen Behörden zu fördern. Schließlich erscheint es plausibel, die potenziellen Auswirkungen von ADS auf die Wahrnehmung und das Verständnis von Umweltproblemen in Umweltbildungs- und Öffentlichkeitsarbeitsstrategien berücksichtigt werden, um für mögliche Verzerrungen zu sensibilisieren.

Insgesamt sollte ein umweltrechtliches Regulierungskonzept die Governance-Potenziale von ADS berücksichtigen und gleichzeitig sicherstellen, dass deren Einsatz im Einklang mit umweltpolitischen Zielen und rechtsstaatlichen Prinzipien erfolgt.

6 Umweltrechtliches Regulierungskonzept für ADS

Dieses Kapitel trägt die Befunde und Handlungsempfehlungen aus den vorherigen Arbeitsschritten zusammen und skizziert Grundzüge einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS. Diese Grundzüge betreffen einerseits Vorüberlegungen zu Modell und einer plausiblen Struktur einer umweltrechtlichen Regulierung – wobei einerseits zu klären ist, ob ein sektorspezifischer Ansatz, oder eine horizontale Regulierung zur rechtlichen Verarbeitung von Umweltaspekten des Einsatzes von ADS vorzugswürdig ist (6.1.1). Andererseits werden grundsätzliche regulatorische Weichenstellungen (6.1.3, 6.1.4) abgewogen, durch welche den besonderen Herausforderungen zu begegnen ist, die die Komplexität maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens an das Recht stellt (6.1.2). Hierauf aufbauend formuliert das Arbeitspaket Regelungsvorschläge, die insbesondere sektorspezifische Regelwerke integrieren können, um den besonderen Umweltrisiken und Potenzialen von ADS in ihrem Anwendungsbereich Rechnung zu tragen. Die übergeordnete Regulierungsdebatte, also generelle, konzeptionelle Überlegungen zur Regulierung von KI und existierende Regulierungsmodelle der Technologie- und Risikoregulierung werden, ohne jedweden Anspruch auf Vollständigkeit, in Bezug genommen. Mit Blick auf die damit gleichwohl einbezogene Vielfalt an Anwendungen, Wirtschaftssektoren und Schutzgüter wird damit ein breiter Fokus auf rechtliche Instrumente gelegt.

Das Kapitel bietet damit weniger konkrete rechtspolitische Handlungsvorschläge, sondern soll Impulse für die weitere Analyse und Entwicklung umweltrechtlicher Instrumente entwickeln.

6.1 Vorüberlegungen zu Modell und Struktur einer umweltrechtlichen Regulierung

Die folgenden Abschnitte erläutern Gestaltungsoptionen, auf die im Rahmen von Regelungsvorhaben zurückgegriffen werden können. Sie entwerfen kein abschließendes Regulierungsinstrumentarium, sondern widmen sich konzeptionellen Überlegungen für eine umweltrechtlichen Regulierung von ADS.

6.1.1 Grundstruktur einer umweltrechtlichen Regulierung von ADS: horizontale oder sektorspezifische Regulierung?

Die Regulierungsinstrumente, mit denen Gesetzgeber in jüngerer Zeit auf die immer höhere Relevanz von KI-Technologien und -Anwendungen zu reagieren versucht, verweisen auf eine beträchtliche Vielfalt denkbarer Regulierungsmodelle: So implementiert die **KI-Verordnung der EU** (EU KI-VO) einen horizontalen Ansatz, der einerseits bestimmte schwerwiegende Risiken und die Integration von KI-Systemen in unterschiedlichen sensiblen Produkten, andererseits per se als besonders risikoreich erachtete Basis-Technologien adressiert. Dabei setzt die Verordnung, in Übereinstimmung mit dem „New Approach“ des EU-Regulierungsrechts,¹²⁵² auf einen breiten „mix“ von ordnungsrechtlichen Vorgaben und unternehmerischer Selbstregulierung, verbindlichen und freiwilligen Mechanismen, sowie adaptiver und reflexiver Instrumente zur Um- und Durchsetzung (siehe hierzu sogleich unter 6.1.3). Die **US Executive Order 14110** vom Oktober 2023¹²⁵³ will demgegenüber einen Rahmen für sektorale Regulierungen durch die zuständigen Ministerien und Behörden schaffen. Diese sollen wiederum vor allem freiwillige Leitlinien und Standards enthalten, die die Exekutive im Konsens mit der Industrie entwickelt. Das **britische KI-Weißpapier** verfolgt einen „kontextsensiblen“ Ansatz, der zwar übergeordnete

¹²⁵² Vgl. hierzu die Kritik von de Vries et al., Internal Market 3.0: The Old “New Approach” for Harmonising AI Regulation, European Papers 8 (2023), 583 ff., https://www.europeanpapers.eu/it/system/files/pdf/version/EP_ej_2023_2_SS1_2_Sybe_De_Vries_Olia_Kanavskaia_Rik_De_Jager_00677.pdf (22.04.2025).

¹²⁵³ Executive Order 14110 of October 30, 2023, Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence, <https://www.federalregister.gov/documents/2023/11/01/2023-24283/safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence> (22.04.2025).

Konzepte, Methoden und Prinzipien definiert, aber ebenfalls auf deren Konkretisierung und Umsetzung mittels der „sektorspezifischen Expertise“ spezialisierter Behörden abzielt.¹²⁵⁴ Schließlich wird auch chinesischen Regulierungsbemühungen in Abgrenzung zur EU KI-VO eine Tendenz zu sektorspezifischen Ansätzen bescheinigt, die zudem weniger auf grundlegende Technologien und Methoden, als auf konkrete Funktionen und Anwendungsperspektiven von ADS zugeschnitten werden.¹²⁵⁵

Die nachfolgenden Überlegungen setzen nicht zwingend eine Entscheidung zwischen diesen unterschiedlichen Ansätzen voraus. Sie sind nicht im Sinne eines einheitlichen Regelwerks zu verstehen, sondern als **Instrumentenkasten**, in dem Vorschläge zu einzelnen Instrumenten enthalten sind, die selektiv in sektorspezifische Gesetze übernommen werden könnten.

Für einen sektorspezifischen oder zumindest auf eine sektorspezifische Konkretisierung abzielenden Regulierungsansatz sprechen gleichwohl mehrere Gründe:

- Erstens stehen die Chancen für den Erlass eines Gesetzes, das die Risiken von KI horizontal unter verbesserter Berücksichtigung umweltrechtlicher Regulierungsziele in den Blick nimmt, in näherer Zukunft nicht besonders gut. Ursache dafür ist nicht etwa eine Sperrwirkung der EU KI-VO, die entsprechende legislative Handlungsspielräume der Mitgliedsstaaten von vornherein begrenzen würde. Denn solche Handlungsspielräume dürften aufgrund der grundsätzlich von der KI-VO abweichenden Zielsetzung einer umweltbezogenen Regulierung in weitem Umfang weiter bestehen (siehe hierzu Abschnitt 6.2.2).
Regelungsansätze, die sektorspezifisch auf Anwendungsfälle von ADS im Kontext konkreter umweltbezogener Herausforderungen abzielen, dürften vielmehr schon von vorneherein weniger dem Verdacht von Kollisionen oder Redundanzen im Verhältnis zur KI-Verordnung ausgesetzt sein. Insbesondere erscheinen die *politischen* Chancen für die Ergänzung oder Erweiterung bestehender Umweltrechtsgesetze höher als für horizontale, besonders ambitionierte Gesetzesvorhaben zur ökologischen Ausrichtung von ADS.
- Zum zweiten deutet nicht zuletzt die **Vielfalt der in diesem Projekt betrachteten Regulierungsprobleme, Anwendungskontexte und Akteurskonstellationen** darauf hin, dass sektorspezifische Regelungen mit konkreten Regulierungszielen und kontextspezifisch zugeschnittenen Anreizmechanismen eher zur Lösung umweltrechtlicher Problemstellungen geeignet sein dürften als ein abstrakterer horizontaler Ansatz. Eine sektoral spezialisierte Regulierung könnte auch besser Informationsdefizite und KI-typische Bedingungen hochgradiger Komplexität und Dynamik erfassen, indem sie etwa die sektorale Expertise spezialisierter Behörden bei der Um- und Durchsetzung einsetzt und dabei auch deren ADS-spezifische Kenntnisse und Fähigkeiten fördert. Dies betrifft sowohl die Spezifika relevanter Anwendungen als auch Besonderheiten von Auswirkungen auf sektorspezifische Schutzgüter oder Rechte: In beiden Fällen kann sektorspezifisch angepasste Umsetzung von Regulierungsinstrumenten zu einer effektiveren Regulierung beitragen.

Der folgende „Instrumentenkasten“ enthält dementsprechend insbesondere Vorschläge für rechtliche Vorgaben, die auf ADS im Regelungsbereich sektoraler Gesetze zugeschnitten werden könnten. Gleichwohl bauen viele dieser Vorschläge funktional aufeinander auf und können und sollten daher unter Umständen auch in Kombination geregelt werden. Die Darstellung orientiert sich daher an der Struktur „moderner“ Technikregulierung.¹²⁵⁶

¹²⁵⁴ S. UK Office for Artificial Intelligence, A Pro Innovation Approach to Artificial Intelligence, Policy Paper, 2023, Abschnitt 3.2.6., <https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach/white-paper#part-1-introduction> (22.04.2025).

¹²⁵⁵ Chun et al., Comparative Global AI Regulation: Policy Perspectives from the EU, China, and the US, 2024, <https://arxiv.org/html/2410.21279v1#S5> (22.04.2025).

¹²⁵⁶ Siehe etwa das aus sieben Teilen bestehende Gentechnik-Gesetz.

Einführend definiert ein „Allgemeiner Teil“ den regulatorischen Rahmen (siehe Abschnitt 6.2). Dieser schafft die Grundlage dafür, eine im Kern „risikoorientierte“ Regelungsstruktur zu entwickeln. Der Begriff **Risiko** bezieht sich dabei, wie auch in der ISO 31.000, **sowohl auf wahrscheinliche negative Einwirkungen auf die Schutzgüter** (negative Auswirkungen oder Schäden) als auch auf zu erschließende positive Effekte (im Sinn von – ohne Regulierung verpassten – Chancen).¹²⁵⁷ Risiken in diesem Sinne sind also weiter gefasst als die gängige umgangssprachliche Bedeutung und die Definition der der KI-VO (Art. 3 Nr. 2 KI-VO). Sie lassen sich nicht nur im Hinblick auf drohende Umweltschäden oder Rechtsverletzungen, sondern auch als solche der **Nicht-Wahrnehmung rechtlich gebotener Umweltentlastungspotenziale** begreifen.¹²⁵⁸ Neben dem „Einhegen“ absehbarer negativer Effekte, werden damit auch Instrumente berücksichtigt, die Anreize für ökologisch sinnvolle ADS setzen und so die Ziele Nachhaltiger Entwicklung unterstützen, wie sie etwa in den SDGs, dem Europäischen Green Deal oder der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung formuliert sind.

Das Regulierungskonzept ist vor diesem Hintergrund darauf gerichtet, zur Schaffung risikospezifischen Orientierungswissen beizutragen und die vorsorgeorientierte Prüfung, Kontrolle und gemeinwohlorientierte Ausrichtung der Zielfunktionen und Parameter von ADS unter dem Gesichtspunkt absehbarer Umweltrisiken zu gewährleisten.

In seinen Begriffen und seinem „Rollenmodell“ (dem Verständnis der entscheidenden Akteure und ihren Aufgaben bei der risikomindernden Einflussnahme auf ADS) orientiert sich die Darstellung weitgehend an Kapitel 2.1.4 und relevanten Definitionen der KI-VO.

6.1.2 Verschärfte Herausforderungen für die umweltrechtliche Regulierung: Komplexität, Ungewissheit und das „regulatory choice“-Problem

Eine maßgebliche Herausforderung für ein umweltrechtliches Regulierungskonzept besteht darin, dass sein Regulierungsgegenstand eine komplexe „soziotechnische Blackbox“ darstellt, die regulatorisch zu verarbeiten ist. Hinzu kommt die Vielfalt und Komplexität möglicher Einwirkungen auf Umweltgüter (in ihren Wechselbeziehungen) sowie ggf. darüber vermittelte Gesundheitseffekte.

Komplexität und schwer aufzulösende Informationsdefizite im Zusammenhang mit ADS haben, wie unter 2.1.4.2 ausführlich dargelegt, diverse Ursachen. Dazu gehören die Opazität technischer Prozesse, die Undurchsichtigkeit der vielfältigen möglichen Determinanten maschineller Entscheidungsprozesse und die hohe Dynamik technologischer Entwicklungen. Die Anwendungsperspektiven und Anwendungsfelder, Trends und Megatrends im Zusammenhang mit neuen Technologien oder Produkten bringen auch vielfältige und wechselnde Akteurs- und Aktantenkonstellationen¹²⁵⁹ mit sich, die wiederum die Funktionen und die Ausrichtung von maschinellen Entscheidungen strukturieren. Die tatsächlichen Auswirkungen der Technologien und deren Anwendungen entstehen emergent in schwer vorhersehbaren Wechselwirkungen zwischen Anbietern, Nutzern und ADS – und zunehmend auch den Interaktionen zwischen ADS – einerseits, und ihrer natürlichen und gesellschaftlichen Umwelt andererseits. Die positiven oder negativen Implikationen dieser komplexen realweltlichen Wirkungszusammenhänge einer Technosteuerung zeigen sich vielfach erst kumulativ und mit zeitlicher Verzögerung.¹²⁶⁰

Diese sozio-technische Komplexität und Dynamik potenziert sich noch einmal angesichts von Komplexität, Unsicherheiten und Dynamik im Zusammenhang mit dem Schutzgut Umwelt. Es ist

¹²⁵⁷ Siehe dazu bereits Kapitel 2, insbesondere in den Abschnitten 2.2 und 2.32.3.

¹²⁵⁸ Siehe dazu bereits Abschnitt 2.4.3 mit dem dort beschriebenen Regulierungsziel 2.

¹²⁵⁹ Zu diesen Begriffen s.o. 2.1.2.

¹²⁶⁰ S.o., 2.1.3.

also nicht nur weitgehend offen, wie ADS-unterstützte Entscheidungen auf Umweltgüter einwirken. Vielmehr kann auch mit großen Unsicherheiten behaftet sein, wie sich ökologische Zusammenhänge durch diese Einflüsse verändern, welche neuen Wirkungszusammenhänge zwischen Umwelt und Gesellschaft entstehen und wie diese wiederum auf lernende Systeme zurückwirken. Auch ökologische Wirkungszusammenhänge sind häufig eine „Black Box“, der Umgang mit Umweltrisiken unter Bedingungen der Ungewissheit ein traditionelles Strukturelement im Umweltrecht, etwa in Gestaltung des Grundsatzes der Vorsorge.

Mit Ungewissheiten umzugehen, ist für den Gesetzgeber also im Grundsatz nicht ungewöhnlich. Er hat sich in vielen „klassischen“ Feldern der Risikoregulierung in Konstellationen zu orientieren, in der das Handeln unterschiedlicher Akteure und (maschineller) Aktanten (s.o. 2.1.2) darüber entscheidet, ob ein bestimmtes „Ereignis“ eintritt und welche (positiven oder negativen) Folgen dabei für welche anderen Akteure oder Gemeinwohlbelange daraus resultieren.¹²⁶¹ Der Grad der Ungewissheit bei den (zukünftigen) Anwendungen von ADS dürfte aber gerade auch angesichts der Kombination der spezifischen „Black Boxes“ ökologischer und soziotechnischer Prozesse und Dynamiken denjenigen anderer Regulierungsfelder übersteigen. Die vorliegende „regulatory choice“-Perspektive¹²⁶² hat es also mit einem Regelungsgegenstand zu tun, der von einer besonders großen Undurchsichtigkeit und Dynamik geprägt ist und dessen tatsächliche Auswirkungen sich weder für die Gegenwart noch für die Zukunft in ihrer Breite und Tiefe verlässlich benennen lassen.

Ein hinreichendes Verständnis der ihr zugrunde liegenden Realbedingungen ist aber eine notwendige Voraussetzung jeder wirksamen und verhältnismäßigen Regulierung. So fordert auch das Bundesverfassungsgericht vom Gesetzgeber im Verlauf eines Rechtsetzungsverfahrens eine „Realanalyse“.¹²⁶³ Ohne ein realistisches Bild vom Regulierungsproblem, seinen Ursachen und den regulatorischen Hebeln, die eine effektive Lösung versprechen sind, lässt sich dies nicht leisten.

Jenseits der Realanalyse stellt sich zudem die Frage nach dem normativen Zielmaßstab (dem angestrebten „Verhaltens-Soll“, s.o. 2.4.1). Angesichts der vorstehend geschilderten Ungewissheits-Konstellation liegt es nahe, dazu auf den Grundsatz der Vorsorge zurückzugreifen. Zu berücksichtigen ist diesbezüglich allerdings, dass die rein normativ begründete Orientierung an diesem Grundsatz, wie Albers anschaulich formuliert, unter Bedingungen minimaler „Prognosesicherheit“ zunächst kaum weiterhilft, denn

„[a]us dem Fehlen hinreichenden Risikowissens lässt sich nicht auf die Abwesenheit von Risiken schließen – aber auch nicht auf das Gegenteil. Wenn die tradierte Dogmatik vorschlägt, den zur Vorsorge berechtigenden Gefährlichkeitsverdacht bei hohen, potenziell irreversiblen Schäden bereits bei schwacher Prognosegrundlage zu bejahen verkennt dies, dass auch das Urteil der Irreversibilität selbst auf dieser Prognoseschwäche beruht: ein klassischer Zirkelschluss. Solange das Gefahrenpotential nicht näher bekannt ist, kann nicht dieses, sondern muss die Ungewissheit zum Ausgangspunkt für die Risikosteuerung genommen werden.“¹²⁶⁴

¹²⁶¹ Für eine an die ISO 31.000 angelehnte Systematisierung der risikocharakterisierenden Elemente aus der gesellschaftlichen Perspektive der Risikoregulierung siehe Führ, Technikrecht und Standardisierung, in: Wegener (Hrsg.), Enzyklopädie Europarecht [EnzEuR], Band 8, Europäische Querschnittpolitiken, § 4, 2021², 229 ff., insbesondere Rn. 65 ff.

¹²⁶² Für eine Anwendung am Beispiel der Ungewissheiten der Umwelt- und Gesundheitswirkungen von Nanomaterialien siehe Schenten/Führ/Bizer, Overcoming Nanomaterial Uncertainties: A Responsive Governance Framework, in: Matthis (Hrsg.), Economic Analysis of Law in European Legal Scholarship (Vol. 4), 2017, 281–303, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-50932-7_11.

¹²⁶³ BVerfG vom 12.5.1992 - 2 BvR 470 u.a./90 - E 86, 90/112 – Papenburg; zu der Forderung, der Gesetzgeber müsse eine "sozialwissenschaftlich abgesicherte Realanalyse der zu ordnenden Lebensverhältnisse" durchführen, siehe bereits Denninger, Freiheitsordnung - Wertordnung - Pflichtordnung, JZ 1975 (30), 545/546.

¹²⁶⁴ Albers (Hrsg.), Risikoregulierung im Bio-, Gesundheits- und Medizinrecht, 2011, 38.

Dieses Dilemma vorsorglichen Handelns wird durch die „Janusköpfigkeit“ des Regulierungsgegenstands ADS aus ökologischer Sicht noch weiter verstärkt: Ein Gefährlichkeitsverdacht bei unzureichender Prognosesicherheit verbietet sich insofern auch, **weil ökologische Risiken und ökologische Potenziale bei ADS häufig nahe beieinander liegen**. Ob die Anwendungen Umweltziele fördern oder gefährden – der unvermeidliche Fußabdruck ihrer *direkten Umweltwirkungen* (s.o. 2.2.1) im Verhältnis zu ihrem positiven nutzenorientierten „Handabdruck“ sozusagen gut investiert ist – hängt von der Ausrichtung ihrer Zielfunktionen ab. Folgt man der ratio der „Twin Transition“ (s.o. Kapitel 1) fordert die grüne Transformation nicht nur die Einhegung schädlicher, sondern auch die Förderung sozial-ökologisch nützlicher Technologien. Eine umweltrechtliche Regulierung sollte nach dieser Logik zumindest aus rein hypothetischen Vorsorgeerwägungen keine Innovationshindernisse aufbauen, die möglicherweise ökologisch sinnvolle Anwendungen verhindern.

Vor diesem Hintergrund widmen sich die folgenden Überlegungen zwei übergeordneten Aspekte einer umweltrechtlichen Regulierung unter Bedingungen verschärfter Unsicherheit: Einerseits der Frage, an welchen Kategorien sich eine risikobasierte Regulierung unter Unsicherheitsbedingungen orientieren kann und zweitens derjenigen, welche grundsätzlichen Konfigurationen der Wissensgenerierung eine Regulierung wählen kann, um die informatorischen Grundlagen für die Identifikation und Bewertung von Risiken zu schaffen und Instrumente auszuwählen, die eine „angemessene Beherrschung“ ADS-induzierter Risiken erwarten lassen.

6.1.3 Dimensionen problemadäquaten regulatorischen Lernens

Eine umweltrechtliche Regulierung hat nach dem Gesagten zunächst einen institutionellen Rahmen zu schaffen, der es ermöglicht, ihre Wissensbasis zu verbreitern. Es geht also einerseits darum, **bei relevanten Akteuren vorhandenes Wissen für den regulativen Diskurs nutzbar zu machen**. Wo noch unklar ist, ob, in welcher Weise und in welchem Umfang ADS überhaupt relevant für Ziele des Umwelt- und Klimaschutzes sind, ist andererseits zunächst auf die **Erweiterung der Wissensbestände** hinzuwirken.

Die ein solches regulatorischen Lernen ermöglichenden Rechte, Pflichten oder Verfahren können in unterschiedlicher Weise auf Akteure verteilt werden, die auf unterschiedlichen Stufen des Lebenszyklus Einfluss auf ADS nehmen können. Diverse Akteure verfügen über unterschiedliches Risikowissen und unterschiedliche Fähigkeiten, dieses Wissen zu erweitern. Bei ihnen bestehen zudem, schon unabhängig von regulatorisch zu schaffenden Anreizen, typischerweise unterschiedliche Motivationslagen, die mehr oder weniger im Einklang mit umweltrechtlichen Regulierungszielen stehen können. Will man die Akteure dafür gewinnen, daran mitzuwirken, die Ungewissheiten im Hinblick auf die Umweltauswirkungen von ADS zu bewältigen, ist (responsiv) an die vorfindliche Verteilung von Motivationen und Informationen anzuknüpfen.

Aus der Lebenszyklus-Perspektive liegt es nahe, primär an die **Wissensbestände und Expertise** der durch eine Regulierung adressierten Akteure, insbesondere auf Seiten der **Anbieter und Betreiber** von ADS (siehe dazu bereits Abschnitt 2.1.4.1) anzuknüpfen. Denn bei diesen Akteuren liegt ein – im Vergleich zu staatlichen Organen und zivilgesellschaftlichen Akteuren – deutlich überlegenes technologiespezifisches „Wissen und Können“. Weniger anwendungsnahe Akteure können in solchen technologisch oder wissenschaftlich hochspezialisierten Bereichen kaum jemals den gleichen Wissensstand erwerben, wie diejenigen, die ADS entwickeln und anwenden. Der regulative Ansatz geht dann – in Anlehnung an die Pflichtenstellung im Stoff- und im Gentechnikrecht – dahin, diejenigen, die (ökonomische) Vorteile aus einer risikoträchtigen Anwendung ziehen wollen und dazu eine besondere Expertise erworben haben, zugleich dazu anzuhalten, diese Expertise auch für Gemeinwohlbelange zu mobilisieren. Es kommt also darauf

an, in einer Konstellation hoher Dynamik und damit einhergehenden Ungewissheiten die anwendungsnahen Akteure (vor allem solche aus der Wirtschaft, aber auch aus der Forschung) dazu zu bewegen, ihre Wissensbestände in Richtung der möglichen Auswirkungen von ADS auf die Umwelt zu erweitern und dieses Wissen auch zu dokumentieren. Damit dies gelingt, sollten die regulatorischen Vorgaben möglichst passgenau an die Interessenlage der adressierten Akteure im Status quo anknüpfen.¹²⁶⁵ Auf diese realweltlich vorgefundene Konstellation formulieren die vorgeschlagenen Instrumente idealerweise eine maßgeschneiderte Antwort.¹²⁶⁶

Eine solche Konfiguration regulatorischen Lernens steht im Einklang mit einer seit längerem festzustellenden Verlagerung der Wissensgenerierung und -aufbereitung auf private Akteure. Tendenzen einer derartigen „Indienstnahme“ Privater für die regulatorische Wissensgenerierung finden sich nicht nur im Umweltrecht, sondern in vielen Sektoren. Das Recht reagiert damit auf die Komplexität wirtschaftlicher oder technischer – und häufig auch grenzüberschreitender – Entwicklungen und Abläufe. Dies zeigt sich etwa auch in internationalen Standards und Zertifizierungen, unternehmerischen Codes of Conduct oder Unternehmensinitiativen, die auch in der KI-VO eine wichtige Rolle spielen.¹²⁶⁷

Allerdings können regulativ induzierte Prozesse der Wissensgenerierung aus mehreren Gründen nicht allein auf die Expertise und den Informationszugang der Anbieter und Betreiber von ADS setzen.

Das liegt zunächst daran, dass Vorgaben zur Wissensgenerierung die vorfindliche Motivationslage wirtschaftlicher Akteure nicht wesentlich verschieben dürften. Denn deren typische Präferenzen – seien sie auf wirtschaftliche Vorteile oder auf (wissenschaftliche) Reputation gerichtet – mit der daraus resultierenden Eigennutz-Konstellation bleibt davon zunächst einmal unbeeinflusst. Die „Regulierungskunst“ in einer solchen Konstellation besteht daher darin, rechtliche Impulse zu setzen, um die Eigen-Verantwortung¹²⁶⁸ der wirtschaftlichen Akteure im Sinne von Gemeinwohlzielen zu stimulieren und die „marktschaffende Funktion des Technikrechts“¹²⁶⁹ zum Tragen zu bringen (siehe Abschnitt 6.1.3). Mit anderen Worten ist zu überlegen, mit welchen Instrumenten sich die Anreiz- und Hemmnis-Situation der adressierten Akteure in Richtung der Regulierungsziele verschieben lässt.

Zusätzliches **Risikowissen** mag in gewissem Umfang in der Lage sein, die Parameter zu beeinflussen, die in das Nutzenkalkül der Anbieter und Betreiber einfließen. Dies allein dürfte aber zumeist nicht geeignet sein, die regulatorisch intendierten Umweltziele zu erreichen. Für ein adäquates Risikomanagement ist es daher notwendig, ergänzende materielle, prozedurale und organisationale Vorgaben verbindlich zu verankern. In welcher Weise dies geboten erscheint, ist eine Frage, die sich im Verlauf fortschreitenden regulatorischen Lernens auf einer nach und nach verbesserten Realanalyse entscheiden lässt.

¹²⁶⁵ Zur Methodik der Delta-Analyse siehe Kapitel 2.5.

¹²⁶⁶ Ein solcher Regelungsansatz lässt sich auch verstehen als „Responsive Regulierung“. Er ist darauf ausgerichtet, das Eigen-Interesse der Akteure regulativ so auszugestalten, dass diese ihre Strategie, aber auch ihre operativen Maßnahmen auch jenseits zwingender gesetzlicher Vorgaben (also eigenverantwortlich) so gestalten, dass sie zu den Regulierungszielen beitragen. Zu diesem regulativen Konzept siehe Bizer/Führ/Hütig, Responsive Regulierung, 2002. Zu dessen Anwendung auf die Ungewissheitskonstellation bei Nanomaterialien siehe Schenten/Führ/Bizer, Overcoming Nanomaterial Uncertainties: A Responsive Governance Framework, in: Matthis (Hrsg.), Economic Analysis of Law in European Legal Scholarship (Vol. 4), 2017, 281–303, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-50932-7_11.

¹²⁶⁷ Siehe hierzu die differenzierte Analyse von de Vries et al., Internal Market 3.0: The Old “New Approach” for Harmonising AI Regulation, European Papers Vol. 8 No. 2 (2023), 583 ff. In diesem Sinne lassen sich etwa die – im Laufe des Gesetzgebungsverfahrens infolge der Änderungsvorschläge des Europäischen Parlaments deutlich erweiterten – Einrichtungen im Kapitel „Governance“ der KI-Verordnung (siehe dazu Abschnitt 4.1.4.3) verstehen. S. Gailhofer/Führ/Gröger (2023), Policy Brief: The European Parliament’s amendments to the AI Act. A plausible approach for the “Ecological Alignment” of AI?

¹²⁶⁸ Siehe dazu Führ, Eigen-Verantwortung im Rechtsstaat, Berlin 2003, 218 ff.

¹²⁶⁹ Führ 2021, Technikrecht und Standardisierung, In: Wegener, B. W. (Hrsg.): Enzyklopädie Europarecht [EnzEuR], Band 8, Europäische Querschnittspolitiken, § 4, 2. Auflage, Nomos, Baden-Baden, S. 229 ff., Rn. 28.

Des Weiteren dürfte selbst eine denkbar breite und tiefe technische und betriebswirtschaftliche Expertise der Anbieter und Betreiber von ADS den Anforderungen umweltorientierten regulatorischen Lernens regelmäßig nicht genügen. Um der Vielfalt und Komplexität der ökologischen Auswirkungen von ADS und ihrer technischen, ökonomischen, gesellschaftlichen oder ökologischen Implikationen gerecht zu werden, bedarf es entsprechend **spezialisierter wissenschaftlicher Expertise**. Das Erfordernis eines fundierten Verständnisses der sozio-technischen Einflussfaktoren, Entwicklungsdynamiken und Wechselwirkungen zeigt sich darin, dass die Bedeutung trans- und interdisziplinär, insbesondere auch sozialwissenschaftlich fundierter Formate in Debatten um Risiken, Potenziale und die Ausrichtung Künstlicher Intelligenz zunehmend hervorgehoben wird.¹²⁷⁰ Mit dem Einsatz von ADS in ökologischen Kontexten und dem wachsenden Bewusstsein für komplexe ökologische Risiken steigt absehbar auch der Bedarf an umweltwissenschaftlicher Expertise. Mit anderen Worten bedarf eine adäquate Bewertung der erwartbaren Auswirkungen umweltrelevanten maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens von ADS einer auch **sozial- und umweltwissenschaftlich fundierten Technikfolgenbewertung i.S.e. sozio- und umwelteinformatischen Analyse**. Eine solche Perspektive ergänzt und erweitert die Expertise der Betreiber und Anbieter im Hinblick auf Gemeinwohlbelange, einschließlich des Umwelt- und Klimaschutzes. Die dadurch generierten Erkenntnisse tragen auch zur Erweiterung des Wissensbestands bei Legislative, Behörden und Gerichten bei.

Selbst die umfassendste Wissensbasis ändert nichts daran, dass mit dem Einsatz von ADS (unvermeidbar) **Zielkonflikte** einher gehen können. Solche normativen – und daher meist auch politisch gelagerten – Konfliktlagen machen vor wissensbezogenen Aspekten nicht halt: Auch Konzepte und Methoden der Risikoidentifikation und -bewertung sind nicht wertneutral. Mit Kondor et al. (2024) sollte ein Ansatz regulatorischen Lernens etwa die „Positionalität“ der beteiligten Akteure berücksichtigen: „When risks are defined and then assessed, this process is embedded within institutional and societal power structures and draws on the epistemic frameworks of those immediately involved in the risk assessment, who in turn draw on wider or established conceptualizations and practices.“¹²⁷¹ Die Auflösung solcher Konfliktlagen sollte nicht (unternehmerischen) Ethikkommissionen und privaten Standardisierungs-Organisationen überlassen werden, sondern bedarf einer möglichst breiten Berücksichtigung wissenschaftlicher und zivilgesellschaftlicher Perspektiven. Die Einbeziehung unterschiedlicher wissenschaftlicher und zivilgesellschaftlicher Perspektiven kann auch Glaubwürdigkeits- und Legitimitätsproblemen entgegenwirken, mit denen sich vorsorgeorientierte Ansätze der Wissensgenerierung verstärkt konfrontiert sehen.¹²⁷²

Schließlich sollte auch eine Risikobewertung die Perspektive derjenigen integrieren, die von – umweltrelevanten ADS persönlich betroffen sind. Es liegt auf der Hand, dass Informationen über individuelle Betroffenheiten am besten die Betroffenen selbst einbringen. Dafür streitet auch der grundrechtssichernde Gehalt prozeduraler Vorkehrungen.¹²⁷³

¹²⁷⁰ S. etwa das Projekt „Impact AI“, <https://www.hiig.de/project/impact-ai/> (22.04.2025), sowie Kegel et al., - Eine kommunikative Methodik zur interdisziplinären Evaluation digitaler Anwendungen; Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), 2024.

¹²⁷¹ Kondor et al., Complex systems perspective in assessing risks in artificial intelligence, Phil. Trans. R. Soc. A.3822024010. Zu politischen Dimensionen von Risikowissen unter Bedingungen einer „Pluralisierung von Wissensperspektiven“ s. Bösch, Pluralität und Evidenz. Risikoregulierung unter dem Einfluss wissenskultureller Divergenz, in: Albers (Hrsg.), Risikoregulierung im Bio-, Gesundheits- und Medizinrecht, 2011, 57 ff.

¹²⁷² Bösch formuliert diesen Gedanken so, dass „die Pluralisierung von Wissensperspektiven [...] nur dann nicht zu einer restriktiven Evidenzkonstruktion beitragen [dürfte], wenn die Wissenskonflikte transparent und zum Gegenstand von politischen Aushandlungs- und Entscheidungsprozessen gemacht würden“; s. ders., Pluralität und Evidenz. Risikoregulierung unter dem Einfluss wissenskultureller Divergenz, in: Albers (Hrsg.), Risikoregulierung im Bio-, Gesundheits- und Medizinrecht, 2011, 59.

¹²⁷³ Siehe dazu – unter Bezug auf die Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts (Mülheim-Kärlich) – Denninger (1990), Verfassungsrechtliche Anforderungen an die Normsetzung im Umwelt- und Technikrecht.

6.1.4 Multi-perspektivischer „Policy Mix“ für regulatorisches Lernen

Aus diesem mehrdimensionalen Ergänzungsbedarf branchenspezifischen Risikowissens lassen sich mehrere Schlüsse für eine Konfiguration der Instrumente ziehen, durch die umweltrechtliche Regulierungsansätze die Informationsdefizite zu den ökologischen Auswirkungen von ADS adressieren könnten:

- ▶ Ein umweltrechtlicher Regulierungsansatz für ADS sollte einerseits **unternehmerisches und technikspezifisches Wissen mobilisieren**, z.B. durch Organisations-, Dokumentations- und lebenszyklusübergreifende Informationspflichten (siehe dazu die Abschnitte 6.3.1.2 - 6.3.1.7), bei deren konkreter Ausgestaltung den relevanten Akteuren im Lebenszyklus der Systeme gewisse Entscheidungsspielräume zuzugestehen sind. Naheliegender erscheint zunächst, auch auf die bereits beispielhaft herangezogenen immissionsschutzrechtlichen Grundpflichten (siehe oben Seite 123) als Modell für eine entwicklungsoffene Regelung zurückzugreifen. Diese stehen allerdings in der Tradition des Gewerberechts und adressieren dem Wortlaut nach vorrangig technische, aber auch wirkungsseitige Aspekte. Mit diesen materiellen Anforderungen gehen implizit auch Organisationspflichten einher.¹²⁷⁴ In den Antrags- und Genehmigungsverfahren hat der Betreiber den Anlagenbetrieb und die damit einher gehenden Umwelteinwirkungen zu ermitteln und dokumentieren. Weil diese Verfahren – meist aufgrund von Anlagenänderungen – periodisch wiederkehren, muss der Betreiber in der Praxis die Risikobetrachtung auch immer wieder auf den aktuellen Stand bringen.
Im Hinblick darauf, wie die Rechtsordnung mit besonders gravierenden Ungewissheiten aus dem Einsatz neuer technologischen Möglichkeiten umgeht, bietet sich insbesondere das Gentechnikrecht zur Orientierung an:¹²⁷⁵ § 6 GenTG verknüpft Pflichten zur Ermittlung, Dokumentation und Aktualisierung von Risikowissen mit materiellen Schutz- und Vorsorgevorkehrungen sowie mit prozeduralen Komponenten und personaler Zuordnung.
- ▶ Die für die risikoadäquate Ausfüllung der zugestandenen Entscheidungsspielräume erforderliche Verschiebung der Anreiz-Hemmnis-Situation kann durch **behördliche Kontrolle und Durchsetzung, sowie sukzessive Konkretisierung verbindlicher Maßstäbe durch Behörden und Gerichte** geleistet werden, aber auch durch **zivilrechtliche Instrumente**. Im Idealfall bildet sich im Wechselspiel zwischen privaten Praktiken und Standards, behördlichen Leitlinien oder Umsetzungshilfen, der Vollzugspraxis und gerichtlichen Präjudizen ein angemessener Sorgfaltsmaßstab für den Umgang mit Umweltrisiken heraus.
- ▶ Um die sukzessive Konkretisierung von Leitplanken für die Verbreiterung und die Weitergabe unternehmerischen Risikowissens zu gewährleisten und diese auch wirksam um- und durchzusetzen, ist ein entsprechendes **Fachwissen der mit dem Vollzug befassten Behörden** zu ermöglichen.
- ▶ Eine **sektorspezifische Ausgestaltung umweltrechtlicher Regulierung** (s.o. 6.1.1) stellt sicher, dass zumindest die oben (6.1.2) angesprochenen Herausforderungen der Beurteilung **ökologischer Wirkungszusammenhänge** bei der Entstehung von Umweltrisiken von ADS berücksichtigt werden. Es bedarf aber auch spezifischer KI-Expertise bei Behörden und Gesetzgebern. Eine solche lässt sich durch behördlich initiierte „Lernmechanismen“, wie Reallabore und Experimentierräume, befördern; dafür bedarf es eines spezifischen Rechtsrahmens (wie etwa in Art. 57 ff. KI-VO).

¹²⁷⁴ Siehe § 52b Abs. 2 BImSchG sowie die Beauftragten in §§ 53 ff. und 58a ff.

¹²⁷⁵ Ebenso Martini et al. 2020, Erforderlichkeit und Ansätze zur Regulierung algorithmenbasierter Entscheidungsprozesse aus Umweltsicht, 28 und 49.

- Zu einem regulativen und administrativen Orientierungswissen könnte auch eine systematische, **explorative Regulierungs- und Technikfolgenabschätzung** beitragen (etwa angesiedelt beim Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages oder in föderaler Kooperation durch die Länder in einem „Länderausschuss KI“). Grundzüge eines solchen Ansatzes skizziert Kapitel 2.5; sektorspezifische Überlegungen zu möglichen Folgen oder Szenarien des Einsatzes von ADS sind in den einzelnen Kapiteln dieses Berichts zu finden. Eine juristische Untersuchung, wie die vorliegende Studie, ist nicht in der Lage derartige sektor- und möglichst auch anwendungsbezogene Abschätzungen zu leisten. Eine vielversprechende Möglichkeit, konkreten Regulierungsproblemen und rechtlichen Lösungsansätzen in umweltrechtlichen Sektoren auf die Spur zu kommen, dürfte demgegenüber in transdisziplinären Settings liegen.
- Die bei Regulierern als auch bei Regulierten angesiedelten Lernmechanismen bedürfen der Ergänzung durch Regelungen, die eine **Verbreiterung der Wissensbasis durch zivilgesellschaftliche und wissenschaftliche Akteure** ermöglichen. Solche Instrumente befähigen Akteure, deren typische Motivationslage und ergänzende Expertise die Chancen für eine adäquate Ermittlung und Bewertung ökologischer Risiken erhöht. Ansätze, die konsequent – z.B. in der Form von Datenzugangsrechten, Verbandsklagerechten etc. – spezialisierten Akteuren aus der Wissenschaft und/oder NGOs ermöglichen, einen tiefen Einblick in die determinierenden Faktoren von ADS zu erhalten, adressieren Informationsdefizite breit und effektiv und können gerade hinsichtlich unbekannter und emergenter Phänomene adäquate regulatorische Reaktionen ermöglichen.
- Auch Verfahren zur vorsorglichen Identifikation und Bewertung von Risiken können **partizipative Elemente** beinhalten. Eine Verschiebung der Anreizsituation lässt sich also auch dadurch erreichen, dass Akteuren, die durch Umweltwirkungen potenziell oder tatsächlich beeinträchtigt werden, Instrumente zur Rechtsdurchsetzung zur Hand gegeben werden. Beispielsweise zeigen neuere verbraucherrechtliche Regelungen im Grundsatz, dass Rechte von Verbrauchern und Umweltziele besser miteinander verschränkt werden können.¹²⁷⁶ Ob in umweltrechtlichen Konstellationen ähnliche Verschränkungen denkbar sind, ist im Einzelfall zu prüfen (s. hierzu aber schon oben 4.4.3.3).

Der Regulierungsansatz sollte also den Rahmen für einen multiperspektivischen Mechanismus setzen, der unterschiedliche Interessenlagen und Expertisen integriert und so vorsorgeorientiert zur Identifikation und Vermeidung von Umweltrisiken beiträgt.

6.1.5 Abstufungen einer Regulierung unter Ungewissheit

Unter Rückgriff auf die vorstehenden Überlegungen orientieren sich die folgenden Instrumentenvorschläge an einem Regulierungsansatz, der zunächst risikoadäquat fehlende Wissensbestände (Nicht-Wissen) adressiert und so den Grad an Ungewissheit reduziert. Daran anknüpfend ist dann der Rechtsrahmen so auszugestalten, dass die Regelungsadressaten ihr Handeln vermehrt an Gemeinwohlzielen ausrichten.

Das Übermaßverbot legt nahe, insbesondere Umfang, Gewicht und Eintrittswahrscheinlichkeit der (potenziellen) Zielverfehlung als Maßstab dafür heranzuziehen, die regulatorischen Instrumente auszurichten. Daneben können etwa auch Einflussmöglichkeiten der adressierten Akteure auf die Minderung des Risikos eine Rolle spielen – wozu auch spezifische Informationen oder Fähigkeiten zur Beurteilung von Risiken und risikomindernden Maßnahmen gehören können. Grundlage für eine solche Einschätzung bildet, wie bereits erwähnt (siehe Abschnitt 6.1.2),

¹²⁷⁶ Vgl. Gailhofer et.al. (2023), Verbraucher*innen als Akteure der Lieferkettenregulierung, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Die Verbraucherin und der Verbraucher als Akteurin und Akteur in der Lieferkettenregulierung: Eine Verbrauchersicht auf menschenrechtliche Risiken in der Lieferkette“ im Auftrag des BMUV.

eine Realanalyse des Regelungsgegenstandes; wobei der Gesetzgeber gehalten ist, seinerseits dafür zu sorgen, die Wissensgrundlagen problemadäquat zu erweitern (siehe dazu bereits die Überlegungen in Abschnitt 6.1.3). Je größer sich nach jeweils aktuellem Wissensstand Risiken wie auch unausgeschöpfte Potentiale zur Risikominderung darstellen, desto größer ist auch das Delta im Hinblick auf das angestrebte Schutzniveau.

In diesem Sinne könnte eine risikobasierte Abstufung umweltrechtlicher Vorgaben für Fälle, in denen die Anwendung von ADS zwar mit einer grundsätzlichen Umwelt-/Klimarelevanz einhergeht, aber lediglich von einem eher **geringen Delta** auszugehen ist, etwa **interne Dokumentationspflichten** sowie Anforderungen an die **interne Organisation** in Betracht ziehen (siehe Abschnitt 6.3.1). Bei einem größeren Delta wäre als erste „Eskalationsstufe“ einer risikobasierten Regulierung zu erwägen, Elemente einer hoheitlichen Präventivkontrolle, sowie Regelungen zu Transparenz und rechtebasierte Instrumente zu etablieren (siehe Abschnitt 6.3.2.2). Bei einem eklatant hohen Delta – also ADS-Anwendungen, die „geeignet sind“, die Ziele des Umwelt- und Klimaschutzes „in besonderem Maße“¹²⁷⁷ zu beeinträchtigen –, kommt ein präventives Verbot mit Erlaubnisvorbehalt in Betracht. Inverkehrbringen und Nutzung von ADS wären dann so lange unzulässig, bis die Verbotsschranke durch einen hoheitlichen Gestattungsakt beseitigt ist. Damit soll gewährleistet werden, dass die Beeinträchtigungstiefe für die Adressaten nicht größer ist als zur Bewältigung der jeweiligen Problemlage erforderlich.

Die soeben (Abschnitt 6.1.2) problematisierten Defizite bei der Prognosesicherheit bringen auch grundsätzliche Schwierigkeiten für die risikobasierte Abstufung gesetzlicher Vorgaben mit sich: Solange Innovationsdynamiken um ADS und Schwere wie Umfang ihrer Folgen für die Umwelt ungewiss sind, muss es also darum gehen, einerseits „die Grenzen des Wissens zu erweitern und die fortlaufende Anpassung der Risikoentscheidungen an neue Erkenntnislagen zu gewährleisten.“¹²⁷⁸ Auch die „Grenzen des Wissens erweiternde“ Mechanismen regulatorischen Lernens (siehe dazu oben Abschnitt 6.1.3) lassen sich mehr oder weniger umfangreich und intensiv ausgestalten und können daher mit mehr oder weniger tiefen Beeinträchtigungen grundrechtlich geschützter Freiheitssphären verbunden sein. Auch ein Ansatz, der sich etwa ausschließlich auf Dokumentationspflichten stützt, also ganz zentral „nur“ auf die Generierung von Risikowissen ausgerichtet ist, kann sich unter Umständen ähnlichen Vorwürfen einer gegen das Übermaßverbot verstoßenden „Regulierung ins Blaue“ aussetzen wie ordnungsrechtliche Instrumente. Wenn Umweltrisiken von ADS überhaupt in irgendeiner Weise vorsorgeorientiert und effektiv gesteuert werden sollen, wird man um die Festlegung bestimmter Kategorien nicht herumkommen, die riskantere von weniger riskanten Anwendungen unterscheiden.

Für solche im Vorfeld einer Regulierung zu treffenden Unterscheidungen sollte vor allem auf das Erfordernis weiterer Forschung verwiesen werden.¹²⁷⁹ Jenseits solcher Bemühungen liegt noch eine Eingrenzung von Risikokategorien nahe, die aus unterschiedlichen Gründen klar gefasst werden können (Abschnitt 6.1.5.1). Aufbauend auf einer Unterscheidung einer damit zu definierenden ersten Stufe risikobasierter Regulierung könnte dann eine einzelfallbezogene Einstufung

¹²⁷⁷ Die Formulierung entspricht § 4 Abs. 1 Satz 1 BImSchG im Hinblick auf die Genehmigungspflicht industrieller Anlagen.

¹²⁷⁸ Albers, Risikoregulierung im Bio-, Gesundheits- und Medizinrecht, 2011, 38. Andererseits sind bleibt laut Albers auch unter hoher Unsicherheit die rechtliche Funktion bestehen, „die Risikopräferenzen und das *Maß der Risikobereitschaft im Gemeinwesen* zu definieren.“ Auch eine solche Definition ist allerdings von einem Mindestmaß an Informationen darüber abhängig, wie Art und Ausmaß denkbarer Gefährdungen aussehen und welche Rechtsgüter bedroht sind. Bei gänzlich neuartigen Technologien wie ADS kann es selbst an solchen basalen Informationen fehlen.

¹²⁷⁹ Damit ist nicht gemeint, dass wissenschaftliche Evidenz über Risiken oder Potenziale notwendig wäre, damit der Gesetzgeber legislativ tätig zu werden. Vielmehr können Regelungen auf der Basis einer vertretbaren Einschätzung der Sachlage und ihrer erwartbaren Entwicklung (Prognosepflicht). Um hinreichend informiertes gesetzgeberisches Handeln zu genügen, unterliegt der Gesetzgeber allerdings einer Beobachtungspflicht, bei der er sich auf empirische Ermittlungen zu stützen hat. Zu der hierfür notwendigen Datensammlung, -erhebung, und -auswertung können indes, wie dargestellt, wiederum gesetzliche Regeln erforderlich sein, die sicherstellen, dass (private) Akteure mit überlegenem Wissen und überlegener Expertise zur Erweiterung der Wissensbasis beitragen, Führ, Eigen-Verantwortung im Rechtsstaat, 137. Habil., Berlin 2003.

von Anwendungen mit schwereren Risiken institutionalisiert werden – die KI-VO, wie auch insbesondere umweltrechtliche Verfahren zeigen, wie eine solche Regelung multiperspektivische Mechanismen der Wissensgenerierung i.S.d. Überlegungen unter 6.1.3 nutzbar machen könnte (Abschnitt 6.1.5.2).

6.1.5.1 Erste Stufe risikobasierter Regulierung: ADS mit Umweltrelevanz

Eine Eingrenzung solcher Systeme, die ein Mindestmaß an Umweltrelevanz aufweisen und damit in den Fokus einer risikobasierten Regulierung fallen können, erscheinen – in Übereinstimmung mit der oben getroffenen Unterscheidung von Regulierungszielen (siehe Abschnitt 2.4) – drei unterschiedliche Ansätze plausibel:

- Einerseits ist die **Konzentration auf direkte Umwelteffekte** – also den Ressourcen- und Energieverbrauch bei der „Herstellung“ und im Betrieb von ADS – die sowohl die KI-VO wie auch weite Züge des rechtspolitischen Diskurses kennzeichnen, unter dem Gesichtspunkt der beschriebenen Wissenslücken nachvollziehbar. Denn hierbei sind zumindest Art und Ursachen der negativen Auswirkungen der Technologien evident und klar umrissen, Handlungsansätze zu ihrer Minderung einigermaßen naheliegend. Verbleibende Wissenslücken sind zumindest eingrenzbar: Das Wissen um fehlende Informationen erleichtert klare Regelungen. Ein alleiniger Fokus auf solche besser greifbaren Effekte ginge allerdings, wie oben (unter 2.2.2) ausgeführt, an den typischen und womöglich schwerwiegenderen indirekten und systemischen Risiken von ADS vorbei.
- Zweitens bietet sich eine vorsorgeorientierte Berücksichtigung von ADS durch umweltrechtliche Regulierungsansätze an, **wenn diese bestimmungsgemäß im Regelungsbereich umweltrechtlicher Regelungen eingesetzt werden sollen**. Im potenziellen Verstoß gegen anlagen- oder verhaltensbezogene Ge- oder Verbote durch ADS liegt dann das Risiko, das Vorgaben für die Systeme und Anwendungen und Pflichten für relevante Akteure im deren Lebenszyklus rechtfertigt. Dieses Vorgehen ähnelt dem Mechanismus, durch den Art. 6 Abs. I KI-VO i.V.m. Anhang I der Verordnung Hochrisikosysteme definiert: Damit werden solche Systeme, die im Regelungsbereich konkreter benannter Gesetze als Sicherheitsbestandteil Anwendung finden, oder die selbst ein solches Produkt darstellen, als hochriskant betrachtet und den Risikoanalyse und -minderungspflichten der Artikel 9 ff. KI-VO unterworfen. Auch in anderen Regelungsbereichen, in denen sich das ge- oder verbotene Verhalten aufgrund von Informationsdefiziten, der Vielfalt der zu regelnden Sachverhalte usw. schwer vorab konkretisieren lässt, werden umweltbezogene Pflichten durch eine vergleichbare Verweisungstechnik festgelegt, so etwa im Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz und in der EU Sorgfaltspflichtrichtlinie (EUDDD). Solchen Ansätzen ist gemeinsam, dass zumindest hinsichtlich des spezifischen, aus umweltrechtlicher Sicht anzustrebenden „Verhaltenssolls“ (siehe Abschnitt 2.5.1) ex ante hinreichendes Wissen besteht.

Eine solche Einordnung regulierungsbedürftiger ADS ist nicht etwa überflüssig, weil die Regeln bestehender Umweltgesetze unabhängig von der eingesetzten Technologie ohnehin einzuhalten sind. Denn die Herausforderung durch den Einsatz von ADS liegt nicht nur in Geboten oder Verboten des Umweltrechts, die den neuen Potenzialen und Risiken nicht mehr angemessen erscheinen, sondern in der fehlenden „Passung“ deren regulatorischen Rahmens; also etwa im Hinblick auf neue Akteursstrukturen, welche die Um- und Durchsetzungsmechanismen der Gesetze vor Schwierigkeiten stellen. Durch ADS kann es auch zu ganz neuen Risiken und Schadensverläufen kommen, die angesichts der beschriebenen Informationsdefizite mit dem gegebenen Instrumentarium kaum aufzudecken sind.¹²⁸⁰ Eine verstärkte regu-

¹²⁸⁰ Die regulatorische Herausforderung besteht in diesem Zusammenhang vor allem darin, solche informatorischen Hemmnisse für die Erreichung des umweltrechtlichen Verhaltens-Solls zu überwinden, siehe Abschnitt 2.4.5.

latorische Aufmerksamkeit für ADS in den durch das Umweltrecht definierten Einsatzgebieten hilft, Wissenslücken zu spezifischen Risiken und Potenzialen aufzudecken und weitere Schritte regulatorischen Lernens einzuleiten.

- Der Umstand, dass in der Regel eine weitergehende Ungewissheit darüber besteht, ob und welche Umweltrisiken auftreten können, ändert nichts daran, dass ADS schwerwiegende und potenziell irreversible Schäden an Umwelt und Klima verursachen können. Das kann gerade auch in Lebensbereichen der Fall sein, die **noch nicht durch umweltrechtliche Vorgaben geregelt sind**. In solchen Konstellationen ist dann ein „regulatorisches Lernen“ zu gewährleisten, um eine erste Informationsgrundlage zu schaffen, die dann die weitere Beobachtung etwaiger Einwirkungen auf Umweltgüter ermöglicht.

Regulierungsbemühungen sollten also im Sinne des Grundsatzes des Vorsorgeprinzips jenseits bereits deutlich begrenzter Risiken, oder eindeutig festgelegter Ge- oder Verbote einsetzen. Sie sind dann aber unter Berücksichtigung des Übermaßverbots so auszurichten, dass es nicht zu unverhältnismäßigen Belastungen kommt. Naheliegend sind indirekte Regulierungsansätze, die Wissen über Risiken und Lösungsansätze generieren, ohne allzu große Belastungen mit sich zu bringen. Dies könnte etwa ein hoheitlich initiiertes und (jedenfalls teilweise) auch öffentlich finanzierter Datengenerierungsmechanismus (s.o. 4.1.2.3.) sein. Belastendere Vorgaben wären im Sinne der oben beschriebenen Risiko-Potenzial-Faktoren (s.o. 2.1.3) an absehbaren Kriterien für Gewicht und Wahrscheinlichkeit negativer oder positiver Wirkungen auszurichten: Als solche Kriterien in Betracht kommt hier etwa die **Verbreitung der entsprechenden Systeme**, aber etwa auch die jeweiligen Fähigkeiten und Möglichkeiten der Regulierungsadressaten, Potentiale zu erschließen (also beispielsweise die finanziellen oder personalen Kapazitäten der Anbieter oder Betreiber). Wenn es darum geht, den Anwendungsbereich und die Ausgestaltung solcher Pflichten unter Bedingungen umfassender Wissensdefizite zu definieren, dürfte indes eine einzelfallbezogene Prüfung erforderlich sein. Der regulative Rahmen sollte dazu entsprechende Verfahrensschritte regeln.

6.1.5.2 Zweite Stufe: „Prozedurale Lösung“ zur dynamischen Einstufung von ADS

Bislang bestehen, wie oben in Abschnitt 2.2 dargelegt, nur wenige systematische Untersuchungen über – insbesondere indirekte und systemische – Umwelteffekte von ADS. Soweit Ergebnisse vorliegen, deuten diese auf eine große Vielfalt solcher Effekte hin. Zudem ist von einer hohen Dynamik auszugehen; insbesondere im Hinblick auf die Integration neuer algorithmenbasierter Technologien in ein großes Spektrum an Anwendungen und Produkten. Ebenso wie auf der ersten Stufe lassen sich Umwelt-Risiken nur anhand einer Einzelfallprüfung bewerten, um daran anknüpfend Maßnahmen zur angemessenen Beherrschung der Risiken zu definieren.

Die Artikel 51 f., 55 i.V.m. Anhang XIII der KI-VO illustrieren eine Möglichkeit, dem regulatorisch Rechnung zu tragen: Die Vorschriften regeln Kriterien und Verfahren für die Einstufung solcher KI-Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck, die ein systemisches Risiko darstellen könnten. Art. 52 Abs. 1 KI-VO verpflichtet in den Sätzen 1 und 2 die Anbieter solcher Modelle zu einer Mitteilung an die Europäische Kommission. Umgekehrt kann Letztere nach Satz 3 der Vorschrift auch von sich aus ein KI-Modell entsprechend ausweisen. Für die Einstufung definiert der Verordnungstext in Verbindung mit den Anhängen spezifische Kriterien wie Modellparameter, Datensatzqualität, Trainingsaufwand und Reichweite. Eine entsprechende Einstufung kann auch aufgrund einer qualifizierten Warnung des entsprechend Art. 68 Abs. 1 KI-VO eingerichteten Wissenschaftlichen Gremiums erfolgen. Rechtsfolge der Einstufung sind gemäß Art. 55 KI-VO eine Reihe zusätzlicher Pflichten der Anbieter zur Ermittlung und Minderung von Risiken sowie zur Unterrichtung europäischer und nationaler Behörden.¹²⁸¹

¹²⁸¹ Eine präventive behördliche Zulassung sieht die KI-Verordnung hingegen nicht vor.

Eine daran angelehnte Einstufung zusätzlicher Risikokategorien mit der Konsequenz weiterer Pflichten dürfte gerade im Kontext umweltrechtlicher Vorsorge eine plausible Lösung sein. Eine umweltrechtliche Regulierung kann die entsprechende Kategorisierung der für die Einstufung als „systemisch riskant“ in Betracht kommenden Systeme angesichts ihres stärker anwendungsbezogenen Fokus (s.a. Abschnitt 6.2.2) zwar nicht wie Artikel 51 KI-VO an Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck anknüpfen. Zudem lassen sich die stark auf die abstrakten „Fähigkeiten“ bzw. die Größe der Systeme abzielenden Risikokriterien des Anhang XIII der KI-Verordnung nicht auf Umwelt-Risiken übertragen. Die Frage, wie ADS-Potentiale im Hinblick auf umweltrechtliche Schutzgüter zu ermitteln und zu bewerten sind, bedarf weiterer methodischer Überlegungen (etwa in Weiterentwicklung der UVP-Methodik; siehe dazu Abschnitt 6.3).

Vor diesem Hintergrund bietet es sich an, ein entsprechendes Einstufungsverfahren in einem umweltrechtlichen Regulierungskonzept für ADS mehrstufig auszugestalten und um reflexive Mechanismen für eine stärkere Einbeziehung umweltrelevanter Perspektiven zu ergänzen. Ein solcher Mechanismus würde also – aufbauend auf der in Abschnitt 6.1.5.1 umrissenen ersten Eingrenzung *umweltrelevanter Anwendungen* – eine **dynamische Kategorisierung von Hochrisiko-Anwendungen** und die **einzelfallbezogene Festlegung von Maßnahmen zur angemessenen Beherrschung der Risiken** bedeuten. Über die inklusiven Elemente der KI-Verordnung hinaus (siehe dazu Abschnitt 4.1.4.3), wären insbesondere **zivilgesellschaftliche Perspektiven sowie umweltfachliche Expertise** in ein entsprechendes Verfahren zu integrieren.

Für die konkrete Ausgestaltung eines solchen Mechanismus liegt es nahe, vergleichbar mit der UVP eine Zweiteilung in ein Screening und ein Scoping-Verfahren vorzunehmen, die einerseits über das „Ob“ weitergehender Prüfungen und andererseits über das „Wie“ der Identifizierung umweltbezogener Risiken und Potenziale und darauf bezogener Maßnahmen entscheidet. Die Regelungen zur UVP zeigen, dass solche Verfahren und Entscheidungen partizipative Elemente (und in gewissem Umfang auch wissenschaftliche Expertise) integrieren können. Eigenständige Transparenzmechanismen, Informationspflichten und Datenzugangsrechte würden einen solchen Mechanismus unterfüttern.

6.2 Bausteine für einen Allgemeinen Teil

Der Allgemeine Teil erfüllt im Regulierungskonzept die Funktion, übergreifende Regelungsinhalte „vor die Klammer zu ziehen“. Dazu zählt der übergreifende Zweck der Regulierung (Abschnitt 6.2.1, aus dem sich insbesondere der Bezugspunkt für eine Prüfung anhand der Kriterien des Übermaßverbotes ergibt,¹²⁸² aber auch die Begriffsbestimmungen (Abschnitt 6.2.2).

6.2.1 Zweck der Regelung

Die Zweckbestimmung gesetzlicher Regelungen eignet sich dazu, die allgemeinen und spezifischen Regulierungsziele (s.o. 2.4) für das (Entscheidungs-)Verhalten von ADS näher zu umschreiben. In Abhängigkeit davon, ob eine Regelung sektorspezifisch oder horizontal erfolgt, können auch solche Ziele auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau beschrieben werden.

Eine abstrakte Zweckbestimmung, die sich für eine horizontale Regulierung von ADS eignen würde, könnte etwa in Anlehnung an § 1 GenTG, an Art. 1 Abs. 1 und Abs. 3 Satz 1 REACH sowie Art. 191 Abs. 2 Satz 2 AEUV so formuliert werden, dass es der

¹²⁸² Für eine solche Prüfung der Transparenzanforderungen des „Standortregisters“ für Freisetzung und Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen im Hinblick auf die Zielsetzung aus § 1 Nr. 2 GenTG siehe BVerfG vom BVerfG, Urteil vom 24. November 2010 – 1 BvF 2/05 –, BVerfGE 128, 1–90 (insbesondere Rn. 171 ff.).

„Zweck der Regulierung [dieses Gesetzes] ist [...], ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und die Umwelt dauerhaft zu gewährleisten und dazu

1. [unter Berücksichtigung ethischer Werte],¹²⁸³ Leben und Gesundheit von Menschen, die Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge, Tiere, Pflanzen und Sachgüter vor schädlichen Auswirkungen von ADS zu schützen und Vorsorge gegen das Entstehen solcher Gefahren zu treffen,
2. angesichts der Grenzen der Belastbarkeit des Erdsystems die Möglichkeiten von ADS dazu zu nutzen, den Verbrauch natürlicher Ressourcen so weit als möglich zu verringern,
3. im Hinblick auf die Ziele aus Nr. 1 und Nr. 2 den rechtlichen Rahmen dafür zu schaffen, möglichst viele gesellschaftliche Akteure in die Erforschung, Entwicklung, Nutzung und Förderung der wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten von ADS einzubeziehen.

Dieses Gesetz beruht auf dem Grundsatz, dass die Wirtschaftsakteure sicherstellen müssen, dass Entwicklung und Anwendung von ADS die Umwelt nicht nachteilig beeinflussen. Die Bestimmungen des Gesetzes verwirklichen zudem die Grundsätze der Vorsorge und Vorbeugung, den Grundsatz Umweltbeeinträchtigungen mit Vorrang an ihrem Ursprung zu bekämpfen, sowie das Verursacherprinzip.“

Werden ADS-spezifische Regulierungsziele in **sektorales Umweltrecht** integriert, kann der Zweck der Regelung **spezifischer formuliert** werden. Eine solche konkretere Zweckbestimmung hätte eine Reihe von rechtlichen Funktionen: ¹²⁸⁴ Sie würde den maßgeblichen Bezugspunkt für die Prüfung des Übermaßverbots beschreiben, die – etwa von der KI-Verordnung abweichenden – Regulierungsziele sektoraler Regelungen formulieren und damit die Zuständigkeit u.U. mitgliedstaatlicher Umweltgesetzgebung verdeutlichen. Vor allem könnte sie aber solche **Steuerungs- oder Optimierungsziele formulieren**, die auf vielleicht **neue und spezifische Risiken und Potenziale maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens** – der „Technosteuerung“ durch ADS – **zugeschritten** sind. Schließlich hilft eine übergreifende Zweckbestimmung den Rechtsanwendern in Behörden und Gerichten,¹²⁸⁵ aber auch den adressierten privaten Akteuren, Auslegungsspielräume so auszufüllen, dass die regulative Intention gewahrt bleibt.

Vor diesem Hintergrund könnte man beispielsweise darüber nachdenken, die Zielsetzung in § 1 Nr. 3 PflSchG wie folgt ergänzen

„Gefahren, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können, abzuwenden oder ihnen vorzubeugen, *und dabei alle Potenziale zur Minderung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln auszuschöpfen.*“

In der Gesetzesbegründung könnte man verdeutlichen, dass KI-gestützte Ausbringungs- und Empfehlungssysteme primär die Einsparung von Pestiziden zur Zielfunktion haben müssen und nicht etwa die Verwendung von Produkten bestimmter Anbieter.

¹²⁸³ Dieser einleitende „Vor-Satz“ findet sich in § 1 Nr. 1 GenTG. Ethische Bezüge bestehen selbstverständlich bei allen Rechtsnormen (Führ, Eigen-Verantwortung im Rechtsstaat, 2003, 65 ff.). Offenbar besteht aber der Bedarf, dies bei Technikanwendungen, die man als fundamental erlebt, besonders zu betonen; so in Bezug auf Künstliche Intelligenz etwa Metzinger, Künstliche Intelligenz und „Ethics Washing“, „Wir haben keine seriösen Experten für angewandte Ethik der KI“, Interview im Deutschlandfunk am 11.06.2021, <https://www.deutschlandfunk.de/kuenstliche-intelligenz-und-ethics-washing-wir-haben-keine-100.html> (22.04.2025).

¹²⁸⁴ Das „Handbuch der Rechtsförmlichkeit“ rät in Nr. 373 von allgemeinen Zweckbestimmungen ab. Aus den im Text genannten Gründen spricht aber doch einiges dafür, an dieser Praxis festzuhalten.

¹²⁸⁵ Siehe die Rechtsprechung des EuGH zur Auslegung von Vorschriften der REACH-Verordnung, etwa zur Frage, was im Kontext von Art. 7 Abs. 2 und Art. 33 REACH unter dem Begriff „Erzeugnis“ zu verstehen ist (EuGH vom 10.09.2015 - C-106/14 „Once an Article always an Article [05A]“, Rn. 31 und 78).

Noch konkreter könnte eine Zweckbestimmung auch auf die Vermeidung absehbarer oder typischer Risiken im jeweiligen Anwendungsbereich von ADS Bezug nehmen. Das Regulierungsproblem eines „transfer context bias“ (s.o. 2.2.3) in „smarten“ landwirtschaftlichen Anwendungen könnte beispielsweise zum Anlass genommen werden, die Zweckbestimmung in § 1 DüngG dahingehend zu erweitern, dass

„ein nachhaltiger und ressourceneffizienter Umgang mit Nährstoffen bei der landwirtschaftlichen Erzeugung sicherzustellen und Nährstoffverluste zu vermeiden sind, *wobei technische Unterstützungssysteme auf regionale, betriebswirtschaftliche und ökologische Besonderheiten in ihrem Anwendungskontext ausgerichtet werden müssen.*“

6.2.2 Begriffsbestimmungen

Voraussetzung für alle Formen von Regelungsansätzen – seien sie programmatischer, prozeduraler oder materieller Natur – sind Begriffsbestimmungen. Ein Vorteil eines sektoralen Regulierungsansatzes ist es, dass Besonderheiten im konkreten Sektor relevanten Systeme, Anwendungen und Akteure bereits etc. durch eigenständige Definition berücksichtigt und damit die begriffliche Grundlage für die weiteren Regelungen, etwa für einen passgenau zugeschnittenen Anwendungsbereich gelegt werden kann.

Dabei sollten die Begriffsbestimmungen insbesondere umfassen

- ▶ eine Definition dessen, was unter ADS zu verstehen ist. Eine Definition des Begriffs wurde in Abschnitt 2.1.2 in Orientierung an bestehenden gesetzlichen Definitionen vorgeschlagen. Diese Definition ist kompatibel mit der Definition eines „KI-Systems“ in Art. 3 Nr. 1 KI-VO, fokussiert allerdings weniger KI-typische Spezifika, als rechtlich relevante Anwendungen und Funktionen. Eine sektorspezifische Adressierung umweltbezogener Effekte wird diesen **anwendungsorientierten Ansatz** vermutlich noch klarer verfolgen und etwa Assistenzsysteme oder „Agenten“ mit bestimmten relevanten Funktionalitäten (z.B. die Steuerung relevanter Anlagen, die Vornahme konkreter schutzgutbezogener Handlungen) fokussieren. Dadurch lassen sich regulierungsbedürftige Anwendungen scharf abgrenzen und nicht erforderliche Belastungen vermeiden.
- ▶ ggf. im Sinne der Überlegungen unter 6.1.5 vorgenommene Unterscheidungen unterschiedlicher Risikokategorien, sowie
- ▶ die Adressaten ADS-bezogener Pflichten. Dabei scheint es a priori plausibel, diese Begrifflichkeiten etwa in Anlehnung an die Definition von „Anbietern“, Betreibern, Händlern in Art. 3 Nr. 3 ff. KI-VO zu formulieren. Andere oder zusätzliche Akteure sind unter Umständen sektorspezifisch zu ergänzen (s.a.u. 6.2.5).

6.2.3 Sachlicher Anwendungsbereich

Mit einer (ggf. in bestehenden Umweltgesetzen ergänzten) Regelung zum Geltungs- oder sachlichen Anwendungsbereich kann eine sektorale Regulierung festlegen, welche **Anwendungen von der Regelung umfasst werden**, vgl. etwa § 2 Abs. 1 BImSchG. Daneben kann die Reichweite der nachfolgenden Pflichten auch auf bestimmte betroffene Schutzgüter (Böden, Luft, Tierhaltung) bezogen oder begrenzt werden, vgl. § 2 Abs. 3 BImSchG. Eine Regelung zum sachlichen Anwendungsbereich bzw. zum Geltungsbereich macht damit klar, auf welche Regulierungsprobleme (s.o., 2.2) sich die nachfolgenden Regelungen beziehen. Sie konkretisiert die gesetzliche Zweckbestimmung (s.o. 6.2.1) im Hinblick auf den „Realbereich“ maschinellen (Entscheidungs-)Verhaltens. Der Zuschnitt des Anwendungsbereichs kann, wie etwa § 3 BBodSchG, vor allem auch darauf ausgerichtet sein, inhaltliche Überschneidungen mit anderen gesetzlichen Regelungen zu vermeiden und damit auch klarstellen, dass die Regelung innerhalb der Gesetzgebungskompetenz der erlassenden Instanz erfolgt ist.

Mit Blick auf ADS-spezifische Vorgaben in sektoralen Umweltschutzgesetzen empfiehlt sich eine solche Klärung des sachlichen Anwendungsbereichs insbesondere mit Blick auf die KI-VO, weil hier inhaltliche Überschneidungen im Hinblick auf die ADS zugrundeliegenden Systeme, Methoden, Infrastrukturen, Akteure etc. bestehen können. In diesem Zusammenhang scheint eine solche gesetzliche Klarstellung mit Blick auf die in diesem Bericht behandelten – sektorspezifisch ggf. weiter auszubuchstabierenden – Regulierungsziele vorteilhaft.

6.2.4 Nationale Gesetzgebungskompetenz

Die Festlegung des sachlichen Anwendungsbereichs ist eng verknüpft mit der Frage der Gesetzgebungskompetenz der Mitgliedsstaaten, deren Vorliegen insbesondere vor dem Hintergrund der KI-Verordnung zu klären ist. Im Zentrum der hier diskutierten Regelungsvorschläge stehen die – positiven oder negativen – Umweltwirkungen von ADS. Die hier vorgeschlagene sektorale Umsetzung fällt daher in den Anwendungsbereich umweltgesetzlicher Spezialregelungen.

Die KI-VO wurde auf der Grundlage der geteilten Zuständigkeit zwischen Union und Mitgliedsstaaten nach Art. 114 i.V.m. Art. 26, sowie Art. 16 Abs. 2 EUV erlassen; sowohl die EU als auch die Mitgliedstaaten können also gemäß Art. 2 Abs. 2 Satz 1 EUV gesetzgeberisch tätig werden und verbindliche Rechtsakte erlassen. Für die Mitgliedsstaaten bleibt dies gemäß Art. 2 Abs. 2 Satz 2 EUV möglich, soweit die Union ihre Zuständigkeit nicht ausgeübt hat. Konkreter steht eine i.S.v. Art. 114 AEUV binnenmarktbezogene EU-Regelung, auch wenn sie in Form einer Verordnung ergeht, dem Erlass von Regelungen durch die Mitgliedsstaaten selbst dann nicht entgegen, wenn diese den gleichen Adressatenkreis haben und vergleichbare Instrumente nutzen wie das EU-Recht. Voraussetzung hierfür ist einerseits, dass eine solche parallele bzw. ergänzende mitgliedstaatliche Regelung eine von der der wirtschaftsbezogenen Binnenmarktzielsetzung des Art. 4 Abs. 2 Buchst. a) i.V.m. Art. 26 AEUV abweichende Zielsetzung aufweist. Von einer Regelungskompetenz der Mitgliedstaaten ist daneben zumindest so lange auszugehen, wenn die mitgliedstaatliche Regelung materiell nicht mit der Binnenmarkt-Regelung der EU kollidiert bzw. deren praktische Wirksamkeit hemmt.¹²⁸⁶

Bei den in diesem Bericht diskutierten Regelungsgegenstände stehen Umweltschutzziele im Sinne von Art. 191 AEUV im Vordergrund. Konzentriert sich der Anwendungsbereich auf umweltbezogene Regelungsgegenstände, die einen regionalen Bezug zum Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland aufweisen, dann besteht insoweit durchaus eine nationale Regelungskompetenz. Für den Fall, dass es in dem sektoralen Regelungsgegenstand bereits eine umweltbezogene Regulierung auf europäischer Ebene gibt, könnte man zudem auf Art. 193 AEUV zurückgreifen.

Eine Sperrwirkung aus der KI-Verordnung besteht nicht, weil die hier vorgeschlagenen Regelungsansätze ausschließlich umweltrechtlicher Regulierungsziele verfolgen: Angesichts des ganz vorrangig „anthropozentrischen“, auf den im Binnenmarkt einheitlichen Schutz von Grundrechten und Sicherheit gerichteten Fokus der KI-Verordnung besteht genügend Raum für – wie auch immer geartete – legislative Aktivitäten der Mitgliedsstaaten im Bereich des Umweltrechts. Diesen anthropozentrischen Fokus verdeutlicht der in Art. 2 Abs. 2 i.V.m. Art. 6 KI-VO geregelte Anwendungsbereich, der klarstellt, dass die Anforderungen der Verordnung vor allem für bestimmte (Hoch-Risiko-) KI-Systeme gelten. Die wenigen Vorgaben der Verordnung mit Umweltbezug¹²⁸⁷ betreffen den „direkten“ Energieverbrauch; zudem gelten sie für Systeme, die aus ganz

¹²⁸⁶ Zum Ganzen, mit Blick auf eine ähnlich gelagerte Fragestellung im Zusammenhang mit dem Digital Services Act, Cole/Ukrow, Der EU Digital Services Act und verbleibende nationale (Gesetzgebungs-)Spielräume, Rechtsgutachten erstattet im Auftrag der Gesellschaft für Freiheitsrechte (GFF), 2023, 13 f.

¹²⁸⁷ Siehe etwa wie Art. 51 Abs. 1 KI-VO i.V.m. Anhang XIII Buchstabe c („geschätzter Energieverbrauch für das Trainieren“) und Art. 53 Abs.1 KI-VO i.V.m. Anhang XI Nr. 2 e (bekannter oder geschätzter Energieverbrauch des Modells).

anderen Gründen als riskant betrachtet werden (Hochrisikosysteme und „Systeme mit allgemeinem Verwendungszweck“, also sog. Basismodelle, siehe Abschnitt 2.1.1). Nicht ausgeschlossen, aber auch nicht explizit gefordert ist die Möglichkeit ökologische Anforderungen in das zur Ausführung der Verordnung zu erstellende Regelwerk (etwa in Gestalt von „technischen“ Normen; siehe Abschnitt 4.1.4.3.7) die freiwilligen Verhaltenskodizes gemäß Art. 93 KI-VO (siehe Abschnitt 4.1.4.3.8) zu integrieren. Daneben ermöglicht die Verordnung, ökologische Use-Cases im Rahmen von Reallaboren (Art. 59 Abs. 1 a) ii) und iii) KI-VO) zu erproben und so Lernprozesse anzustoßen (siehe Abschnitt 4.1.4.3.9).

Festhalten lässt sich damit, dass die verbindlichen Regelungen der Verordnung lediglich den direkten Energieverbrauch der Systeme zum Gegenstand haben. Hingegen sind ökologische Aspekte, wie etwa die Frage, ob und welche erneuerbaren Energien zum Einsatz kommen und welchen „ökologischen Fußabdruck“ KI-Systeme verursachen, schon auf der Ebene der direkten Effekte kein Gegenstand von Handlungspflichten der Betreiber. Noch weniger erfassen die Vorgaben indirekte und systemische Umweltwirkungen. Im Hinblick auf solche, hier als „ADS-typisch“ identifizierten Umweltrisiken (s.o. 2.2.2), bestehen also große Regelungslücken. Zu prüfen bleibt, ob in den Lücken ein „beredtes Schweigen“¹²⁸⁸ zu sehen ist, welches eine Sperrwirkung für den nationalen Gesetzgeber entfalten könnte. Weder im Verordnungstext noch in den in den Erwägungsgründen¹²⁸⁹ finden sich allerdings Anhaltspunkte dafür, dass der EU-Gesetzgeber die Umweltwirkungen aus dem Einsatz ADS einer Regelung durch die Mitgliedstaaten entziehen wollte (unabhängig davon, ob es sich um direkte, indirekte und systemische Effekte handelt).

Damit sind nationale horizontale oder sektorspezifische Regelungen, die Vorgaben für die Ermittlung und Begrenzung von indirekten und systemischen Umwelteffekten von ADS in bestimmten Handlungsfeldern machen, grundsätzlich zulässig. Inwieweit es gleichwohl Konflikte mit EU-rechtlichen Vorgaben gibt, ist mit Blick auf die konkrete Regelung zu prüfen. Insbesondere, falls Überschneidungen mit den energieverbrauchsbezogenen Pflichten der KI-VO denkbar sind, sollte darauf geachtet werden, dass die geplante Regelung nicht mit diesen kollidiert bzw. ihre praktische Wirksamkeit hemmt. Gleiches gilt für die Frage, ob nach Art. 72 ff. GG eine Regelungskompetenz auf Bundesebene zu bejahen ist oder ob diese (auch) bei den Ländern liegt.

6.2.5 Personaler Anwendungsbereich

Für die Frage, welcher personale Anwendungsbereich der Problemlage angemessen ist, lässt sich auf die Überlegungen in Abschnitt 2.1.4.1 zurückgreifen. In den Pflichtenkanon zu integrieren sind folglich alle Akteure, die im Lebenszyklus, also in der Wertschöpfungskette bzw. im Wertschöpfungsnetz von ADS eine Rolle spielen. Je nach Regelungsgegenstand wäre der Kreis der Adressaten entsprechend anzupassen oder zu erweitern. Das könnte etwa erforderlich werden, wenn im konkreten Sektor eine spezifische Verteilung von Wissen und Können besteht. Die Regelungen sind zuzuschneiden auf die Expertise und die tatsächlichen Möglichkeiten, die Funktionsweise von ADS zu beeinflussen (für eine stufenweise Inpflichtnahme siehe Abschnitt 6.1.3). So wären etwa besonders einflussreiche Datenintermediäre oder Plattformen zu berücksichtigen. In ökologischen Nutzungskontexten könnte unter Umständen auch Anbietern besonderer Expertise beim Training, Finetuning oder anderer Formen der Spezialisierung von ADS eine relevante Rolle zukommen.

Strukturelle Unterschiede zwischen Betreibern von Anwendungen könnte man zum Anlass nehmen, Pflichten in Abhängigkeit von Größen- oder Umsatzschwellen zu formulieren. So könnte

¹²⁸⁸ Für eine solche Interpretation zum deutschen Abfall- und Kreislaufwirtschaftsrecht siehe BVerfG vom 7.5.1998 - 2 BvR 1876/91 u.a. - ZUR 1998. 144 m. Anm. Schrader sowie die kritische Würdigung bei Führ, Widerspruchsfreies Recht im uniformen Bundestaat? – Zum Sonderabfallabgaben-Urteil des Bundesverfassungsgerichts; Kritische Justiz 1998 (31), 503–517.

¹²⁸⁹ Siehe dazu bereits in Abschnitt 4.1.4.3.1.

man etwa bei Anwendungen in der Landwirtschaft, die sich auf ADS stützen, erst ab einer definierten Flächengröße oder Tierhaltungskennzahl¹²⁹⁰ umweltbezogene Anforderungen greifen lassen.

6.3 Bausteine für einen Besonderen Teil

Anknüpfend an die Überlegungen in Abschnitt 6.1.1 lassen sich folgende Bausteine den konkreten ADS-Anwendungen zuordnen. Für den jeweiligen Regelungsgegenstand ist jeweils eine maßgeschneiderte Lösung zu suchen, die einerseits verspricht, im Hinblick auf die Umweltziele hinreichend wirksam zu sein, andererseits aber die Adressaten möglichst wenig belastet.

Zunächst bietet es sich – anknüpfend an die Befunde zur Interventionslogik aus der Analyse des geltenden Umweltrechts (siehe Abschnitt 4.1.1.5) – an, auf materielle umweltrechtliche Grundpflichten zurückzugreifen, die in einen prozeduralen und organisationalen institutionellen Kontext einzubetten sind (Abschnitt 6.3.1). Diese Studie untersucht keinen konkreten Anwendungsbereich von ADS. Dementsprechend muss sich die folgende Darstellung – im Einklang mit dem Forschungsauftrag – darauf beschränken, Grundzüge der einzelnen Bausteine und die jeweils maßgeblichen Überlegungen zu skizzieren.

6.3.1 Grund- und Organisationspflichten

Als übergreifender Regulierungsmechanismus empfiehlt es sich im Hinblick auf die in Kapitel 2 formulierten Ziele, grundlegende Pflichten festzulegen, die bei der Gestaltung und Nutzung von ADS zu beachten sind. Entsprechend der Überlegungen in Abschnitt 6.1.3 beinhalten diese eine materielle „Bemühenspflicht“ (siehe Abschnitt 6.3.1.1). Diese Sorgfaltsanforderungen greifen auf unbestimmte Rechtsbegriffe zurück. Dies hat einerseits den Vorteil, dass die daraus resultierenden Anforderungen einen dynamischen, an die jeweiligen Anwendungsbereich von ADS adaptierbaren Gehalt aufweisen; andererseits ergibt sich daraus die Notwendigkeit, die Umsetzung der Grundpflichten einzubetten in einen institutionellen Kontext, aus dem sich zusätzliche Impulse ergeben, ADS grundpflichtenkonform auszugestalten. Dazu gehört zunächst, die möglichen Umweltfolgen in der Anwendung von ADS zu beobachten (Abschnitt 6.3.2.3). Außerdem ist eine gesetzliche und untergesetzliche Konkretisierung der Anforderungen ins Auge zu fassen (Abschnitte 6.3.2.4 und 6.3.2.5).

Weiterhin ist zu erwägen, jeweils risikoadäquat angepasste Vorgaben zur Betriebsorganisation zu formulieren, etwa der Fachkunde derjenigen, in deren Händen die für Konzeption und Anwendung von ADS liegt (6.3.1.2), aber auch Anforderungen zur Daten-Governance (6.3.1.3), Dokumentation (6.3.1.4) sowie zu einer abgestuften Interaktion mit staatlichen Organen, zu deren erste Stufen Anzeige- und Anmeldepflichten gehören können (6.3.2.1). Ins Auge zu fassen ist weiterhin der Informationsfluss entlang des ADS-Lebenszyklus (Abschnitt 6.3.1.6). Im Sinne des unter Abschnitt 6.1.4 Gesagten sollten solche Pflichten gegebenenfalls erst ab einer sektorspezifisch zu definierenden (siehe Abschnitt 6.2.2) Risikostufe eingreifen.

6.3.1.1 Materielle Sorgfaltsanforderungen

Das Verhandlungsmandat des Europäischen Parlaments zur KI-VO (i.F. „Vorschläge“ oder „Parlamentsvorschläge“) enthielten materielle Sorgfaltsanforderungen in Gestalt ausfüllungsbedürftiger Prinzipien oder Grundsätze („general principles“):¹²⁹¹ Alle Anbieter, so die einleitende Formulierung der Pflichtenstellung in Art. 4a Abs. 1 der Parlamentsvorschläge,

¹²⁹⁰ Anlehnen könnte man sich an die Schwellenwerte der 4. BImSchV unter Nr. 7.

¹²⁹¹ Die Formulierung entspricht derjenigen in der Richtlinie zu Industrie-Emissionen (2010/75), wo die Überschrift zu Artikel 11 lautet „General principles governing the basic obligations of the operator“ („Allgemeine Prinzipien der Grundpflichten der Betreiber“).

„bemühen sich nach Kräften, um KI-Systeme oder Basismodelle zu entwickeln und nutzen diese Modelle in Übereinstimmung mit den folgenden allgemeinen Prinzipien“.¹²⁹²

Im Hinblick auf Umweltbelange sollte zu den allgemeinen Prinzipien auch das „soziale und ökologische Wohlergehen“ zählen; die die Vorschläge in Art. 4a Abs. 1 Buchstabe f) wie folgt umschreiben:¹²⁹³

„(...) KI-Systeme sind nachhaltigkeitsorientiert und umweltfreundlich sowie zum Nutzen aller Menschen zu entwickeln und zu einzusetzen; zudem sind die langfristigen Auswirkungen auf den Einzelnen, die Gesellschaft und die Demokratie zu überwachen und zu bewerten.“

Die vom Parlament vorgeschlagene Bemühenspflicht [„shall make their best efforts“] war nicht explizit risikobezogen abgestuft. Eine Abstufung ergibt sich aber implizit aus der „Natur des Regulierungsproblems“ (siehe dazu Abschnitt 2.2): Hat ein ADS kaum (erkennbare) Umwelrelevanz, dann sind zunächst einmal auch die Sorgfaltsanforderungen geringer. Mit fortschreitender Erkenntnis – etwa aus der begleitenden Beobachtung – kann sich das zu beachtende Sorgfaltsniveau dann nach oben oder unten verschieben. Diese Implikationen lassen sich aber unter Umständen regulativ ausbuchstabieren. In einer sektorspezifischen Regelung ist diese Problematik einfacher zu lösen: hier liegt es nahe, auch eine Grundpflicht erst anhand von Kriterien, oder Begriffsbestimmungen, die eine grundlegende Relevanz der Anwendungen für die Schutzgüter des Gesetzes definieren, eingreifen zu lassen (s.o. Abschnitt 6.1.5.1). Dies gilt dann auch für die prozedurale und organisationale Einbettung der materiellen Sorgfaltsanforderungen (siehe die Abschnitte 6.3.1.2 ff.).

Die vom Parlament beschlossenen Änderungen zur KI-Verordnung konnten sich nicht durchsetzen. Sie zeigen aber, dass auch auf europäischer Ebene – analog zu den Regelungen im Gentechnikrecht (Art. 6 Abs. 1 Richtlinie 98/81/EG zu geschlossenen Systemen) und im Industrieanlagenrecht (Art. 11 IR-RL)¹²⁹⁴ – die Verankerung von allgemeinen Grundsätzen im hier zu betrachtenden Regelungsbereich Gegenstand des Rechtsetzungsverfahrens war. Das spricht für die Plausibilität des Unterfangens, bei Regulierungsbemühungen im nationalen Recht regelungstechnisch in Form von Grundpflichten vorzugehen.

Auch inhaltlich bieten umweltrechtliche Regelungen Orientierung. So formuliert § 6 Abs. 1 GenTG zunächst für diejenigen, die in Forschung und Anwendung mit gentechnisch veränderten Organismen (GVO) umgehen, eine generelle Pflicht zur Risikoermittlung und Risikobewertung. Daran anknüpfend statuiert § 6 Abs. 2 die Pflicht, „die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik notwendigen Vorkehrungen zu treffen und unverzüglich anzupassen“, um die in der Zweckbestimmung aus § 1 GenTG definierten Schutzziele zu erreichen. Diese Grundpflichten gelten für den gesamten erfassten Anwendungsbereich; wie weit sie für die konkrete Anwendung reichen, ist dann auf Einzelfallbasis anhand der Risikoabstufung gemäß § 7 GenTG und unter Berücksichtigung des untergesetzlichen Regelwerkes zu bestimmen. Auch für die niedrigste Stufe in § 7 Abs. 1 Nr. 1 GenTG, bei der definitionsgemäß „nicht von einem Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt auszugehen ist“ gelten die Grundpflichten aus § 6 GenTG.

Ein entsprechendes „Besorgnispotential“, das die Statuierung von übergreifenden Grundpflichten rechtfertigt, ergibt sich bereits aus der Ungewissheit, ob und welche Umweltwirkungen aus dem Einsatz von ADS im Anwendungsbereich umweltrechtlicher Gesetze resultieren. Sie durch

¹²⁹² Die Vorschläge sprechen weiter – eher im Duktus eines Erwägungsgrundes – davon, die Grundsätze seien entwickelt in einem „übergeordneten Rahmen zur Förderung eines kohärenten menschenzentrierten europäischen Ansatzes für ethischen und vertrauenswürdigen Künstlichen Intelligenz, der in vollem Einklang mit der Charta sowie mit den Werten, auf denen die Union gegründet wurde“.

¹²⁹³ f) ‘social and environmental well-being’ means that AI systems shall be developed and used in a sustainable and environmentally friendly manner as well as in a way to benefit all human beings, while monitoring and assessing the longterm impacts on the individual, society and democracy.’ Die im Text enthaltene Formulierung lehnt sich eng an diesen Wortlaut an.

¹²⁹⁴ Im Datenschutzrecht finden sich strukturell ähnliche Grundsätze in Art. 5 Datenschutz-Grundverordnung 2016/679).

konkrete Anforderungen (im Zweifel im untergesetzlichen Regelwerk näher ausgeführt) zu unterfüttern, bliebe dann, wie im Gentechnikrecht, für höhere Risikostufen vorbehalten. Dabei kommt – in Anlehnung an die Überlegungen zur Abstufung der Pflichtenlage (siehe Abschnitt 6.1.5) – in Betracht, eine Art Vorprüfung vorzunehmen, bei der zunächst die gesteigerte Umweltrelevanz zu bestimmen ist (in Analogie zu § 5 UVPG, s.u. 6.3.2.1). Erscheint eine solche von vorneherein unwahrscheinlich, beschränkt sich die Pflichtenstellung auf eine begleitende Beobachtung (s.u. 6.3.1.5), ob sich diese Einschätzung in der ADS-Anwendung bestätigt.

Die Grundpflichten formulieren einen objektiven Sorgfaltsmaßstab. Diesen auszufüllen, liegt zunächst einmal bei den Anbietern und Betreibern als zentralen Akteuren im Lebenszyklus der Anwendungen; dafür spricht schon ihre Anwendungsnähe und damit auch ihr überlegenes „Wissen und Können“. Das bedeutet aber nicht, dass sie den Sorgfaltsmaßstab allein nach ihren Präferenzen und ihrer subjektiven Risikowahrnehmung auszufüllen haben. Vielmehr haben sich die Anbieter und Betreiber an den gesellschaftlichen Wertungen zu orientieren, die der Gesetzgeber in der Zweckbestimmung und in den darauf bezogenen Anforderungen der Grundpflichten verankert hat.

Für Gestaltung und Einsatz von ADS wären grundlegende materielle Anforderungen zu formulieren, die bei der Entwicklung und Nutzung von ADS zu erfüllen sind. Hierbei könnte man sich wiederum anlehnen an die Grundpflichten in Art. 4a Abs. 1 der Änderungsvorschläge des EP¹²⁹⁵ zur KI-VO, um die Belange von der Umwelt bzw. sozial-ökologische Gemeinwohlbelange angemessen zu berücksichtigen.

Eine solche Grundpflicht könnte – in Analogie zu § 6 GenTG – insbesondere folgende Komponenten umfassen, die in erster Linie die Anbieter von ADS adressieren:

- ▶ Die Adressaten hätten zunächst die Pflicht, die im Hinblick auf die Schutz- und Vorsorgeziele aus Nr. 1 der Zweckbestimmung (siehe Abschnitt 6.2.1) bestehenden „Risiken“¹²⁹⁶ zu ermitteln und zu bewerten. Eine Orientierung für die Struktur derartiger Pflichten vermittelt auch die „Grundrechtefolgenabschätzung“ des Artikel 27 der KI-VO.
- ▶ Dies würde die Verpflichtung einschließen, im Hinblick auf die Minimierungspflicht aus Nr. 2 der Zweckbestimmung (siehe Abschnitt 6.2.1) Minderungs- bzw. Entlastungspotentiale zu ermitteln und zu bewerten,
- ▶ um auf dieser Grundlage „die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik notwendigen Vorkehrungen zu treffen und anzupassen“.

Eine solche Grundpflicht wäre aufgrund der darin enthaltenen unbestimmten Rechtsbegriffe inhaltlich ausfüllungsbedürftig; eine Konstellation wie sie auch im Stoffrecht (Art. 14 Abs. 6 REACH¹²⁹⁷) sowie im Gentechnik- und Immissionsschutzrecht vorzufinden ist.

6.3.1.2 Fachkunde und personale Verantwortlichkeit

Mit Blick auf die innerbetriebliche personale Verantwortlichkeit stellt sich die Frage, welche risikoadäquaten Anforderungen für welche Adressaten in Betracht kommen. In vielen umweltrechtlichen Regelwerken, aber etwa auch beim Schutz personenbezogener Daten, schreibt der Gesetzgeber vor, dass die jeweilige Organisation fachkundige Personen einstellen muss, die dann spezi-

¹²⁹⁵ Dokument P9_TA(2023)0236 vom 14.06.2023, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=EP:P9_TA\(2023\)0236](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=EP:P9_TA(2023)0236) (05.04.2025).

¹²⁹⁶ Risiken meint in dieser Untersuchung sowohl negative als auch positive Einwirkungen auf die Schutzgüter oder auf die Ziele einer Organisation; siehe dazu die ISO 18.000 sowie Führ, Technikrecht und Standardisierung, 2021, Rn. 47 ff. mit der Abbildung bei Rn. 66; siehe auch Abschnitt 2.2.

¹²⁹⁷ Siehe dazu Führ, Praxishandbuch REACH, 2011, Kapitel 8, Rn. 79 ff.

fische Aufgaben wahrzunehmen haben. Derartige „Beauftragte“ können auf eine lange Tradition¹²⁹⁸ zurückblicken und finden sich mittlerweile in praktisch allen umweltrechtlichen Regelwerken.

Bei der Konzeption entsprechender umweltrechtlicher Regelungen für ADS wäre zu berücksichtigen, dass die KI-Verordnung bereits weitreichende Regelungen zur „AI-literacy“ etabliert, die primär auf typische KI-Risiken und nicht spezifisch auf Umweltaspekte ausgerichtet sind (s.o. 4.1.4.3.9). Eine umweltrechtliche Regelung könnte daher in Anlehnung an die Vorgaben des § 6 Abs. 4 GenTG i.V.m. §§ 27 – 30 GenTSV¹²⁹⁹ einen "Umwelt-KI-Beauftragten" vorsehen, der sowohl über die nach Art. 4 KI-VO geforderte "KI-Kompetenz" als auch über umweltfachliche Expertise verfügt. Dessen Aufgaben wären analog zu den Projektleitern und Beauftragten im Gentechnikrecht zu definieren, jedoch um ADS-spezifische Aspekte zu ergänzen.

In der konkreten Ausgestaltung sollte die Regelung mögliche Überschneidungen mit bereits aufgrund der KI-VO geschaffenen Kompetenzen und Verantwortlichkeiten berücksichtigen und Schnittstellen definieren. Dies könnte durch eine Klausel erfolgen, wonach die Funktionen des ADS-Beauftragten auch durch Personen wahrgenommen werden können, die bereits andere nach der KI-VO vorgeschriebene Aufgaben erfüllen, sofern die erforderliche umweltfachliche Qualifikation nachgewiesen wird. Ziel wäre, die bewährten umweltrechtlichen Verantwortungsstrukturen mit den technologiespezifischen Anforderungen der KI-VO zu verzahnen und so einen integrierten Regelungsansatz zu schaffen.

Dabei wären die Aufgaben anzupassen an die jeweils spezifische Problem- und Gefährdungslage aus Entwicklung und Anwendung von ADS. Adressat der Pflichten wären zunächst Anbieter und Betreiber von ADS. Inwieweit es geboten erscheint, auch andere Akteure (im Sinne von Art. 3 Nr. 8 KI-VO) mit einzubeziehen, ist im konkreten Anwendungsbereich genauer zu prüfen. Entsprechende Anforderungen könnten – ggf. in Kombination mit Anforderungen zur Betriebsorganisation (zur Parallele im BImSchG siehe Abschnitt 4.1.1.1) – Lernprozesse in den Organisationen stimulieren, die ADS anbieten oder betreiben. Damit ließe sich das „Wissen und Können“ derjenigen steigern, die innerbetrieblich dafür zuständig sind, umweltbezogene Grundpflichten situationsadäquat zur Anwendung zu bringen.

6.3.1.3 Daten-Governance

Im Gegensatz zu „klassischen“ datenethischen Fragestellungen, die insbesondere die Relevanz von Daten-Governance für Fairness, Diskriminierungsfreiheit, oder Faktentreue der Outputs datengetriebener Systeme fokussieren, ist die wissenschaftliche Beschreibung der Zusammenhänge zwischen ökologischen Auswirkungen von ADS und Daten-Governance noch am Anfang. Mit zunehmender Durchdringung der „Realbereiche“ umweltrechtlicher Regelungen durch ADS dürfte aber auch das Erfordernis deutlicher werden, die Rechtmäßigkeit der Zielfunktionen solcher Systeme auch durch Daten-Governance Vorgaben in diesem Zusammenhang abzusichern. Für ADS im Anwendungsbereich solcher Regelwerke könnten dementsprechend spezifische Pflichten zur Etablierung von Daten-Governance-Verfahren und -Strukturen festgelegt werden, die sicherstellen, dass Umweltrisiken und -potenziale in den für Training und fortlaufenden Betrieb verwendeten Daten angemessen repräsentiert sind.

Eine entsprechende Regelung könnte sich an Artikel 10 der KI-VO orientieren und insbesondere Qualitätskriterien für relevante Anwendungen definieren, um die Berücksichtigung umweltrechtlicher Zweckbestimmungen (s.o. 6.2.1) und Pflichten bei der Auswahl, Aufbereitung und Verwaltung von Daten zu gewährleisten. In diesem Sinne könnten zum einen abstrakte Maß-

¹²⁹⁸ Grundlegend Reh binder/Burghacher/Knieper, Ein Betriebsbeauftragter für den Umweltschutz?, 1972.

¹²⁹⁹ Die jeweiligen Rollen definieren die Begriffsbestimmungen in § 3 Nr. 8 und 9 GenTG.

stäbe, sowie Vorgaben an Organisation und Verfahren (siehe Art. 10 Abs. 2 KI-VO) zur Sicherstellung der Datenqualität vorgeschrieben werden. Beispiele hierfür wären etwa Pflichten zur kontinuierlichen Überwachung der Datenqualität während des gesamten Lebenszyklus der Systeme, oder substanzielle Erfordernisse zur Berücksichtigung der besonderen geographischen, kontextuellen, oder verhaltensbezogenen Bedingungen im Einsatzbereich der Systeme.¹³⁰⁰

Daneben könnte eine umweltrechtliche Daten-Governance Regelung für ADS **konkretere Qualitätskriterien** vorschreiben, die sich an den **Schutz- und Regelungszwecken der jeweiligen Umweltgesetze** orientieren und/oder plausible Risiken und Schadensverläufe adressieren. Orientierung bietet hier etwa Art. 10 Abs. 2 lit. f. KI-VO, der die Untersuchung von Verzerrungen vorschreibt, „die die Gesundheit und Sicherheit von Personen beeinträchtigen, sich negativ auf Grundrechte auswirken“, oder zu europarechtlich unzulässigen Diskriminierungen führen könnten.

Umweltrechtliche Anwendungen könnten solche Vorgaben dahingehend konkretisieren, dass

- ▶ Datenqualitätsmetriken zu entwickeln sind, die spezifische Steuerungsziele im Einklang mit dem umweltrechtlichen Gesetzeszweck (siehe Abschnitt 6.2.1) konkretisieren, wobei etwa kontextspezifische Faktoren zu definieren wären, um Verzerrungen auszuschließen.
- ▶ dynamische Anpassungsmechanismen zu integrieren sind, um Qualitätsstandards im Einklang mit technologischen Entwicklungen, neuen Erkenntnissen etc. zu aktualisieren;
- ▶ unabhängige Experten oder interdisziplinär besetzte Gremien zur Konkretisierung dieser Standards, Kriterien oder Metriken heranzuziehen sind (s. z. Ganzen oben, 3.3.1.1).

Im Einzelfall ist zu erwägen, ob auf diese Weise auch andere Akteure – ggf. auch professionelle Anwender bestimmter Systeme – in Abhängigkeit von der technischen Möglichkeit, ADS durch zusätzliche Daten auf konkrete Anwendungskontexte auszurichten – auch zu Untersuchungen der verwendeten Daten im Hinblick auf umweltbezogene Verzerrungen verpflichtet werden sollten.

Über die an Art. 10 KI-VO orientierte Daten-Governance-Regelung (als Element einer risikobasierten Regulierung) hinaus eröffnen sich für umweltrechtlich motivierte ADS-Regulierung zwei weitere Regelungsansätze:

Zum einen könnte eine Verpflichtung zum **horizontalen Datenaustausch zwischen privaten Akteuren** etabliert werden, die eine Kanalisierung von bislang in Unternehmenssilos befindlichen ökologisch relevanten Daten hin zu ökologisch sinnvollen Anwendungen bewirkt - analog zu den Datenteilungspflichten des Data Act, die Unternehmen zur direkten, nicht-öffentlichen Bereitstellung von Nutzungsdaten an andere Marktteilnehmer verpflichten (s.o., Abschnitte 3.4.1 und 3.3.2.2). Zum anderen ließe sich eine Art **Open-Data-Pflicht für private Akteure** über öffentliche Datenbanken normieren, die sowohl behördliche Nutzungen (Umweltvollzug, Monitoring, Kontrolle) als auch private Anwendungen (Transparenz, datengetriebene Umweltoptimierung) ermöglicht.¹³⁰¹ Während ersteres den direkten Informationsfluss zwischen Unternehmen adressiert, zielt letzteres auf die umfassende Transparenz und breite Verfügbarkeit ökologisch relevanter Daten für vielfältige ADS-Anwendungen ab. Eine solche differenzierte Daten-Governance-Architektur könnte sowohl marktbasierte als auch hoheitliche Koordinationsmechanismen für den ökologisch sinnvollen Einsatz von ADS rechtlich fundieren.

¹³⁰⁰ Art. 10 KI-VO stellt in diesem Sinne etwa klar, dass die Datensätze, soweit dies für die Zweckbestimmung erforderlich ist, die Merkmale oder Elementen berücksichtigen müssen, die für die besonderen geographischen, kontextuellen, verhaltensbezogenen oder funktionalen Rahmenbedingungen, unter denen das Hochrisiko-KI-System bestimmungsgemäß verwendet werden soll, typisch sind.

¹³⁰¹ Zu Beispielen für einen solchen Ansatz s.o. 3.3.1.3.2.

6.3.1.4 Dokumentationspflichten

Dokumentationspflichten können eine maßgebliche Rolle dabei spielen, die Anreize für Maßnahmen der Risikovorsorge und -minderung im Verantwortungsbereich von Unternehmen am ökologischen Gemeinwohl auszurichten. Anders gesagt flankieren Dokumentationspflichten Instrumente (regulierter) Selbstregulierung, durch die der Gesetzgeber das höhere Risikowissen von Anbietern und/oder Betreibern von ADS im Sinne umweltrechtlicher Regulierungsziele nutzbar machen will. Um etwa nachvollziehen zu können, inwieweit die Adressaten ihr Handeln an den Grundpflichten ausgerichtet haben, empfiehlt es sich, entsprechende Dokumentationspflichten zu verankern. Vorbild könnte dafür § 6 Abs. 3 GenTG i.V.m. der Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung sein. Eine solche – zunächst rein interne – Pflichtenstellung kann dazu beitragen, in der konkreten Handlungssituation den regulatorischen Impuls zu verstärken, weil diejenigen, die ADS-Anwendungen entwickeln dann gehalten sind, sich mit den regulatorischen Vorgaben auseinanderzusetzen und darzulegen, inwieweit sie die damit einher gehenden Umweltrisiken als solche gesehen und anschließend bei der Ausgestaltung auch berücksichtigt haben.

Auf Anforderung der zuständigen Behörde wären dieser die Dokumentationen zugänglich zu machen. Im Zusammenhang mit eventuellen Haftungsansprüchen, kommt zudem – in Anlehnung an die in § 35 GenTG – in Betracht, Auskunftsansprüche von Geschädigten zu verankern. Damit stünden Mechanismen bereit, die dafür sorgen, dass die Dokumentation auch in (gerichtlichen) Streitfällen offen zu legen ist.

In Betracht kommt dabei, diese Pflicht etwa in den Fällen vorzusehen, in denen Anhaltspunkte für negative oder versäumte positive Wirkungen im Hinblick auf die Ziele des Umwelt- und Klimaschutz vorliegen.¹³⁰² Für die Möglichkeit, entsprechende Klärungsverfahren einzuleiten, könnte man sich am Umweltschadens-Gesetz¹³⁰³ sowie am Umweltrechtsbehelfs-Gesetz orientieren.

Für die Ausgestaltung von Dokumentationspflichten kann sich an den umfangreichen Dokumentationspflichten im Risikomanagement für Hoch-Risiko-KI in den Art. 9 ff. KI-VO orientiert werden (siehe Abschnitt 4.3.1.1.2.1).

6.3.1.5 Beobachtungspflichten

Als weitere, grundlegende Organisationspflicht liegt die Etablierung anwendungsbegleitender Folgenbeobachtung (Monitoring) zur frühzeitigen Erkennung und Bewertung neuartiger Umwelteffekte nahe. Diese Pflichten sollten konkretisieren, welche Parameter zu beobachten und wie die Ergebnisse zu dokumentieren und zu veröffentlichen sind. Die Ergebnisse des Monitorings können als Grundlage für Nachsteuerungsmaßnahmen und die Weiterentwicklung des untergesetzlichen Regelwerks dienen.

6.3.1.6 Informationsfluss entlang des Lebenszyklus

Zu denjenigen, die die Umweltwirkungen von ADS beeinflussen (können), gehören auch weitere Akteure¹³⁰⁴ in deren Lebenszyklus. Diese haben unter Umständen allerdings nur beschränkte Möglichkeiten, auf die Konfiguration der ADS und die damit einher gehenden Umwelteffekte einzuwirken. Von daher sind Mechanismen zu etablieren, die einen Informationsfluss entlang des ADS-Lebenszyklus gewährleisten, um erwartbare Umweltwirkungen, oder nicht-intendiertes

¹³⁰² Zur Haftung für Umweltschäden siehe Abschnitt 4.5.

¹³⁰³ Die Funktion dieses Gesetzes würde der Titel Umweltverantwortlichkeits-Gesetz besser zum Ausdruck bringen; siehe dazu die – im Auftrag des BfN erstellte Studie – Lewin/Führ/Roller, Entwurf für ein „Umweltverantwortlichkeitsgesetz“ zur Umsetzung der EG-Umwelthaftungs-Richtlinie, sofia-Diskussionsbeiträge zur Institutionenanalyse Nr. 05-3, 2005.

¹³⁰⁴ Der Begriff findet sich auch in der KI-Verordnung. Nach Art. 3 Nr. 8 gehören dazu „Anbieter, Produkthersteller, Betreiber, Bevollmächtigten, Einführer oder Händler“.

(Entscheidungs-)Verhalten an diejenigen zu kommunizieren, die entsprechend reagieren können.

Als Vorbild für die Kommunikation zu direkten und indirekten Umwelteffekten in der Lieferkette von ADS bietet es sich an, auf die Verpflichtungen zur Informationsweitergabe über (gefährliche) Stoffe in der Lieferkette nach den Art. 31 ff. der REACH-Verordnung zurückzugreifen: Danach muss der Hersteller eines Stoffes oder Gemisches alle Informationen und Maßnahmen zum sicheren Umgang mit einem Stoff, die er selbst (im Rahmen der Registrierung zusammengetragen) hat, in einem Sicherheitsdatenblatt für diesen Stoff berücksichtigen (Art. 31 REACH) und (Downstream) an die nachgeschalteten Anwender (engl. „Downstream User“) weitergeben.

In umgekehrter Richtung (Upstream) muss der nachgeschaltete Verwender nach Art. 34 REACH die ihm zugänglichen Informationen im Zusammenhang mit dem sicheren Umgang eines Stoffes an den vorgeschalteten Akteur in der Lieferkette weitergeben.

In strukturell ähnlicher Weise könnte man gewerbliche Betreiber von ADS verpflichten, Anbieter oder weitere vorgeschalteten Akteure im Lebenszyklus der Systeme über die geplante Anwendung zu informieren und auftretende Umweltwirkungen der Anwendung zu melden. Diese würde die Anbieter dabei unterstützen, ihren umweltbezogenen Sorgfaltsanforderungen zu entsprechen.

Komplementär wäre analog zu Artikel 13 der KI-VO zu regeln, dass der ADS-Anbieter den anderen (nachgeschalteten) Akteuren im Rahmen einer Betriebsanleitung die Informationen zu übermitteln hat, die diese benötigen, um schädliche Umwelteinwirkungen zu vermeiden bzw. Umweltentlastungspotentiale zu erschließen.

6.3.1.7 Informationsmanagement über den Digitalen Produktpass

Kommen ADS bei Produkten zum Einsatz, die unter sektorale Regelungen fallen (etwa der Batterie-Verordnung 2023/1542) oder Gegenstand von delegierten Rechtsakten nach der Ökodesign-Verordnung 2024/1781 sind, wäre zu überlegen, ob sich der für diese Produktgruppen vorgeschriebene „Digitale Produktpass“ (siehe Abschnitt 4.4.3.1.2) als „Vehikel der Informationsweitergabe“ nutzen ließe. Über den an den Produkten anzubringenden „data carrier“ und den „unique product identifier“ (Art. 2 Nr. 29 und 30 Ökodesign-Verordnung) ließe sich nachvollziehen, welche ADS in welcher Konfiguration jeweils zum Einsatz kommt, welche verbraucher- und umweltrelevanten Entscheidungen diese getroffen hat und wie dies die ökologische Performanz der Systeme oder diese enthaltender smarter Produkte beeinflusst hat.

6.3.1.8 Darlegungslast für ADS-Anwendungen in BImSchG-Anlagen

Wenn es etwa um risikoträchtige Produktionsverfahren in genehmigungsbedürftigen Anlagen geht (siehe Abschnitt 4.1.1.1), könnte man als Bestandteil des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens (etwa in einer Bestimmung in der 9. BImSchV) explizit vorschreiben, dass die Parameter der Prozesssteuerungssoftware zum Bestandteil der Antragsunterlagen gehört, um eine sachverständige Prüfung dieser Parameter zu ermöglichen. Vorbild könnte auch das Typzulassungsverfahren für Kraftfahrzeuge sein, wo ebenfalls die elektronische Motorsteuerung Bestandteil der Zulassungsunterlagen ist, um den Behörden eine Prüfung im Hinblick auf die Zulassungsvoraussetzungen zu ermöglichen.

Eine solche Pflicht bietet sich insbesondere an für Anlagen die der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) unterfallen, denn bei diesen Anlagen hat der Gesetzgeber auf europäischer und nationaler Ebene bereits festgelegt, dass bei ihnen „Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen“ (so der Titel der „Seveso“-Richtlinie) bestehen.

6.3.2 Weitere Bausteine für einen institutionellen Rahmen

Die vorstehend skizzierten Regelungsvorschläge fokussieren vor allem Pflichten für Anbieter und Betreiber von ADS. Nach dem unter 6.1.3 gesagten sind eigene, auf Selbstregulierung abzielende Instrumente, um weitere Perspektiven zu ergänzen, um eine adäquate Beurteilung von Risiken zu ermöglichen. Als wesentlicher Baustein für die Schaffung von Risiko- und regulatorischem Handlungswissen über die Umweltauswirkungen von ADS wurde die Implementierung einer **inklusive Umwelt-Governance** für ADS identifiziert (s.o. 4.1.4). Eine inklusive Umwelt-Governance soll sicherstellen, dass nicht nur staatliche Akteure und Wirtschaftsunternehmen, sondern auch die Zivilgesellschaft und umweltwissenschaftliche Expertise in die Überwachung, Bewertung und Ausrichtung von ADS einbezogen werden. Ziel eines kohärenten Regulierungsansatzes in diesem Sinne wäre – analog zur in der REACH-Verordnung adressierten „*toxic ignorance*“ (s.o. 4.1.4.2) – die **Überwindung von „ADS-impact ignorance“** bei Anbietern, Betreibern Behörden etc.

Die im Folgenden erwogenen, weiteren Bausteine, den umweltorientierten institutionellen Rahmen auszufüllen, orientieren sich in unterschiedlichem Umfang an diesem Konzept. Dazu gehören Vorschläge für eine Dynamisierung der Risikoeinstufung (Abschnitt 6.3.2.1), aber auch zu Transparenz- und Zugangsrechten (Abschnitt 6.3.2.2). Hinzu kommen Überlegungen, wie sich Zielfunktionen für Hochrisikosysteme in gesetzlichen oder untergesetzlichen Normen formulieren lassen (Abschnitte 6.3.2.5 und 6.3.2.4).

6.3.2.1 Anzeige- oder Anmeldepflichten

Als einen ersten Schritt auf der Basis des in Abschnitt 6.1.5 skizzierten Stufenkonzeptes könnte man für bestimmte ADS-Anwendungen Anzeige- oder Anmeldepflichten vorsehen. Anzeige-, oder Anmeldepflichten sind vergleichsweise niedrigschwellig umzusetzen und können bereits auf der untersten der von Umweltgesetzen adressierten Risikostufen den ersten Schritt der Interaktion zwischen Anbietern/Betreibern und Vollzugsbehörden darstellen. Sie bieten die Grundlage für ggf. weitere, von behördlichen Bewertungen abhängigen Vorgaben an die Systeme.

Auch insoweit bietet die Regulationsstruktur des Gentechnikrechts Orientierung: Auf der Grundlage der Risikobewertung gemäß §§ 4 ff der Gentechniksicherheits-Verordnung sind Arbeiten mit gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in Labor und Produktion den „Sicherheitsstufen“ aus § 7 Abs. 1 GenTG zuzuordnen. In Abhängigkeit zu dieser Einstufung verlangt das Gesetz (§§ 8 und 9 GenTG) vom Betreiber dann auf den Stufen 1 und 2 eine Anzeige oder Anmeldung bei der zuständigen Behörde.¹³⁰⁵ Solche Pflichten schaffen Transparenz gegenüber der Aufsichtsbehörde. Sie bieten zudem einen Anlass für den Betreiber, seine interne Dokumentation (siehe Abschnitt 6.3.1.4) so aufzubereiten und zu systematisieren, dass sie für Behörde plausibel nachvollziehbar ist. Daraus resultiert ein Impuls, die Konfiguration der ADS nach dem neuesten Stand des Wissens auf den Prüfstand der Sorgfaltspflichten zu stellen und gegebenenfalls grundpflichtenkonform anzupassen. Diese prozedurale Anforderung unterstützt damit die Umsetzung der Grundpflichten im Verantwortungsbereich der Anbieter und Betreiber.

6.3.2.2 Transparenzpflichten und Datenzugangsrechte als Pfeiler einer inklusiven ADS-Governance

Um die „Black Box“ algorithmischer Entscheidungen zu erhellen und eine informierte Risikobewertung zu ermöglichen, sind weitreichende Transparenzpflichten für Anbieter und Betreiber von ADS unerlässlich. Solche Pflichten bauen auf Vorgaben zur Sammlung und Dokumentation umweltrelevanter Daten über den gesamten Lebenszyklus der ADS auf (s.o. 6.3.1.4). Angelehnt

¹³⁰⁵ Bei den Stufen 3 und 4 ist hingegen ein Genehmigungsverfahren zu durchlaufen.

an die REACH-Verordnung, sollte auch die öffentliche Zugänglichkeit dieser Daten in geeigneter Form sichergestellt werden, um eine "Demokratisierung des Risikowissens" zu fördern und Lernprozesse in Wirtschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft anzustoßen (4.1.4.2). Dies könnte die Offenlegung von Informationen über Trainingsdaten, Algorithmen (soweit Geschäftsgeheimnisse dem nicht entgegenstehen), und die Funktionsweise der ADS umfassen. Auf Möglichkeiten der Einrichtung entsprechender Datenbanken oder Plattformen für ADS deutet etwa das in Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie 2023/1791 im Jahr 2024 eingeführte Rechenzentrumsregister (RZReg) hin.¹³⁰⁶

Die dauerhafte Vorhaltung und generelle Zugänglichmachung von Daten könnte auch vom Vorliegen einer höheren Risikokategorie umweltrelevanter ADS abhängig gemacht werden und bedarf damit bereits basaler Informationen über entsprechende Anwender und Anwendungsbereiche. Unabhängig von hinreichend klar umrissenen Risiken und/oder Potenzialen wird sich eine Transparenzpflicht insbesondere schwer durchsetzen lassen, wo rechtlich geschützte Interessen an den Informationen bestehen, z.B. Geschäftsgeheimnisse, oder geistige Eigentumsrechte. Als weniger belastender Mechanismus zur Schaffung von Risikowissen könnten dann spezifische Zugangsrechte für Akteure geschaffen werden, beispielsweise für zivilgesellschaftliche Verbände¹³⁰⁷ oder für validierte Forscher, beispielsweise Review Boards. Der Zugang zu Daten könnte dann, in Orientierung an der Blaupause des Artikel 40 DSA, zum Zweck der Durchführung von Forschungsarbeiten, die zur Aufspürung, zur Ermittlung und zum Verständnis indirekter oder systemischer Umweltrisiken beitragen. Auf dieser Grundlage könnte auch die Bewertung der Angemessenheit, der Wirksamkeit und der Auswirkungen von Risikominderungsmaßnahmen von Anbietern oder Betreibern durch fachkundige Dritte ermöglicht werden (s.o. 4.3.2.1.3).

Im Zusammenhang mit Transparenz könnte auch an die Einführung eines Umweltgütezeichens für ADS gedacht werden, das direkte und indirekte Umwelteffekte bei der Herstellung und Anwendung von ADS berücksichtigt (z.B. als EU-Umweltzeichen oder im Rahmen des „Blauen Engels“, s.o. 4.4.3.2).

6.3.2.3 Dynamische Risikoeinstufung und „Umweltfolgenbetrachtung“ für ADS

Ein eigenständiges Instrument einer inklusiven Umwelt-Governance könnte analog zu den Klassifizierungskriterien für KI-Modelle mit systemischem Risiko in Artikel 51 der KI-VO umweltbezogene Kriterien und Verfahren zur Verfügung stellen, um ADS hinsichtlich ihrer potenziellen Umweltauswirkungen und dem entsprechenden Regulierungsbedarf in unterschiedliche Risikostufen, oder -klassen einzuordnen. Eine solche Einordnung würde auf die oben dargestellten, betriebsorganisatorischen Instrumente einer Risikobewertung aufbauen und die Grundlage für abgestufte Pflichten bilden. Indem dieses Verfahren, mit Anleihen am UVP-Verfahren explizit die **Beteiligung der Zivilgesellschaft und die Einbringung umweltwissenschaftlicher Expertise** vorsähe, bildete es auch einen zentralen Dreh- und Angelpunkt für die Umsetzung einer multiperspektivischen Risikobewertung i.S.e. inklusiven Umwelt-Governance. Dies könnte beispielsweise durch strukturierte Stakeholder-Beteiligung und die Einbeziehung von Umweltverbänden in die Bewertungsprozesse erfolgen.

- Anknüpfend an die Überlegungen in Abschnitt 6.3.1.1 zu einer an den §§ 5 ff. UVPG orientierten „Vorprüfung“ der gesteigerten Umweltrelevanz von ADS-Anwendungen, hätten Anbieter

¹³⁰⁶ https://www.bafa.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Bundesamt/20240703_bfee_rzreg_start_dateneingabe.html (05.10.2024). Weitergehende Regelungen könnten auf Instrumente, wie Energieaudits ¹³⁰⁶ zurückgreifen, um den Energieverbrauch von KI-Systemen zu erfassen und vergleichend zu bewerten. Ein Register könnte auch detaillierte Informationen zur Architektur, den Trainingsdaten, dem Energieverbrauch sowie den Lebenszyklus des ADS enthalten.

¹³⁰⁷ Liang et al., The Time Is Now to Develop Community Norms for the Release of Foundation Models, 2022, <https://crfm.stanford.edu/2022/05/17/community-norms.html> (22.04.2025).

und/oder Betreiber spezialisierter ADS, die hierfür notwendigen Daten zusammenzustellen und anhand gesetzlich oder untergesetzlich definierter Kriterien¹³⁰⁸ zu bewerten. Eine entsprechende Pflicht zur Erhebung solcher, für die Risikobewertung relevanter Daten könnte an sektorspezifische Daten-Governance-Pflichten und entsprechende Dokumentationspflichten (s.o. 6.3.1.3, 6.3.1.4) anknüpfen. In Orientierung an Artikel 51 Abs. 1 b) KI-VO könnte auch ggf. gesetzlich eingerichteten, oder in sonstiger Weise qualifizierten Forschungseinrichtungen oder -gremien ermöglicht werden, durch eine „qualifizierte Warnung“ eine Einordnung als Risikosystem zu initiieren. Die Berechtigung für „qualifizierte Warnungen“ in diesem Sinne könnte mit einem Forschungsdatenzugang entsprechend der Ausführungen in Abschnitt 6.3.2.2 korrespondieren.

- ▶ Aufbauend auf ein solches „Screening“ könnten Fachbehörden in Anlehnung an das in Art. 52 KI-VO geregelte Verfahren über die Einstufung als „Hochrisikosysteme“ entscheiden. Erst an diese Einstufung würden weitere, sektorspezifische Pflichten geknüpft.
- ▶ Ist eine solche Einstufung erfolgt, wäre es Aufgabe eines „Scoping“-Schrittes, die nötigen Prüfschritte und Prüftiefe zur Feststellung spezifischer Risiken und Potenziale festzulegen. Hierfür wäre ein Verfahren zu definieren, das in Anlehnung an § 15 UVPG Inhalt und Prüftiefe der Bewertung und Kategorisierung von Risiken definiert. Soweit es die im Screening identifizierte Risikokonstellation erfordert, wäre zu ermöglichen, spezifische Expertise einzubinden, um evidenzbasiert zu einer Einschätzung und Bewertung der Risiken zu gelangen, auf deren Grundlage sich dann einzelfallbezogene Maßnahmen zur Risikominderung definieren ließen. Auf diese Weise ließen sich Elemente einer Technikfolgenbewertung (bezogen auf algorithmische Steuerung) integrieren.
- ▶ Ergänzend sind – ebenfalls in Anlehnung an das UVP-Recht und das Aarhus-Abkommen – partizipative Elemente in Erwägung zu ziehen. Im Ergebnis würde damit, aufbauend auf die unter 6.3.2.2 dargestellten Transparenzmechanismen, Akteuren der Zivilgesellschaft ermöglicht, Stellungnahmen einzureichen, die im weiteren Fortgang des Verfahrens zu berücksichtigen wären.

6.3.2.4 Gesetzliche Vorgaben für umweltrechtliche Zielfunktionen

Angesichts der Herausforderungen, undurchschaubare, zunehmend autonome und dynamisch sich verändernde Systeme durch stets vergleichsweise träge „analoge“ Rechtsinstrumente zu regulieren, wird zuweilen die unmittelbare „Codierung“ von Normen in die Systeme gefordert:¹³⁰⁹ *„AI governance can't only be about regulating AI developers and organizations. It must also be about governing the AI systems themselves, and the networks that connect them to the data and devices they operate on.“*¹³¹⁰

Das vorliegende Projekt hatte nicht den Auftrag, spezifisch „maschinenlesbare“ Instrumente zu konzipieren und einen erheblich breiteren Fokus als den der Regulierung *autonomer* Systeme. Aus den Überlegungen zu Übertragbarkeit, Lücken und Ergänzungsbedarf des Rechtsbestands de lege lata können aber einige Rückschlüsse für Regelungen gezogen werden, die umweltbezogene Zielfunktionen für ADS gesetzlich verankern könnten. **Solche Ansätze haben gemeinsam, dass sie klare Verhaltenssollvorgaben für die Entwicklung und den Einsatz von ADS schaffen**, die auf die Vermeidung negativer Umweltauswirkungen und die Hebung von Umweltentlastungspotenzialen ausgerichtet sind. Im Kontext eines abgestuften Regulierungskonzepts stellt

¹³⁰⁸ Solche Kriterien könnten sich im Abstraktionsgrad an den unter 2.1.3 dargestellten Risiko-/Potenzialfaktoren für ADS orientieren, also etwa die Skalierung bzw. den Vernetzungsgrad von Anwendungen, deren Lern- und Adaptionsfähigkeit, die potenzielle Reichweite von Umweltwirkungen und die Reversibilität von Effekten berücksichtigen.

¹³⁰⁹ Vecellio Segate/Daly, Encoding the Enforcement of Safety Standards into Smart Robots to Harness Their Computing Sophistication and Collaborative Potential: A Legal Risk Assessment for European Union Policymakers, *European Journal of Risk Regulation* (2023), 1–40. doi:10.1017/err.2023.72

¹³¹⁰ René et al., Verses AI, The Future of Global AI Governance, 2023, <https://spatialwebfoundation.org/wp-content/uploads/2024/10/The-Future-of-Global-AI-Governance-Full-Report-July-2023.pdf> (23.04.2025).

die gesetzliche Regelung von Zielfunktionen eine fortgeschrittene Interventionsebene dar. Diese würde auf die durch grundlegende Organisationspflichten und inklusive Verfahren zur Risikobewertung generierte Erkenntnisse aufbauen. Während niedrigere Risikokategorien primär auf Wissensgenese und Transparenz abzielen, würde dieser Ansatz also eine unmittelbare Einwirkung auf das algorithmische (Entscheidungs-)Verhalten selbst ermöglichen.¹³¹¹

Konkret bieten sich etwa folgende Regulierungsoptionen an:

Erstens erscheinen verbindliche Parameter für ADS-Entscheidungen plausibel, die in der Theorie „maschinenlesbar“, jedenfalls aber auch durch verbindliche Vorgaben für Anbieter von ADS an das Systemdesign denkbar sind. Damit würden umweltrechtliche Maßstäbe für ein „sustainability by design“ und/oder „by default“ gesetzlich vorgeschrieben und gewährleistet, dass Umweltaspekte bereits während der Entwicklungsphase von ADS Berücksichtigung finden. Ein naheliegendes Beispiel betrifft gesetzliche Pflichten für Rankings und Empfehlungssysteme im Online-Handel, Nachhaltigkeitskriterien als Filtermöglichkeit im Rahmen von zur Verfügung zu stellen. Neben „Sustainability by Default“-Vorgaben für ADS, die gegenüber Verbrauchern eingesetzt werden (s.o. 4.2.3.2.4.2), sind, wie erwähnt, auch Vorgaben für das (Entscheidungs-)Verhalten von ADS in umweltrechtlich regulierten Einsatzgebieten denkbar: so etwa gesetzliche Vorgaben, die die Zweckbestimmung von Umweltgesetzen für ADS konkreter ausbuchstabieren, beispielsweise die Optimierung von Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz beim Einsatz von Stickstoffdünger unter Bezugnahme auf § 1 Nr. 4 des Düngegesetzes.

Zweitens könnte die Umsetzung umweltrechtlich adäquater Zielfunktionen auch durch indirekte Regulierungsinstrumente angestrebt werden.

In diesem Sinne können unterschiedliche Formen einer Privilegierung von ADS mit umweltadäquaten Zielfunktionen erwogen werden. Wo, wie vielfach zu erwarten, für tatsächlich umweltbezogene Anwendungen keine hinreichende Nachfrage besteht, sind gezielte Fördermaßnahmen für „Grüne-ADS“ sinnvoll. Auch eine gesetzliche Regelung kann bestimmte Vorteile für solche Innovationen enthalten und möglicherweise marktliche Nachteile zu kompensieren. Ein Beispiel hierfür sind Entlastungen bei rechtlichen Verpflichtungen. In diesem Sinne sieht z.B. Art. 59 der KI-Verordnung vor, dass Reallabore die unter anderem die Entwicklung von KI-Systemen mit ökologischen Zielsetzungen erproben, personenbezogenen Daten verarbeiten dürfen, die für andere Zwecke erhoben wurden. Die Regelung beseitigt damit rechtliche Anforderungen für solche Systeme, die für andere („privatnützige“) Use-Cases erhebliche Hindernisse darstellen können. Eine andere Möglichkeit ist es, solche Anwendungen, die besonders anspruchsvollen verbindlichen Vorgaben und/oder Zertifizierungssystemen genügen, die Einhaltung, oder den Nachweis gesetzlicher Pflichten zu erleichtern. Ein entsprechendes Anreizsystem besteht mit Blick auf das Umweltmanagement-System EMAS.

Als solche Privilegierungen sind auch datenregulatorische Weichenstellungen denkbar, die insbesondere einen vergünstigten, oder exklusiven Datenzugang für entsprechend ausgerichtete ADS vorsehen.

6.3.2.5 Untergesetzliche Konkretisierung der Grundpflichten

Die bestehenden materiellen Vorgaben des Umweltrechts, wie sie beispielsweise im BImSchG formuliert sind, sollten für ADS-spezifische Kontexte konkretisiert werden. Dies kann in Form

¹³¹¹ Seine normative Basis und Rechtfertigung findet ein solcher Ansatz sich in Art. 20a GG, der eine staatliche Verpflichtung zum Umweltschutz statuiert und als Rechtfertigung für Eingriffe in unternehmerische Freiheitsrechte herangezogen werden kann. Unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsprinzips und der intertemporalen Freiheitssicherung erscheint eine direkte Kontextregulierung für umweltrelevante ADS verfassungsrechtlich legitimierbar, s.o. Abschnitt 2.3.

von Ergänzungen der Durchführungsverordnungen, Verwaltungsvorschriften oder Leitfäden erfolgen. Elemente der in REACH betonten „inclusive governance“¹³¹² lassen sich dabei auch für den zu schaffenden regulativen Kontext von ADS nutzbar machen. Dies gilt insbesondere für die notwendige untergesetzliche Konkretisierung der materiellen Sorgfaltsanforderungen aus den Grundpflichten und ggf. anderen konkretisierungsbedürftigen Ge- oder Verboten. **Hier wird das Ziel klarer Verhaltenssollvorgaben zur Risikominderung bzw. zur Hebung von Umweltentlastungspotenzialen** also nicht auf gesetzlicher Ebene verankert, sondern auf untergesetzlicher Ebene genauer ausbuchstabiert, was aus bestehenden, abstrakten Vorgaben des Umweltrechts für die Zielfunktionen von ADS folgt.

Im Rahmen solcher untergesetzlichen Regelungen könnten spezifische Kriterien und Metriken für die Bewertung der Umweltverträglichkeit von ADS entwickelt werden, beispielsweise in Anlehnung an die oben (6.3.1.3) diskutierte Möglichkeit ökologischer Datenqualitätsmetriken. Die Entwicklung solcher Konkretisierungen sollte unter aktiver Einbeziehung von Umweltpertinenten und Experten, Wirtschaftsverbänden und Umweltorganisationen erfolgen, um sowohl technische Machbarkeit als auch ökologische Notwendigkeiten zu berücksichtigen. Behördliche Entscheidungsprozesse zur Entwicklung untergesetzlicher Regelwerke können sich hierauf stützen.¹³¹³

Daran anknüpfend könnte man in einer nationalen Regelung erwägen, entsprechende „Leitlinien“ auch für die Erfassung und Bewertung der Umweltfolgen von ADS im Rahmen der zu schaffenden Grundpflichten mit den dort verankerten materiellen Sorgfaltsanforderungen (siehe Abschnitt 6.3.1.1) zu etablieren. Entscheidet man sich zu diesem Schritt, wären die erarbeiteten Leitfäden und die mit ihrer Anwendung gewonnenen Erfahrungen dann wiederum über das KI-Büro und das KI-Gremium (siehe Abschnitte 4.1.4.3.4 und 4.1.4.3.5) auf europäischer Ebene einzubringen. Dabei bietet es sich an, diese Aspekte auch in die Reallabore unter der KI-Verordnung (siehe Abschnitt 4.1.4.3.9) einzubringen und umgekehrt die dort gewonnenen Erkenntnisse auch in der umweltorientierten nationalen Regulierung zur berücksichtigen.

6.4 Formulierungsbeispiel zur Umsetzung des Regulierungsziels 1 im Immissionschutzrecht

Eine gesetzliche Regelung, die hier entworfene Bausteine aufnimmt, um bestehende Regelungslücken im Umweltrecht zu adressieren, lässt sich beispielhaft für das Immissionsschutzrecht aufzeigen. Obwohl die Grundpflichten des BImSchG (§ 5 Abs. 1) ihrem dynamischen Charakter nach grundsätzlich auch auf den Einsatz von ADS anwendbar wären, fehlt es nach den unter Abschnitt 4.1.1 angestellten Überlegungen an der notwendigen untergesetzlichen Konkretisierung und Operationalisierung, um diese Pflichten im Hinblick auf ADS effektiv durchzusetzen und Verhaltensänderungen bei den relevanten Akteuren (Anlagenbetreiber und ADS-Anbieter) zu bewirken. Kapitel 4.1 kommt zu dem Ergebnis, dass das bestehende öffentlich-rechtliche Anlagenrecht keine angemessenen Instrumente zur Um- und Durchsetzung der bestehenden Pflichten bereithält. Dies führt zu einer „Sehnschwäche“ des Umweltrechts gegenüber ADS-bedingten Umweltwirkungen (siehe Abschnitt 4.1.1.4).

Eine gesetzliche Ergänzung des BImSchG könnte dazu beitragen, diese Lücken zu schließen, indem sie,

- die Anwendbarkeit der Grundpflichten des BImSchG auf ADS klarstellt und deren Auslegung im Kontext von ADS in gewissem Umfang präzisiert [Absatz 1 des Vorschlags].

¹³¹² Siehe dazu Führ, Praxishandbuch REACH, Kapitel 1, Rn. 55 f. und 100 ff.

¹³¹³ So entstanden etwa die für den praktischen Vollzug hochrelevanten Leitlinien (Guidance Documents) unter Mitwirkung von Anspruchsgruppen (stakeholdern) jeweils in einer „Partner Expert Group“ (PEG); siehe dazu unter <https://echa.europa.eu/de/sup-port/guidance> (22.04.2025).

- ▶ Die Notwendigkeit der Schaffung eines ADS-spezifischen „Stand der Technik“ gesetzlich verankert, der technische und systemische Anforderungen umfasst, um die grundpflichtenkonforme Optimierung der Systeme zu fördern [Absatz 2 des Vorschlags]. Damit wird der in Kapitel 4.1 herausgearbeiteten Notwendigkeit der Konkretisierung solcher Vorgaben im untergesetzlichen Regelwerk Rechnung getragen.
- ▶ Prüfungs- und Dokumentationspflichten im Genehmigungsverfahren für Anlagen mit ADS etabliert, um die Funktionsweise und Steuerungsziele der ADS transparent und überprüfbar zu machen [Absatz 3 des Vorschlags].¹³¹⁴ Kapitel 4.1 stellt fest, dass es gerade an Hinweisen auf solche Pflichten auf untergesetzlicher Ebene fehlt.
- ▶ Eine Ermächtigungsgrundlage für detaillierte untergesetzliche Regelungen schafft, die auch Optimierungsziele für Ressourceneffizienz und die Minimierung unspezifischer problematischer Stoffe durch ADS konkretisieren können [Vorschlag zur Ergänzung von § 7 Abs. 1 BImSchG].

Vorbehaltlich des unter Kapitel 4.1 festgestellten weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich relevanter Fragen – zu dem für die Erreichung der gewünschten Verhaltenswirkungen erforderlichen Detaillierungsgrad untergesetzlicher Regelungen und zum „Wie“ der Konkretisierung des ADS-spezifischen Stands der Technik – könnte folgender Vorschlag für eine neue Regelung im BImSchG diese Überlegungen aufnehmen:

§ [Neuer Paragraph] BImSchG: Algorithmenbasierte Steuerungssysteme

- (1) Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen nach § 4 sind verpflichtet sicherzustellen, dass algorithmenbasierte Steuerungssysteme (ADS), die den Anlagenbetrieb oder Teile davon steuern, so konzipiert und betrieben werden, dass die Pflichten nach § 5 Abs. 1 eingehalten und die Schutzgüter des § 1 geschützt werden. Dies umfasst insbesondere die Minderung schädlicher Umwelteinwirkungen, die Vorsorge gegen solche, die Vermeidung und Verwertung von Abfällen sowie die sparsame und effiziente Verwendung von Energie entsprechend dem Stand der Technik für ADS im jeweiligen Anwendungsbereich. Gleiches gilt für Anlagen, die einem störfallrechtlichen Genehmigungsverfahren nach § 23b unterliegen.
- (2) Bei der Errichtung und dem Betrieb der in Absatz 1 genannten Anlagen, in denen ADS eingesetzt werden, ist der Stand der Technik für ADS im Hinblick auf die Erfüllung der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen einzuhalten. Dieser umfasst insbesondere algorithmische und systemische Anforderungen, die darauf abzielen, betriebliche Störungsfälle zu vermeiden, Emissionen zu minimieren, die Ressourcen- und Energieeffizienz zu erhöhen und die Entstehung besorgniserregender Stoffe so gering wie möglich zu halten.
- (3) Im Genehmigungsverfahren nach § 10 und nach § 23b sind die Funktionsweise der eingesetzten ADS, ihre Steuerungsziele und die Maßnahmen zur Sicherstellung der Einhaltung der Pflichten nach § 5 Absatz Nr. 1 sowie des Stands der Technik nach § 5 Absatz 1 Nr. 2 vom Antragsteller darzulegen. Die Genehmigungsbehörde kann zur Prüfung die Vorlage von nachhaltigkeitspezifischen Leistungsmerkmalen der ADS (Sustainability by Design) und Gutachten von Sachverständigen einholen.
[Alternativ auch als §4f in die 9. BImSchV aufzunehmen]

In § 7 wäre folgender Abs. 1c¹³¹⁵ einzufügen:

- (1c) Das [für Immissionsschutz zuständige] Bundesministerium wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates nähere Bestimmungen zum Stand der Technik für ADS im Anwendungsbereich des BImSchG, zu den Anforderungen an deren Konzeption und Betrieb im Hinblick auf die Pflichten nach § 5 Abs. 1, zu den Inhalten der Darlegung

¹³¹⁴ Alternativ könnte man in der 9. BImSchV einen § 4f mit gleichem Inhalt aufnehmen.

¹³¹⁵ Alternativ könnte man in § 7 Abs. 1 eine weitere Ziffer ähnlichen Inhaltes einfügen.

im Genehmigungsverfahren sowie zu nachhaltigkeitsbezogenen Leistungsmerkmalen (Sustainability by Design) zu erlassen. Diese Rechtsverordnung kann insbesondere Optimierungsziele für die Ressourceneffizienz und die Minimierung besorgniserregender Stoffe durch ADS konkretisieren.

Ergänzend wäre in § 3 Abs. 11 BImSchG eine Begriffsbestimmung etwa folgenden Inhalts aufzunehmen:

(11) Besorgniserregende Stoffe im Sinne dieses Gesetzes sind Stoffe gemäß Artikel 2 Nummer 27 der Ökodesign-Verordnung EU/2024/1781.

In § 48 Abs. 1 BImSchG könnte man zusätzlich noch klarstellen, dass die Bundesregierung Verwaltungsvorschriften auch zur Umsetzung der vorgenannten immissionsschutzrechtlichen Pflichten erlassen kann. Weil die dort zu findende Aufzählung aber nur beispielhaften Charakter hat („insbesondere“), besteht diese Möglichkeit aber auch ohne eine explizite Klarstellung.

6.5 Schrittweises Vorgehen zum Ausbau einer lernenden umweltbezogenen Regulierung

Aus dem vorliegenden Bericht lassen sich aus umweltrechtlicher Perspektive weitere Handlungsempfehlungen ableiten, die stärker auf den Aus- oder Aufbau der „Lernmechanismen“ der öffentlichen Hand zum Umgang mit ADS ausgerichtet und damit außerhalb des dargestellten legislativen Regulierungskonzepts anzusiedeln sind.

6.5.1 Governance-Potenziale der KI-VO für Umweltbelange nutzen

Solange die vorstehend skizzierten Vorschläge nicht auf europäischer Ebene oder im nationalen Recht verankert sind, wäre zu überlegen, wie sich diese im Rahmen der KI-VO realisieren lassen. So könnte man die Verfahren und organisationale Arrangements, die die Verordnung als ein „lernendes System“ kennzeichnen, auch nutzen, um regulatorisches Lernen zur Minderung von Umwelttrisiken zu ermöglichen.

Die KI-VO ist so angelegt, dass alle wirtschaftlichen Akteure, aber auch die Zivilgesellschaft (einschließlich der Normung) und die Behörden daran mitwirken können, die Wissensbasis im Sinne der in Art. 1 definierten Ziele zu erweitern. **Die Governance-Strukturen der Verordnung (KI-Gremium, Beratungsforum) bieten daneben Potenziale, um auch Umweltbelange in den regulativen Diskurs auf EU-Ebene einzubringen.** Nationale Umweltbehörden und Umweltorganisationen könnten sich aktiv an diesen Foren beteiligen, um auf die Integration ökologischer Kriterien in Praxisleitfäden, Normen und Verhaltenskodizes hinzuwirken. Dazu bietet es sich an, ökologische Aspekte in die Entwicklung von technischen Spezifikationen und Bewertungsstandards einzubringen, konsequent zu nutzen (siehe Abschnitt 4.1.4.3.8).

6.5.2 Einsatzmöglichkeiten von ADS für den behördlichen Vollzug erproben und regeln

Wie in Kapitel 5 skizziert, bestehen zahlreiche Potenziale des Einsatzes von ADS für die Umwelt-Governance – insbesondere im Vollzug von umweltrechtlichen Regelwerken. Zu den tatsächlich sinnvollen Funktionalitäten, Gelingensbedingungen und – nicht zuletzt – rechtlichen Aspekten, solcher Ansätze bestehen allerdings erhebliche Wissenslücken. Dementsprechend wären rechtliche und verwaltungspraktische Maßnahmen zu treffen, um den effektiven und rechtlich abgesicherten Einsatz von ADS im Umweltvollzug zu fördern und gleichzeitig Möglichkeiten zu bieten, aus Erfahrungen zu lernen und neue Anwendungen wie auch ihre rechtliche Einbettung kontinuierlich zu verbessern.

Dabei wäre den Besonderheiten des hoheitlichen Einsatzes von ADS als „Technosteuerung“ (s.o. 2.1.2) adäquat Rechnung zu tragen. Die rechtlichen Anforderungen an die Regelung der Nutzung

von ADS durch Umweltbehörden konnte diese Studie nur grob und ohne jeglichen Anspruch auf Vollständigkeit skizzieren: Jedenfalls wären rechtliche Regelungen qualitative und quantitative Leistungsanforderungen auch an ADS zu definieren, um sie im Umweltvollzug einzusetzen. Diese könnten sich auf konkrete Zielfunktionen, aber auch auf die Erklärbarkeit der Entscheidungsfindung oder Daten-Governance-Aspekte (insbesondere Datenqualität) beziehen. Die Konkretisierung solcher Standards könnte in Verwaltungsvorschriften oder behördeninternen Leitfäden erfolgen. Insbesondere sollten Regelungen für die hoheitliche Nutzung von ADS in der Umwelt-Governance einen Rahmen schaffen, der Transparenz, Kompetenz im Umgang mit KI, die Einhaltung rechtlicher Grundsätze und effektive Rechtsschutzmöglichkeiten gewährleistet, um die Risiken für Persönlichkeitsrechte und andere Grundrechte durch die algorithmenbasierten Entscheidungsfindung zu minimieren. Die Zulässigkeit und die Modalitäten spezifischer hoheitlicher Einsatzmöglichkeiten von ADS – z.B. hinsichtlich der Frage, ob eine gesetzliche Ermächtigungsgrundlage erforderlich ist – bleiben einer vertieften Prüfung vorbehalten. Das gilt –trotz der hier bejahten grundsätzlichen rechtlichen Zulässigkeit de lege lata nach § 10 UIG – insbesondere auch für die adressatengerechte Informationsbereitstellung mittels ADS (siehe Abschnitt 4.2.3.2).

Schließlich könnten die in der KI-VO etablierten Governance-Mechanismen (wie das KI-Gremium und Beratungsforen) als Vorbild dienen, um nicht nur Plattformen für den Wissensaustausch und die Koordination zwischen Entwickelnden, Betreibern und Aufsichtsbehörden im Bereich des behördlichen ADS-Einsatzes zu schaffen, sondern auch auf nationaler Ebene – analog zur Standardisierung – Spiegelgremien zu denen auf europäischer Ebene zu etablieren. Dies könnte zur Verbreitung von Best Practices zur behördlichen Nutzung von ADS ebenso beitragen wie dazu, neue Herausforderungen als solche zu erkennen und Ansätze zu deren Lösung zu entwickeln.

7 Quellenverzeichnis

- Abraham, R.; Schneider, J.; vom Brocke, J. (2019): Data governance: A conceptual framework, structured review, and research agenda, *International Journal of Information Management* 49(S1) 2019, S. 425–438, <http://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.008>.
- Akhurst, T.; Zurdo, L.; Rapparini, R.; Mauter Markhof, C. (2023): How should the European Union regulate dark patterns?, *Comparative Approach to Big Tech Regulation*, SciencePo, April 2023, S. 6 f., <https://www.scienc-espo.fr/public/chaire-numerique/wp-content/uploads/2023/09/Dark-Patterns.pdf> (28.03.2025).
- Akter, S.; McCarthy, G.; Sajib, S.; Michael, K.; Dwivedi, Y.; D'Ambra, J.; Shen, K. (2021), Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI, *International Journal of Information Management* Volume 60, October 2021, 102387.
- Albers, M. (Hrsg.) (2011): *Risikoregulierung im Bio-, Gesundheits- und Medizinrecht*, Nomos, Baden-Baden.
- Albrecht, S. (2023): ChatGPT und andere Computermodelle zur Sprachverarbeitung – Grundlagen, Anwendungspotenziale und mögliche Auswirkungen, TAB-Hintergrundpapier Nr. 26.
- Al-Utaibi, K.; Ides, M.; Sohail, A.; Arif, F.; Nutini, A.; Sait, S. (2022), Artificial intelligence to link environmental endocrine disruptors (EEDs) with bone diseases, *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing* 13(03) (2022), <https://doi.org/10.1142/S1793962322500192>.
- Anderson, K.; Johnson, N.; Hodder, A. (2023): Dark Patterns – A European Regulatory Perspective, *TechREG CHRONICLE*, May 2023, <https://www.competitionpolicyinternational.com/wp-content/uploads/2023/05/3-DARK-PATTERNS-A-EUROPEAN-REGULATORY-PERSPECTIVE-Katrina-Anderson-Nick-Johnson.pdf> (22.04.2025).
- Anwar, A.; Saparov, A.; Rando, J.; Paleka, D.; Turpin, M.; Hase, P.; Singh Lubana, E.; Jenner, E.; Casper, S.; Sourbut, O.; L. Edelman, B.; Zhang, Z.; Günther, M.; Korinek, A.; Hernandez-Orallo, J.; Hammond, L.; Bigelow, E.; Pan, A.; Langosco, L.; Korbak, T.; Zhang, H.; Zhong, R.; Ó hÉigeartaigh, S.; Recchia, G.; Corsi, G.; Chan, A.; Anderljung, M.; Edwards, L.; Petrov, A.; Schroeder de Witt, C.; Ramesh Motwan, S.; Bengio, Y.; Chen, D.; Torr, P.; Albanie, S.; Maharaj, T.; Foerster, J.; Tramer, F.; He, He; Kasirzadeh, A.; Choi, Y.; Krueger, D. (2024), Foundational Challenges in Assuring Alignment and Safety of Large Language Models, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.09932>.
- Arrieta-Ibarra, I.; Goff, L.; Jiménez-Hernández, D.; Lanier, J.; Weiyl, E. G. (2017): Should We Treat Data as Labor? Moving Beyond “Free”, *American Economic Association Papers & Proceedings* Vol. 1, No. 1, <https://doi.org/10.1257/pandp.20181003>.
- Ashford, N. (2000), An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment. Nachdruck des gleichnamigen Beitrags. In: Hemmelskamp et al. (Hrsg.), *Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approach and Empirical Analysis*, 2000.
- Ashford, N. (2002), Government and Environmental Innovation in Europe and North America. In: *American Behavioral Scientist* 45 (2002), 1417–1434
- Awad, E.; Dsouza, S.; Bonnefon, Jean-Francois; Shariff, A.; Rahwan, I. (2020): Crowdsourcing moral machines, *Communications of the ACM* 63 (3), 2020, S. 48–55, <https://doi.org/10.1145/3339904>.
- Azkan, C.; Gieß, A.; Gür, I.; Hupperz, M.; Frings, S.; Kett, H.; Strauß, O.; Bakalis, D.; Bolwin, L.; Büchel, J.; Demary, V.; Engels, B.; Engler, J.; Gruben, F.; Kestermann, C.; Mertens, A.; Röhl, K.-H.; Rusche, C.; Scheufen, M.; Jussen, I.; Möller, F.; Schweihoff, J.; Andres, R.; Erdsiek, D.; Niebel, T.; Rehse, D.; Rost, V.; Sack, R.; Valet, S.; Walter, J. (2024): Anreizsysteme und Ökonomie des Data Sharing, *Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST* (Hrsg.), https://ieds-projekt.de/wp-content/uploads/2024/04/IEDS-Whitepaper_2024_Final.pdf (25.03.2025).
- Bachmann, G. (2006): *Private Ordnung. Grundlagen ziviler Gesetzgebung*, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Baer, F (2023): Staatliche Steuerung durch Nudging im Lichte der Grundrechte, *Studien und Beiträge zum öffentlichen Recht* 61, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Baldwin, R. (2014): From Regulation to Behaviour Change: Giving Nudge the Third Degree, *the Modern Law Review* Vol. 77, No. 6 (November 2014), S. 831–857.

- Ball, M. (2019): The autonomous vehicle parking problem, *Transport Policy* Vol. 75, March 2019, S. 99-108, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.01.003>.
- Bauer, J. (2023): Realitätsverlust, Wie KI und virtuelle Welten von uns Besitz ergreifen – und die Menschlichkeit bedrohen, Heyne, München.
- Barczak, T. (2020): Algorithmus als Arkanum – Zu Staatsgeheimnissen im Digitalzeitalter und normativen Fundamenten einer Digitalordnung, in: *Die Öffentliche Verwaltung (DÖV)* 2020, 997 ff.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2023): Digitale Zwillinge – Potenziale in der Stadtentwicklung, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/digitale-zwillinge-dl.pdf;jsessionid=4BBBCFD00951C44204FDB3A937B78A8A6.live11293?_blob=publicationFile&v=6 (05.10.2024).
- Beckers, A.; Teubner, G. (2022): KI und rechtliche Verantwortung, Bericht aus dem Forschungsprojekt „Künstliche Intelligenz, Mensch und Gesellschaft“, Juli 2022
- Bender, E.; Gabru, T.; McMillan-Major, A.; Shmittchell, S. (2021): On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?, *FACCT '21: Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 2021, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>
- Bergquist M.; Nilsson, A.; Schultz, W. (2019): A meta-analysis of field-experiments using social norms to promote pro-environmental behaviors, *Global Environmental Change* 58 (2019), 101941, 1, https://canvas.gu.se/files/6177154/download?download_frd=1 (28.03.2025).
- Berkemann, J. (2021): „Freiheitschancen über die Generationen“ (Art. 20a GG) – Intertemporaler Klimaschutz im Paradigmenwechsel, *DÖV* 2021, 701
- Bieser, J.C.T; Coroana, V.C. (2021): Direkte und indirekte Umwelteffekte der Informations- und Kommunikationstechnologie, *NachhaltigkeitsManagementForum* Vol. 29, S. 1-11, <https://doi.org/10.1007/s00550-020-00502-4>.
- Bizer, K.; Führ, M.; Hütig, C. (2002): Responsive Regulierung, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Bleckt, A. (2020): Anwendbarkeit des kaufrechtlichen Sachmangelgewährleistungsrechts auf künstliche Intelligenz - Kaufrechtliche Haftung für Fehlverhalten von sogenannten „Smart Products“, *K&R* 12/2020, S. 807-813.
- BMW i – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Das Projekt Gaia X. eine vernetzte Infrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Öko-Systems, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x.pdf?_blob=publicationFile&v=16 (25.03.2025).
- Boehme-Neßler, V. (2017): Die Macht der Algorithmen und die Ohnmacht des Rechts, *NJW* 2017, 3031.
- Boehme-Neßler, V. (2019): Algorithmen in der Demokratie – Verfassungsrecht als Maßstab für Software, *K&R* 2019, 767.
- Bohner, G.; Dickel, N. (2011): Attitudes and Attitude Change, *The Annual Review of Psychology* 62 (2011), S. 391–417, <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.121208.131609>.
- Bomhard, D.; Siglmüller, J. (2024): AI-Act – das Trilogieergebnis, *Recht digital (Rdi)* 2024.
- Bommasani, R.; Hudson, D. A.; Adeli, E.; [...] Liang, P. (2022): On the Opportunities and Risks of Foundation Models, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.07258>.
- Bösch, C.; Erb, B.; Kargl, F.; Kopp, H. (2016): Tales from the Dark Side: Privacy Dark Strategies and Privacy Dark Patterns, *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies* 2016(4), S. 237–254, <http://dx.doi.org/10.1515/popets-2016-0038>.
- Böschen, S. (2011): Pluralität und Evidenz. Risikoregulierung unter dem Einfluss wissenskultureller Divergenz, in: Albers, M. (Hrsg.): *Risikoregulierung im Bio-, Gesundheits- und Medizinrecht*, Baden-Baden: Nomos, S. 57–78, <https://doi.org/10.5771/9783845233284-57>.
- Bostrom, N. (2019): The Superintelligent Will: Motivation and Instrumental Rationality in Advanced Artificial Agents, *Minds and Machines*, Vol. 22(2), <https://nickbostrom.com/superintelligentwill.pdf> (22.04.2025).
- Braganza, O. (2025): Nudging society to consume—the aggregate consequences of consumption nudges, *Review of Evolutionary Political Economy*, <https://doi.org/10.1007/s43253-024-00144-y>.

- Braithwaite, J.; Coglianese, C.; Levi-Faur, D. (2007): Can regulation and governance make a difference?, *Regulation & Governance* 1/2007, S. 1–7, <https://doi.org/10.1111/j.1748-5991.2007.00006.x>.
- Bria, F.; Morozov, E. (2017): Die smarte Stadt neu denken, Wie urbane Technologien demokratisiert werden können, Rosa-Luxemburg-Stiftung, Berlin, https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/sonst_publicationen/Die_smarte_Stadt_neu_denken_01.pdf (25.03.2025).
- Britz, G. (2022): Klimaschutz in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts, *NVwZ* 2022, 825 ff.
- Bronson, K.; Rotz, S.; D’Alessandro, A. (2021): The human impact of data bias and the digital agricultural revolution. In: James (Hrsg.), *Handbook on the human impact of agriculture*, 2021, 126.
- Brüggemeier, G. (2020): The Civilian Law of Delict: A Comparative and Historical Analysis. *European Journal of Comparative Law and Governance* 7(4): 339-383
- Bruns, H.; Kantorowicz-Reznichenko, E.; Klement, K.; Luistro Johnson, M.; Rahali, B. (2018): Can Nudges Be Transparent and Yet Effective?, *Journal of Economic Psychology* 65, S. 41–59, <https://doi.org/10.1016/j.joep.2018.02.002>.
- Bryson, J.J. (2022): Europe Is in Danger of Using the Wrong Definition of AI, *Wired* (02.03.2022), <https://www.wired.com/story/artificial-intelligence-regulation-european-union/>
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2011): Leitfaden „IT-Forensik“, Version 1.0.1 (März 2011), https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Cyber-Sicherheit/Themen/Leitfaden_IT-Forensik.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (30.10.2023).
- Callahan, C. W.; Mankin, J. S. (2025): Carbon majors and the scientific case for climate liability, *Nature* 640, S. 891–901, <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08751-3>.
- Calliess, C. (2021): Das „Klimaurteil“ des Bundesverfassungsgerichts: „Versubjektivierung“ des Art. 20 a GG?, *ZUR* 2021, 355 ff.
- Calliess, C. (2023): Art. 20a, in: Dürig/Herzog/Scholz (Hrsg.), *Grundgesetz-Kommentar*, 102. Aktualisierung.
- Cara, C. (2019): Dark patterns in the media: A systematic review. *Network Intelligence, Network Intelligence Studies* 7, S. 105–113.
- Carlson, A.; Sakao, T. (2020): Environmental assessment of consequences from predictive maintenance with artificial intelligence techniques: Importance of the system boundary. *Procedia CIRP*, 90, 171-175.
- Chun, J.; Schroeder de Witt, C.; Elkins, K. (2024): Comparative Global AI Regulation: Policy Perspectives from the EU, China, and the US, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.21279>.
- Christian, B. (2020): *The Alignment Problem: Machine Learning and Human Values*.
- Cimino, C.; Ferretti, G.; Leva, A. (2020): The role of dynamics in digital twins and its problem-tailored representation. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 10556-10561.
- Clutton-Brock, P.; Rolnick, D.; Donti, P. L.; Kaack, L. (2021). Climate change and AI. recommendations for government action. GPAI, *Climate Change AI*, Centre for AI & Climate
- Coleman, J. (1992): *Risks and Wrongs*. Cambridge University Press, Cambridge
- Contag, M.; Li, G.; Pawlowski, A.; Domke, F.; Levchenko, K.; Holz, T.; Savage, S. (2017): How They Did It: An Analysis of Emission Defeat Devices in Modern Automobiles, <https://cseweb.ucsd.edu/~klevchen/dieselsp17.pdf>.
- Corrigan, C.; Ikonnikova, S.: A review of the use of AI in the mining industry: Insights and ethical considerations for multi-objective optimization, *The Extractive Industries and Society* 17 (2024) 101440.
- Costa, D.; Kahn, M. (2013): Energy conservation “nudges” and environmentalist ideology: Evidence from a randomized residential electricity field experiment, *Journal of the European Economic Association* 11, S. 680–702, <https://doi.org/10.1111/jeea.12011>.
- Covilla, J. C. (2024): Artificial Intelligence and Administrative Discretion: Exploring Adaptations and Boundaries, *European Journal of Risk Regulation* 16(1), S. 36–50, <https://doi.org/10.1017/err.2024.76>.

- Cowls, J.; Tsamados, A.; Taddeo, M.; Floridi, L. (2021): The AI Gambit — Leveraging Artificial Intelligence to Combat Climate Change: Opportunities, Challenges, and Recommendations (SSRN Scholarly Paper ID 3804983). Social Science Research Network, <https://doi.org/10.2139/ssrn.3804983>.
- Cranmer, M.; Sanchez-Gonzalez, A.; Battaglia, P.; Xu, R.; Cranmer, K.; Spergel, D.; Ho, S. (2020): Discovering symbolic models from deep learning with inductive biases. 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, Canada, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.11287>.
- Creutzig, F.; Acemoglu, D.; Bai, X.; Edwards, P.; Hintz, M.; Kaack, L.; Kilis, S.; Kunkel, S.; Luers, A.; Milojevic-Dupont, N.; Rejeski, D.; Renn, J.; Rolnick, D.; Rosol, C.; Russ, D.; Turnbull, T.; Verdolini, E.; Wagner, F.; Wilson, C.; Zekar, A.; Zumwald, M. (2022): Digitalization and the Anthropocene, Annual Review of Environment and Resources 47, S. 479-509, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120920-100056>.
- Critch, A.; Russell, S. (2023): TASRA: a Taxonomy and Analysis of Societal-Scale Risks from AI, Juni 2023, <https://arxiv.org/pdf/2306.06924> (22.04.2025).
- Dale, B.-E; Uglane, V. (2018): Artificial Intelligence in the oil and gas production, 2018, <https://geoexp-pro.com/artificial-intelligence-in-oil-gas-production/> (02.05.2025).
- Dallaker, M.; Appeli, L.; Brandmaier, A. M.; Morais, A. S.; Hertwig, R. (2024): Opt-out defaults do not increase organ donation rates, Public Health Volume 236, S. 436–440, <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2024.08.009>.
- De Silva, D.; and Alahakoon, D. (2022): An artificial intelligence life cycle: From conception to production. Patterns 3.6 (2022).
- Datenethikkommission der Bundesregierung (2019): Gutachten der Datenethikkommission, <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html> (09.10.2024).
- Datta, N.; Rong, C.; Singh, S.; Stinshoff, C.; Jacob, N.; Nigatu, Natnael S.; Nxumalo, M.; Klimaviciute, L. (2023): Working Without Borders: The Promise and Peril of Online Gig Work, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/40066> (22.04.2025).
- Dauvergne, P. (2022): Is artificial intelligence greening global supply chains? Exposing the political economy of environmental costs, Review of International Political Economy 2022, Vol. 29, No. 3, 696–718.
- Davidova, M.; Sharno, O. (2023): Digital Transformation as a Means of Smart Regulation of Environmental Management: Technology and Practices for Agrifood Companies. In: Trukhachev, V. (Hrsg.), Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises, 2023.
- DellaVigna, S.; Linos, E. (2020): RCTS to Scale: Comprehensive evidence from nudge units, Working Paper 27594, <https://doi.org/10.3386/w27594>.
- Denison C., MacDiarmid, M. (...) Hubinger, E. (2024): Sycophancy to Subterfuge: Investigating Reward-Tampering in Large Language Models, arXiv:2406.10162 [cs.AI].
- Denker, P. (2008): Alternative Regulierungsansätze im Kontext der Better Regulation Agenda, Potsdamer Diskussionspapiere zur Verwaltungswissenschaft, 2008.
- Denga, M. (2022): Digitale Souveränität durch Datenprivatrecht?, GRUR 2022, S. 1113–1120.
- Denninger, E. (1990): Verfassungsrechtliche Anforderungen an die Normsetzung im Umwelt- und Technikrecht, Nomos, Baden-Baden.
- de Vries, S.; Kanevskaia, O.; de Jager, R. (2023): Internal Market 3.0: The Old “New Approach” for Harmonising AI Regulation, European Papers 8(2), S. 583–610, <https://doi.org/10.15166/2499-8249/677>.
- Dietrich, S.; Akkermann, F. (2013): EU-Ökodesign-Richtlinie, Zeitschrift für Umweltrecht 2013, S. 274.
- DIN/DKE – DIN e.V. / Deutsche Kommission Elektrotechnik (2022): Deutsche Normungsroadmap Künstliche Intelligenz (Ausgabe 2), hrsg. v. Wahlster, W.; Winterhalter, C., <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/kuenstliche-intelligenz/fahrplan-festlegen> (09.06.2024).
- DIN/DKE – DIN e.V. / Deutsche Kommission Elektrotechnik (2023): Deutsche Normungsroadmap Industrie 4.0 – Version 5, <https://www.dke.de/resource/blob/2244320/7954fb1eaf7265134b94f58e9fc919ff/deutsche-normungs-roadmap-industrie-4-0-version-5-data.pdf> (09.06.2024).

- Djeffal, C. (2022): Soziale Medien und Kuratierung von Inhalten. Regulative Antworten auf eine demokratische Schlüsselfrage. In Demokratie und Öffentlichkeit im 21. Jahrhundert–zur Macht des Digitalen (pp. 177-198). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
- Dörr, O. (2013): Die Anforderungen an ein zukunftsfähiges Infrastrukturrecht, VVDStRL 72 (2013), 323.
- Duncan, J. (2023): Data protection beyond data rights: governing data production through collective intermediaries, Internet Policy Review, 12(3), <https://doi.org/10.14763/2023.3.1722>.
- Dussel, K. (2010): Entstehung und Entwicklung einer Gemeinschaft, 60 Jahre ARD, APuZ-online v. 11.05.2010, <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/32749/entstehung-und-entwicklung-einer-gemeinschaft/> (22.04.2025).
- EDPB (2022): Guidelines 03/2022 on deceptive design patterns in social media platform interfaces: how to recognise and avoid them, https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-032022-deceptive-design-patterns-social-media_de (22.04.2025).
- Eidenmüller, H.; Wagner, G. (2021): Law by Algorithm, 2021.
- Ekardt, F.; Heß, F. (2021): Intertemporaler Freiheitsschutz, Existenzminimum und Gewaltenteilung nach dem BVerfG-Klima-Beschluss, ZUR 2021, 579
- Egebark, J.; Ekström, M. (2016): Can indifference make the world greener?, Journal of Environmental Economics and Management 76 (2016), S. 1–13, <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2015.11.004>.
- Endres, A. (2013), Umweltökonomie. Kohlhammer, Stuttgart.
- Esposti, S. (2014): When big data meets dataveillance: The hidden side of analytics, Surveillance & Society 12, S. 209–225, <http://dx.doi.org/10.24908/ss.v12i2.5113>.
- Eubanks, V. (2018): Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor, Law, Technology and Humans I, S. 162–164, <https://doi.org/10.5204/lthj.v1.i1.1386>.
- EU-Kommission (2018a): Behavioural study on unfair commercial practices in the digital environment: dark patterns and manipulative personalisation, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/606365bcd58b-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en> (22.04.2025).
- EU-Kommission (2018b): Consumer market study on online market segmentation through personalised pricing/offers in the European Union, https://ec.europa.eu/info/publications/consumer-market-study-online-market-segmentation-through-personalised-pricing-offers-european-union_en (22.04.2025).
- EU-Kommission (2019): Der europäische Grüne Deal, COM(2019) 640 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640> (01.02.2025).
- EU-Kommission (2020): Weißbuch, Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0065&from=EN> (01.02.2025).
- EU-Parlament (2023): Entschließung des Europäischen Parlaments vom 12. Dezember 2023 zur suchterzeugenden Gestaltung von Online-Diensten und zum Verbraucherschutz im EU-Binnenmarkt (2023/2043(INI)), https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0459_DE.html (22.04.2025).
- Evans, J (2008): Dual-Processing Accounts of Reasoning, Judgement and Social Cognition, Annual Review of Psychology 59, S. 255–278, <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093629>.
- Faure, M. (2001): Economic Analysis of Environmental Law: An Introduction. Économie publique/Public economics 07: 127-147
- Feindt, P.H.; Weiland, S. (2018): Reflexive governance: Exploring the concept and assessing its critical potential for sustainable development. Introduction to the special issue, Journal of Environmental Policy & Planning 20(6), S. 661–674, <https://doi.org/10.1080/1523908X.2018.1532562>.
- Fehling, M.; Ruffert, M. (Hrsg.) (2010): Regulierungsrecht, 2010.
- Feldhaus, G. (1991): Umweltschutzsichernde Betriebsorganisation, NVwZ 1991, S. 927-935.
- Fezer, K.H. (2018): Repräsentatives Dateneigentum. Ein zivilgesellschaftliches Bürgerrecht. Studie im Auftrag der Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. zum Thema „Einführung eines besonderen Rechts an Daten“.

- Fia, T. (2024): Governance of urban data commons as a matter of value redistribution in the smart city, Sens [public] Essais, <https://www.sens-public.org/static/git-articles/SP1648/SP1648.pdf> (01.02.2025).
- Finger, R. (2023): Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems, *European Review of Agricultural Economics* 50(4), S. 1277–1309, <https://doi.org/10.1093/erae/jbad021>.
- Font, X.; McCabe, S. (2017): Sustainability and marketing in tourism: its contexts, paradoxes, approaches, challenges and potential, *Journal of Sustainable Tourism*, 25(7), 2017, 869–883.
<https://doi.org/10.1080/09669582.2017.1301721>.
- Frank, W. (2019): Aspekte zur Risikobewertung beim Eigentumsschutz gemäß § 1004 BGB am Beispiel der Klimaklage eines peruanischen Bauern gegen RWE. *Zeitschrift für Umweltrecht* 10, S. 518-552
- Franke, J.; Gailhofer, P.: Data Governance and Regulation for Sustainable Smart Cities, *Frontiers in Sustainable Cities* 3 (2021), S. 3 ff., <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsc.2021.763788/full> (22.04.2025).
- Frauenhofer IAIS, Leitfaden zur Gestaltung verantwortungsvoller Künstlicher Intelligenz. KI-Prüfkatalog, 2021.
- Fritsche, I.; Barth, M.; Reese, G. (2021): Klimaschutz als kollektives Handeln – Die psychologische Forschung zur Rolle sozialer Identität. In: Lea, D.; Felix, P.; van Bronswijk, K. (Hrsg.): *Climate Action – Psychologie der Klimakrise*, Psychosozial-Verlag, Gießen, S. 229–250.
- Fry, H. (2019): *Hello World, Was Algorithmen können und wie sie unser Leben verändern*, C. H. Beck, München.
- Führ, M.; Brendle, U.; Gebers, B.; Roller, G. (1995): Reform der europäischen Normungsverfahren - Verfassungs- und europarechtliche Anforderungen an private Normungsverfahren, *sofia-Diskussionsbeiträge zur Institutionenanalyse* Nr. 99-2, Darmstadt.
- Führ, M. (1998): Widerspruchsfreies Recht im uniformen Bundestaat? – Zum Sonderabfallabgaben-Urteil des Bundesverfassungsgerichts, *Kritische Justiz* 1998 (31), S. 503–517.
- Führ, M. (2003): *Eigen-Verantwortung im Rechtsstaat*, 2003.
- Führ, M. (2011): *Praxishandbuch REACH*, Carl Heymanns Verlag, Köln.
- Führ, M. (2014a): Vom Wesen Europäischer Agenturen. In: Ewer, W.; Ramsauer, U.; Reese, M.; Rubel, R. (Hrsg.), *Methodik – Ordnung – Umwelt* (Festschrift für Hans-Joachim Koch), Duncker & Humblot, Berlin, S. 229–252.
- Führ, M. (2014b): REACH als lernendes System – Wissensgenerierung und Perspektivenpluralismus durch Stakeholder Involvement. In: Bora, A.; Henkel, A.; Reinhardt, C. (Hrsg.): *Wissensregulierung und Regulierungswissen*, Velbrück Wissenschaft, Detmold, S. 109–134.
- Führ, M. (2017): Der Dieselskandal und das Recht – Ein Lehrstück zum technischen Sicherheitsrecht, *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht* 2017, S. 265.
- Führ, M. (2020): Chemikalien. In: Ehlers, D.; Fehling, F.; Pünder, H. (Hrsg.): *Besonderes Verwaltungsrecht*, Band 2, § 58, C.F. Müller, Heidelberg.
- Führ, M. (2021): Technikrecht und Standardisierung. In: Wegener, B. W. (Hrsg.): *Enzyklopädie Europarecht [EnzEuR]*, Band 8, Europäische Querschnittpolitiken, § 4, 2. Auflage, Nomos, Baden-Baden, S. 229 ff.
- Führ/Bizer, *Praktisches Vorgehen in der interdisziplinären Institutionenanalyse*, 2022 sowie die Darstellung unter <https://www.sofia-darmstadt.de/wir-ueber-uns/delta-analyse>.
- Führ, M. (2024): *Gemeinschaftskommentar zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (GK-BImSchG)*, 3. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln.
- Gabriel, I.: Artificial Intelligence, Values, and Alignment. *Minds & Machines* 30 (2020), 411–437.
- Gabriel, I.; Manzini, A.; Keeling, G.; Hendricks, L.; Rieser, V.; Iqbal, H.; Tomašev, N.; Ktena, I.; Kenton, Z.; Rodriguez, M.; El-Sayed, S.; Brown, S.; Akbulut, C.; Trask, A.; Hughes, E.; Bergman, A.; Shelby, R.; Marchal, N.; Griffin, C.; Mateos-Garcia, J.; Weidinger, L.; Street, W.; Lange, B.; Ingerman, A.; Lentz, A.; Enger, R.; Barakat, A.; Krakovna, V.; Siy, J.; Kurth-Nelson, Z.; McCroskery, A.; Bolina, V.; Law, H.; Shanahan, M.; Alberts, L.; Balle, B.; de Haas, S.; Ibitoye, Y.; Dafoe, A.; Goldberg, B.; Krier, S.; Reese, A.; Witherspoon, S.; Hawkins, W.; Rauh, M.; Wallace, D.; Franklin, M.; Goldstein, J.; Lehman, J.; Klenk, M.; Vallor, S.; Biles, C.; Morris, M.; King, H.; Agüera y

Arcas, B.; Isaac, W.; Manyika, J. (2024): The Ethics of Advanced AI Assistants, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.16244>.

Gailhofer, P.; Scherf, C. S. (2019): Regulierung der Datenökonomie. Ansätze einer ökologischen Positionierung, Öko-Institut Working Paper, <https://www.oeko.de/publikation/regulierung-der-datenoekonomie-ansaeetze-einer-oekologischen-positionierung> (01.02.2025).

Gailhofer, P.; Franke, J. (2021): Datenregulierung als sozial-ökologische Weichenstellung, ZUR 10/2021 (2021), S: 532–541.

Gailhofer, P.; Herold, A.; Urrutia, C.; Braungardt, S.; Köhler, A. R.; Scherf, C.-S.; Schemmel, J.-P. (2021): The role of Artificial Intelligence in the European Green Deal, Study for the special committee on Artificial Intelligence in a Digital Age (AIDA), Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2c3de271-525a-11ec-91ac-01aa75ed71a1> (01.02.2025).

Gailhofer, P.; Führ, M.; Gröger, J. (2023): Policy Brief: The European Parliament’s amendments to the AI Act. A plausible approach for the “Ecological Alignment” of AI?, <https://www.oeko.de/publikation/policy-brief-the-european-parliaments-amendments-to-the-ai-act/> (01.02.2025).

Gailhofer, P.; Scherf, C.-S. (2023): Liability of Private Actors in International Law, in: Gailhofer, P.; Krebs, D.; Schmalenbach, K.; Proelß, A.; Verheyen, R. (Hrsg.), Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, Springer Nature 2023, S. 85–129, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-13264-3_4.

Gailhofer, P. (2023), Functions and Objectives of Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, in: Gailhofer, P.; Krebs, D.; Schmalenbach, K.; Proelß, A.; Verheyen, R. (Hrsg.), Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm, Springer Nature 2023, S. 9–42, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-13264-3_2.

Galaz, V.; Centeno, M.A.; Callahan, P.W.; Causevic, A.; Patterson, T.; Brass, I.; Baum, S.; Farber, D.; Fischer, J.; Garcia, D.; McPhearson, T.; Jimenez, D.; King, B.; Lacey, P.; Levy, K., Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability, Technology in Society, Vol. 67, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101741>.

Gassner, E. (2023): Natürliche Lebensgrundlagen für die künftigen Generationen gem. Art. 20a GG, NVwZ 2023, S. 480–483.

Geiregat, S. (2022): The Data Act: Start of a New Era for Data Ownership?, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4214704 (25.03.2025).

Gelbrich, K.; Timmermann, D. (2021): Der Mangelbegriff im Kaufrecht nach Umsetzung der WKRL und DURL, Neue Juristische Online-Zeitschrift 2021, S. 1249–1257.

Gelhaar, J.; Gürpınar, T.; Henke, M.; Otto, B. (2021): Towards a Taxonomy of Incentive Mechanisms for Data Sharing in Data Ecosystems; Conference Paper: Twenty-fifth Pacific Asia Conference on Information Systems, Dubai, UAE, https://www.researchgate.net/publication/352857138_Towards_a_Taxonomy_of_Incentive_Mechanisms_for_Data_Sharing_in_Data_Ecosystems (01.02.2025).

Gesellschaft für Freiheitsrechte, Grundrechtsbindung sozialer Netzwerke, März 2022, <https://www.stiftung-mercator.de/de/publikationen/grundrechtsbindung-sozialer-netzwerke/>.

Gigerenzer, G.; Gassmaier, W (2022): Heuristic Decision Making, Annual Review of Psychology 62 (2011), S. 411–482, <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-120709-145346>.

Gilbert, T.K. (2021): Mapping the Political Economy of Reinforcement Learning Systems: The Case of Autonomous Vehicles, Berkeley Policy and Practice White-Paper, 2021, <https://simons.berkeley.edu/news/mapping-political-economy-reinforcement-learning-systems-case-autonomous-vehicles>

Glinski, C. (2018) UN-Leitprinzipien, Selbstregulierung der Wirtschaft und Deliktsrecht: Alternativen zu verpflichtenden Völkerrechtsnormen für Unternehmen? In: Krajewski M (Hrsg.) Staatliche Schutzpflichten und unternehmerische Verantwortung für Menschenrechte in globalen Lieferketten, FAU University Press, Erlangen.

Goldstein, N; Cialdini, R.; Griskevicius, V. (2008): A Room with a Viewpoint: Using Social Norms to Motivate Environmental Conservation in Hotels, Journal of Consumer Research 35 (2008), S. 472–482, <https://doi.org/10.1086/586910>.

- v. Grafenstein, M.; Hölzel, J.; Irgmaier, F.; Pohle, J. (2018): Nudging, Regulierung durch Big Data und Verhaltenswissenschaften (ABIDA Gutachten), https://www.abida.de/sites/default/files/ABIDA-Gutachten_Nudging.pdf (01.02.2025).
- v. Grafenstein, M.; Wernick, A. (2020): Data Governance 1: Erforschung einer gemeinsamen Forschungsgrundlage, online verfügbar unter: <https://www.hiig.de/project/data-governance-1/>
- v. Grafenstein, M. (2022): Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance. An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the Data Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR), HIIG Discussion Paper Series 2022-2, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4104502 (01.02.2025).
- Greenhill, S.; Druckenmiller, H.; Wang, S.; Keiser, D.; Giroto, M.; Moore, J.; Yamaguchi, N.; Todeschini, A.; Shapiro, J. (2024), Machine learning predicts which rivers, streams, and wetlands the Clean Water Act regulates, *Science* 383 (2024), 406–412.
- Gritsenko, D.; Wood, M. (2022): Algorithmic governance: A modes of governance approach. *Regulation & Governance*, 16(1), 45-62.
- Gröger, J.; Behrens, F.; Gailhofer, P.; Hilbert, I. et al. (2025): Environmental Impacts of Artificial Intelligence. Evaluation of current trends and compilation of an overview study for Greenpeace e.V., Hamburg. Online verfügbar unter: <https://www.greenpeace.de/publikationen/20250514-greenpeace-studie-umweltauswirkungen-ki.pdf>.
- Grossmann, I.; Feinberg, M.; Parker, D.; Chiristakis, N.; Tetlock, P.; Cunningham, W. (2023), AI and the transformation of social science research, *Science* 380 (2023), 1108–1109.
- GSMA & A.T. Kearney (2018): The Data Value Chain. London: GSMA.
- Habigt, L.; Hamacher, L.; Tryjanowski, A.; Zschiesche, M.; Schmidt, A.; Heß, F.; Teßmer, D. (2021): Wissenschaftliche Unterstützung des Rechtsschutzes in Umweltangelegenheiten in der 19. Legislaturperiode, UBA-Texte 149/2021, Umweltbundesamt (Hrsg.), https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_149-2021_wissenschaftliche_unterstuetzung_des_rechtsschutzes_in_umweltangelegenheiten_in_der_19._legislaturperiode_0.pdf (22.04.2025).
- Hacker, P. (2019): Daten als Gegenleistung: Rechtsgeschäfte im Spannungsfeld von DS-GVO und allgemeinem Vertragsrecht, *ZfPW* 2019, S. 148–197.
- Hacker, P.; Engel, A.; Maurer, M. (2023): Regulating ChatGPT and other Large Language Models, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2302/2302.02337.pdf> (01.02.2025).
- Hacker, P. (2023a): Die Regulierung von ChatGPT et al. – ein europäisches Trauerspiel, *GRUR* 2023, S. 289 f.
- Hacker, P. (2023b): Sustainable AI Regulation, Working Paper, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn>.
- Hacker, P.; Engel, A.; Mauer, M. (2023): Regulating ChatGPT and other Large Generative AI Models, in: FAccT '23: Proceedings of the 2023 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, S. 1112–1123, <https://doi.org/10.1145/3593013.3594067>.
- Han, B.-C. (2014): Psychopolitik: Neoliberalismus und die neuen Machttechniken, 2. Auflage, S. Fischer, Frankfurt am Main.
- Härtel, I. (2019): Digitalisierung im Lichte des Verfassungsrechts – Algorithmen, Predictive. Policing, autonomes Fahren, *LKV* 2019, 49.
- Hassan, S.; De Filippi, P. (2017), The Expansion of Algorithmic Governance: From Code is Law to Law is Code, *Field Actions Science Reports*, Special Issue 17 (2017), S. 88–90.
- Heiling, J.; Kempt, H.; Nagel, S. K. (2023): Beware of sustainable AI! Uses and abuses of a worthy goal. *AI And Ethics*, <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00259-8>.
- He, Y.; Li, Y.; Wu, J.; Sui, Y.; Chen, Y.; Hooi, B. (2025): Evaluating the Paperclip Maximizer: Are RL-Based Language Models More Likely to Pursue Instrumental Goals? *arXiv:2502.12206v1 [cs.AI]* 16 Feb 2025.

- Helberger, N.; Lynske, O.; Micklitz, H.-W.; Rott, P.; Sax, M.; Strycharz, J. (2021): EU Consumer Protection 2.0, Structural Asymmetries in Digital Consumer Markets, A joint report from research conducted under the EUCP2.0 project, <https://hdl.handle.net/11245.1/81f5aca7-6b01-4ade-90fa-e02d3024bc3a> (22.04.2025).
- Hellgardt, A. (2016): Regulierung und Privatrecht: Staatliche Verhaltenssteuerung mittels Privatrecht und ihre Bedeutung für Rechtswissenschaft, Gesetzgebung und Rechtsanwendung (Vol. 207). Mohr Siebeck.
- Hentschel, A. (2018): Ausgestaltung der Betreiberpflichten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes im Hinblick auf energieeffizienzbezogene Maßnahmen zur Luftreinhaltung, UBA-Texte 54/2018, Dessau-Roßlau, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ausgestaltung-der-betreiberpflichten-des-bundes> (01.02.2025).
- Heukelom, F. (2011): Behavioral Economics Chapters. In: Davis, J. B.; Wade Hands, D. (Hrsg.): The Elgar Companion to Recent Economic Methodology, chapter 2, Edward Elgar Publishing, <https://doi.org/10.4337/9780857938077.00007>.
- Herbst, C. (1996): Risikoregulierung durch Umwelthaftung und Versicherung, Duncker & Humblot, Berlin.
- Hilty, L. M.; Naumann, S.; Kern, E.; Filler, A.; Guldner, A.; Gröger, J. (2017): Kriterienkatalog für nachhaltige Software, https://www.umwelt-campus.de/fileadmin/Umwelt-Campus/Greensoft/Kriterienkatalog_nachhaltige_Software_v01_2017-05-31.pdf (01.02.2025).
- Hinteregger, M. (2019) Environmental Liability. In: Viñuales JE, Lees E (eds.) Oxford Handbook of Comparative Environmental Law, Oxford University Press, Oxford, 1025-1043.
- Hoeren, T.; Ernstsneider, T. (2004): Das neue Geräte- und Produktsicherheitsgesetz und seine Anwendung auf die IT-Branche, MMR 8/2004, https://www.itm.nrw/wp-content/uploads/geraete_und_produktsicherheitsgesetz.pdf (01.02.2025).
- Hoffmann-Riem, W. (1997): Tendenzen in der Verwaltungsrechtsentwicklung, DÖV 1997, 433.
- Hoffmann-Riem, W. (2006): Innovationsoffenheit und Innovationsverantwortung durch Recht, AöR 131 (2006), 255 ff.
- Hoffmann-Riem, W. (2012). In: Hoffmann-Riem, W.; Schmidt-Aßmann, E.; Voßkuhle, A. (Hrsg.): Grundlagen des Verwaltungsrechts, Bd. II, 2. Aufl., C. H. Beck, München.
- Hoffmann-Riem, W. (2016): Selbstregulierung, Selbstregulierung und regulierte Selbstregulierung im digitalen Kontext, in: Fehling, M.; Schliesky, U. (Hrsg.): Neue Macht- und Verantwortungsstrukturen in der digitalen Welt, Nomos, Baden-Baden, <https://doi.org/10.5771/9783845276014>.
- Hoffmann-Riem, W. (2017): Verhaltenssteuerung durch Algorithmen – Eine Herausforderung für das Recht, Archiv des öffentlichen Rechts 142(1), S. 1-42, <https://www.jstor.org/stable/48678248> (22.04.2025).
- Hoffmann-Riem, W. (2020): Digitale Disruption und Transformation. Herausforderungen für Recht und Rechtswissenschaft. In Digitale Disruption und Recht (143-195). Nomos.
- Hoffmann-Riem, W. (2022): Recht im Sog der digitalen Transformation, Schriften zum Recht der Digitalisierung 11, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Hooker, S. (2021), Moving beyond algorithmic bias is a data problem, Patterns Volume 2, Issue 4, 9 April 2021, 100241.
- Horkheimer, M.; Adorno, T. W. (2009): Dialektik der Aufklärung, Philosophische Fragmente, 18. Auflage, S. Fischer Verlag, Frankfurt am Main.
- Horner, N. C.; Shehabi, A.; Azevedo, I. (2016): Known unknowns: indirect energy effects of information and communication technology, Environmental Research Letters 11, 103001, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/103001>.
- Hummel, D.; Maedche, A. (2019): How Effective Is Nudging? A Quantitative Review on the Effect Sizes and Limits of Empirical Nudging Studies, Journal of Behavioral and Experimental Economics 80, S. 47–58, <https://doi.org/10.1016/j.socec.2019.03.005>.
- Hunecke, M. (2022): Psychologie und Klimakrise. Psychologische Erkenntnisse zum klimabezogenen Verhalten und Erleben, Springer, Berlin, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-66260-1>.

- Ives, A. (2015): Neoliberalism and the concept of governance: Renewing with an older liberal tradition to legitimate the power of capital, *Mémoire(s), identité(s), marginalité(s) dans le monde occidental contemporain*, 14/2015, <https://doi.org/10.4000/mimmoc.2263>.
- Jaeger-Erben, M.; Poppe, E.; Wagner, E.; Schaefer, A.; Druschke, J.; Gröger, J.; Behrens, F. (2023): Analyse der softwarebasierten Einflussnahme auf eine verkürzte Nutzungsdauer von Produkten, UBA Texte 13/2023, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_13-2023_analyse_der_softwarebasierten_einflussnahme_auf_eine_verkuerzte_nutzungsdauer_von_produk-ten.pdf (01.02.2025).
- Jaume-Palasi, L. (2019): Why we are failing to understand the societal impact of artificial intelligence. *Social Research: An International Quarterly*, 86(2), S. 477-498.
- Jetzke, T.; Richter, S.; Ferdinand, J.-P.; Schaaf, S. (2019): Künstliche Intelligenz im Umweltbereich, Anwendungsbeispiele und Zukunftsperspektiven im Sinne der Nachhaltigkeit, UBA Texte 56/2019, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-04_texte_56-2019_uba_ki_fin.pdf (01.02.2025).
- Jia, K; Zang, N. (2022): Categorization and eccentricity of AI risks: a comparative study of the global AI guidelines, *Electronic Markets* 32 (2022), 59–71.
- Gärditz, K.F. (2023): § 4, in: Kahl/Gärditz, *UmweltR* 13. Aufl. 2023, § 4.
- Kallbekken, S.; Sælen, H (2013): ‘Nudging’ hotel guests to reduce food waste as a win–win environmental measure, *Economics Letters* 119 (2013), S. 325–327, <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.03.019>.
- Kaplow L.; Shavell, S. (1999): *Economic Analysis of Law*. National Bureau of Economic Research, Working Paper 6960, Cambridge.
- Karinshak, E.; Liu, S. X.; Park, J. S.; Hancock, J. T. (2023): Working with AI to persuade: Examining a large language model's ability to generate pro-vaccination messages. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 7(CSCW1), 1-29.
- Kasirzadeh, A. (2024): Two Types of AI Existential Risk: Decisive and Accumulative, <https://arxiv.org/html/2401.07836v2> (22.04.25).
- Keßler, O. (2017): *Intelligente Roboter – neue Technologien im Einsatz – Voraussetzungen und Rechtsfolgen des Handelns informationstechnischer Systeme*, Multimedia und Recht 2017, S. 589–594.
- Kerber, W. (2023): Governance of IoT Data: Why the EU Data Act Will not Fulfill Its Objectives, *GRUR International* 72(2), <https://doi.org/10.1093/grurint/ikac107>.
- Kirchglässner, G. (2013): *Homo oeconomicus – Das ökonomische Modell individuellen Verhaltens und seine Anwendung in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*, 4. Auflage, Mohr-Siebeck, Tübingen.
- Kirchhefer-Lauber, A. (2021): *Digitales Kaufrecht 2022 – Die deutsche Umsetzung der Warenkaufrichtlinie*, Juristische Schulung 2021, S. 918–922.
- Klindt, T.; Schucht, C. (Hrsg.) (2021): *Produktsicherheitsgesetz – Kommentar*, 3. Auflage, C. H. Beck, München.
- Kloepfer, M. (2016): *Umweltrecht*, 4. Auflage, C. H. Beck, München.
- Kloppenburger, S.; Gupta, A.; Kruk, S.; Makris, S.; Bergsvik, R.; Korenhof, P.; Solman, H.; Toonen, H. (2022): Scrutinizing environmental governance in a digital age: New ways of seeing, participating, and intervening, *One Earth* 5(3), S. 232–241, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.02.004>.
- Kobayashi, K.; Bahaaddin Alam, S. (2024): Explainable, interpretable, and trustworthy AI for an intelligent digital twin: A case study on remaining useful life, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 129, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107620>.
- Kochenderfer, M. J.; Wheeler, T. A.; Wray, K. H. (2022): *Algorithms for decision making*, MIT press, Cambridge.
- Kolbe, F. (2017): *Freiheitsschutz vor staatlicher Gesundheitssteuerung – Grundrechtliche Grenzen paternalistischen Staatshandelns*, Nomos, Baden-Baden.
- Kollek, A.; Orwat, C. (2020): Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen – ein Überblick, *TAB Hintergrundpapier* Nr. 24, <https://doi.org/10.5445/IR/1000127166>.

- Kondor, D.; Hafez, V.; Shankar, S.; Wazir, R.; Karimi, F. (2024): Complex systems perspective in assessing risks in artificial intelligence, *Phil. Trans. R. Soc. A.*, <https://doi.org/10.1098/rsta.2024.0109>.
- Konsumentverket (2021): Underlagsrapport 2021:1, Barriers to a well-functioning digital market. Effects of visual design and information disclosures on consumer detriment, <https://www.medvetenkonsumtion.se/wp-content/uploads/2021/05/Konsumentverket-underlagsrapport-barriers-digital-market.pdf> (22.04.2025).
- Korbmacher, A. (2023): Aktuelle Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts zum Umweltrecht, *NVwZ* 2023, S. 945–948.
- Kosinski, M.; Stillwell, D.; Graepel, T. (2013): Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 15 (2013), S. 5802–5805, <https://doi.org/10.1073/pnas.1218772110>.
- Krämer, L. (2023): Die Rechtsprechung der EU-Gerichte zum Umweltschutz im Jahr 2022, *ZUR* 2023, S. 397–399.
- Krebs, D. (2022): Environmental Due Diligence Obligations in Home State Law with Regard to Transnational Value Chains. In: Gailhofer, P.; Krebs, D.; Schmalenbach, K.; Proelß, A.; Verheyen, R. (Hrsg.): *Corporate Liability for Transboundary Environmental Harm*, Springer International Publishing, Basel, S. 245–352, <https://doi.org/10.1007/978-3-031-13264-3>.
- Kreßner, M. (2018): Gesteuerte Gesundheit, Grund und Grenzen verhaltenswissenschaftlich informierter Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention, *Studien aus dem Max-Planck-Institut für Sozialrecht und Sozialpolitik*, Band 71, <https://doi.org/10.5771/9783845293257>.
- Kreuzer, T.; Papapetrou, P.; Zdravkovic, J. (2024a): Artificial intelligence in digital twins—A systematic literature review, *Data & Knowledge Engineering* Vol. 151, <https://doi.org/10.1016/j.datak.2024.102304>.
- Kreuzer, T.; Papapetrou, P.; Zdravkovic, J. (2024b): AI Explainability Methods in Digital Twins: A Model and a Use Case, Konferenz-Papier, https://conferences.big.tuwien.ac.at/biweek2024/pdfs/biweek2024_paper_91.pdf (22.04.2025).
- Krüger, J.; Lischka, K. (2018): Damit Maschinen den Menschen dienen: Lösungsansätze, um algorithmische Prozesse in den Dienst der Gesellschaft zu stellen; Arbeitspapier im Auftrag der Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2018019>.
- Küstner, M (2023): Amazon entflechten? Gutachten zur wettbewerblichen Zweckmäßigkeit und rechtlichen Umsetzbarkeit einer Entflechtung des Amazon-Konzerns, *Lobbycontrol* 2023, <https://www.lobbycontrol.de/wp-content/uploads/gutachten-amazon-entflechten-lobbycontrol.pdf> (22.04.2025).
- Kunkel, S.; Schmelzle, F.; Niehoff, S.; Beier, G. (2023): More sustainable artificial intelligence systems through stakeholder involvement?. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 32(1), S. 64–70.
- Landmann, R.; Rohmer, G. (2024): *Kommentar zum Umweltrecht*, 105. Auflage, C. H. Beck, München.
- Lange, S.; Santarius, T.; Dencik, L. et al. (12 more authors) (2022) *Digital Reset. Redirecting Technologies for the Deep Sustainability Transformation*. Report. TU Berlin, Berlin. <https://doi.org/10.14279/depositonce-16187.2>.
- Leike J.; Krueger, D.; Everitt, T.; Miartic, M.; Maini, V.; Legg, S. (2018): Scalable agent alignment via reward modeling: a research direction, 2018, arXiv:1811.07871, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1811.07871>.
- Leiser, M.; Santos, C. (2024): Dark Patterns, Enforcement, and the Emerging Digital Design Acquis: Manipulation beneath the Interface, *European Journal of Law and Technology*, Vol. 15 No. 1 (2024), <https://ejlt.org/index.php/ejlt/article/download/990/1084/4299> (22.04.2025).
- Leiser, M. (2024): Psychological Patterns and Article 5 of the AI Act: AI-Powered Deceptive Design in the System Architecture and the User Interface. *Journal of AI law and Regulation* 1(1), S. 5–23, <https://doi.org/10.21552/aire/2024/1/4>.
- Lenk, K. (2016): Die neuen Instrumente der weltweiten digitalen Governance. *VM Verwaltung & Management*, 22(5), S. 227–240.
- Lepsius, O. (2010): Ziele der Regulierung, in: Fehling/Ruffert (Hrsg.), *Regulierungsrecht*, Mohr-Siebeck, Tübingen.
- Lessig, L. (1999): *Code and Other Laws of Cyberspace*, Basic Books, New York.

- Lewin, D.; Führ, M.; Roller, G. (2005): Entwurf für ein „Umweltverantwortlichkeitsgesetz“ zur Umsetzung der EG-Umwelthaftungs-Richtlinie, sofia- Diskussionsbeiträge zur Institutionenanalyse Nr. 05-3, Darmstadt, <https://www.sofia-darmstadt.de/fileadmin/Dokumente/Diskussion/2005/Diss-05-3.pdf> (01.02.2025).
- Li, Y. (2025): AI-Driven Change Detection in Satellite Imagery: Enhancing GIS Applications for Environmental Monitoring, *Theoretical and Natural Science* 83, S. 187–192, <https://doi.org/10.54254/2753-8818/2025.20124>.
- Liang, P.; Bommasani, R.; Creel, K.; Reich, R. (2022): The Time Is Now to Develop Community Norms for the Release of Foundation Models, Stanford Center for Research on Foundation Models, <https://crfm.stanford.edu/2022/05/17/community-norms.html> (28.03.2025).
- Lightman, H.; Kosaraju, V.; Burda, Y.; Edwards, H.; Baker, B.; Lee, T.; Leike, J.; Schulman, J.; Sutskever, I.; Cobbe, K. (2023): Let's Verify Step by Step, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.20050>.
- Lindner, N.; Giusti, M.; Samuelsson, B. (2022): Pro-environmental habits: An underexplored research agenda in sustainability science, *Ambio* 51, S 546–556, <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01619-6>.
- Lindner, N.; Lindahl, T.; Borgström, S. (2018): Using behavioural insights to promote food waste recycling in urban households – Evidence from a longitudinal field experiment, *Frontiers in Psychology* 9, S. 1–13, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00352>.
- Liu, R.; Gailhofer, P.; Gensch, C. O.; Köhler, A.; Wolff, F. (2019): Impacts of the digital transformation on the environment and sustainability: Issue paper under task 3 from the “service contract on future EU environment policy”, Öko-Institut for the European Commission, Freiburg.
- Lomborg, S.; Kaun, A.; Scott Hansen, S. (2023): Automated decision-making: toward a people-centred approach. *Sociology Compass*, 17(8), e13097.
- Lučić, M. (2019): Transparency in Nudging: How much does it matter?, Masterarbeit, <https://doi.org/10.25365/thesis.56202>.
- Luccioni, A. S.; Strubell, E.; Crawford, K. (2025): From Efficiency Gains to Rebound Effects: The Problem of Jevons' Paradox in AI's Polarized Environmental Debate, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.16548>.
- Lüdemann, J. (2004): Edukatorisches Staatshandeln, Steuerungstheorie und Verfassungsrecht am Beispiel der staatlichen Förderung von Abfallmoral, Nomos, Baden-Baden.
- Luguri, J.; Strahilevitz, J. (2018): Shining a Light on Dark Patterns, *Journal of Legal Analysis* 13 (2021), S. 43–109; <https://doi.org/10.1093/jla/laaa006>.
- Luhmann, N. (1978): Legitimation durch Verfahren, 3. Auflage, Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Mabina, P.; Mukoma, P.; Booyesen, M. (2021), Sustainability matchmaking: Linking renewable sources to electric water heating through machine learning, *Energy & Buildings* 246 (2021) Volume 246, 1 September 2021, 111085.
- de Macedo Schäfer, N., Schweinberg, M. J., Stenzel, M., & von Grafenstein, M. (2023): Data Governance im Spannungsfeld datengetriebener Verwaltung. Herausforderungen von Kommunen bei der Etablierung einer Smart City Administration, HIIG Discussion Paper Series No. 2023-04.
- Majone, G. (1997): From the positive to the regulatory state: causes and consequences of changes in the mode of governance, *J. Publ. Policy* 17 (1997), 262 ff.
- Mallinger, K.; Purcell, W.; Neubauer, T. (2022): Systemic design requirements for sustainable Digital Twins in precision livestock farming. In: Berckmans et al. (Hrsg.), *Precision Livestock Farming '22*, 2022, 718–725.
- Martini, M. (2019): Blackbox Algorithmus, Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz, Springer, Berlin/Heidelberg, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59010-2>.
- Martini, M.; Kolain, M.; Ruschemeier, H. (2020): Erforderlichkeit und Ansätze zur Regulierung algorithmenbasierter Entscheidungsprozesse aus Umweltsicht, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- Martini, M.; Drews, C.; Seeliger, P.; Weinzierl, Q. (2021): Dark Patterns, Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung, *Zeitschrift für Digitalisierung und Recht* 1 (2021), S. 47–74.
- Martini, M.; Haußecker, D.; Wagner, D (2022): Das Datennutzungsgesetz als digitalpolitischer Ordnungsrahmen für die Monetarisierung kommunaler Daten, *NVwZ – Extra* 11/2022, S. 1871 f.

- Martini, M.; Ruschemeier, H. (2021): Künstliche Intelligenz als Instrument des Umweltschutzes, *Zeitschrift für Umweltrecht* 2021, S. 515–532.
- Martens, S. (2022): Schuldrechtsdigitalisierung, Einführung in die Änderungen des Kauf- und Verbraucherrechts, insbesondere in die Regelungen der Verträge über digitale Produkte (§§ 327ff. BGB), C. H. Beck, München.
- Maschewski, F.; Nosthoff, A.-V. (2022): Überwachungskapitalistische Biopolitik: Big Tech und die Regierung der Körper, *Zeitschrift für Politikwissenschaften* 32 (2022), S. 429–455.
- Masing, J. (2003): Grundstrukturen eines Regulierungsverwaltungsrechts, *Die Verwaltung* 36 (2003), 1.
- Mathur, A.; Acar, G.; Friedman, M.; Lucherini, E.; Mayer, J.; Chetty M.; Narayanan, A. (2019): Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites, *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, Volume 3, Article No. 81, S. 1–32, <https://doi.org/10.1145/3359183>.
- Mayer, M.; Möllnitz, C. (2021): Gewährleistung für „smarte“ Produkte nach Umsetzung der Digitale Inhalte- und Warenkauf-Richtlinien, *Recht Digital* 2021, S. 333–340.
- Mayer-Schönberger, V.; Ramge, T. (2018): *Das Digital: Das neue Kapital – Markt, Wertschöpfung und Gerechtigkeit im Datenkapitalismus*, Ullstein, Berlin.
- McTear, M. (2022): *Conversational ai: Dialogue systems, conversational agents, and chatbots*. Springer Nature.
- Meller-Hannich, C.; Höland, A.; Nöhre, M.; Ekert, S.; Gelbrich, K.; Poel, L.; Hundertmark, L.; Moder, A. (2023): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Erforschung der Ursachen des Rückgangs der Eingangszahlen bei den Zivilgerichten“, Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), https://www.bmj.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fachinformationen/Abschlussbericht_Eingangszahlen_Zivilgerichte.html (22.04.2025).
- Merchant, R. M.; Asch, D.; Crutchley, P.; Ungar, L.; Guntuku, S.; Eichstaedt, J.; Hill, S.; Padrez, K.; Smith, R.; Schwartz A. (2019): Evaluating the predictability of medical conditions from social media posts, *PLOS ONE* 14, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215476>.
- Mertens, S.; Herberz, M.; Hahnel, U. J. J.; Brosch, T. (2022), The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioural domains, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119, <https://doi.org/10.1073/pnas.2107346118>.
- Metzinger, Th. (2021): Künstliche Intelligenz und „Ethics Washing“, „Wir haben keine seriösen Experten für angewandte Ethik der KI“, Interview im Deutschlandfunk am 11.06.2021, <https://www.deutschlandfunk.de/kuenstliche-intelligenz-und-ethics-washing-wir-haben-keine-100.html> (09.06.2024).
- Meyer-Abich, M (2001) *Haftungsrechtliche Erfassung ökologischer Schäden*. Nomos, Baden-Baden
- Micheli, M.; Ponti, M.; Craglia, M.; Berti Suman, A. (2020): Emerging models of data governance in the age of datafication, *Big Data & Society* 7(2), <https://doi.org/10.1177/2053951720948087>.
- Micheli, M.; Farrell, E.; Carballa-Smichowski, B.; Posada-Sánchez, M.; Signorelli, S.; Vespe, M. (2023): Mapping the landscape of data intermediaries Emerging models for more inclusive data governance, Publications Office of the European Union, Luxembourg, <https://doi.org/10.2760/261724>.
- Mirbarye, M.; Marx, J.; Germies, J. (2022): Conscious Commerce – Digital Nudging and Sustainable E-commerce Purchase Decisions, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.08696>.
- Mitra, S; Kaur, R. (2024): All About the Bias: Mapping and Mitigating Bias Across the AI Value Chain, Blogbeitrag vom 23.09.2024, <https://aapti.in/blog/all-about-the-bias-mapping-and-mitigating-bias-across-the-ai-value-chain/> (22.04.2025).
- Möllers, C.; Weinberg, N. (2021): Die Klimaschutzentscheidung des Bundesverfassungsgerichts, *JZ* 2021, 1068 ff.
- Möstl, M. (2011): Perspektiven des Regulierungsrechts, *GewArch* 2011, 265 (272)
- Möstl, M (2015): Hoheitliche Verbraucherinformationen: Grundfragen und aktuelle Entwicklungen, In: *Lebensmittel & Recht* 19(6), S. 185–192.
- Mousmouti, M. (2018): Making Legislative Effectiveness an Operational Concept: Unfolding the Effectiveness Test as a Conceptual Tool for Lawmaking, *European Journal of Risk Regulation*, 9 (2018), S. 445–464, <https://doi.org/10.1017/err.2018.53>.

- Mozorov, Evgeny; Bria, Francesca (2018), Rethinking the Smart City. Democratizing Urban Technology, City Series, #5, Rosa Luxemburg Stiftung, New York Office, Januar 2018. Online verfügbar unter https://sachsen.ro-salux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/sonst_publicationen/rethinking_the_smart_city.pdf (22.05.2025).
- Muckel, S. (2020): Wandel des Verhältnisses von Staat und Gesellschaft – Folgen für Grundrechtstheorie und Grundrechtsdogmatik, VVDStRL 79 (2020), 245.
- Mühlhoff, R. (2018): Digitale Entmündigung und «User Experience Design». Wie digitale Geräte uns nudgen, tracken und zur Unwissenheit erziehen, Leviathan – Berlin Journal of Social Sciences 46, S. 551–574.
- Mühlhoff, R. (2019a): Menschengestützte Künstliche Intelligenz. Über die soziotechnischen Voraussetzungen von «deep learning», Zeitschrift für Medienwissenschaft, Jg. 11, Heft 21 (2/2019): Künstliche Intelligenzen, S. 56–64, <https://doi.org/10.25969/mediarep/12633>.
- Mühlhoff, R. (2019b): Human-Aided Artificial Intelligence. Or, How to Run Large Computations in Human Brains?, New Media & Society 22, S. 1868–1884, <https://doi.org/10.1177/1461444819885334>.
- Mühlhoff, R. (2020): Predictive privacy: Collective data protection in the context of artificial intelligence and big data, Big Data & Society 10, <https://doi.org/10.1177/20539517231166886>.
- Mühlhoff, R. (2023): Die Macht der Daten. Warum Künstliche Intelligenz eine Frage der Ethik ist, Osnabrücker Universitätsreden, Band 10, V+R Unipress, Göttingen <https://www.vr-elibrary.de/doi/book/10.14220/9783737015523> (28.03.2025).
- Mühlhoff, R.; Ruschemeier H. (2024): Regulating AI with Purpose Limitation for Models, Journal of AI Law and Regulation 1 (2024), S. 24–39, <https://doi.org/10.21552/aire/2024/1/4>.
- Muñoz-de-Bustillo Llorente, R.: A Critical Review of the Digital and Green Twin Transitions. Implications, synergies and trade-offs., European Commission, Seville, 2024, JRC140036.
- Münscher, R.; Vetter, M.; Scheuerle, T. (2016): A Review and Taxonomy of Choice Architecture Techniques, Journal of Behavioural Decision Making 29, <https://doi.org/10.1002/bdm.1897>.
- Nau, T. (2022): Geburt der Umweltpopularklage in Deutschland?, JuWissBlog Nr. 64/2022 v. 16.11.2022, <https://www.juwiss.de/64-2022/> (22.03.2025).
- Natarajan, H. K.; de Paula, D.; Dremel, C.; Uebernickel, F. (2022): A Theoretical Review on AI Affordances for Sustainability, AMCIS 2022 Proceedings 13, https://aisel.aisnet.org/amcis2022/sig_green/sig_green/13 (01.02.2025).
- National Energy Technology Laboratory (2020): AI in oil and gas production: advancing an industry into the future, 2020, <https://netl.doe.gov/node/9600> (22.04.2025).
- Nativi, S.; Craglia, M.; Sciallo, L. (2022): MyDigitalTwin: Exploratory Research Report (No. JRC129917). Joint Research Centre.
- Newell, P. (2001): Access to Environmental Justice? – Litigation against TNCs in the South. IDS Bulletin 32(1): 83–93.
- Ng, K.S.; Yang-Zhao, S.; Cadogan-Cowper, T. (2025), The Problem of Social Cost in Multi-Agent General Reinforcement Learning: Survey and Synthesis, arXiv:2412.02091v2 [cs.AI] 13 Apr 2025.
- Novelli, C.; Floridi, L.; Sartor, G.; Teubner, G. (2025): AI as Legal Persons: Past, Patterns, and Prospects, SSRN Electronic Journal, <https://doi.org/10.2139/ssrn.5032265>.
- OECD (2014): Data-Driven Innovation. Big Data for Growth and Well-Being. OECD Publishing Paris, https://www.oecd.org/en/publications/data-driven-innovation_9789264229358-en.html (25.03.2025).
- OECD (2021a): Good Practice Principles for Data Ethics in the Public Sector, OECD Public Governance Policy Papers, https://www.oecd.org/en/publications/oecd-good-practice-principles-for-data-ethics-in-the-public-sector_caa35b76-en.html (25.03.2025).
- OECD (2021b): Recommendation of the Council on Artificial Intelligence, OECD/LEGAL/0449, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449> (01.02.2025).
- OECD (2022a): Dark Commercial Patterns, OECD Digital Economy Papers Oktober 2022, Nr. 336, https://www.oecd.org/en/publications/dark-commercial-patterns_44f5e846-en.html.

- OECD (2022b): OECD Framework for the Classification of AI systems, OECD Digital Economy Papers, No. 323, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/cb6d9eca-en>.
- OECD (2022c): Measuring the environmental footprint of AI compute and applications – the AI footprint, OECD Digital Economy Papers 341, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/11/measuring-the-environmental-impacts-of-artificial-intelligence-compute-and-applications_3d4dded5/7babf571-en.pdf (22.04.2025).
- OECD (2023): OECD Digital Government Index: Results and key findings, OECD Public Governance Policy Papers, Nr. 44, Paris, <https://doi.org/10.1787/1a89ed5e-en>.
- OECD (2024a): Governing with Artificial Intelligence: Are governments ready?, OECD Artificial Intelligence Papers, No. 20, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/dee339a8-en>.
- OECD (2024b): Digital Technologies for Better Enforcement of Waste Regulation and Elimination of Waste Crime, OECD Digital Economy Papers, No. 234, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/6739f625-en>.
- O’Neil, C. (2016): Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy, Crown Publishing Group, New York City.
- Othman, A. (2024): Designing an open-source LLM interface and social platforms for collectively driven LLM evaluation and auditing, <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13697.57440>.
- Paal, B.; Wais, N. (2022): Ein Update für das BGB: Die Umsetzungen der Warenkauf- und Digitale-Inhalte-Richtlinie im Überblick, Deutsches Steuerrecht 2022, S. 1164–1168.
- Pan, X; Dai, J.; Fan, Y.; Luo, M.; Li, C.; Yang, M. (2025), Large language model-powered AI systems achieve self-replication with no human intervention, arXiv:2503. [cs.AI].
- Parkel, G.; van Alstyne, M.; Choudary S. (2016): Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy – and How to Make Them Work for You, W. W. Norton & Company, New York City.
- Patterson, D.; Gonzalez, J.; Le, Q.; Liang, C.; Munguia, L. M.; Rothchild, D.; Dean, J. (2021): Carbon emissions and large neural network training. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10350>.
- Polcher, A.; Krause, M.; Stoesser, J.; Budde, S.; Theunis, J.; Geerts, L.; Moch, K.; Gailhofer, P.; von Vittorelli, L.; Pierre, G.; Batura, O.; Larmi, I.; Heidecke, L.; Nguyen, N.; Pieters, R. (2023): Study on streamlining chemicals data, interoperability, dissemination, re-use and the use of all available data, and on the establishment of a data generation mechanism for the purpose of safety assessments in the context of the European Chemicals Regulatory Framework (Data generation study) (European Commission, DG ENV), Brüssel, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b7b6698e-8cdd-11ee-8aa6-01aa75ed71a1/language-en> (18.12.2024).
- Posner, RA, Landes, WM (1980) The Positive Economic Theory of Tort Law. Georgia Law Review 15, S. 851-924.
- Puntiroli, M.; Pino, G.; Bezencon, V.; Lemarie, L. (2019): When Technology Backfires and When It Succeeds: Positive and Negative Effects of Eco-Efficient Automation on Consumers’ Choices, in NA - Advances in Consumer Research Volume 47, in: Bagchi, R.; Block, L.; Lee, L. Duluth, M. (Hrsg.): Association for Consumer Research, 2019.
- Rabari, C.; Storper, M. (2015): The digital skin of cities: urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data, Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 8(1) (2015)
- Ramesohl, S.; Sebestyén, J.; Berg, H. (2022): Datenökosysteme für die Nachhaltigkeitstransformation, Studie im Auftrag von Huawei Technologies Deutschland GmbH, Wuppertal, https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/8060/file/8060_Datenoekosysteme.pdf (01.02.2025).
- Raue, P; Hegemann, J. (2017): Münchner Anwaltshandbuch Urheber- und Medienrecht, 2. Auflage, C. H. Beck, München.
- Rahwan, I.; Cebrian, M.; Obradovich, N.; Bongard, J.; Bonnefon, J.-F.; Breazeal, C.; Crandall, J.; Christakis, N.; Couzin, I.; Jackson, M.; Jennings, N.; Kamar, E.; Kloumann, I.; Larochelle, H.; Lazer, D.; McElreath, R.; Mislove, A.; Parkes, D.; Pentland, S.; Roberts, M.; Shariff, A.; Tenenbaum, J.; Wellman, M. (2019), Machine Behavior, Nature 568, 477-486 (2019).

Rehbinder E (1976) Controlling the Environmental Enforcement Deficit: West Germany. *The American Journal of Comparative Law* 24(3): 373-390.

Rehbinder, E.; Burgbacher, H.-G.; Knieper, R. (1972): Ein Betriebsbeauftragter für den Umweltschutz?, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Rehbinder, E. (2018): Stoffrecht. In: Rehbinder, E.; Schink, A. (Hrsg.), *Grundzüge des Umweltrechts*, 5. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin, S. 1203–1292.

Reich, J. (2013): Regulierung, Regulierungsrecht und Regulatory State – Rechtsdogmatische Potenziale des Regulierungsbegriffs in verwaltungsrechtsvergleichender, rechtshistorischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive, 2013, <https://forhistiur.net/legacy/articles/1305reich.html>

René, G.; Sayegh, P.; Petersen, C.; Pletts, C.; Richardson, D.; Stockburger, P.; Tanenblatt, E. (2023): Verses AI, The Future of Global AI Governance, <https://spatialwebfoundation.org/wp-content/uploads/2024/10/The-Future-of-Global-AI-Governance-Full-Report-July-2023.pdf> (23.04.2025).

Reuel, A.; Bucknall, B.; Casper, S.; Fist, T.; Soder, L.; Aarne, O.; Hammond, L.; Ibrahim, L.; Chan, A.; Wills, P.; Anderljung, M.; Garfinkel, B.; Heim, L.; Trask, A.; Mukobi, G.; Schaeffer, R.; Baker, M.; Hooker, S.; Solaiman, I.; Lucioni, A.; Rajkumar, N.; Moës, N.; Ladish, J.; Bau, D.; Bricman, P.; Guha, N.; Newman, J.; Bengio, Y.; South, T.; Pentland, A.; Koyejo, S.; Kochenderfer, M.; Trager, R. (2024): Open Problems in Technical AI Governance, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.14981>.

Rieder, T. (2015): Procreation, Adoption and the Contours of Obligation, *Applied Philosophy* 32, S. 293–309, <https://doi.org/10.1111/japp.12099>.

Rix, C.; Leiting, T.; Holst, L. (2022): Herausforderungen der Preisbildung datenbasierter Geschäftsmodelle in der produzierenden Industrie, in: Rohde, M.; Bürger, M.; Peneva, K.; Mock, J. (Hrsg.): *Datenwirtschaft und Datentechnologie*, Springer Vieweg, Berlin, S. 49-69, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-65232-9>.

Robbins, S.; van Wynsberghe, A. (2022): Our New Artificial Intelligence Infrastructure: Becoming Locked into an Unsustainable Future, *Sustainability* 2022, 14, 4829, <https://doi.org/10.3390/su14084829>

Rodseth, H.; Schjolberg, P. (2016), Data-driven Predictive Maintenance for Green Manufacturing, *Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation*, 2016, <https://www.atlantispress.com/proceedings/iwama-16/25862216> (22.04.2025).

Rogge, M. (2022): Risk, Uncertainty and the Future of Corporate Human Rights Due Diligence, CRI Working No. 81, https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/centers/mrcbg/files/CRI_81_AWP_FINAL.pdf (25.03.2025).

Rohde, F.; Wagner, J.; Reinhard, P.; Petschow, U.; Meyer, A.; Voß, M.; Mollen, A. (2021): Nachhaltigkeitskriterien für künstliche Intelligenz, Entwicklung eines Kriterien- und Indikatorensets für die Nachhaltigkeitsbewertung von KI-Systemen entlang des Lebenszyklus (Schriftenreihe des IÖW 220/21), Berlin, https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2021/IOEW_SR_220_Nachhaltigkeitskriterien_fuer_Kuenstliche_Intelligenz.pdf (01.02.2025).

Rohde, M.; Eisenträger, M.; Wittenbrink, N.; Straub, S.; Gabriel, P. (2022): Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz von der Begleitforschung zum Technologieprogramm „Smarte Datenwirtschaft“, https://www.digitale-technologie.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SDW/2022_11_15_Datenmetriken_Studie.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (01.02.2025).

Roth-Isigkeit, D. (2020): Staatshaftungsrechtliche Aspekte des Einsatzes automatisierter Entscheidungssysteme in der öffentlichen Verwaltung, *Archiv des öffentlichen Rechts* 2020, S. 321–351, <https://doi.org/10.1628/aoer-2020-0015>.

Royal Society, *Digital technology and the planet*, 2020, <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/digital-technology-and-the-planet/digital-technology-and-the-planet-report.pdf>

Ruffert, M. (1999): Regulierung im System des Verwaltungsrechts, *AöR* 124 (1999).

Säcker, F.; Rixecker, R.; Oetker, H.; Limpert, B. (Hrsg.) (2022): *Münchener Kommentar zum BGB*, 9. Auflage, C. H. Beck, München.

- Sahr, A. (2022): Die monetäre Maschine, Eine Kritik der finanziellen Vernunft, C. H. Beck, München.
- Sakao, T.; Funk, P.; Matschewsky, J.; Bentsson, M.; Ahmed, M. (2021): AI-LCE: Adaptive and Intelligent Life Cycle Engineering by applying digitalization and AI methods – An emerging paradigm shift in Life Cycle Engineering, *Procedia CIRP* 98, S. 571–576, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.153>.
- Salzborn, N.; Gailhofer, P. (2023): Regulierung für die doppelte Transformation: Wie die KI-Verordnung zu einem Meilenstein werden kann, *Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)* 2023, S. 577 f.
- Samila, S. (2024): *Chain of Thought Reasoning, the New LLM Breakthrough*, <https://blog.iese.edu/artificial-intelligence-management/2024/chain-of-thought-reasoning-the-new-llm-breakthrough/>
- Sanderson, J.: Personalized Content Delivery with Generative AI: A New Frontier in Marketing, 2023, <https://www.progress.com/blogs/personalized-content-delivery-generative-ai-new-frontier-marketing>
- Sastry, G.; Heim, L.; Belfield, H.; Anderljung, M.; Brundage, M.; Hazell, J.; O'Keefe, C.; Hadfield, G. K.; Ngo, R.; Pilz, K.; Gor, G.; Bluemke, E.; Shoker, S.; Egan (2024): Computing Power and the Governance of Artificial Intelligence, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.08797>.
- Saßmannshausen, J.; Schäfer, P. H. (2022): Datenqualitätssicherung entlang der Datenwertschöpfungskette im Industriekontext. In: Rohde, M.; Bürger, M.; Peneva, K.; Bock, J. (Hrsg.): *Datenwirtschaft und Datentechnologie, Wie aus Daten Wert entsteht*, Springer Vieweg, Berlin, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-65232-9>.
- Schenten, J.; Führ, M.; Bizer, K. (2017): Overcoming Nanomaterial Uncertainties: A Responsive Governance Framework. In: Matthis, K. (Hrsg.), *Economic Analysis of Law in European Legal Scholarship* (Vol. 4), Springer, Heidelberg, S. 281–303, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-50932-7_11 (01.02.2025).
- Schieferdecker, I.; Bruns, L.; Cuno, S.; Flügge, M.; Isakovic, K.; Klessmann, J.; Lämmel, P.; Stadtkewitz, D.; Tcholtchev, N.; Lange, C.; Imbusch, B.; Strauß, L.; Vastag, A.; Flocke, F.; Kraft, V. (2018): *Urbane Datenräume – Möglichkeiten von Datenaustausch und Zusammenarbeit im urbanen Raum*, Fraunhofer FOKUS, Berlin, <http://doi.org/10.24406/publica-fhg-299136>.
- Schimikowski, P. (2002): *Umwelthaftungsrecht und Umwelthaftpflichtversicherung*. 6. Aufl., Verlag Versicherungswirtschaft, Karlsruhe
- Schink, A.; Reidt, O.; Mitschang, S. (2023): *Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz / Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz: UVPG / UmwRG*, Kommentar, 2. Auflage, C. H. Beck, München.
- Schlegel, V.; Bharath, A. A.; Zhao, Z.; Yee, K. (2025): Generating Synthetic Data with Formal Privacy Guarantees: State of the Art and the Road Ahead, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.20846>.
- Schomerus, T.; Beermann, J.; Habigt, L.; Konopatzki, P.; Lütkemeyer, E. M.; Saiger, A.-J.; Sperfeld, F.; Stracke, K.; Zschiesche, M. (2020): Evaluation des Umweltinformationsgesetzes (UIG) – Analyse der Anwendung der Regelungen des UIG und Erschließung von Optimierungspotentialen für einen ungehinderten und einfachen Zugang zu Umweltinformationen, Rechtsgutachten, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-des-umweltinformationsgesetzes-uig> (22.04.2025).
- Schrotter, G.; Hürzeler, C.: The digital twin of the city of Zurich for urban planning. *PFG J. Photogramm. Remote Sens. Geoinf. Sci.* 88 2020, S. 1, <https://doi.org/10.1007/s41064-020-00092-2>.
- Schlacke, S.; Tonner, K. (2015): Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, UBA-Texte 72/2015, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf (23.04.2025).
- Schneider, I. (2019): Regulierungsansätze in der Datenökonomie, *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)*, S. 24–26, <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/292347/regulierungsansaetze-in-der-datenoekonomie/> (01.02.2025).
- Schoch, F. (2008): Gewährleistungsverantwortung: Stärkung der Privatrechtsgesellschaft?, *NVwZ* 2008, S. 241 (245).
- Schomerus, T. (2020): Evaluation des Umweltinformationsgesetzes (UIG) – Analyse der Anwendung der Regelungen des UIG und Erschließung von Optimierungspotentialen für einen ungehinderten und einfachen Zugang zu Umweltinformationen. Anhang A: Rechtsgutachten, UBA TEXTE 235/2020

- Schucht, C. (2013): Der Handel mit gebrauchten Arbeitsmitteln im Spannungsfeld von Produktsicherheits- und Betriebssicherheitsrecht, *Neue Juristische Wochenschrift* 2013, S. 967-970.
- Schröder, M.; Kühne, J. P. (2023): Thermofenster vor dem VG Schleswig, *NZV* 2023, S. 441.
- Schütze, T.; Spitzer, C.; Wichardt, P. (2023): Nudging: An Experiment on Transparency, Controlling for Reactance and Decision Time, CESifo Working Paper No. 10599, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4538047 (28.03.2025).
- Schuppert, G. F. (2022), Verwaltungsorganisation und Verwaltungsorganisationsrecht, in: Voßkuhle, A.; Eiffert, M.; Möllers, C. (Hrsg.), *Grundlagen des Verwaltungsrechts I*, § 17 Rn. 13 ff
- Schwarz-Geschka, M.: Kurze Einführung in die Szenariotechnik, Geschka GmbH, Darmstadt 2023, https://geschka.de/wp-content/uploads/2024/05/Szenariotechnik_20240502.pdf (28.04.2025).
- Schweihoff, J.; Jussen, I.; Möller, F. (2023): Trust me, I'm an Intermediary! Exploring Data Intermediation Services. In *Proceedings of the 18th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Paderborn, https://www.researchgate.net/publication/371990357_Trust_me_I%27m_an_Intermediary_Exploring_Data_Intermediation_Services (25.03.2025).
- Schweitzer, H.; Peitz, M. (2017): Datenmärkte in der digitalisierten Wirtschaft: Funktionsdefizite und Regelungsbedarf?, *ZEW Discussion Paper No. 17-043*, <https://d-nb.info/1193496039/34> (22.04.2025).
- Seager, T; Selinger, E; Wiek, A. (2012): Sustainable Engineering Science for Resolving Wicked Problems, *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 25, S. 467–484, <https://doi.org/10.1007/s10806-011-9342-2>.
- Seger, B. T.; Burkhardt, J.; Straub, F.; Scherz, S.; Nieding, G. (2023): Reducing the Individual Carbon Impact of Video Streaming: A Seven-Week Intervention Using Information, Goal Setting, and Feedback, *Journal of Consumer Policy* 46 (2023), S. 137–153, <https://doi.org/10.1007/s10603-023-09536-9>.
- Seibt, C. (1994): *Zivilrechtlicher Ausgleich ökologischer Schäden*. Mohr Siebeck, Tübingen.
- Shavell, S. (1983): *Liability for Harm Versus Regulation of Safety*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 1218, Cambridge.
- Sheeran, P.; Webb, T (2016): The Intention-Behavior Gap, *Social & Personality Psychology Compass* 10, S. 503–518, <https://doi.org/10.1111/spc3.12265>.
- Shwartz-Ziv, R.; Tishby, N. (2017): Opening the black box of deep neural networks via information. *arXiv preprint arXiv:1703.00810*.
- Skeba, P.; Baumer, E. (2020): Informational Friction as a Lens for Studying Algorithmic Aspects of Privacy, *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 4 (2020), S. 1–22, <https://doi.org/10.1145/3415172>.
- Skoric, V.; Sileno, G.; Ghebreab, S. (2023): Human rights in AI impact assessment: insights from pilot implementations, normative frameworks, and a proposal, <https://www.ippapublicpolicy.org/file/per/6476ec2fe5c7f.pdf> (28.08.2025).
- Skoric, V.; Ghebreab, S.; Sileno, G. (2024): Roles of Standardised Criteria in Assessing Societal Impact of AI, online zugänglich unter: <https://gsileno.net/articles/CAI2024.pdf> (28.08.2025).
- Slee, T.: The Incompatible Incentives of Private Sector AI, in: Dubber et al. (Hrsg.), *Oxford Handbook of Ethics of Artificial Intelligence*, 2019.
- Smyth, C.; Dennehy, D.; Fosso Wamba, S.; Scott, M.; Harfouche, A.: Artificial intelligence and prescriptive analytics for supply chain resilience: a systematic literature review and research agenda, *International Journal of Production Research*, 2024, Vol. 62, No. 23, 8537–8561, <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2341415>,
- Solano, J. P.; de Souza, S.; Taylor, L. (2022): Governing data and artificial intelligence for all. Models for sustainable and just data governance. Study, Panel for the Future of Science and Technology, European Parliamentary Research Service, [https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_STU\(2022\)729533](https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_STU(2022)729533) (01.02.2025).
- Specht-Riemenschneider, L. (2022): Der Entwurf des Data Act, Eine Analyse der vorgesehenen Datenzugangsansprüche im Verhältnis B2B, B2C und B2G, *Belage zu MMR – Zeitschrift für das Recht der Digitalisierung, Datenwirtschaft und IT*, 9/2022, S. 809-826, https://www.jura.uni-bonn.de/fileadmin/Fachbereich_Rechtswissenschaft/Einrichtungen/Lehrstuehle/Specht/Dateien/MMR-Beilage.pdf (25.03.2025).

Spiecker genannt Döhrmann, I. (2021): Information Management, in: Cane, P.; Hofmann, H.; Ip, E.; Lindseth, P. (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Comparative Administrative Law*, 2021, S. 690.

Spindler, G. (2020): Verantwortlichkeiten von IT-Herstellern, Nutzern und Intermediären, Rechtsgutachten 2007, aktualisiert 2020, <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/0473951db54575c45949f39e0463c3ad.pdf/Gutachten%20IT-Sicherheit%2020018-2010.pdf> (01.02.2025).

SRU (2023): SRU-Sondergutachten: Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern, https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2020_2024/2023_05_SG_Umweltfreundliches_Verhalten.html (25.03.2025).

Staudinger, A.; Artz, M. (2022): *Neues Kaufrecht und Verträge über digitale Produkte*, Einführung in das neue Recht, C. H. Beck, München.

Steege, H. (2021): Auswirkungen von künstlicher Intelligenz auf die Produzentenhaftung in Verkehr und Mobilität. *NZV-Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht*, 34(1).

Steinbach, K. (2021): *Regulierung algorithmenbasierter Entscheidungen. Grundrechtliche Argumentation im Kontext von Artikel 22 DSGVO*, Duncker & Humblot, Berlin.

Stern, P. (2000): Toward a coherent theory of environmentally significant behaviour. *Journal of Social Issues* 56(3), S. 407–424, <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00175>.

Storzer, T. (2022): Die umweltrechtliche Verbandsklage lernt Auto fahren, Was die Entscheidung Deutsche Umwelthilfe vs. Bundesrepublik Deutschland für die deutsche Justiziabilität bedeutet, <https://verfassungsblog.de/umweltrechtliche-verbandsklage/> (22.04.2025).

Stray, J. (2020): Aligning AI Optimization to Community Well-Being, *International Journal of Community Well-Being* 3; S. 443–463.

Steyvers, M.; Kumar, A. (2023): Three Challenges for AI-Assisted Decision Making, *Perspectives on Psychological Science* 19 (2023), <https://doi.org/10.1177/17456916231181102>.

Straub, W. (2002): Software als Produkt, *Jusletter* 18. März 2002, <https://www.it-recht.ch/wp-content/uploads/2014/11/Straub-Software-als-Produkt-jusletter-18.03.2002.pdf> (30.05.2025).

Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2020): Energy and policy considerations for modern deep learning research. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence* (Vol. 34, No. 09, 13693 ff.).

Stubenrauch, J. (2021): Übertragbarkeit des BVerfG-Beschlusses zum Klimaschutz auf andere Umweltbereiche am Beispiel Phosphor, *ZUR* 2021, S. 617

Sun, X.; Yin, D.; Qin, F. (2023): Revealing influencing factors on global waste distribution via deeplearning based dumpsite detection from satellite imagery, *Nature Communications*, Vol. 14/1, 2023, <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37136-1>.

Sung Park, J.; Zou, C.; Shaw, A.; Hill, B.; Cai, C.; Morris, M.; Willer, R.; Liang, P.; Bernstein, M. (2024): Generative Agent Simulations of 1,000 People, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.10109>.

Suleyman, M.; Bhaskar, M. (2023): *The Coming Wave, Künstliche Intelligenz, Macht und das größte Dilemma des 21. Jahrhunderts*, C. H. Beck, München.

Susser, D.; Roessler, B.; Nissenbaum, H. (2019): Online Manipulation: Hidden Influences in a digital world, *Georgetown Law Technology Review* 4 (2019), <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3306006>.

Tangi, L.; Van Noordt, C.; Combetto, M.; Gattwinkel, D.; Pignatelli, F. (2022): *AI Watch. European landscape on the use of Artificial Intelligence by the Public Sector*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, <https://doi.org/10.2760/39336>.

Tante, I'm sorry HAL, I won't let you do that, Vortrag bei der re:publica v. 05.06.2023, <https://www.youtube.com/watch?v=3LlvHF-IX9Y> (22.04.2025).

Technopolis; IÖW (2024): *Metastudie „Nachhaltigkeitseffekte der Digitalisierung“*. Eine Auswertung aktueller Studien zur (quantitativen) Bemessung der Umwelteffekte durch die Digitalisierung, Berlin, https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2024/Metastudie_Nachhaltigkeitseffekte-der-Digitalisierung_Stede-et-al-2024.pdf (22.04.2025).

- Teller, M. (2021): Legal aspects related to the digital twin, *Phil. Trans. R. Soc. A* 379 (2207) (2021), <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0023>.
- Tessler, M.; Bakker, M.; Jarrett, D.; Sheahan, H.; Chadwick, M.; Koster, R.; Evans, G.; Campbell-Gillingham, L.; Collins, T.; Parkes, D.; Botvinick, M.; Summerfield, C. (2024): AI can help humans find common ground in democratic deliberation, *Science* 386, Issue 6719, <https://doi.org/10.1126/science.adq2852>.
- Thaler, R. H.; Sunstein, C.; Balz, J. P. (2013): Choice architecture. In: Shafir, E. (Hrsg.): *The Behavioural Foundations of Public Policy*, Princeton university Press, Princeton, S. 428–439, <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.4195.2321>.
- Thaler, R. H.; Sunstein, C. (2022): *Nudge, Wie man kluge Entscheidungen anstößt*, Ullstein Verlag, Berlin.
- Thomas, C.; Roberts, H.; Mokander, J.; Tsamados, A. (2024): The case for a broader approach to AI assurance: addressing “hidden” harms in the development of Artificial Intelligence, *SSRN Electronic Journal*, January 2024, <https://doi.org/10.2139/ssrn.4660737>.
- Thorun, C.; Diels, J.; Vetter, M.; Reisch, L.; Bernauer, M.; Micklitz, H.; Rosenow, J.; Forster, D.; Sunstein, C. (2017): *Nudge-Ansätze beim nachhaltigen Konsum: Ermittlung und Entwicklung von Maßnahmen zum „Anstoßen“ nachhaltiger Konsummuster*, UBA Texte 69/2017, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-22_texte_69-2017_nudgeansaetze_nach-konsum_0.pdf (30.05.2025).
- Touvron, H., Martin, L., Stone, K., Albert, P., Almahairi, A., Babaei, Y., ... & Scialom, T. (2023). Llama 2: Open foundation and fine-tuned chat models, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.09288>.
- Towfigh, E.; Petersen, N (2023): *Ökonomische Methoden im Recht, Eine Einführung für Juristen*, 3. Auflage, Mohr-Siebeck, Frankfurt am Main.
- Traut, D.; Mayer, J. (2022): Grenzkostenfreie IoT-Services in den Datenmarktplätzen der Zukunft, in: Rohde, M.; Bürger, M.; Peneva, K.; Mock, J. (Hrsg.): *Datenwirtschaft und Datentechnologie. Wie aus Daten Wert entsteht*, Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Springer Vieweg, S. 11-29, https://doi.org/10.1007/978-3-662-65232-9_3.
- Tversky, A.; Kahneman, D (1979): Availability: A Heuristic for Judging Frequency and Probability, *Cognitive Psychology* 42, S. 207-232, <https://people.umass.edu/biep540w/pdf/Tversky%20availability.pdf> (22.04.2025).
- Tversky, A.; Kahneman, D (1974): Judgment under uncertainty: heuristics and biases, *Science* 185 (1974), S. 1124–1131, <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>.
- Ulbricht, L.; Yeung, K. (2022): Algorithmic regulation: A maturing concept for investigating regulation of and through algorithms. *Regulation & Governance*, 16(1), 3-22
- United Nations General Assembly (2011): Report of the Special Representative of the Secretary-General on the issue of human rights and transnational corporations and other business enterprises, John Ruggie, Guiding Principles on Business and Human Rights: Implementing the United Nations “Protect, Respect and Remedy” Framework, UN A/HRC/17/31, <https://digitallibrary.un.org/record/705860?v=pdf> (25.03.2025).
- Usländer, T.; Baumann, M.; Boschert, S.; Rosen, R.; Sauer, O.; Stojanovic, L.; Wehrstedt, J. C. (2022): Symbiotic Evolution of Digital Twin Systems and Dataspaces, *Automation* 3(3), S. 378–399, <https://doi.org/10.3390/automation3030020>.
- van Dam, C. (2014), *European Tort Law*. Oxford University Presse, Oxford
- van Valkengoed, A.; Abrahamse, W.; Steg, L. (2022): To select effective interventions for pro-environmental behaviour change, we need to consider determinants of behaviour, *Nature Human Behaviour* 6, 1482–1492, <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01473-w>.
- Veil, R. (2022): Begriff, Ziele und Regulierungskonzepte, in: Veil, R. (Hrsg.), *Europäisches und deutsches Kapitalmarktrecht*, 3. Aufl. 2022, § 2.
- Verheyen, R.; Hölzen, K. (2022): Kommunaler Klimaschutz im Spannungsfeld zwischen Aufgabe und Finanzierung am Beispiel der kommunalen Wärmeplanung und des kommunalen Klimaschutzmanagements, *Rechtsgutachten*, <https://www.germanwatch.org/sites/default/files/rechtsgutachten-kommunaler-klimaschutz.pdf> (22.04.2025).

- Vermeulen, M.; Lemoine, L. (2024): From ChatGPT to Google's Gemini: when would generative AI products fall within the scope of the Digital Services Act?, London School of Economics Blog, 12.02.2024, <https://blogs.lse.ac.uk/medialse/2024/02/12/from-chatgpt-to-googles-gemini-when-would-generative-ai-products-fall-within-the-scope-of-the-digital-services-act/> (22.04.2025).
- Verplanken, B.; Wood, W. (2006): Interventions to break and create consumer habits, *Journal of Public Policy & Marketing* 25, S. 90–103, <https://doi.org/10.1509/jppm.25.1.90>.
- Vieth, K.; Wagner, B. (2017): Teilhabe ausgerechnet, Wie algorithmische Prozesse Teilhabechancen beeinflussen können, *Impuls Algorithmenethik* #2, https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Teilhabe_ausgerechnet.pdf (22.04.2025).
- Viljoen, S. (2021), A Relational Theory of Data Governance, *Yale Law Journal* 131:573.
- Villalobos, P.; Sevilla, J.; Heim, L.; Besiroglu, T.; Hobbhahn, M.; Ho, A. (2024): Will we run out of data? An analysis of the limits of scaling datasets in Machine Learning, <https://arxiv.org/pdf/2211.04325.pdf> (22.04.2025).
- Voßkuhle, A. (2003): Beteiligung Privater an der Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben und staatliche Verantwortung, *VVDStRL* 62 (2003).
- Voßkuhle, A. (2013): *Umweltschutz und Grundgesetz*, NVwZ 2013, S. 1 ff.
- Wagner, G (1990), *Kollektives Umwelthaftungsrecht auf genossenschaftlicher Grundlage*. Schriften zum Umweltrecht Vol. 16, Duncker und Humblot, Berlin
- Weber, B.; Achenbach, M. (2023): Legal governance for BIM – rights management and lawful data use. In: Biondini, F.; Frangopol, D. M. (Hrsg.), *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems*, Taylor & Francis, Boca Raton / London / New York / Leiden, S. 3292–3299, <http://dx.doi.org/10.1201/9781003323020-402>.
- Weber, B.; Gernert, R. (2022): Data Governance – Datenteilung in Ökosystemen rechtskonform gestalten. In: Rohde, M.; Eisenträger, M.; Wittenbrink, N.; Straub, S.; Gabriel, P. (Hrsg.): *Datenqualität und Datenqualitätsmetriken in der Datenwirtschaft*, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz von der Begleitforschung zum Technologieprogramm „Smarte Datenwirtschaft“, S. 109–131, https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SDW/2022_11_15_Datenmetriken_Studie.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (01.02.2025)
- Wehde, A. (2023): Forschungsdatenzugang im Digital Services Act (DSA), *Forschungsstelle Datenrecht*, <https://www.forschungsstelle-datenrecht.de/datenzugang-digital-services-act-forscher-data-access-researchers-dsa> (22.04.2025).
- Weidinger, L.; Uesato, J.; Rauh, M.; Griffin, C.; Huan, P.-S.; Mellor, J.; Glaese, A.; Cheng, M.; Balle, B.; Kasirzadeh, A.; Biles, C.; Brown, S.; Kenton, Z.; Hawkins, W.; Stepleton, T.; Birhane, A.; Hendricks, L.A.; Rimell, L.; Isaac, W.; Haas, J.; Legassick, S.; Irving, G.; Gabriel, I. (2022): Taxonomy of Risks posed by Language Models, *FACCT '22*, June 21–24, 2022, Seoul, Republic of Korea, <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3531146.3533088> (30.05.2025).
- Weidinger, L.; McKee, K.R.; Everett, R.; Huang, S.; Zhu, T.; Chadwick, M.; Summerfield, C.; Gabriel, I. (2023): Using the Veil of Ignorance to align AI systems with principles of justice, *PNAS Research Article*, <https://doi.org/10.1073/pnas.2213709120>.
- Weimer-Jehle, W. (2015). Cross-Impact-Analyse. In: Niederberger, M., Wassermann, S. (eds) *Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung*. Springer VS, Wiesbaden, 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01687-6_12
- Weinzierl, Q. (2020a): Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, *NVwZ*, 2020, S. 1087 f.
- Weinzierl, Q. (2020b): Dark Patterns als Herausforderung für das Recht, *Rechtlicher Schutz vor der Ausnutzung von Verhaltensanomalien*, *NVwZ-Extra* 15/2020, S. 1–11.
- Weinzierl, Q. (2024): Dark Patterns und die innere Sphäre der Grundrechte – Grundrechtlicher Schutz vor dem Ausnutzen von Rationalitätsdefiziten, *Mohr Siebeck, Tübingen*, <https://doi.org/10.1628/978-3-16-163429-1>.
- Westerlaken, M.; Gabrys, J.; Urzedo, D.; Ritts, M. (2023): Unsettling Participation by Foregrounding More-than-Human Relations in Digital Forests, *Environmental Humanities* (2023) 15 (1): 87–108.

- Wetterstein, P. (2002): Environmental Damage in the Legal Systems of the Nordic Countries and Germany. In: Bowman, M., Boyle, A. (Hrsg.) Environmental Damage in International and Comparative Law: Problems of Definition and Valuation, Oxford University Press, Oxford, S. 223-242.
- Wewer, J. (2023): Digitalisierung und Nachhaltigkeit, in: Klenk, Nullmeier & Wewer (Hrsg.), Handbuch Digitalisierung Staat und Verwaltung, Springer 2023.
- Wiebe, G. (2019): Produktsicherheitsrechtliche Pflicht zur Bereitstellung sicherheitsrelevanter Software-Updates, Neue Juristische Wochenschrift (NJW) (2019), S. 625–630.
- Wiebe, G. (2022): Die Neuordnung des Produktsicherheits- und Marktüberwachungsrechts, Deutsches Verwaltungsblatt 2022, S. 214.
- Wilke, F. (2021): Das neue Kaufrecht nach Umsetzung der Warenkauf-Richtlinie, Verbraucher und Recht 8, S. 283–293.
- Wolf, A. (2022): § 4, in: Conrad/Grünewald/Kalscheuer/Milker, Öffentlich-rechtliches ÄußerungsR-HdB, 1. Aufl. 2022.
- Wolff, J. (2021): Anreize im Recht, Ein Beitrag zur Systembildung und Dogmatik im Öffentlichen Recht und darüber hinaus, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Xu, J. (2024), Review AI in ESG for Financial Institutions: An Industrial Survey, <https://arxiv.org/pdf/2peziies403.05541> (22.04.2025).
- Yeung, K. (2017): ‘Hypernudge’: Big Data as a mode of regulation by design, Information, Communication & Society 20(1), S. 118–136, <http://dx.doi.org/10.1080/1369118X.2016.1186713>.
- Zarsky, T. (2019): Privacy and Manipulation in the Digital Age, Theoretical Inquires in Law 20(1), S. 157–188.
- Zech, H. (2017): Building a European Data Economy – The European Commission’s Proposal for a Data Producer’s Right, Zeitschrift für geistiges Eigentum (ZGE) 9, S. 317–330, <https://doi.org/10.1628/186723717X15069451170892>.
- Ziekow, J.; Ziemer, T.; Bickmann, F. (2022): Evaluation des Planungssicherstellungsgesetzes (PlanSiG), Abschlussbericht, https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2022/Abschlussbericht_PlanSiG.html (22.04.2025).
- Zimmermann, L.; Schäffler, T. (2023): Inter-organisatorische Data Governance: Vorschlag eines Rollenmodells für einen kooperativen Datenaustausch im Kontext von Logistik 4.0, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 60, S. 38–51, <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/308121/1/s40702-022-00936-y.pdf> (22.04.2025).
- Zuboff, S. (2024): Surveillance Capitalism – Überwachungskapitalismus – Essay, Aus Politik und Zeitgeschichte, 07.06.2019, <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/292337/surveillance-capitalism-ueberwachungskapitalismus-essay/> (09.10.2024).
- ZVKI (2023a): Briefing zur KI-Verordnung Ausgabe 2, 12. Mai 2023, Braucht es mehr Informations- und Auskunftsrechte beim KI-Einsatz? Zentrum für vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz (ZVKI), https://www.zvki.de/storage/publications/2023-05/ZVKI-Briefing-KI-Verordnung_2_Mai-2023.pdf (22.04.2025).
- ZVKI (2023b): Briefing zur KI-Verordnung, Ausgabe 5, 21. September 2023, Risiken bewerten und managen, Zentrum für vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz (ZVKI), https://www.zvki.de/storage/publications/2023-09/kfgVgVbH1/ZVKI-Briefing-KI-Verordnung_Nr5_09-2023.pdf (22.04.2025).
- ZVKI (2023c): Briefing zur KI-Verordnung Briefing zur KI-Verordnung Stand der Verhandlungen und Debatten um die EU-Regulierung zu Künstlicher Intelligenz Ausgabe 7, 15. November 2023, Die KI-Verordnung durchsetzen: Marktüberwachung. Zentrum für vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz (ZVKI), https://www.zvki.de/storage/publications/2023-11/6Y9cLYm_yN/ZVKI-Briefing-KI-VO_Ausgabe_7.pdf (22.04.2025).
- Zweig, K., Algorithmische Entscheidungen: Transparenz und Kontrolle, KAS Analysen & Argumente 338 (2019).
- Zweig, K.; Krafft, T.; Klingel, A.; Park, E. (2021); Sozioinformatik. Ein neuer Blick auf Informatik und Gesellschaft, München.

Zygmuntowski, J. O. (2023): Data Governance in a Trilemma: A Qualitative Analysis of Rights, Values, and Goals in Building Data Commons, Digital Society 30, <http://dx.doi.org/10.1007/s44206-023-00058-y>.