

UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG

05/2024

# Weiterentwicklung der Abgrenzung der Umweltwirtschaft

## Umweltschutzgüter, Adapted Goods und Digitalisierung

von:

Birgit Gehrke, Ulrich Schasse

Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS), Hannover

Katrin Ostertag, Frank Marscheider-Weidemann, Denis Stijepic

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe

unter Mitarbeit von Vivien-Sophie Gulden und Lucy Ottensmeyer (CWS)

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt





UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG 05/2024

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

Forschungskennzahl 3719 14 101 0  
FB001453

Teilbericht

## **Weiterentwicklung der Abgrenzung der Um- weltwirtschaft**

Umweltschutzgüter, Adapted Goods und Digitalisierung

von

Birgit Gehrke, Ulrich Schasse

Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS), Hannover

Katrin Ostertag, Frank Marscheider-Weidemann, Denis  
Stijepic

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung  
(ISI), Karlsruhe

unter Mitarbeit von Vivien-Sophie Gulden und Lucy Ottens-  
meyer (CWS)

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](mailto:buergerservice@uba.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz  
Stresemannstr. 128 – 130  
10117 Berlin  
[service@bmu.bund.de](mailto:service@bmu.bund.de)  
[www.bmu.bund.de](http://www.bmu.bund.de)

### Durchführung der Studie:

Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS) des Instituts für Wirtschaftspolitik, Leibniz Universität Hannover  
Königsworther Platz 1  
30167 Hannover

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)  
Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe

### Abschlussdatum:

Oktober 2022

### Redaktion:

Fachgebiet I 1.4 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen, nachhaltiger Konsum  
Frauke Eckermann; Klara J. Winkler

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1865-0538

Dessau-Roßlau, Mai 2024

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

**Kurzbeschreibung: Weiterentwicklung der Abgrenzung der Umweltwirtschaft**

Die empirischen Analysen zur Produktionsstruktur und internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft basieren auf einer Liste potenzieller Umweltschutzgüter, die von Zeit zu Zeit auf den Prüfstand gestellt werden muss. Auf der Grundlage von amtlichen Daten der Produktions- und Außenhandelsstatistik wird eine Neuabgrenzung der produzierten und international gehandelten Güter, die dem Umweltschutz dienen können, vorgenommen. Neben Umweltschutzgütern spielen umweltfreundliche Güter ("Adapted Goods") eine wesentliche Rolle für den Wandel zu einer "Green Economy". Die Digitalisierung hat großes Potenzial, diesen Wandel und den Umweltschutzbereich allgemein, ob über Umweltschutzgüter, umweltfreundliche Güter oder als "Enabling Technology", zu beeinflussen. Zusätzlich zur Neuabgrenzung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter entwickelt die Studie daher Konzepte zur Erfassung der Adapted Goods und der Auswirkungen der Digitalisierung auf den Umweltschutzbereich.

**Abstract: Further development of the delimitation of the environmental economy**

The empirical analyses of the production structure and international competitiveness of the German environmental economy are based on a list of potential environmental protection goods that must be regularly put to the test. By using official data from the production and foreign trade statistics, a revision of the produced and internationally traded goods that can serve environmental protection is carried out. Like environmental protection goods, environmentally friendly goods (also called adapted goods) play an important role in the transition to a green economy. Digitalization has large potential effects on this transition and on environmental protection in general, which can materialize via environmental protection goods, adapted goods or enabling technology. In addition to redefining the list of potential environmental protection goods, the study therefore develops concepts for capturing Adapted Goods and the impact of digitalization on environmental protection.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Zusammenfassung.....	13
Summary.....	20
1 Einleitung.....	26
2 Überarbeitung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter.....	27
2.1 Gründe für eine Neuabgrenzung.....	27
2.2 Der empirische Ansatz.....	28
2.3 Daten und Kriterien für die Neuabgrenzung.....	29
2.4 Die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter.....	35
2.5 Produktion potenzieller Umweltschutzgüter in Deutschland nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter.....	37
2.6 Anwendung der neuen Liste potenzieller Umweltschutzgüter auf die internationale Außenhandelsstatistik.....	41
2.6.1 Umschlüsselungsmethodik.....	42
2.6.2 Gegenüberstellung des deutschen Außenhandels mit potenziellen Umweltschutzgütern nach alter und neuer Liste 2019.....	43
3 Konzept zur Erfassung umweltfreundlicher Güter (Adapted Goods).....	46
3.1 Definitionsvergleich: Adapted Goods vs. Umweltschutzleistungen in der WBD.....	47
3.2 Prüfung der Übertragbarkeit der Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in GP2019- Kategorien.....	48
3.2.1 Methodische Vorgehensweise.....	48
3.2.2 Allgemeine Resultate: Grenzen der GP2019-Systematik hinsichtlich der Erfassung von Adapted Goods (aus "patentanalytischer" Sicht).....	49
3.2.2.1 Grenze 1: Feinheitsgrad des GP2019-Klassifizierungssystems.....	49
3.2.2.2 Grenze 2: Zur Klassifizierung herangezogene Gütermerkmale.....	49
3.2.2.3 Grenze 3: Kategorisierung von Verfahren und Prozessen.....	50
3.2.2.4 Konsequenzen dieser Grenzen für die Liste der GP2019-Adapted-Goods.....	50
3.2.3 Spezielle Resultate: Potenzielle GP2019-Güterkategorien für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods.....	51
3.2.3.1 Luftreinhaltung/CEPA 1.....	52
3.2.3.2 Klimaschutz/CRReMA 13A (Erneuerbare Energien).....	53
3.2.3.3 Recycling (Allgemeine und stoffspezifische Verfahren aggregiert).....	54

---

3.2.3.4	Polymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe.....	55
3.2.4	Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter (aus Sicht des technologie-/patentorientierten Ansatzes) und Vorschlag für die zukünftige Handhabung.....	55
3.3	Spezialaspekt: Adapted Goods in Energieeffizienzbereichen.....	58
3.3.1	Prüfung der Übertragbarkeit der Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in GP2019-Kategorien und der Erfassung im Umweltschutzgüterbereich.....	58
3.3.1.1	Energieeffizienz in Gebäuden und Geräten.....	58
3.3.1.2	Energieeffizienz im Energiesystem.....	59
3.3.1.3	Industrielle Querschnittstechnologien.....	59
3.3.1.4	Energieeffiziente Mobilität.....	60
3.3.2	Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter um Adapted Goods aus den Energieeffizienzbereichen und Vorschlag für die zukünftige Handhabung.....	61
3.4	Zusammenfassung: Abgrenzungsprobleme (Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter) und Vorschlag für die zukünftige Handhabung.....	62
4	Vertiefungsstudie: Digitalisierung bei Umweltschutzgütern.....	64
4.1	Relevanz von Digitalisierung für den Umweltschutz.....	65
4.2	Messbarkeit.....	69
4.2.1	Ansatz 1: Verbindung von Digitalisierungs- und Umweltschutzsuchstrategien.....	69
4.2.1.1	Konzeptuelle Aspekte: Digitalisierungssuchstrategien und deren Kombination mit Umweltschutzsuchstrategien.....	70
4.2.1.2	Machbarkeitsanalyse am Beispiel Digitalisierung und Energieeffiziente Mobilität.....	71
4.2.2	Ansatz 2: Prüfung der "Cooperative Patent Classification" auf Abschnitte, die Digitalisierung enthalten.....	73
4.3	Fazit und weiterer Forschungsbedarf.....	77
5	Quellenverzeichnis.....	79
A	Anhang: Neue Listen potenzieller Umweltschutzgüter nach GP und HS.....	83

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ebenen des Digitalisierungsbegriffs und Beispiele .....	66
Abbildung 2:	Umweltwirkungsebenen der Digitalisierung .....	67
Abbildung 3:	Entwicklung der Zahl der (globalen) Patentanmeldungen (1990 = 100) im Bereich "Energieeffiziente Mobilität" .....	73
Abbildung 4:	Entwicklung der weltweiten Anzahl der CPC-Y02- Patentanmeldungen mit Digitalisierungsbezug in Relation zu der weltweiten Anzahl der Patentanmeldungen im Bereich "Umwelttechnologien" .....	76
Abbildung 5:	Entwicklung der Zahl der CPC-Y02-Patentanmeldungen mit Digitalisierungsbezug (1990 = 100) .....	76

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beispiele für die Identifikation von potenziellen Umweltschutzgütern anhand des Stichwortverzeichnisses für die Produktionsstatistik .....	30
Tabelle 2:	Beispiele: GP 2221 41 200: Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Zellkunststoff – aus Polymeren des Styrols .....	32
Tabelle 3:	Beispiele: GP 2813 32 009: Teile für Luft- oder Vakuumpumpen, Luft- oder andere Gaskompressoren .....	33
Tabelle 4:	Häufigkeit der geprüften und übernommenen GP-Schlüssel (9- Steller) nach Anzahl der zutreffenden Kriterien .....	34
Tabelle 5:	Anzahl der erfassten Gütergruppen (GP2019-9-Steller) nach Umweltbereichen in alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	35
Tabelle 6:	Anzahl der erfassten Gütergruppen (GP2019-9-Steller) nach Klimaschutzbereichen in alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	36
Tabelle 7:	Anzahl der erfassten Gütergruppen (GP2019-9-Steller) nach Güterabteilungen in alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	37
Tabelle 8:	Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	38
Tabelle 9:	Struktur der Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	39
Tabelle 10:	Produktion von potenziellen Klimaschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	40

---

Tabelle 11:	Struktur der Produktion von potenziellen Klimaschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	41
Tabelle 12:	Ausfuhren und Einfuhren Deutschlands nach Umweltbereichen 2019 gemäß alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	44
Tabelle 13:	Ausfuhren und Einfuhren Deutschlands an potenziellen Klimaschutzgütern 2019 gemäß alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter .....	45
Tabelle A1:	Neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter nach GP2019 .....	83
Tabelle A2:	Neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter nach HS 2017 .....	116

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
a. n. g.	anderweitig nicht genannt
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CEPA	Classification of Environmental Protection Activities and Expenditure
CLEG	Combined list of environmental goods
CN	combined nomenclature
CNT	carbon nanotubes
CPC	Cooperative Patent Classification
CPU	central processing unit
CReMA	Classification of Resource Management Activities
CWS	Center für Wirtschaftspolitische Studien
DAB	digital audio broadcasting
DECT	digital enhanced cordless telecommunication
Destatis	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
d. h.	das heißt
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DVB	digital video broadcasting
EGSS	Environmental Goods and Services Sector
EV	electric vehicles
FMS	flexible manufacturing systems
F&E	Forschung und Entwicklung
GHG	greenhouse gas
GP	Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken
GP2009	Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken (Ausgabe 2009)
GP2019	Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken (Ausgabe 2019)
GPS	global positioning system
GuD	Gas und Dampf
HDD	hard disk drive
HEV	hybrid-electric vehicles
HS	Harmonisiertes System
H2	Wasserstoff

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>IC</b>	integrated circuit
<b>ICT</b>	information and communication technology
<b>IKT</b>	Informations- und Kommunikationstechnologie
<b>IMS</b>	integrated manufacturing systems
<b>IoT</b>	internet of things
<b>IPC</b>	International Patent Classification
<b>IT</b>	Informationstechnologie
<b>IR</b>	Infrarot
<b>ITO</b>	indium tin oxide
<b>Kfz</b>	Kraftfahrzeug
<b>KMU</b>	kleine und mittlere Unternehmen
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>LED</b>	light emitting diode
<b>M&amp;C</b>	measurement and control technology
<b>Mio.</b>	Million
<b>Mrd.</b>	Milliarde
<b>MSR</b>	Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
<b>O</b>	Sauerstoff
<b>OCR</b>	optical character recognition
<b>OLED</b>	organic light emitting diode
<b>PC</b>	personal computer
<b>PCB</b>	printed circuit board
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>P2P</b>	peer-to-peer
<b>RFID</b>	radio-frequency identification
<b>SMPS</b>	switched-mode power supplies
<b>s. o.</b>	siehe oben
<b>Te</b>	Tellur
<b>TV</b>	Television
<b>u. a.</b>	unter anderem
<b>UN COMTRADE</b>	Außenhandelsdatenbank der Vereinten Nationen

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>USV</b>	unterbrechungsfreie Stromversorgung
<b>UV</b>	ultraviolett
<b>vgl.</b>	vergleiche
<b>VR</b>	virtual reality
<b>W</b>	Watt
<b>WBD</b>	Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz
<b>WLAN</b>	wireless local area network
<b>z. B.</b>	zum Beispiel
<b>z. T.</b>	zum Teil

## Zusammenfassung

Das Umweltbundesamt hat das Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS) der Leibniz Universität Hannover, das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI im Projekt "Wirtschaftsfaktor Umweltschutz" mit der regelmäßigen Analyse und Fortschreibung verschiedener Indikatoren zu den Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland und zur Bewertung der internationalen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft beauftragt.

Die dabei genutzten Daten und Methoden unterliegen der ständigen Überprüfung. Dies betrifft sowohl die Konsequenzen neuer oder veränderter Datenquellen für die verwendete Indikatorik als auch methodische Weiterentwicklungen, die einen ergänzenden oder vertiefenden Einblick in Strukturen und Prozesse der deutschen Umweltschutzwirtschaft ermöglichen. In diesem Band werden die Ergebnisse von methodischen Vertiefungsstudien präsentiert, die im Rahmen des Forschungsprojekts "Wirtschaftsfaktor Umweltschutz" durchgeführt wurden.

### Überarbeitung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter: Methodik

Die empirischen Analysen zur Produktionsstruktur und internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft basieren auf einem produktionswirtschaftlichen Ansatz, bei dem auf amtliche Daten der Produktions- und Außenhandelsstatistik zurückgegriffen wird. Zentrale Voraussetzung dafür ist die Definition und Abgrenzung der produzierten und international gehandelten Güter (angebotsseitig, funktional), die dem Umweltschutz dienen können (potenzielle Umweltschutzgüter). In der Definition von Destatis (2021a, S. 4) umfassen Umweltschutzgüter und -leistungen Umweltaktivitäten, "die Umweltschäden vermeiden, beseitigen oder zumindest reduzieren und Ressourcenmanagementmaßnahmen, die der schonenden Nutzung der natürlichen Rohstoffe dienen". Letztere berücksichtigen vor allem Güter und Leistungen, die dem Klimaschutz dienen.

Der Wechsel vom Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik 2009 (GP 2009) auf die neue Fassung 2019 (GP 2019) erfordert eine erneute Umschlüsselung der Liste und bietet gleichzeitig die Gelegenheit für eine inhaltliche Überarbeitung. Diese ist notwendig, weil

- ▶ die bisher genutzte Liste potenzieller Umweltschutzgüter auf Arbeiten und Daten beruht, die zum Teil zehn Jahre und älter sind und deshalb der Überprüfung bedürfen,
- ▶ es in den vergangenen Jahren eine Reihe von Studien mit alternativen Abgrenzungsansätzen gegeben hat (vgl. z. B. Sauvage 2014, Eurostat 2016b),
- ▶ neue Daten- und Informationsquellen genutzt werden können, um die Funktion von Gütern für Umwelt- und Klimaschutzzwecke besser zu beurteilen.

Die Neuabgrenzung potenzieller Umweltschutzgüter folgt einem mehrstufigen empirischen Ansatz:

Im ersten Schritt wurde die alte Liste potenzieller Umweltschutzgüter (nach GP2009) auf die neue GP2019 umgeschlüsselt, um eine "formale" Vergleichbarkeit herstellen zu können. Zudem wurde als erstes Kriterium für die mögliche Aufnahme von zusätzlichen Positionen in die neue Liste eine Recherche im Stichwortverzeichnis zum Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken durchgeführt. Orientiert an der in der europäischen Statistik zu Environmental Goods and Services (EGSS) verwendeten CEPA<sup>1</sup> und CREMA<sup>2</sup> Klassifikation und den Umweltschlüsselnummern der amtlichen Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (WBD)

<sup>1</sup> Classification of Environmental Protection Activities and Expenditures.

<sup>2</sup> Classification of Resource Management Activities.

wurden GP2019-Positionen identifiziert, deren stichwortartige Beschreibung typische Begriffe wie beispielsweise Abfall, Abwasser, Energie, Solar, Wind, Rückgewinnung enthält.

Zentrales Element der Identifikation potenzieller Umweltschutzgüter ist jedoch die Beurteilung durch die produzierenden Betriebe. Mit ihren aktiven Angaben zum Umsatz mit Umweltschutzgütern und -leistungen im Rahmen der WBD liefern die meldenden Einheiten zentrale Informationen über ihre Beteiligung an der Umweltschutzwirtschaft und die von ihnen am Markt angebotenen Güter und Leistungen. Durch die Kombination dieser Angaben mit den gleichzeitig von den Betrieben im Rahmen der Produktionsstatistik zu meldenden Produktionswerten für einzelne Gütergruppen lässt sich bestimmen, welche Gütergruppen der Produktionsstatistik der Umweltschutzwirtschaft zuzurechnen sind. Hierfür hat das Statistische Bundesamt Daten der Produktionsstatistik und der Statistik der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz anhand der Identifikationsnummer der in beiden Statistiken vertretenen Betriebe zusammengeführt. Daraus wurden verschiedene Fallgruppen gebildet, die Rückschlüsse auf die Güte der identifizierten GP-WBD-Kombinationen zulassen:

- ▶ Fallgruppe 1: Alle Meldungen von Betrieben, bei denen der in der WBD-Statistik gemeldete Umsatz mit Umweltschutzleistungen dem gemeldeten Gesamtumsatz entspricht, wurden – nach inhaltlicher Plausibilitätsprüfung – als solche von "Umweltspezialisten" erfasst.
- ▶ Fallgruppe 2: Meldet ein Betrieb lediglich ein Gut zur Produktionsstatistik und ein oder mehrere Waren zur WBD-Erhebung, wird davon ausgegangen, dass es sich um ein und dasselbe Produkt handelt (Eins-zu-Eins-Fall) oder dieses zumindest Teil der in der WBD-Erhebung aufgeführten Umweltschutzgüter (im Eins-zu-N-Fall) ist. Auch diese Gütergruppen wurden nach einer inhaltlichen Plausibilitätsprüfung den Umweltschutzgütern zugerechnet.
- ▶ Fallgruppe 3: Zählt ein Betrieb nicht zur Fallgruppe 1 ("Umweltspezialisten"), meldet aber mehr als ein Gut im Rahmen der Produktionserhebung und gleichzeitig eine oder mehrere Waren zur WBD-Erhebung (N-zu-N-Fall), ist nicht klar, welche der Produktionsmeldungen mit der oder den WBD-Meldungen korrespondieren. Diese Fälle wurden aus methodischen Gründen nicht weiterverfolgt. (Gehrke, Schasse 2013, S. 16/17)

Gütergruppen (GP2019-9-Steller) kommen als potenzielle Umweltschutzgüter in Frage, wenn mindestens zweimal (d. h. in mindestens 2 der 3 betrachteten Jahren 2019, 2018 und 2016) eine Beziehung der Fallgruppe 1 (Umweltspezialist) oder Fallgruppe 2 (Eins zu N Fall) besteht.

### **Überarbeitung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter: Ergebnisse**

Durch die drei Schlüssellisten für die Jahre 2019, 2018 und 2016, die oben genannte Stichwortsuche sowie die Überprüfung, ob eine GP2019-Gütergruppe auch schon in der umgeschlüsselten alten Liste potenzieller Umweltschutzgüter vorhanden war, ergeben sich fünf Auswahlkriterien. Anhand derer wurden 512 Gütergruppen überprüft und 186 als potenzielle Umweltschutzgüter identifiziert. Es fällt auf, dass sich die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter signifikant von ihrer Vorgängerin unterscheidet. So ist die Hälfte der in der alten Liste enthaltenen Positionen (133 von 267) in der neuen Liste nicht mehr vertreten. Vor allem in den klassischen Umweltbereichen Abfall, Abwasser sowie bei umweltschutzrelevanter Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR) werden nach der neuen Liste deutlich weniger Gütergruppen zu den potenziellen Umweltschutzgütern gezählt als zuvor. Offensichtlich hat sich die Einschätzung der Unternehmen hinsichtlich der Einordnung ihrer Güter als Umweltschutzgüter in den 10 Jahren seit Erstellung der alten Umweltschutzgüterliste in diesen Umweltbereichen merklich verändert. Im Gegensatz dazu ist deren Anzahl im Bereich des Klimaschutzes, d. h. bei Erzeugnissen zur Verbesserung der Energieeffizienz und bei Erneuerbaren Energien leicht angestiegen.

Diese strukturellen Änderungen wie auch die im Vergleich zur alten Liste deutlich geringere Anzahl einbezogener Gütergruppen schlägt sich auch beim Vergleich der Produktionswerte nach alter und neuer Liste nieder, der für die Jahre 2019 und 2020 vorgenommen wurde.

**Tabelle Z1 Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Umweltbereiche	Alte Liste		Neue Liste	
	2019	2020	2019	2020
<b>Produktionswert in Mio. Euro</b>				
Abfall	11.655	10.696	7.731	6.971
Abwasser	20.807	19.806	14.995	14.698
darunter: Schutz u. Sanierung v. Boden, Grund- u. Oberflächenwasser	1.301	1.222	1.098	999
Lärm	6.514	5.666	8.478	7.806
Luft	8.382	8.193	7.540	7.621
wg. Geheimhaltung den bisherigen vier Umweltbereichen nicht zurechenbar	1.121	2.848		
Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR)	8.371	7.804	6.218	5.701
Klimaschutz	33.766	34.354	39.427	39.768
<b>Umweltschutzgüter insgesamt</b>	<b>90.616</b>	<b>89.367</b>	<b>84.388</b>	<b>82.564</b>

Bei "insgesamt" leichte Abweichungen aufgrund von Rundungsungenauigkeiten möglich.

Quelle: Destatis (2022), Berechnungen des CWS.

Der für insgesamt alle potenziellen Umweltschutzgüter auf Basis der neuen Liste ermittelte Produktionswert liegt mit 82 Mrd. Euro im Jahr 2020 deutlich unterhalb des Wertes nach alter Liste mit 89 Mrd. Euro (Tabelle Z1). Dies trifft mit Ausnahme von Gütern zur Lärmvermeidung für die klassischen, primär end-of-pipe-Technologien betreffenden Umweltbereiche Abfallvermeidung, Abwasserbehandlung und Luftreinhaltung, aber auch für umweltschutzrelevante MSR-Güter zu. Lediglich im Bereich der Klimaschutzgüter werden nach neuer Liste deutlich höhere Produktionswerte erzielt als zuvor. Entsprechend ist das Gewicht der Klimaschutzgüter gegenüber den anderen Umweltbereichen deutlich gestiegen und macht nach neuer Liste mit 48 % fast die Hälfte aller potenziellen Umweltschutzgüter aus.

Um den deutschen Außenhandel mit potenziellen Umweltschutzgütern auf Grundlage internationaler Außenhandelsstatistiken berechnen und im Vergleich mit potenziellen Wettbewerbern analysieren zu können, wurde die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter nach GP2019 in einem dreistufigen Verfahren auf das Harmonisierte System (HS2012) umgeschlüsselt.

In vielen Fällen findet sich für die identifizierten Gütergruppen aus der deutschen Produktionsstatistik eine klare Zuordnung in der HS-Systematik. In den anderen Fällen wurden – analog zum Verfahren bei früheren Listen – aufgrund der errechneten Anteile Gewichtungsfaktoren eingeführt, die bei der Berechnung der Außenhandelswerte verwendet werden. Einzelne GP-Positionen bleiben im Außenhandel unberücksichtigt, weil sie nachweislich zu geringe Anteile an den zugehörigen HS-6-Stellern ausmachen oder die entsprechenden HS-Positionen zu unspezifisch und breit gefasst sind.

Insgesamt fließen in die Berechnung des Außenhandels mit potenziellen Umweltschutzgütern 145 HS-Positionen ein. Bezogen auf den deutschen Außenhandel mit potenziellen Umweltschutzgütern fällt das Außenhandelsvolumen im Berichtsjahr 2019 sowohl bei den Exporten als auch bei den Importen nach neuer Liste nur unwesentlich höher aus als vor der Umstellung. Innerhalb des Gesamtpakets zeigen sich jedoch ähnliche strukturelle Veränderungen wie bei der Produktion.

So haben bei den deutschen Exporten im Listenvergleich die klassischen Umweltbereiche Abfall, Abwasser wie auch umweltschutzrelevante MSR absolut und relativ an Bedeutung verloren. Dem stehen leichte Zuwächse in der Luftreinigung, im sehr kleinen Lärmbereich und deutliche Gewinne im Klimaschutzbereich gegenüber. Auf Seiten der Importe haben neben dem nunmehr noch stärker dominierenden Klimaschutzbereich auch Abwasser und Lärm absolut und relativ hinzugewonnen. Im Luftbereich zeigen sich leichte Anteilsverluste bei stagnierendem Importvolumen. Klare Verlierer bei Exporten und Importen sind Abfall und MSR-Technik.

### **Konzept zur Erfassung umweltfreundlicher Güter (Adapted Goods)**

"Adapted Goods" bzw. umweltfreundliche Güter, deren primärer Zweck nicht der Umweltschutz ist, spielen für den Wandel zur "Green Economy" eine wesentliche Rolle. Ein Beispiel dafür sind Batteriefahrzeuge. Die folgende Diskussion befasst sich mit der Entwicklung eines Konzepts für die Berichterstattung über die Entwicklung der Produktion im Adapted-Goods-Bereich. Zum einen wird geprüft, inwiefern sich die Adapted-Goods-Patentsuchstrategien, die u. a. im Rahmen der Studien zum "Innovationsmotor Umweltschutz" (z. B. Gehrke et al. 2022) erfolgreich für die Analyse der Innovationsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft verwendet wurden, in die Güterkategorien des Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik (GP2019) übersetzen lassen. Zum anderen werden Adapted Goods für den Energieeffizienzbereich neu recherchiert. Zwei Hauptresultate hinsichtlich der Erfassbarkeit und Erfassung der Adapted Goods werden herausgearbeitet: Erstens ist das GP2019-Klassifikationssystem nicht gut dazu geeignet, den Adapted-Goods-Bereich (in seiner ganzen Breite) zu erfassen. Den Kern der Adapted-Goods-Definition und der patentorientierten Ansätze macht die Unterscheidung zwischen verschiedenen Varianten eines Gutes oder einer Technologie aus. Dabei wird zwischen einer (oft neuen) umweltfreundlicheren und einer herkömmlichen Variante differenziert. Das GP2019-Klassifikationssystem ist nicht auf diese Unterscheidung ausgelegt. Die Übersetzung von Adapted-Goods-Patentsuchstrategien ergibt größtenteils GP2019-Kategorien, die zu einem großen oder unbekanntem Teil "Non-Adapted-Goods" oder sogar umweltschädliche Güter enthalten. Zweitens werden relativ viele Adapted-Goods-Kategorien durch die Erhebung "Waren, Bau und Dienstleistungen für den Umweltschutz" (WBD) des Statistischen Bundesamts bereits abgedeckt. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Liste der Umweltschutzleistungen, die das Statistische Bundesamt der WBD-Erhebung zugrunde legt, und die als eine Grundlage für die empirisch basierte Abgrenzung von Umweltschutzgütern dient, nicht klar zwischen Umweltschutzgütern und Adapted Goods unterscheidet. Die WBD und damit die Ableitung der Liste von Umweltschutzgütern berücksichtigt also bereits heute zum Teil Güter im Grenzbereich zu Adapted Goods.

Aufgrund dieser Eigenschaften der Adapted Goods und der Klassifikationssysteme lässt sich eher eine "konservative" und damit sehr kleine Auswahl der GP2019-Kategorien, die auf die Adapted-Goods-Liste potenziell aufgenommen werden könnten, empfehlen. Diese umfasst die folgenden Kategorien:

- ▶ GP2019-Meldenummer 2711 24 071: Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 750 W bis 75 kW – mit einer Leistung von mehr als 37 kW bis 75 kW – für den Antrieb von Kraftwagen

- ▶ GP2019-Meldenummer 2711 25 402: Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 75 kW – Andere Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 75 kW bis 375 kW – für den Antrieb von Kraftwagen
- ▶ GP2019-Meldenummer 302: Schienenfahrzeuge und (Teile der) Schieneninfrastruktur
- ▶ GP2019-Meldenummer 2599 29 100: Ortsfestes Gleismaterial
- ▶ GP2019-Meldenummer 309113: Fahrräder mit Treithilfe
- ▶ GP2019-Meldenummer 3092: Fahrräder und Behindertenfahrzeuge.

Dass sich diese konservative Liste der Adapted Goods auf Güter aus dem Bereich der energieeffizienten Mobilität beschränkt, ist u. a. darauf zurückzuführen, dass die WBD-Statistik und damit auch die neue Liste der potenziellen Umweltschutzgüter diesen Bereich noch wenig aufgreift, sodass die entsprechenden Güter auf die Liste der Adapted Goods aufgenommen werden können, ohne dass es zu einer Überschneidung mit der neuen Liste der potenziellen Umweltschutzgüter und damit zu einer Doppelzählung kommt.

Für die weitere Forschung ist es wichtig, die konzeptionelle Abgrenzung zwischen Umweltschutzgütern und umweltfreundlichen Gütern im Blick zu behalten und immer wieder kritisch zu hinterfragen, u. a. bezüglich der Möglichkeiten zur statistischen Erfassung. Im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung der Bundesregierung werden zum Beispiel regelmäßig Marktanteile von umweltfreundlichen Gütern erhoben. Ihre Übertragung auf Produktionsdaten ist jedoch keine gute Lösung, weil u. a. Importe das Bild verzerren. Unabhängig davon scheinen alternative Ansätze bzw. weitere Forschung zur Herleitung einer Liste von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien interessant. Zum Beispiel wären das auf Expertenbefragung, Marktdaten oder Stichproben (zur stärkeren Untergliederung der GP2019-Kategorien) basierende Ansätze.

### **Digitalisierung bei Umweltschutzgütern**

Die Digitalisierung und der dahinterstehende Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) haben in den letzten Jahrzehnten weltweit zu massiven Umstrukturierungen geführt, die alle Ebenen der modernen Volkswirtschaftsbereiche betrafen. Angesichts dieser Auswirkungen stellt sich die Frage nach der Relevanz der Digitalisierung im Umweltschutzgüterbereich und damit auch nach ihrer Berücksichtigung in Studien zur Bedeutung der Umweltwirtschaft, z. B. in der Liste der potenziellen Umweltschutzgüter. Für diese Berücksichtigung ist die "Messbarkeit" des Effekts der Digitalisierung auf den Umweltschutz Voraussetzung. Diese zwei Themenbereiche (Relevanz und Messbarkeit) werden in der Studie durch Literaturauswertung und Patent(klassifikationssystem)analyse adressiert.

Es kann festgehalten werden, dass Digitalisierung sehr große Effekte auf die Umwelt hat. Neben den negativen direkten Effekten (Umweltbelastungen durch Herstellung, Betrieb und Entsorgung der IKT-Komponenten und -Infrastruktur), sind insbesondere die indirekten positiven Effekte (Rohstoff- und Energieeinsparungen) in den verschiedenen Anwendungsbereichen hervorzuheben, die in der Literatur als sehr bedeutend eingeschätzt werden. Ob die negativen oder die positiven Effekte überwiegen, kann nicht eindeutig festgestellt werden. Insgesamt ist die Umweltschutzwirkung der Digitalisierung von der "konkreten Anwendung" abhängig ("Wofür wird die IKT eingesetzt?").

Das Konzept der Umweltschutzgüter (nach Gehrke et al. 2013) scheint eher begrenzt dazu geeignet zu sein, die (positiven) Effekte der Digitalisierung auf den Umweltschutz zu erfassen, da die Digitalisierung mit ihren verschiedenen Ebenen (von den Hardwarekomponenten bis zu den Di-

gitalisierungsparadigmen und Anwendungsbereichen) nicht den Umweltschutz zum Hauptzweck hat. Die Konzepte der "Adapted Goods" und der "Enabling Technology" scheinen eher dazu geeignet zu sein, da sie nicht auf Umweltschutz als Hauptzweck eines Gutes abstellen.

Bei der Frage der Messbarkeit der Effekte der Digitalisierung auf den Umweltschutz liegt der Fokus der Studie auf Suchstrategien für die Patentanalyse, da sich die Güter mit positiven Effekten auf die Umwelt eher in der Patentanalyse als in der Analyse der Güterstatistiken identifizieren lassen. Zur Identifikation der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz lassen sich in der Patentanalyse im Wesentlichen zwei Ansätze formulieren: Einerseits eine Verbindung von Suchstrategien für Digitalisierungs- und Umweltschutztechnologien und andererseits eine Prüfung der Abschnitte der Cooperative Patent Classification (CPC), die sich auf Umweltschutz beziehen, auf Digitalisierungsaspekte. Beide wurden in der Studie an ausgewählten Beispielen getestet.

Aufgrund der Abhängigkeit der Umweltschutzwirkung der Digitalisierung von der konkreten Anwendung, erscheint eine spezifische Analyse der Digitalisierungseffekte sinnvoll, bei der ein bestimmtes Anwendungsfeld bzw. ein bestimmter Wirtschaftstätigkeitsbereich und ein bestimmter Aspekt des Umweltschutzes ausgewählt werden, für die die Rolle der Digitalisierung erfasst wird. Dies entspricht der Vorgehensweise bei den Patentanalysen in z. B. Gehrke et al. (2022). Da die Anzahl der so zu untersuchenden Kombinationen aus Anwendungsfeldern und Umweltschutzbereichen sehr hoch ist, wird in der Studie die "Messbarkeit" des Effekts der Digitalisierung anhand eines Beispiels ("Embedded Software" im Bereich der energieeffizienten Mobilität) diskutiert. Die so gewonnenen Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich in der Analyse der Digitalisierungseffekte in den speziellen Anwendungsfeldern und Umweltschutzbereichen interessante Entwicklungen beobachten lassen und sich die Rolle der Digitalisierung erfassen lässt.

In der digitalisierungs- und umweltschutzbezogenen Analyse der CPC ist der Y02-Bereich, der Klimaschutztechnologien umfasst, von besonderem Interesse, da sich hier Kategorien finden lassen, die einen Bezug zur Digitalisierung haben. Diese Kategorien fallen in die Bereiche Gebäude, IKT, Güterproduktion, Energie, Transport und sind Unterkategorien der folgenden Y02-Unterbereiche:

- ▶ Y02B ("Climate Change Mitigation Technologies related to Buildings, e. g. Housing, House Appliances or related End-User Applications")
- ▶ Y02D ("Climate Change Mitigation Technologies in Information and Communication Technologies [ICT], i. e. Information and Communication Technologies aiming at the Reduction of their own Energy Use")
- ▶ Y02E ("Reduction of Greenhouse Gas [GHG] Emissions, related to Energy Generation, Transmission or Distribution")
- ▶ Y02P ("Climate Change Mitigation Technologies in the Production or Processing of Goods")
- ▶ Y02T ("Climate Change Mitigation Technologies related to Transportation").

Insgesamt zeigen diese Resultate, dass es sowohl IKT mit Hauptzweck Umweltschutz gibt, als auch Adapted Goods, u. a. im Sinne von Green IT.

Auch die Diskussion der Messbarkeit deutet darauf hin, dass eine vertiefte Erforschung der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz v. a. im Patentbereich sehr interessant sein könnte. In Anbetracht der Anzahl der Kombinationen von Systemen und Umweltschutzbereichen und der Digitalisierungskomponenten, ergibt sich aus diesen Resultaten ein relativ großes und interes-

santes Forschungsprogramm für die Zukunft. Außerdem erscheint es sinnvoll, für jeden der Anwendungsbereiche eine angepasste Digitalisierungssuchstrategie zu erarbeiten, die die Spezifitäten des Bereichs berücksichtigt, was die Dimension der Aufgabe noch deutlich steigert.

Neben den Forschungsansätzen zur Erfassung der Performanz der Technologien über die Zeit und im Ländervergleich, ließen sich auch andere Betrachtungsebenen verfolgen. Ein Beispiel wäre, die "Fitness" von Unternehmen zu untersuchen im Hinblick darauf, wie gut sie in der Anwendung von Industrie-4.0-Ansätzen aufgestellt sind. Solche Untersuchungen liegen für die Breite von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) bereits vor (siehe z. B. Horvat et al. 2018 und Lerch et al. 2017). Ihre Übertragung auf Unternehmen, die im Umweltschutz tätig sind, könnte geprüft werden.

## Summary

The Federal Environment Agency has commissioned the Center for Economic Policy Studies (CWS) at Leibniz Universität Hannover, the German Institute for Economic Research (DIW) and the Fraunhofer-Institute for Systems and Innovation Research ISI with the regular analysis and updating of various indicators in the context of the project "Wirtschaftsfaktor Umweltschutz" (Environmental Protection as an Economic Factor). This concerns the employment effects of environmental protection in Germany and the assessment of the international performance of the German environmental economy.

The data and methods used are subject to constant review. This applies both to the consequences of new or changed data sources for the used indicators, and to methodological developments that provide a supplementary or more in-depth insight into the structures and processes of the German environmental protection industry. This volume presents the results of methodological in-depth studies conducted as part of the research project "Wirtschaftsfaktor Umweltschutz".

### Revision of the list of potential environmental protection goods: Methodology

The empirical analyses of the production structure and international competitiveness of the German environmental economy are based on a production-economy approach that uses official data from production and foreign trade statistics. The central prerequisite for this is the definition and delimitation of the produced and internationally traded goods (supply-side, functional) that can serve environmental protection ("potential environmental protection goods"). In the definition by Destatis (2021a, p. 4), environmental protection goods and services include environmental activities "that avoid, eliminate or at least reduce environmental damage and resource management measures that serve the careful use of natural resources". The latter takes into account above all goods and services that serve climate protection.

The change from the list of goods for production statistics 2009 (GP 2009) to the new version 2019 (GP 2019) requires a recoding of the list and at the same time offers the opportunity for a revision of the content. This is necessary because

- ▶ the list of potential environmental protection goods used so far is based on work and data, some of which are ten years old and older and therefore require review,
- ▶ there have been a number of studies with alternative delimitation approaches in recent years (cf. e. g. Sauvage 2014, Eurostat 2016b),
- ▶ new data and information sources can be used to better assess the function of goods for environmental and climate protection purposes.

The redefinition of potential environmental protection goods follows a multi-stage empirical approach:

In order to be able to establish a "formal" comparability, the first step was to recode the old list of potential environmental protection goods (according to GP2009) to the new GP2019. In addition, as a first criterion for the possible inclusion of additional items in the new list, a search was carried out in the index of key words for production statistics. Based on the CEPA<sup>3</sup> and CREMA<sup>4</sup> classification used in the European Environmental Goods and Services Sector (EGSS) Statistics and the environmental key numbers of the official German survey of goods, construction and

<sup>3</sup> Classification of Environmental Protection Activities and Expenditures.

<sup>4</sup> Classification of Resource Management Activities.

services for environmental protection (WBD), GP2019 items were identified whose keyword descriptions contain typical terms such as waste, waste water, energy, solar, wind, recovery.

However, the central element of the identification of potential environmental protection goods is the assessment by the producing enterprises. With their active data on turnover with environmental protection goods and services in the WBD, the reporting units provide central information on their participation in the environmental protection economy and the goods and services they offer on the market. By combining this information with the production values for individual groups of goods to be reported by the enterprises to the production statistics, it is possible to determine, which groups of goods are to be assigned to the environmental protection industry in the production statistics. For this purpose, the Federal Statistical Office combined data from the production statistics and the WBD using the identification numbers of the enterprises represented in both statistics. From this, various case groups were formed that allow conclusions to be drawn about the quality of the identified GP-WBD combinations:

- ▶ Case group 1: All reports from enterprises for which the turnover with environmental protection services reported in the WBD statistics correspond to the total turnover reported were recorded – after a plausibility check of the contents – as those of "environmental specialists".
- ▶ Case group 2: If an enterprise reports only one good to the production statistics and one or more goods to the WBD survey, it is assumed that it is one and the same product (one-to-one case) or that this is at least part of the environmental protection goods listed in the WBD survey (in the one-to-N case). These groups of goods were also assigned to the environmental protection goods after a content-related plausibility check.
- ▶ Case group 3: If an enterprise does not count as belonging to case group 1 ("environmental specialists"), but reports more than one good in the production survey and at the same time one or more goods for WBD issuance (N-to-N case), it is not clear which of the production declarations correspond to the WBD declaration(s). These cases were not followed up for methodological reasons. (Gehrke, Schasse 2013, p. 16/ 17)

GP2019 nines are eligible as potential environmental assets if there is a case group 1 (environmental specialist) or case group 2 (one to N case) relationship in at least 2 of the 3 years considered (2019, 2018 and 2016).

#### **Revision of the list of potential environmental goods: results**

The three key lists for 2019, 2018 and 2016, the above-mentioned keyword search and the check whether a GP2019 group of goods was already present in the recoded old list of potential environmental goods result in five selection criteria. Based on these, 512 groups of goods were reviewed and 186 were identified as potential environmental goods. It is noticeable that the new list of potential environmental goods differs significantly from its predecessor. For example, half of the items included in the old list (133 out of 267) are no longer represented in the new list. Especially in the classic environmental areas of waste, wastewater and environmentally relevant measurement and control technology (M&C), significantly fewer groups of goods are counted as potential environmental protection goods under the new list than before. Obviously, the assessment of the companies with regard to the classification of their goods as environmental protection goods has changed noticeably in the 10 years since the old environmental protection goods list was drawn up in these environmental areas. In contrast, their number has increased slightly in the area of climate protection, i. e. for products to improve energy efficiency and for renewable energies.

These structural changes, as well as the significantly lower number of goods groups included, are also reflected in the comparison of production values according to the old and new list, which was carried out for the years 2019 and 2020.

**Table Z1** Production of potential environmental protection goods in Germany by environmental sector in 2019 and 2020 according to old and new list of potential environmental protection goods

Environmental sector	Old List		New List	
	2019	2020	2019	2020
<b>Production value in mio. Euro</b>				
Waste	11.655	10.696	7.731	6.971
Wastewater	20.807	19.806	14.995	14.698
including: protection and remediation of soil, groundwater and surface water	1.301	1.222	1.098	999
Noise	6.514	5.666	8.478	7.806
Air	8.382	8.193	7.540	7.621
Not attributable due to secrecy	1.121	2.848		
Measurement and control technology (M&C)	8.371	7.804	6.218	5.701
Climate protection	33.766	34.354	39.427	39.768
<b>Total environmental protection goods</b>	<b>90.616</b>	<b>89.367</b>	<b>84.388</b>	<b>82.564</b>

Slight deviations possible for "total" due to rounding inaccuracies.

Source: Destatis (2022), calculations of the CWS.

The total production value of all potential environmental protection goods calculated on the basis of the new list is 82 billion euros in 2020, significantly lower than the value of 89 billion euros calculated on the basis of the old list (Table Z1). With the exception of goods for noise abatement, this applies to the classic environmental areas of waste abatement, wastewater treatment and air pollution control, which primarily concern end-of-pipe technologies, but also to environmental protection-relevant M&C goods. Only in the area of climate protection goods the production values achieved according to the new list are significantly higher than before. Accordingly, the weight of climate protection goods has risen significantly compared to the other environmental sectors and, at 48 %, accounts for almost half of all potential environmental protection goods according to the new list.

In order to be able to calculate German foreign trade in potential environmental protection goods on the basis of international foreign trade statistics and to analyze it in comparison with potential competitors, the new list of potential environmental protection goods according to GP2019 was recoded to the Harmonised System (HS2012) in a three-stage procedure.

In many cases, there is a clear allocation in the HS classification for the identified groups of goods from the German production statistics. In the other cases – analogous to the procedure for earlier lists – weighting factors based on the calculated shares have been introduced, which are used in the calculation of foreign trade values. Individual GP items are not taken into account in foreign trade because they demonstrably account for too small a share of the associated HS-6 items or the corresponding HS items are too unspecific and broad.

In total, 145 HS items are included in the calculation of foreign trade in potential environmental protection goods. In terms of Germany, the foreign trade volume of potential environmental protection goods in the reporting year 2019 is only marginally higher than before the recoding, both for exports and imports according to the new list. Within the overall package, however, similar structural changes can be seen as in production.

In a comparison of the lists, the classic environmental areas of waste, wastewater and environmental M&C have become less important in absolute and relative terms for German exports. This contrasts with slight increases in air pollution control, very small increases in the noise sector and significant gains in climate protection. On the import side, besides the now even more dominant climate protection area, wastewater and noise have also gained in absolute and relative terms. In the air sector, there were slight losses in share with stagnating import volumes. The clear losers in exports and imports are waste and measurement and control technology.

### **Concept for the (Statistical) Coverage of Adapted Goods**

Adapted Goods (or environmentally friendly goods) play an important role in the transition to a green economy. The following discussion of adapted goods deals with the development of a concept for the reporting on turnover of adapted goods. The starting point of the analysis are the patent-search strategies that have been used in the previous versions of this study. It is analyzed to which extent these strategies can be translated into the product classes defined by the product-classification system 'GP2019' (which is a classification system used by the German Federal Statistical Office). Moreover, the GP2019-product classes representing adapted goods in different energy-efficiency areas are identified. Two major results relevant for the (statistical) coverage of adapted goods are derived: First, the GP2019-classification system is not well suited for the coverage of adapted goods. The core aspect of the definition of adapted goods and of patent-related approaches is the distinction between different variants of a good or a technology, mostly referring to a new, more environmentally friendly variant and an 'old' variant. The GP2019-classification system is not designed for this type of distinction. For the most part, the translation of adapted-goods patent-search strategies returns GP2019 classes that represent not only adapted goods, but also non-adapted goods or environmentally harmful goods to a large or an unknown extent. Second, a significant number of adapted-goods categories is covered by the existing classification system for coverage of environmental protection services (the 'WBD list') that is used for the empirical identification of environmental protection goods. The reason for this overlap is that the WBD list does not distinguish (rigorously) between environmental protection goods and adapted goods. Thus, the WBD list and the identification of environmental protection goods based on this list cover goods that are on the borderline between adapted goods and environmental protection goods.

Due to these properties of the adapted-goods definition and the classification systems, a rather conservative (and very short) list of GP2019-classes representing adapted goods is recommended here. This list includes the following GP2019 classes:

- ▶ GP2019-Code 2711 24 071: Electric AC motors, multiphase, of an output exceeding 750 W but not exceeding 75 kW, traction motors
- ▶ GP2019-Code 2711 25 402: Electric AC motors, multiphase, of an output exceeding 75 kW but not exceeding 375 kW, traction motors
- ▶ GP2019-Code 302: Railway or tramway locomotives, rolling stock and parts thereof
- ▶ GP2019-Code 2599 29 100: Railway and tramway track fixtures and fittings
- ▶ GP2019-Code 309113: Cycles with pedal assistance

► GP2019-Code 3092: Bicycles and invalid carriages.

This list is focused on energy-efficient mobility, because the WBD list (and, thus, the list of potential environmental protection goods) does not focus on this area and, thus, the corresponding categories can be assigned to the adapted-goods list (without overlap with the list of environmental protection goods).

In further research, it is important to keep an eye on the conceptual and statistical distinction between environmental protection goods and environmentally friendly goods. Moreover, further research dealing with the creation of a list of GP2019 categories representing adapted goods using alternative adapted-goods identification approaches seems interesting, e. g. approaches based on expert interviews/workshops, market data, or samples.

### **Digitalization and Environmental Protection Goods**

Over the last decades, progress in information and communication technologies (ICT) and ensuing digitalization have caused massive structural changes at all levels of modern economic activity worldwide. In the light of these effects of digitalization, the question of relevance of digitalization for environmental protection and its coverage by the study "Environmental Protection as an Economic Factor" (in particular, by the list of potential environmental protection goods) seems inevitable. For this coverage, the measurability of the effect of digitalization on environmental protection is a prerequisite. In the following discussion on digitalization and environmental protection, these two topics, i. e. relevance and measurability, are addressed. The means of analysis include a literature survey and analysis of patents (classification systems).

Digitalization has massive environmental effects. On the one hand, there are negative (direct) effects of digitalization on the environment, in particular, the environmental burden caused by production, operation, and disposal of ICT components and infrastructure. On the other hand, digitalization has positive (indirect) effects on the environment, including the energy and raw-material savings materialized by application of ICT. The latter are considered substantial in the literature. It is not clear whether the positive or the negative effects of digitalization with respect to environmental protection prevail. In general, the environmental effects of digitalization depend on the application ("What is the ICT used for?").

The concept of environmental protection goods (Gehrke et al. 2013) seems less practicable when it comes to capturing the (positive) effects of digitalization on environmental protection, since the primary use of digitalization (and all its dimensions, which range from ICT components to digitalization paradigms) is not one of environmental protection. Rather, the concepts of adapted goods and enabling technologies seem suitable for this purpose, since they do not rely on the idea of environmental protection as a primary use.

The following discussion of the measurability of the environmental effects of digitalization focuses on patent analysis, because the (positive) effects of digitalization can be rather identified in patent analysis than in the analysis of production statistics. There are two major approaches for the patent analysis of the environmental effects of digitalization: On the one hand, the patent-search strategies for digitalization and environmental protection technologies can be merged; on the other hand, it is possible to search for digitalization aspects in the sections of the Cooperative Patent Classification (CPC) that refer to environmental protection. Both approaches are chosen in the following discussion.

Because the environmental effects of digitalization are dependent on the field of application, a field-specific approach seems necessary, which analyses the role of digitalization for a given application field or economic sphere and a given area of environmental protection. This approach corresponds to the patent-analysis approach used in the previous editions of this study. Since

the number of all combinations of application fields and environmental-protection areas that have to be studied in this approach is very high, the following discussion of the measurability of the environmental effects of digitalization is solely based on one example (embedded software in the area of energy-efficient mobility). The insights gained from this example show that the role of digitalization for environmental protection can be 'measured' and that interesting results can be obtained in this way.

The Y02 section of the CPC refers to climate change mitigation technologies and contains numerous Y02 subsections that refer to digitalization. These subsections belong to the following categories:

- ▶ Y02B ("Climate Change Mitigation Technologies related to Buildings, e. g. Housing, House Appliances or related End-User Applications")
- ▶ Y02D ("Climate Change Mitigation Technologies in Information and Communication Technologies [ICT], i. e. Information and Communication Technologies aiming at the Reduction of their own Energy Use")
- ▶ Y02E ("Reduction of Greenhouse Gas [GHG] Emissions, related to Energy Generation, Transmission or Distribution")
- ▶ Y02P ("Climate Change Mitigation Technologies in the Production or Processing of Goods")
- ▶ Y02T ("Climate Change Mitigation Technologies related to Transportation").

Overall, these results show that there is ICT with environmental protection as its main purpose.

The discussion of measurability shows that a detailed examination of the role of digitalization for environmental protection seems highly interesting, in particular in patent/innovation research. In the light of the numerous combinations of system, environmental-protection area and digitalization component, this examination seems to require a large (and interesting) research program in the future. Moreover, it makes sense to elaborate a specific patent-search strategy for each application area of digitalization, which increases the dimension of the research program significantly.

While here, the discussion is focused on the question of the extent of usage of digitalization for the improvement of environmental protection in Germany, there are other research questions that could be addressed in future. An example for such research topics is the analysis of the fitness of companies with respect to the application of industry-4.0. There are already studies on this topic addressing the small- and medium-sized enterprises in general (see, e. g. Horvat et al. 2018 and Lerch et al. 2017). Future research could focus on the enterprises active in the field of environmental protection.

# 1 Einleitung

Das Umweltbundesamt hat das Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS) der Leibniz Universität Hannover, das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI im Projekt "Wirtschaftsfaktor Umweltschutz" mit der regelmäßigen Analyse und Fortschreibung verschiedener Indikatoren zu den Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland und zur Bewertung der internationalen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft beauftragt. Letztere zielen sowohl auf die Innovationsfähigkeit (Forschung und Patente) als auch auf die wirtschaftliche Bedeutung der Umweltwirtschaft (als Kurzform von Umweltschutzwirtschaft) in Deutschland und – soweit möglich – im internationalen Vergleich (Produktion, Umsatz, Beschäftigung, Außenhandel). Die Ergebnisse werden in verschiedenen, thematisch abgegrenzten Studien, veröffentlicht.

Die dabei genutzten Daten und Methoden unterliegen der ständigen Überprüfung. Dies betrifft sowohl die Konsequenzen neuer oder veränderter Datenquellen für die verwendete Indikatorik als auch methodische Weiterentwicklungen, die einen ergänzenden oder vertiefenden Einblick in Strukturen und Prozesse der deutschen Umweltschutzwirtschaft ermöglichen. In diesem Band werden die Ergebnisse von drei methodischen Vertiefungsstudien präsentiert, die im Rahmen des Forschungsprojekts "Wirtschaftsfaktor Umweltschutz" durchgeführt wurden.

Im ersten Berichtsteil (Abschnitt 2) werden die Ergebnisse der Überarbeitung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter vorgestellt. Die Liste dient der Analyse der Produktion potenzieller Umweltschutzgüter in Deutschland sowie des Welthandels mit eben diesen Gütern.

Es folgt (Abschnitt 3) ein Bericht, der sich mit der wichtigen Frage der empirischen Identifikation von umweltfreundlichen Gütern befasst, deren primärer Zweck nicht der Umweltschutz ist, von denen aber entsprechende Wirkungen ausgehen. Diese werden auch unter dem Stichwort "Adapted Goods" diskutiert.

Die Digitalisierung bei Umweltschutzgütern (Abschnitt 4) ist Gegenstand einer weiteren Untersuchung im Rahmen des Wirtschaftsfaktors Umweltschutz. Dabei geht es nicht nur um die Wirkungen der Digitalisierung im Bereich der Umweltschutzgüter, sondern auch um Fragen der Messbarkeit und der Berücksichtigung im Berichtswesen zum Wirtschaftsfaktor Umweltschutz.

## 2 Überarbeitung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter

Die empirischen Analysen zur Produktionsstruktur und internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft im Rahmen der Studien zum "Wirtschaftsfaktor Umweltschutz" basieren auf einem produktionswirtschaftlichen Ansatz, bei dem auf amtliche Daten der Produktions- und Außenhandelsstatistik zurückgegriffen wird (zuletzt Gehrke, Schasse 2021). Voraussetzung hierfür ist die Liste "potenzieller Umweltschutzgüter" mittels derer entsprechende Produktions- und Außenhandelsvolumina auf Basis der jeweils gültigen statistischen Nomenklatura identifiziert werden. Der Wechsel vom Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik 2009 (GP 2009) auf die neue Fassung 2019 (GP 2019) erfordert eine erneute Umschlüsselung und bietet zudem auch die Gelegenheit für eine inhaltliche Überarbeitung.

### 2.1 Gründe für eine Neuabgrenzung

Die im Rahmen der Untersuchungen zum Wirtschaftsfaktor Umweltschutz zur Quantifizierung des Produktionspotenzials der deutschen Umweltschutzwirtschaft und Analyse der internationalen Wettbewerbsposition der Umweltschutzwirtschaft genutzte Liste potenzieller Umweltschutzgüter ist rund zehn Jahre alt (vgl. ausführlich Gehrke, Schasse 2013). Dennoch bedarf sie nicht nur hinsichtlich ihres Alters einer "Runderneuerung". Denn seitdem wurde auch die amtliche Statistik als Grundlage der Liste deutlich weiterentwickelt. Dies trifft insbesondere auf die Produktionsstatistik zu, denn das dieser Statistik zugrundeliegende Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik (GP) ist von zentraler Bedeutung für die statistische Abgrenzung potenzieller Umweltschutzgüter. Hier hat es im Jahr 2019 eine größere Revision gegeben (GP2019, vgl. Destatis 2018), die sich an wichtigen Stellen deutlich von der Vorgängerversion aus dem Jahr 2009 unterscheidet. Auch die generelle Weiterentwicklung der Statistik der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (WBD, vgl. Destatis 2021a), die u. a. von der Anpassung an die europäische Statistik des Environmental Goods and Services Sector (EGSS, vgl. Eurostat 2016a) geleitet wurde, gibt Anlass für eine Aktualisierung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter. Hinzu kommt, dass in den letzten Jahren mehrere Studien mit alternativen Ansätzen erschienen sind (vgl. z. B. Sauvage 2014, Eurostat 2016b).

Neben den Veränderungen der statistischen Grundlagen der Liste potenzieller Umweltschutzgüter ist zu berücksichtigen, dass auch weitere Faktoren wie die Änderung der Umweltgesetzgebung, technologische Entwicklungen und generelle Anpassungen der Nachfrage nach Umweltschutzgütern Folgen für die Abgrenzung potenzieller Umweltschutzgüter haben. Diese konnten bei der Anwendung der alten Liste nicht mehr berücksichtigt werden. Zu nennen sind dabei vor allem Änderungen hinsichtlich der Nachfrage nach Gütern zur Nutzung regenerativer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz in Haushalten und Unternehmen.

Trotz der Weiterentwicklung bei den amtlichen Statistiken zur Umweltschutzwirtschaft in Deutschland und Europa liefern die mittels der Liste potenzieller Umweltschutzgüter erstellten Analysen zur Industrieproduktion in Deutschland und insbesondere zum weltweiten Außenhandel mit Umweltschutzgütern weiterhin wichtige Ergänzungen. Dabei hat sich der diesen Untersuchungen zugrundeliegende produktionswirtschaftliche Ansatz nicht verändert (vgl. ausführlich Gehrke, Schasse 2013 und 2019): Die Liste potenzieller Umweltschutzgüter dient der angebotsseitigen, funktionalen und potenzialorientierten Analyse ökonomischer Fragestellungen der Umweltwirtschaft. Zentrale Voraussetzung dafür ist die Definition und Abgrenzung der produzierten und international gehandelten Güter (angebotsseitig, funktional), die dem Umweltschutz dienen können (Potenzial).

Die Neuabgrenzung potenzieller Umweltschutzgüter folgt grundsätzlich einem empirischen Ansatz. Grundlage sind Daten aus verschiedenen amtlichen Statistiken hinsichtlich der gemeldeten

Produktions- und Umsatzvolumina nach statistischen Gütergruppen und Umweltbereichen. Die folgenden Ausführungen haben weitgehend den Charakter eines technischen Reports, der das gewählte praktische Vorgehen in einzelnen Schritten beschreibt (Abschnitt 2.2 bis Abschnitt 2.4). Es folgen erste Ergebnisse zur Produktion potenzieller Umweltschutzgüter nach neuer und alter Liste für die Jahre 2019 und 2020 (Abschnitt 2.5) mit Blick auf die Unterschiede und deren Begründung.

## 2.2 Der empirische Ansatz

Ausgangspunkt für die Identifikation potenzieller Umweltschutzgüter mittels der deutschen Produktionsstatistik ist die allgemeine Definition der Umweltwirtschaft und der von diesen Unternehmen angebotenen Güter und Leistungen (vgl. zuletzt Gehrke, Schasse 2021). Danach umfassen Umweltschutzgüter und -leistungen Umweltaktivitäten, "die Umweltschäden vermeiden, beseitigen oder zumindest reduzieren und Ressourcenmanagementmaßnahmen, die der schonenden Nutzung der natürlichen Rohstoffe dienen" (Destatis 2021a, S. 4). Letzteres berücksichtigt vor allem Güter und Leistungen, die dem Klimaschutz dienen.

Dies vorausgeschickt verfolgt der hier gewählte empirische Ansatz zur Neuabgrenzung potenzieller Umweltschutzgüter eine angebotsseitige, funktionale und gesamtwirtschaftliche Perspektive: Produktionsseitig werden Gütergruppen, die dem Umweltschutz dienen können, identifiziert. Damit lassen sich gesamtwirtschaftliche Aussagen zum Wert der inländischen Güterproduktion sowie zu den weltweiten Im- und Exporten Deutschlands und anderer Länder treffen (vgl. Gehrke, Schasse 2019 und 2021).

Zentrales Element der Identifikation dieser Güter/Gütergruppen ist die Beurteilung der produzierenden Betriebe. Mit ihren aktiven Angaben zum Umsatz mit Umweltschutzgütern und -leistungen im Rahmen der Statistik zu Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz liefern die meldenden Einheiten zentrale Informationen über ihre Beteiligung an der Umweltschutzwirtschaft und die von ihnen am Markt angebotenen Güter und Leistungen. Durch die Kombination dieser Angaben mit den gleichzeitig von den Betrieben im Rahmen der Produktionsstatistik zu meldenden Produktionswerten für einzelne Gütergruppen lässt sich bestimmen, welche Gütergruppen der Produktionsstatistik der Umweltschutzwirtschaft zuzurechnen sind.

Die Restriktionen eines solchen empirischen Ansatzes müssen beachtet werden (vgl. Gehrke, Schasse 2013):

- ▶ Dienstleistungen werden in der Produktionsstatistik nicht erfasst. Somit liegt der Schwerpunkt auf der inländischen Produktion und dem internationalen Warenhandel.
- ▶ Nur ein Teil der Güter ist eindeutig dem Umweltschutz zuzuordnen. Sie können der Art nach und nach Einschätzung der Unternehmen auch dem Umweltschutz dienen, genauso gut aber auch andere Funktionen erfüllen (z. B. Pumpen, Leitungen, Mess-, Steuer- und Regelgeräte). Insofern muss der Ansatz auch als potenzialorientiert bezeichnet werden. Die Betonung liegt deshalb auf den Formulierungen wie: "können dem Umweltschutz dienen" bzw. "potenzielle Umweltschutzgüter".
- ▶ Eine inhaltliche Abgrenzung zu umweltfreundlicheren Gütern, deren primärer Zweck nicht der Umweltschutz ist, kann auf Grundlage dieses empirischen Ansatzes nicht erfolgen. Zwar waren diese sogenannten Adapted Goods bis zum Jahr 2017 noch durch die Beschränkung auf Güter und Leistungen mit Primärziel Umweltschutz in der amtlichen Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen ausgeschlossen. Seitdem ist dieses aber nicht mehr der Fall (siehe obige Definition), was eine mögliche Überschneidung hinsichtlich der Erfassung von Umweltschutzgütern und Adapted Goods bedeutet (vgl. Abschnitt 3 zu Adapted Goods).

Die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter definiert die Datengrundlage für die Bildung einer ganzen Reihe von Indikatoren zur Analyse der ökonomischen Bedeutung und Entwicklung der Umweltschutzwirtschaft in Deutschland sowie deren internationale Wettbewerbsfähigkeit.

### 2.3 Daten und Kriterien für die Neuabgrenzung

Für die Erstellung der neuen Liste potenzieller Umweltschutzgüter wird primär auf zwei Datenquellen zurückgegriffen:

- ▶ die **amtliche Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamts** mit Angaben zum Produktionsvolumen (zum Absatz bestimmte Produktion) und der Anzahl der güterproduzierenden Betriebe differenziert nach dem Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik 2019 (GP2019) in tiefster 9-stelliger Gliederung mit mehr als 5.000 Meldenummern,
- ▶ die **amtliche Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (WBD)**<sup>5</sup> mit Angaben zu Umsatz und Anzahl der meldenden Betriebe differenziert nach Umweltbereichen in 4-stelliger Gliederung mit 154 Kategorien. Grundlage hierfür ist u. a. die Klassifikation nach Umweltaktivitäten und -ausgaben (CEPA, CReMA).

Die internationale Analyse des weltweiten Handels mit potenziellen Umweltschutzgütern greift auf die Außenhandelsstatistik der Vereinten Nationen (UN Comtrade) zurück. Dafür erfolgen Umschlüsselungen der auf Basis der GP2019 erstellten neuen Liste potenzieller Umweltschutzgüter auf die Gütersystematik des Harmonisierten Systems (HS) zur Bezeichnung und Codierung von Waren im internationalen Handel (Abschnitt 2.6).

Zur Identifizierung von Gütern der Produktionsstatistik (GP2019-9-Steller), die dem Umwelt- und Klimaschutz dienen können (Potenzial), wurde in mehreren Schritten vorgegangen:

Um eine "formale" Vergleichbarkeit mit der alten Liste potenzieller Umweltschutzgüter herstellen zu können, wurde diese zunächst von der **GP2009 auf die GP2019 umgeschlüsselt**. Diese umgeschlüsselte alte Liste wurde erstmalig für die Berichterstattung zum Wirtschaftsfaktor Umweltschutz im Jahr 2021 für das Berichtsjahr 2019 angewendet (vgl. Gehrke, Schasse 2021).

Zudem wurde als erstes Kriterium für die mögliche Aufnahme von zusätzlichen Positionen des GP2019 in die neue Liste eine Stichwortsuche im **Stichwortverzeichnis zum Güterverzeichnis** für Produktionsstatistiken (Destatis 2021b) durchgeführt. Orientiert an der CEPA und CReMA Klassifikation und den Umweltschlüsselnummern der WBD wurden GP2019-Positionen identifiziert, deren stichwortartige Beschreibung die Begriffe Abfall, Abwasser, Abgas, Energie, Solar, Photovoltaik, Wind, Wasserkraft, Kraft-Wärme, Blockheizkraft, Rückgewinnung, Lärm, Schallschutz, Dämmung, Wärmeschutz oder Isolierung enthält. Soweit erkennbar wurden GP2019-Positionen, die eindeutig nicht dem Umweltschutz dienen (z. B. Isolierungen für Elektrokabel oder Gewindeschrauben) wieder aus der vorläufigen Liste gelöscht. Insgesamt wurden mit diesem Verfahren 63 GP2019-9-Steller identifiziert, die aufgrund der Beschreibung im Stichwortverzeichnis für Umweltschutzzwecke eingesetzt werden können (Tabelle 1).

<sup>5</sup> Zum Kalenderjahr 2022 wurde die Statistik "Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz" (WBD) in "Erhebung der Güter und Leistungen für den Umweltschutz" umbenannt. In diesem Bericht wird zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Vorläuferbericht zur Abgrenzung potenzieller Umweltschutzgüter (Gehrke, Schasse 2013) die bisherige Bezeichnung und Abkürzung verwendet.

**Tabelle 1: Beispiele für die Identifikation von potenziellen Umweltschutzgütern anhand des Stichwortverzeichnisses für die Produktionsstatistik**

GP 2019	GP Kurzbezeichnung	GP Stichworte
GP 2811 24 000	Windgetriebene Stromerzeugungsaggregate	Stromerzeugungsaggregate, fest verbundene Einheit von Windkraftmaschine und Generator; Wind-Energie-Anlagen, Stromerzeugungsaggregate;
GP 2812 20 007	Teile für hydraulische Antriebe, Zylinder, Motoren	Flügelradblätter, aus faserverstärkten Kunststoffen, für Windkraftanlagen; Rotorblätter, aus faserverstärkten Kunststoffen, für Windkraftanlagen
GP 2361 12 002	Lärmschutzwände aus Zement, Beton oder Kalksandstein	Lärmschutzwände, aus Beton, vorgefertigte Bauelemente; Schallschutzwände
GP 2223 19 909	Andere Baubedarfsartikel aus Kunststoff a. n. g.	Lärmschutzelemente, aus Kunststoffen; Schallschutzwände, aus Kunststoffen
GP 2399 19 300	Mischungen und Waren aus mineralischen Stoffen für Wärme-, Kälte- oder Schallschutzzwecke	Lärmdämpfungsmatten, Schallschutzgemische aus mineralischen Stoffen, auch gemischt, ohne Waren aus Faser- oder Cellulosezement und ohne keramische Waren

Quelle: Destatis 2021b, Zusammenstellung des CWS.

Um weitere Kriterien für die mögliche Aufnahme von GP2019-Gütergruppen in die neue Liste zu ermitteln, wurden von Destatis für mehrere Jahre erstellte **Sonderauswertungen mit kombinierten GP2019- und WBD-Schlüsseln** genutzt. Dafür hat das Statistische Bundesamt Daten der Produktionsstatistik und der Statistik der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz anhand der Identifikationsnummer der in beiden Statistiken vertretenen Betriebe zusammengeführt. Zu jedem Betrieb, der sowohl in der Produktionsstatistik als auch in der WBD-Statistik meldet, gibt es einen Datensatz mit GP2019-Meldenummer(n) und WBD-Schlüssel(n) zum Umweltbereich. Schlüssellisten mit kombinierten GP2019-Gütergruppen und WBD-Umweltbereichen wurden zunächst für Meldungen im Jahr 2019 erstellt. Zur weiteren Absicherung wurden als zusätzliche Kriterien für die Bestimmung potenzieller Umweltschutzgüter auch die Datenkombinationen für die Jahre 2019 (Gütergruppen) und 2018 (WBD-Schlüssel) sowie 2019 (Gütergruppen) und 2016 (WBD-Schlüssel) herangezogen, um so die Stabilität der Zusammenhänge und ggf. bestehende Abweichungen festzustellen. Seit dem Jahr 2016 gilt ein geänderter Berichtskreis zur WBD-Statistik. Befragt werden seitdem Betriebe des Produzierenden Gewerbes mit 20 und mehr Beschäftigten und auch Dienstleistungsbetriebe mit einem Gesamtumsatz von mind. 1 Mio. Euro im Jahr bei gleichzeitiger Ausweitung der meldepflichtigen Wirtschaftszweige. Die Datensätze enthalten keine betrieblichen Merkmale.<sup>6</sup>

In Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt wurden verschiedene Fallgruppen gebildet, die Rückschlüsse auf die Güte der identifizierten GP-WBD-Kombinationen zulassen:<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Da es sich hierbei um eine Datenanalyse handelt, ist die Anonymisierung des Materials ausreichend. Notwendig sind nur Informationen über die GP-Meldenummer (Produktionsstatistik) sowie die berichteten Umweltschlüsselnummern der Betriebe (WBD-Statistik). Die übrigen direkten Indikatoren der Produktionsstatistik (Betriebsnummer, Berichtsjahr, Wirtschaftszweig, Regionalschlüssel, Absatzwert) und der WBD-Statistik (Betriebsnummer, Wirtschaftszweig, Umweltumsatz und Land) werden nicht benötigt (aus dem Beiblatt Informationsformular des Statistischen Bundesamtes zur Überlassung der Daten durch die Statistischen Ämter der Bundesländer vom 11.08.2020).

<sup>7</sup> Eine dabei definierte Fallgruppe 4, die zusätzlich Meldungen von Betrieben berücksichtigen, die Wirtschaftszweigen mit hohen Umsätzen mit Waren für den Umweltschutz angehören, muss an dieser Stelle aus Geheimhaltungsgründen unberücksichtigt bleiben (vgl. Gehrke, Schasse 2013, S. 17ff).

- ▶ Fallgruppe 1: Alle Meldungen von Betrieben, bei denen der in der WBD-Statistik gemeldete Umsatz mit Umweltschutzleistungen dem gemeldeten Gesamtumsatz entspricht, wurden hier als "Umweltspezialisten" erfasst. Da davon ausgegangen werden kann, dass die gesamte Produktion dieser Betriebe aus Umweltschutzgütern besteht, können hier auch bei Betrieben, die mehr als ein Gut herstellen (und in beiden Statistiken melden), direkte Verbindungen zwischen den Gütergruppen der GP und den Umweltklassen der WBD-Erhebung hergestellt werden. Nach einer zusätzlichen inhaltlichen Plausibilitätsprüfung wird davon ausgegangen, dass die so direkt zuordbaren Meldungen in der Produktionsstatistik Umweltschutzgüter betreffen.
- ▶ Fallgruppe 2: Meldet ein Betrieb lediglich ein Gut zur Produktionsstatistik und ein oder mehrere Waren zur WBD-Erhebung, wird davon ausgegangen, dass es sich um ein und dasselbe Produkt handelt (Eins-zu-Eins-Fall) oder dieses zumindest Teil der in der WBD-Erhebung aufgeführten Umweltschutzgüter (im Eins-zu-N-Fall) ist. Auch diese Gütergruppen wurden nach einer inhaltlichen Plausibilitätsprüfung den Umweltschutzgütern zugerechnet.
- ▶ Fallgruppe 3: Zählt ein Betrieb nicht zur Fallgruppe 1 ("Umweltspezialisten"), meldet aber mehr als ein Gut im Rahmen der Produktionserhebung und gleichzeitig eine oder mehrere Waren zur WBD-Erhebung (N-zu-N-Fall), ist nicht klar, welche der Produktionsmeldungen mit der oder den WBD-Meldungen korrespondieren. Diese Fälle wurden aus methodischen Gründen nicht weiterverfolgt (Gehrke, Schasse 2013, S. 16/7).

GP2019-Neunsteller kommen als potenzielle Umweltschutzgüter in Frage, wenn mindestens zweimal (d. h. in mindestens 2 der 3 betrachteten Jahre) eine Beziehung der Fallgruppe 1 (Umweltspezialist) oder Fallgruppe 2 (Eins zu N Fall) besteht.

Zwei Beispiele verdeutlichen das Vorgehen: Im ersten Beispiel (Tabelle 2) weist eine ganze Reihe von Eins-zu-Eins-Fällen, die sich in der Mehrzahl auf einen Umweltbereich (7331 Wärmedämmung von Gebäuden) beziehen, darauf hin, dass die Gütergruppe 2221 41 200 (Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen ... aus Polymeren des Styrols) ein potenzielles Umweltschutzgut ist. Deutlich schwächer fällt der Zusammenhang im zweiten Beispiel aus (Tabelle 3). Drei Meldungen der Fallgruppe 1 ("Umweltspezialisten") indizieren, dass es sich bei der Gütergruppe 2813 32 009 (Teile für Luft- oder Vakuumpumpen, Luft- oder andere Gaskompressoren) um ein potenzielles Umweltgut handelt. Dabei bleibt unklar, um welche Art Umweltgut es sich handelt, weil mehr als ein Umweltbereich in der WBD-Statistik gemeldet wird. Mittels der übrigen Meldungen der Fallgruppe 3 (N-zu-N-Fälle) ist keine Gütergruppe als eindeutiges Umweltgut zu identifizieren. Hier sind weitere Kriterien zur Beurteilung heranzuziehen.

**Tabelle 2: Beispiele: GP 2221 41 200: Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Zellkunststoff – aus Polymeren des Styrols**

Fallgruppe	Gütergruppen nach GP2019 in der Produktionsstatistik				Umweltbereiche WBD-Statistik		
	GP1	GP2	GP3	GP4	UB1	UB2	UB3
2	222141200				7331		
2	222141200				7331		
2	222141200				7331		
2	222141200				7331		
2	222141200				7331		
2	222141200				1100	2200	7331
2	222141200				7331		
1	162191000	201620350	222141200	239999000	7331		
2	222141200				7331		
2	222141200				3244	7331	
1	201620350	222141200			7331		
2	222141200				7331		
2	222141200				1210	7331	
2	222141200				3245		
1	222130305	222141200			7331		

Umweltbereiche in der WBD-Statistik: 7331 Wärmedämmung von Gebäuden; 1100 Abfallvermeidung durch prozessintegrierte Maßnahmen; 1210 Sammlung von Abfällen; 2200 Kanalisationssysteme; 3244 Raumakustische Maßnahmen zur Immissionsvermeidung; 3245 Bauliche Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden

Quelle: Sonderauswertungen des Statistischen Bundesamts für das CWS, Berechnungen des CWS.

**Tabelle 3: Beispiele: GP 2813 32 009: Teile für Luft- oder Vakuumpumpen, Luft- oder andere Gaskompressoren**

Fallgruppe	Gütergruppen nach GP2019 in der Produktionsstatistik				Umweltbereiche WBD-Statistik		
	GP1	GP2	GP3	GP4	UB1	UB2	UB3
1	281327300	281332009	331212102		2400	4300	7400
3	281321700	281328000	281332009	331212102	2399		
3	279033900	281214500	281216800	281332009	7342		
1	279033900	281214500	281216800	281332009	7342		
3	281312200	281326300	281326700	281326900	2330		
3	281326700	281326900	281332009		7241		
3	281321900	281332009	289939159	289939575	4300		
3	281321900	281327300	281332009	331212102	7232		
3	281321700	281327550	281332009	282511302	2399		
1	281326700	281332009			2399	4300	
3	281321700	281328000	281332009	331212102	2399		
3	279033900	281214500	281216800	281332009	7342		

2330 Chemische Abwasserbehandlung; 2399 Sonstige Umweltschutzleistungen (im Zusammenhang mit der Abwasserbehandlung); 2400 Klärschlammbehandlung und -entsorgung; 4300 Messung, Kontroll- und Analysesysteme für Abgas und Abluft; 7232 Tiefe Geothermie; 7241 Wasserkraft/Meeresenergie; 7342 Energieeffiziente Antriebs- und Steuerungstechnik; 7400 Messung, Kontroll- und Analysesysteme/Klimaschutz

Quelle: Sonderauswertungen des Statistischen Bundesamts für das CWS, Berechnungen des CWS.

Es ergeben sich so insgesamt fünf Kriterien, anhand derer die Zugehörigkeit einer Gütergruppe zur neuen Liste potenzieller Umweltschutzgüter überprüft werden kann (Tabelle 4):

- ▶ Stichwortsuche mittels des Stichwortverzeichnisses zum Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken (Destatis 2021b)
- ▶ Überprüfung, ob eine GP2019-Gütergruppe auch schon in der umgeschlüsselten alten Liste potenzieller Umweltschutzgüter vorhanden war
- ▶ drei Schlüssellisten mit kombinierten GP2019-Gütergruppen und WBD-Umweltbereichen
  - für Meldungen im Jahr 2019 (Gütergruppen und WBD-Schlüssel)
  - Datenkombinationen für die Jahre 2019 (Gütergruppen) und 2018 (WBD-Schlüssel)
  - Datenkombinationen für die Jahre 2019 (Gütergruppen) und 2016 (WBD-Schlüssel).

Insgesamt wurden mit diesem Ansatz 512 GP2019-Gütergruppen überprüft und davon 186 Gütergruppen als potenzielle Umweltschutzgüter identifiziert (vgl. auch Tabelle A1 im Anhang). Dabei nimmt der Anteil der übernommenen an den überprüften Gütergruppen tendenziell ab, je weniger Auswahlkriterien erfüllt werden (Tabelle 4). Schon hier wird deutlich, dass sich die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter signifikant von ihrer Vorgängerin unterscheidet. So

ist mit 133 Gütergruppen die Hälfte der Positionen der alten Liste mittels der aktuellen Meldungen zur WBD-Statistik nicht mehr als potenzielle Umweltschutzgüter zu identifizieren. Dies betrifft insbesondere Güter aus den Umweltbereichen Abfall, Abwasser und MSR (vgl. Abschnitt 2.4). Bei 5 der 8 hiervon trotzdem aus der alten Liste übernommenen Gütergruppen handelt es sich um Gas- und Dampf (GuD)-Turbinen bzw. Teile für diese, die nach ausführlicher Diskussion mit den Projektpartnern aus technologischen Gründen (Verwendung in GuD-Kraftwerken) übernommen wurden.

Einige GP2019-Gütergruppen blieben außen vor, obwohl sie ein oder mehrere der empirischen Auswahlkriterien erfüllt haben. Dies trifft zu für Gütergruppen mit sehr heterogenem Charakter oder Sammelpositionen, die als "a. n. g.", "sonstige" oder "übrige" bezeichnet, von mehreren hundert Unternehmen genannt werden und laut Stichwortliste ein sehr breites Spektrum an Verwendungsmöglichkeiten aufweisen. Die Aufnahme dieser Gütergruppen würde zu einer deutlichen Überdehnung des "Potenzialbegriffs" führen.

**Tabelle 4: Häufigkeit der geprüften und übernommenen GP-Schlüssel (9-Steller) nach Anzahl der zutreffenden Kriterien**

Anzahl der zutreffenden Kriterien <sup>1)</sup>	geprüfte GP-Schlüssel	davon:	
		auch in alter Liste enthalten	in neue Liste aufgenommen
Fünf Kriterien erfüllt	31	31	31
Vier Kriterien erfüllt	60	47	55
Drei Kriterien erfüllt	85	26	45
Zwei Kriterien erfüllt	66	30	42
Ein Kriterium erfüllt (ohne Kriterium "Stichwort")	66	0	4
Nur Kriterium "Stichwort" erfüllt	63	0	1
Ohne erfülltes Kriterium und nicht in alter Liste	8	0	0
Ohne erfülltes Kriterium und in alter Liste	133	133	8
<b>Insgesamt</b>	<b>512</b>	<b>267</b>	<b>186</b>

1) Zur Beschreibung der angewendeten Kriterien siehe oben

Quellen: Destatis 2021b, Sonderauswertungen des Statistischen Bundesamts für das CWS, Gehrke, Schasse (2013), Berechnungen des CWS.

Weiterhin erfolgten Rückfragen an das Statistische Bundesamt und ein Abgleich mit der derzeit gültigen Eurostat-Liste (Eurostat 2016b), um einzelne Gütergruppen hinsichtlich ihrer jeweiligen Bedeutung als Umweltschutzgut zu beurteilen. Dies betrifft auch die praktische Ausgrenzung von umweltfreundlicheren Produkten, deren primärer Zweck nicht der Umweltschutz ist. Diese sogenannten Adapted Goods sind anhand der hier verwendeten Kriterien prinzipiell nicht zu identifizieren. Dennoch können fallweise auch Adapted Goods Teil der Liste potenzieller Umweltschutzgüter sein, wenn sie als solche mittels der Meldungen der Unternehmen zur WBD-Statistik identifiziert werden können.<sup>8</sup> So werden möglicherweise Güter, die als Teile für den Bau

<sup>8</sup> Zum technologiebasierten Ansatz zur Identifikation von Adapted Goods siehe Abschnitt 3.

von Elektrofahrzeugen nutzbar sind, aufgrund der Meldungen der Umweltschutzbetriebe berücksichtigt, fertige Elektrofahrzeuge hingegen nicht. Ähnlich verhält es sich mit Brennstoffzellen, die aufgrund der Unternehmensmeldungen zu den Gütern zur Steigerung der Energieeffizienz zählen, technologisch aber auch als Adapted Goods angesehen werden (vgl. Abschnitt 3).

Der hier verwendete empirische Ansatz zur Identifikation potenzieller Umweltschutzgüter weist neben der Abgrenzung von Adapted Goods eine weitere Unsicherheit auf. Sie ist darauf zurückzuführen, dass keine Informationen zur Gewichtung des Umweltschutzanteils bei den einzelnen Gütergruppen verfügbar sind. Zwar schafft die Vielzahl der verwendeten Kriterien und der Ausschluss von Gütergruppen mit sehr heterogenem Charakter sowie von Sammelpositionen (s. o.) einen gewissen Ausgleich für das Fehlen geeigneter "Umweltschutzgewichte". Dennoch bleibt die Betonung auf dem Begriff "potenziell", denn der Produktionswert oder Umsatz einer Gütergruppe kann zu hundert Prozent dem Umweltschutz dienen oder auch nur zu einem Prozent. Auch das generelle Problem der Anwendung einer primär auf deutschen Daten basierenden Abgrenzung potenzieller Umweltschutzgüter im internationalen Kontext bleibt unvermindert bestehen (vgl. Abschnitt 2.6).

## 2.4 Die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter

Anlage A dokumentiert die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter nach dem Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik 2019 (GP2019) in der Fassung mit 9-stelligen Codes. Mit insgesamt 186 Positionen ist die Liste deutlich kürzer als ihre Vorgängerin, die noch 267 Gütergruppen dieser Art umfasste (Tabelle 5). Vor allem in den klassischen Umweltbereichen Abfall, Abwasser und MSR werden nach der neuen Liste deutlich weniger Gütergruppen (GP2019-9-Steller) zu den potenziellen Umweltschutzgütern gezählt als zuvor. Im Gegensatz dazu ist die Zahl der Gütergruppen im Bereich des Klimaschutzes, d. h. bei Erzeugnissen zur Verbesserung der Energieeffizienz und bei Erneuerbaren Energien leicht angestiegen.

**Tabelle 5: Anzahl der erfassten Gütergruppen (GP2019-9-Steller) nach Umweltbereichen in alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Umweltbereich	Alte Liste	Neue Liste
Abfall	41	16
Abwasser	85	44
Lärm	10	10
Luft	23	19
MSR	30	14
Energieeffizienz	48	51
Erneuerbare Energien	30	32
<b>Insgesamt</b>	<b>267</b>	<b>186</b>

Quellen: Destatis 2021b, Sonderauswertungen des Statistischen Bundesamts für das CWS, Gehrke, Schasse (2013), Berechnungen des CWS.

Die ehemalige Trennung zwischen Solarzellen und übrigen Solarenergiegütern wurde zugunsten der Trennung von Solarthermie und Photovoltaik geändert. Diese Differenzierung ist erst seit der GP2019 möglich (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Anzahl der erfassten Gütergruppen (GP2019-9-Steller) nach Klimaschutzbereichen in alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Klimaschutzbereiche	Alte Liste	Neue Liste
Güter zur Steigerung der Energieeffizienz	48	51
Erzeugnisse zur Wärmeisolation	37	33
Rückgewinnung <sup>1)</sup>	2	8
Reparatur/Installation	1	1
KWK/BHKW (ohne Brennstoffzellen)	2	3
Gas- und Dampfturbinen	5	5
Brennstoffzellen	1	1
Güter zur Nutzung erneuerbarer Energien	30	32
Windkraft	6	10
Biomasse/-gas	4	3
Solarkollektoren (Solarthermie) <sup>2)</sup>	8	2
Solarmodule und -zellen (Photovoltaik) <sup>2)</sup>	2	5
Wasserkraft	2	1
Wärmepumpen	2	4
Reparatur/Installation	6	7
<b>Klimaschutz insgesamt</b>	<b>78</b>	<b>83</b>

1) Nach alter Liste nur Wärmetauscher

2) Nach alter Liste getrennt nach Solarzellen und übrigen Solarenergiegütern, vgl. zuletzt Gehrke, Schasse (2021).

Quellen: Destatis 2021b, Sonderauswertungen des Statistischen Bundesamts für das CWS, Gehrke, Schasse (2013), Berechnungen des CWS.

Berücksichtigt man zusätzlich die Güterabteilungen (d. h. die GP2019 Zweisteller), wird deutlich, dass in fast allen diesen Bereichen nach neuer Liste weniger Gütergruppen (GP2019-9-Steller) einbezogen werden als zuvor. Auffällig ist dies bei Textilien, Chemischen Erzeugnissen, Metallen, Gummi- und Kunststoffwaren sowie Datenverarbeitungsgeräten, elektrischen und optischen Erzeugnissen (Tabelle 7).

Offensichtlich hat sich die Einschätzung der Unternehmen hinsichtlich der Einordnung ihrer Güter als Umweltschutzgüter in den 10 Jahren seit Erstellung der alten Umweltschutzgüterliste in einigen Umweltbereichen merklich verändert. Bei näherem Vergleich (siehe Anhang A und Gehrke, Schasse 2013) ist erkennbar, dass vor allem Rohre aus Kunststoff und Metall, Filterstoffe sowie Chemikalien für den Abwasserbereich nicht mehr in so vielen Varianten berücksichtigt werden wie noch 10 Jahre zuvor. Ähnliches gilt auch für Abfallbehälter und für Datenverarbeitungsgeräte in Zusammenhang mit MSR-Technik im Umweltbereich. In anderen Umweltbereichen ist eine solche Konzentration auf weniger Gütergruppen nicht festzustellen. Hinsichtlich der dort verortenden Gütergruppen ist eher von einer leichten Steigerung der Anzahl der berücksichtigten Gütergruppen auszugehen, was eher geringe Abweichungen der neuen von der alten Liste impliziert.

**Tabelle 7: Anzahl der erfassten Gütergruppen (GP2019-9-Steller) nach Güterabteilungen in alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Güterabteilungen (GP2019-2-Steller)	Alte Liste	Neue Liste
08 Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	1	1
13 Textilien	12	5
16 Holz und Holz- Kork- Korb- Flechtwaren ohne Möbel	4	2
17 Papier, Pappe und Waren daraus	1	
20 Chemische Erzeugnisse	20	8
22 Gummi- und Kunststoffwaren	46	30
23 Glas und -waren, Keramik, Steine und Erden	24	22
24 Metalle	14	7
25 Metallerzeugnisse	17	16
26 Datenverarbeitungsgeräte, elektr. u. optische Erzeugnisse	31	16
27 Elektrische Ausrüstungen	11	12
28 Maschinen	68	52
29 Kraftwagen und Kraftwagen- teile	3	3
30 Sonstige Fahrzeuge	1	
33 Reparatur, Instandhaltung von Maschinen, Ausrüstungen	14	12
<b>Insgesamt</b>	<b>267</b>	<b>186</b>

Quellen: Destatis 2021b, Sonderauswertungen des Statistischen Bundesamts für das CWS, Gehrke, Schasse (2013), Berechnungen des CWS.

## 2.5 Produktion potenzieller Umweltschutzgüter in Deutschland nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter

Die neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter unterscheidet sich von der Vorgängerversion hinsichtlich der Abgrenzung der Gütergruppen (GP2019 statt GP 2009), des Auswahlverfahrens (siehe Abschnitt 2.2) und des Erstellungsjahres (2022 statt 2012). Deshalb ist es nicht überraschend, dass es zum Teil erhebliche Unterschiede bezüglich der damit erzielten numerischen Ergebnisse gibt. Dabei ist zu betonen, dass die so ausgewiesenen Produktionswerte primär den Charakter eines Indikators aufweisen, der über die zeitliche Entwicklung und strukturelle Veränderungen der deutschen Produktion in den verschiedenen Umweltbereichen informiert. Ein Vergleich der Ergebnisse ist für die Jahre 2019 und 2020 möglich, in denen die Berechnungen

sowohl nach alter als auch nach neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter ermittelt worden sind.

Der für insgesamt alle potenziellen Umweltschutzgüter auf Basis der neuen Liste ermittelte Produktionswert liegt mit 82 Mrd. Euro im Jahr 2020 deutlich unterhalb des Wertes nach alter Liste mit 89 Mrd. Euro (Tabelle 8). Dies trifft mit Ausnahme von Gütern zur Lärmvermeidung auch für die klassischen, primär end-of-pipe-Technologien betreffenden, Umweltbereiche der Abfallvermeidung, Abwasserbehandlung und Luftreinhaltung zu. Aber auch bei umweltschutzrelevanten MSR-Gütern fällt das Produktionsvolumen vergleichsweise niedriger aus. Lediglich im Bereich der Klimaschutzgüter werden nach neuer Liste mit fast 40 Mrd. Euro deutlich höhere Produktionswerte erzielt als zuvor mit 34 Mrd. Euro. Entsprechend unterscheidet sich im Listenvergleich die Produktionsstruktur nach Umweltbereichen (Tabelle 9): Das Gewicht der Klimaschutzgüter ist gegenüber den anderen Umweltbereichen deutlich gestiegen und macht nach neuer Liste mit 48 % fast die Hälfte aller potenziellen Umweltschutzgüter aus.

**Tabelle 8: Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Umweltbereiche	Alte Liste		Neue Liste	
	2019	2020	2019	2020
<b>Produktionswert in Mio. Euro</b>				
Abfall	11.655	10.696	7.731	6.971
Abwasser	20.807	19.806	14.995	14.698
darunter: Schutz u. Sanierung v. Boden, Grund- u. Oberflächenwasser	1.301	1.222	1.098	999
Lärm	6.514	5.666	8.478	7.806
Luft	8.382	8.193	7.540	7.621
wg. Geheimhaltung den bisherigen vier Umweltbereichen nicht zurechenbar <sup>1)</sup>	1.121	2.848		
Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR)	8.371	7.804	6.218	5.701
Klimaschutz	33.766	34.354	39.427	39.768
<b>Umweltschutzgüter insgesamt <sup>2)</sup></b>	<b>90.616</b>	<b>89.367</b>	<b>84.388</b>	<b>82.564</b>

1) Die Gütergruppen, deren Produktionsdaten wegen Geheimhaltung nur in Summe verfügbar waren, sind in der neuen Liste nicht mehr enthalten.

2) Bei "insgesamt" leichte Abweichungen aufgrund von Rundungsungenauigkeiten möglich.

Quelle: Destatis (2022), Berechnungen des CWS.

Auch wenn ein Vergleich der Entwicklung der Produktion bei nur zwei Stützjahren begrenzt aussagefähig ist, sollte festgehalten werden, dass die Richtung der Veränderungen 2019 nach 2020 nach beiden Listen weitgehend identisch ausfällt.

**Tabelle 9: Struktur der Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Umweltbereiche	Alte Liste		Neue Liste	
	2019	2020	2019	2020
<b>Anteil am Produktionswert insgesamt in Prozent</b>				
Abfall	12,9	12,0	9,2	8,4
Abwasser	23,0	22,2	17,8	17,8
darunter: Schutz u. Sanierung v. Boden, Grund- u. Oberflächenwasser	1,4	1,4	1,3	1,2
Lärm	7,2	6,3	10,0	9,5
Luft	9,3	9,2	8,9	9,2
wg. Geheimhaltung den bisherigen vier Umweltbereichen nicht zurechenbar <sup>1)</sup>	1,2	3,2		
Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR)	9,2	8,7	7,4	6,9
Klimaschutz	37,3	38,4	46,7	48,2
<b>Umweltschutzgüter insgesamt <sup>2)</sup></b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

1) Die Gütergruppen, deren Produktionsdaten wegen Geheimhaltung nur in Summe verfügbar waren, sind in der neuen Liste nicht mehr enthalten.

2) Bei "insgesamt" leichte Abweichungen aufgrund von Rundungsungenauigkeiten möglich.

Quelle: Destatis (2022), Berechnungen des CWS.

Große Abweichungen hinsichtlich des Volumens und der Struktur der Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern finden sich im Bereich der Güter, die dem Klimaschutz dienen können (Tabelle 10 und Tabelle 11). Dabei wird zwischen Gütern zur Steigerung der Energieeffizienz und solchen zur Nutzung erneuerbarer Energien unterschieden. Die größten Unterschiede zwischen alter und neuer Liste gibt es im Bereich der Rückgewinnung von Energie. Dies ist im Kern auf eine geänderte Definition dieses Bereichs zurückzuführen, weil in der alten Liste nur Güter zum Wärmetausch erfasst worden sind. Neu hinzu gekommen sind z. B. Teile für Heizungs- und Klimageräte.

Deutliche strukturelle Unterschiede aufgrund der geänderten Abgrenzung nach GP2019 zeigen sich bei Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energien: Der Produktionswert bei potenziellen Windenergiegütern ist nach neuer Liste doppelt so hoch wie nach alter Liste, wohingegen der ausgewiesene Produktionswert im Bereich der Solarenergienutzung nur noch ein Drittel des Wertes nach alter Liste ausmacht. Ein wichtiger Grund liegt in der neuen Differenzierung von Wechselrichtern nach solchen für Photovoltaikanlagen und solchen für Windenergie- und andere Großanlagen.<sup>9</sup> In der alten Liste wurden diese zum größten Teil dem Bereich der Solarenergienutzung zugerechnet.

<sup>9</sup> Dies betrifft die Güterpositionen 2790 41 559, 2790 41 531 und 2790 41 551.

**Tabelle 10: Produktion von potenziellen Klimaschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Klimaschutzbereiche	Alte Liste		Neue Liste	
	2019	2020	2019	2020
<b>Produktionswert in Mio. Euro</b>				
Güter zur Steigerung der Energieeffizienz <sup>1)</sup>	21.684	22.043	25.291	25.793
Erzeugnisse zur Wärmeisolation	18.525	19.045	19.541	20.293
Rückgewinnung (vorm. Wärmetauscher)	978	875	3.349	3.154
Reparatur/Installation	148	99	148	99
KWK/BHKW (ohne Brennstoffzellen)	308	295	727	718
Gas- und Dampfturbinen	1.496	1.504	1.496	1.504
Brennstoffzellen	29	24	29	24
Güter zur Nutzung erneuerbarer Energien	12.083	12.310	14.136	13.975
Windkraft	3.712	3.738	7.847	7.521
Biomasse/-gas	334	388	320	388
Solarkollektoren (Solarthermie)	101	130	101	130
Solarmodule und -zellen (Photovoltaik)	4.389	4.393	1.405	1.365
Wasserkraft	114	243	95	211
Wärmepumpen	530	527	968	978
Reparatur/Installation	2.903	2.892	3.400	3.381
<b>Klimaschutzgüter insgesamt</b>	<b>33.766</b>	<b>34.354</b>	<b>39.427</b>	<b>39.768</b>

Bei den Summen für die Oberbereiche teils leichte Abweichungen aufgrund von Rundungsungenauigkeiten möglich.

<sup>1)</sup> Nach "alter Liste" einschl. wegen Geheimhaltung nicht einzelnen Umweltbereichen zurechenbare Güter

Quelle: Destatis (2022), Berechnungen des CWS.

**Tabelle 11: Struktur der Produktion von potenziellen Klimaschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen 2019 und 2020 nach alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Umweltbereiche	Alte Liste		Neue Liste	
	2019	2020	2019	2020
<b>Anteil an Klimaschutz insgesamt in Prozent</b>				
Güter zur Steigerung der Energieeffizienz <sup>1)</sup>	64,2	64,2	64,1	64,9
Erzeugnisse zur Wärmeisolation	54,9	55,4	49,6	51,0
Rückgewinnung (vorm. Wärmetauscher)	2,9	2,5	8,5	7,9
Reparatur/Installation	0,4	0,3	0,4	0,2
KWK/BHKW (ohne Brennstoffzellen)	0,9	0,9	1,8	1,8
Gas- und Dampfturbinen	4,4	4,4	3,8	3,8
Brennstoffzellen	0,1	0,1	0,1	0,1
Güter zur Nutzung Erneuerbarer Energien	35,8	35,8	35,9	35,1
Windkraft	11,0	10,9	19,9	18,9
Biomasse/-gas	1,0	1,1	0,8	1,0
Solarkollektoren (Solarthermie)	0,3	0,4	0,3	0,3
Solarmodule und -zellen (Photovoltaik)	13,0	12,8	3,6	3,4
Wasserkraft	0,3	0,7	0,2	0,5
Wärmepumpen	1,6	1,5	2,5	2,5
Reparatur/Installation	8,6	8,4	8,6	8,5
<b>Klimaschutzgüter insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Bei den Summen für die Oberbereiche teils leichte Abweichungen aufgrund von Rundungsungenauigkeiten möglich.

<sup>1)</sup> Nach "alter Liste" einschl. wegen Geheimhaltung nicht einzelnen Umweltbereichen zurechenbare Güter

Quelle: Destatis (2022), Berechnungen des CWS.

## 2.6 Anwendung der neuen Liste potenzieller Umweltschutzgüter auf die internationale Außenhandelsstatistik

Zur Analyse der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im Vergleich zu wichtigen ausländischen Konkurrenten wird die Comtrade-Datenbank der Vereinten Nationen (UN Comtrade<sup>10</sup>) genutzt, die freien Zugang zu detaillierten globalen Handelsdaten für mehr als 200 Länder in einheitlicher Systematik gewährt. Hierfür ist es erforderlich, die in der neuen Liste verwendeten Güterpositionen (GP 9-Steller) in die dort verwendete harmonisierte Gütersystematik für den Außenhandel (HS 6-Steller) umzuschlüsseln (Abschnitt 2.6.1).

<sup>10</sup> <https://comtrade.un.org/>

### 2.6.1 Umschlüsselungsmethodik

Für die Umschlüsselung wird in verschiedenen Schritten vorgegangen:

1. Die neue Liste nach GP 2019 (9-Steller) wird zu 8-Stellern aggregiert: GP 8-Steller sind identisch mit der Eurostat Prodcom-Klassifikation (Eurostat 2021).
2. Konvergenztabelle lassen eine Umschlüsselung von Prodcom auf die europäische Außenhandelsstatistik (CN-8-Steller) zu.
3. Von CN ist eine direkte Verbindung zu HS gegeben: CN-6-Steller sind identisch mit HS-6-Stellern.

9-stellige Gütergruppen finden nur auf nationaler Ebene Verwendung. Die europäische Produktionsstatistik Prodcom ist auf 8-stellige Gütergruppen beschränkt. Ist die neunte Ziffer eine Null, sind die 9-Steller mit den 8-Stellern identisch. In den anderen Fällen macht der 9-Steller nur einen Teil des übergeordneten 8-Stellers aus. Dieser Anteil wird auf Grundlage der deutschen Produktionswerte für die Jahre 2019 bis 2021 errechnet.

Bei Eurostat verfügbare Konvergenztabelle<sup>11</sup> ermöglichen in den meisten Fällen<sup>12</sup> die Umschlüsselung von Prodcom-Codes auf ebenfalls 8-stellige Außenhandelscodes (combined nomenclature: CN). Diese kombinierte Nomenklatur ist eine Weiterentwicklung des Harmonisierten Systems der Weltzollorganisation (HS), das in internationalen Außenhandelsdatenbanken verwendet wird; enthält jedoch besondere, EU-spezifische Unterteilungen in den Stellen 7 und 8 (Europäische Union 2021). Die ersten 6 Stellen entsprechen dem Harmonisierten System, so dass eine direkte Verbindung zwischen CN und HS gegeben ist (Magerman 2022). In denjenigen Fällen, in denen die Ziffern 7 und 8 den Wert "Null" haben, ist der CN-8-Steller mit dem übergeordneten HS-6-Steller identisch. In den anderen Fällen wird der jeweilige Anteil der relevanten 8-Steller an den übergeordneten 6-Stellern auf Grundlage der deutschen Außenhandelswerte für die Jahre 2019 bis 2021 errechnet.

In vielen Fällen findet sich für die identifizierten Gütergruppen aus der deutschen Produktionsstatistik eine klare Zuordnung in HS-Systematik. Dies ist dann der Fall,

- ▶ wenn die zusätzlichen Stellen (Ziffer 9 in der Produktionsstatistik, Ziffern 7 und 8 in der CN) jeweils den Wert "Null" annehmen, so dass eine eindeutige Zuordnung möglich ist oder
- ▶ diese eindeutige Zuordnung mindestens in einem Fall (entweder zwischen GP und Prodcom oder zwischen CN und HS) gegeben ist und im anderen Fall der Anteil am übergeordneten Code mindestens drei Viertel beträgt.

In den anderen Fällen wurden – analog zum Verfahren bei früheren Listen – aufgrund der errechneten Anteile Gewichtungsfaktoren eingeführt, die bei der Berechnung der Außenhandelswerte verwendet werden. Konkret heißt dies, dass einige HS-Positionen nicht vollständig, sondern lediglich zu zwei Drittel, zur Hälfte oder zu einem Drittel in die Berechnungen eingehen. Einzelne GP-Positionen bleiben im Außenhandel unberücksichtigt, weil sie

- ▶ nachweislich zu geringe Anteile an den zugehörigen HS-6-Stellern ausmachen oder
- ▶ die entsprechenden HS-Positionen zu unspezifisch und breit gefasst sind.

Trotz dieses sehr aufwendigen Verfahrens bleiben Unschärfen im Außenhandel unvermeidbar. Dies resultiert im Wesentlichen daraus, dass die deutschen Gegebenheiten für die Abgrenzung

<sup>11</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/web/metadata/classifications>. Vgl. dazu auch die Präsentation von Christine Laaboudi-Spoiden (2022).

<sup>12</sup> Wo dies nicht möglich war, wurde der "naheliegendste" CN-Code über den Vergleich der beschreibenden Texte gesucht.

der Güterliste für den Außenhandel genutzt werden. Dies bezieht sich sowohl auf die inhaltliche Definition von potenziellen Umweltschutzgütern und die Zuordnung zu bestimmten Umweltbereichen, aber auch auf die jeweiligen Produktions- und Außenhandelsanteile, da nur diese in entsprechender Tiefe zur Verfügung stehen. Insgesamt folgt die hier vorgelegte Liste aufgrund der Anbindung an die von den Umweltschutzbetrieben tatsächlich produzierten Gütern einem deutlich engeren Ansatz als andere Außenhandelslisten, die zumeist im Rahmen von Zollverhandlungen entstanden sind und dabei bestimmte thematische Schwerpunkte verfolgen (wie z. B. die CLEG-Liste mit einer sehr breiten Ausrichtung auf den Klimaschutzbereich, vgl. Sauvage 2014) oder auch länder- bzw. regionsspezifische Interessen berücksichtigen (müssen) (vgl. dazu bspw. OECD 2005).

Die Umschlüsselung von GP 2019 über Prodcom 2019/2020/2021 und CN 2019/2020/2021 (die Prodcom- und CN-Versionen werden jedes Jahr angepasst) führt über Konvergenztabelle zu HS-Codes der Version 2017 (HS 2017). Diese wurde erst vor wenigen Jahren eingeführt und hat die bis dahin geltende Version HS 2012 abgelöst. Da viele Länder ihre Lieferungen erst später umgestellt haben und Rückrechnungen bis einschließlich 2016 vorgenommen werden, wurden die identifizierten Codes nach HS 2017 gemäß der vorliegenden Konvergenztabelle<sup>13</sup> in HS 2012 umgeschlüsselt. Danach fließen in die Berechnung des Außenhandels mit potenziellen Umweltschutzgütern 145 HS-Positionen ein (siehe Tabelle A2 im Anhang). Recycling/Installation finden in der HS-Systematik keine Berücksichtigung.

## **2.6.2 Gegenüberstellung des deutschen Außenhandels mit potenziellen Umweltschutzgütern nach alter und neuer Liste 2019**

Bezogen auf den deutschen Außenhandel mit potenziellen Umweltschutzgütern fällt das Außenhandelsvolumen sowohl bei den Exporten als auch bei den Importen nach neuer Liste nur unwesentlich höher aus als vor der Umstellung. Innerhalb des Gesamtpakets zeigen sich jedoch ähnliche strukturelle Veränderungen wie bei der Produktion (vgl. Abschnitt 2.5).

So haben bei den deutschen Exporten im Listenvergleich die klassischen Umweltbereiche Abfall, Abwasser wie auch umweltschutzrelevante Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR) absolut und relativ an Bedeutung verloren. Dem stehen leichte Zuwächse in der Luftreinigung (von 9,0 % auf 9,5 %), im sehr kleinen Lärmbereich (von 3,0 % auf 4,1 %) und deutliche Gewinne im Klimaschutzbereich (von 35,6 % auf 40,6 %) gegenüber (Tabelle 12). Damit ist das Gewicht des Klimaschutzbereichs innerhalb der gesamten Exporte an potenziellen Umweltschutzgütern nach der neuen Liste – analog zur Produktion – deutlich gestiegen.

Auf Seiten der Importe ergibt sich ein differenzierteres Bild. Neben dem nunmehr noch stärker dominierenden Klimaschutzbereich (von 40,4 % auf 44,1 %) haben auch Abwasser und Lärm absolut und relativ hinzugewonnen. Im Luftbereich zeigen sich leichte Anteilsverluste bei stagnierendem Importvolumen. Klare Verlierer bei Exporten und Importen sind Abfall und MSR-Technik (vgl. Tabelle 12).

Innerhalb des Klimaschutzbereichs wird nach der neuen Liste zwischen den beiden großen Teilsegmenten der Güter zur Steigerung der Energieeffizienz sowie der Güter zur Nutzung erneuerbarer Energien unterschieden. Bei dieser groben Differenzierung zeigt sich, dass die infolge der Umstellung absehbaren Zuwächse im Klimaschutzhandel ausschließlich auf Güter zur Steigerung der Energieeffizienz zurückzuführen sind. Deren Strukturgewicht ist auf Seiten der Exporte von 46,9 % auf 58,0 % gewachsen, auf Seiten der Importe von 42,2 % auf fast 53,7 %

<sup>13</sup> <http://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/instrument-and-tools/hs-nomenclature-2017-edition/correlation-tables-hs-2012-to-2017.aspx>

(Tabelle 13). Dies ist im Wesentlichen auf eine breitere Abgrenzung im Bereich Rückgewinnung von Energie zurückzuführen (vgl. dazu Abschnitt 2.5). Zudem haben sich im Bereich Gas- und Dampfturbinen/KWK bei einzelnen HS-Gruppen, die in beiden Listen Berücksichtigung finden, die Gewichtungsfaktoren geändert.

**Tabelle 12: Ausfuhren und Einfuhren Deutschlands nach Umweltbereichen 2019 gemäß alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Umweltbereiche	Alte Liste		Neue Liste	
	Mio. Euro	in %	Mio. Euro	in %
<b>Exporte</b>				
Abfall	7.572	11,8	6.604	10,4
Abwasser	14.671	22,8	13.758	21,6
Luft	5.751	9,0	6.021	9,5
Lärm	1.905	3,0	2.629	4,1
MSR	11.793	18,4	9.682	15,2
Klima	22.876	35,6	25.870	40,6
<b>Umweltschutzgüter insgesamt</b>	<b>63.662</b>	<b>100,0</b>	<b>64.220</b>	<b>100,0</b>
<b>Importe</b>				
Abfall	4.084	11,2	2.878	7,6
Abwasser	7.549	20,7	8.167	21,5
Luft	4.313	11,8	4.311	11,4
Lärm	1.210	3,3	1.639	4,3
MSR	5.313	14,6	4.414	11,6
Klima	14.727	40,4	16.735	44,1
<b>Umweltschutzgüter insgesamt <sup>1)</sup></b>	<b>36.472</b>	<b>100,0</b>	<b>37.971</b>	<b>100,0</b>

<sup>1)</sup> In beiden Listen sind einzelne HS-Positionen verschiedenen Umweltschutzbereichen zugeordnet und werden, um Doppelzählungen zu vermeiden, in den Obergruppen nur einfach berücksichtigt (im Hinblick auf die "neue Liste" vgl. dazu ausführlich die Legende zu Tabelle A2 im Anhang). Dies führt dazu, dass der Wert für "Umweltschutzgüter insgesamt" kleiner als die Summe über alle Unterbereiche ist und dass die Summe über die einzelnen Anteile größer als 100 ist.

Quelle: UN Comtrade, Berechnungen des CWS.

Auch innerhalb des Segments von Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energien hat die neue Liste zu strukturellen Veränderungen im deutschen Außenhandel geführt. Analog zur Produktion hat sich der Exportwert in der bereits nach alter Liste dominierenden Windenergie mehr als verdoppelt, der Importwert sogar fast verdreifacht. Dem stehen deutliche Einbußen im Solarbereich gegenüber, die infolge der neuen Differenzierung von Wechselrichtern in der GP2019 auch Auswirkungen auf die Gewichtung zugehöriger HS-Positionen hat.

**Tabelle 13: Ausfuhren und Einfuhren Deutschlands an potenziellen Klimaschutzgütern 2019 gemäß alter und neuer Liste potenzieller Umweltschutzgüter**

Klimaschutzbereiche	Alte Liste		Neue Liste	
	Mio. Euro	in %	Mio. Euro	in %
<b>Exporte</b>				
Güter zur Steigerung der Energieeffizienz	10.736	46,9	15.003	58,0
Erzeugnisse zur Wärmeisolation/Rückgewinnung	8.472	37,0	11.825	45,7
Gas- und Dampfturbinen/KWK	2.264	9,9	3.178	12,3
Güter zur Nutzung erneuerbarer Energien <sup>1)</sup>	12.140	53,1	10.886	42,1
Windkraft	3.559	15,6	7.245	28,0
Biomasse, -gas	524	2,3	406	1,6
Solar	7.688	33,6	5.566	21,5
Wasserkraft	57	0,2	32	0,1
Wärmepumpen	312	1,4	312	1,2
<b>Klimaschutzgüter insgesamt <sup>1)</sup></b>	<b>22.876</b>	<b>100,0</b>	<b>25.870</b>	<b>100,0</b>
<b>Importe</b>				
Güter zur Steigerung der Energieeffizienz	6.208	42,2	8.983	53,7
Erzeugnisse zur Wärmeisolation/Rückgewinnung	5.312	36,1	7.549	45,1
Gas- und Dampfturbinen/KWK	896	6,1	1.435	8,6
Güter zur Nutzung erneuerbarer Energien <sup>1)</sup>	8.519	57,8	7.785	46,5
Windkraft	1.524	10,3	4.275	25,5
Biomasse, -gas	312	2,1	304	1,8
Solar	6.438	43,7	4.886	29,2
Wasserkraft	17	0,1	4	0,0
Wärmepumpen	228	1,5	228	1,4
<b>Klimaschutzgüter insgesamt <sup>1)</sup></b>	<b>14.727</b>	<b>100,0</b>	<b>16.735</b>	<b>100,0</b>

<sup>1)</sup> In beiden Listen sind einzelne HS-Positionen verschiedenen Umweltschutzbereichen zugeordnet und werden, um Doppelzählungen zu vermeiden, in den Obergruppen nur einfach berücksichtigt (im Hinblick auf die "neue Liste" vgl. dazu ausführlich die Legende zu Tabelle A2 im Anhang). Dies führt dazu, dass die Werte für "Güter zur Nutzung erneuerbarer Energien" sowie für "Klimaschutzgüter insgesamt" kleiner als die Summe über alle Unterbereiche sind und dass die Summe der einzelnen Anteile über 100 liegt.

Quelle: UN Comtrade, Berechnungen des CWS.

### 3 Konzept zur Erfassung umweltfreundlicher Güter (Adapted Goods)

Für den Wandel zu einer "Green Economy" spielen neben Umweltschutzgütern auch "Adapted Goods", d. h. umweltfreundliche Güter, deren primärer Zweck nicht der Umweltschutz ist, eine wesentliche Rolle. Der Abschnitt 3 befasst sich mit der Entwicklung eines Konzepts für die Berichterstattung über die Entwicklung der Produktion im Adapted-Goods-Bereich. Insbesondere wird geprüft, inwiefern sich die u. a. im Rahmen der vorigen Studien zum "Innovationsmotor Umweltschutz" (z. B. Gehrke et al. 2022) verwendeten Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in die GP2019-Systematik/-Kategorisierung übersetzen lassen. Daneben werden auch Adapted Goods für den Energieeffizienzbereich identifiziert. Im Rahmen dieser Analysen werden die Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter um Adapted Goods erarbeitet und als Schlussfolgerung ein Vorschlag zur zukünftigen Berücksichtigung der Adapted Goods gemacht. Adapted Goods im Kontext der Digitalisierung (u. a. Green IT) werden im Kapitel 4 behandelt.

Wie im Folgenden gezeigt, sprechen zwei Argumente gegen eine Erweiterung der Umweltschutzgüterliste um Adapted Goods: Zum einen deuten die in diesem Abschnitt diskutierten Ergebnisse darauf hin, dass das GP2019-Klassifikationssystem eher weniger geeignet ist, Adapted Goods zu erfassen. Dies liegt an den im GP2019-System zur Kategorienbildung verwendeten Gütermerkmalen. Eine Übersetzung der Adapted-Goods-Patentsuchstrategien ist meistens nicht möglich oder "zu ungenau" – es werden z. B. GP2019-Kategorien identifiziert, die zu einem großen oder unbekanntem Teil Non-Adapted-Goods oder sogar umweltschädliche Güter enthalten. Zum anderen gibt es zumindest in der Praxis signifikante Überschneidungen zwischen den Umweltschutzgüter- und Adapted-Goods-Kategorien, sodass Adapted Goods bereits zum Teil in der Umweltschutzgütersystematik erfasst werden.

Im Folgenden werden zunächst im Abschnitt 3.1 zwei Definitionen von Adapted Goods vorgestellt und mit der in der Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (WBD) verwendeten Definition von Umweltschutzleistungen kurz verglichen. Die letztere ist die Grundlage für die empirische und praktische Festlegung potenzieller Umweltschutzgüter und somit entscheidend für die Frage, inwieweit Adapted Goods bereits in der Berichterstattung zur wirtschaftlichen Bedeutung der Umweltwirtschaft (z. B. Gehrke, Schasse 2021) erfasst werden. Anschließend wird im Abschnitt 3.2 diskutiert, inwiefern sich die u. a. im Rahmen der vorigen Studien zur Innovationsfähigkeit der Umweltschutzwirtschaft (z. B. Gehrke et al. 2022) verwendeten Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in die GP2019-Systematik übersetzen lassen; daraus werden die Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter um die entsprechenden Adapted Goods abgeleitet. Im Abschnitt 3.3 werden Adapted Goods für die Energieeffizienzbereiche identifiziert. Auch hier werden die Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter um entsprechende Adapted Goods erarbeitet. Eine abschließende Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter erfolgt im Abschnitt 3.4 zusammen mit einem Vorschlag zum Ausmaß der zukünftigen Berücksichtigung der Adapted Goods.

### 3.1 Definitionsvergleich: Adapted Goods vs. Umweltschutzleistungen in der WBD

Wie aus den unten aufgeführten Definitionen von Eurostat und der Europäischen Kommission ersichtlich (siehe Gehrke et al. 2018, S. 77), werden Adapted Goods als Güter definiert, die im Vergleich zu herkömmlichen Gütern mit einer ähnlichen Funktion ("equivalent normal products...", "specifically modified") umweltfreundlicher sind. Zum Teil erfordert die Definition auch, dass Umweltschutz nicht der Hauptverwendungszweck von Adapted Goods ist.

- ▶ "Adapted goods are less polluting or more resource-efficient than equivalent normal products which furnish a similar utility. Their primary use is not one of environmental protection or resource management." (Eurostat 2009, S. 9)
- ▶ "Adapted goods are goods that have been specifically modified to be more "environmentally friendly" or "cleaner" and whose use is therefore beneficial for environmental protection." (Vereinte Nationen et al. 2014, S. 106).

Eine der Grundlagen für die Abgrenzung von Umweltschutzgütern in der GP2019-Klassifikation des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken (insbesondere in den Studien zur wirtschaftlichen Bedeutung der Umweltwirtschaft, z. B. Gehrke, Schasse 2021) ist die in der Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (WBD) verwendete Definition von Umweltschutzleistungen. Diese Definition ist somit entscheidend für die Frage, inwieweit Adapted Goods bereits durch das in Abschnitt 2 skizzierte Vorgehen in der Liste der Umweltschutzgüter mitberücksichtigt werden. In der WBD werden Umweltschutzleistungen wie folgt definiert:

- ▶ "Umweltschutzleistungen sind Waren, Bau- und Dienstleistungen, die der Emissionsminderung dienen. Unter Emissionsminderung ist die Vermeidung, Verminderung bzw. Beseitigung von schädigenden Einflüssen auf die Umwelt aus Produktion und Konsum zu verstehen." (Destatis 2021a)

In der WBD-Definition wird nicht auf den Hauptverwendungszweck abgestellt, sodass eine Überschneidung mit den obigen Definitionen von Adapted Goods besteht. Im Kern lässt sich der Unterschied zwischen dem Adapted-Goods-Begriff und dem der GP2019 zugrundeliegenden Klassifikationssystem wie folgt zusammenfassen: Bei dem Adapted-Goods-Begriff geht es um die Unterscheidung zwischen verschiedenen Produktvarianten mit "gleicher Funktion". Insbesondere ist der Fall von Bedeutung, dass "neue" Güter anders (hier: umweltfreundlicher) sein können als ihre alten bzw. herkömmlichen Varianten. (Natürlich gibt es auch den Fall, dass herkömmliche bzw. alte Varianten umweltfreundlicher als neue Varianten sind. Dies ändert jedoch nichts an der Gültigkeit der Argumentation hier; sie gilt analog umgekehrt.) Während das Patentierungssystem bzw. die Patentanalyse genau auf diesem Prinzip der Unterscheidung zwischen alten und neuen Varianten basiert – ein neues Patent wird nur vergeben, sofern es eine neue Technologie-/Produktvariante repräsentiert –, ist dies bei der GP2019 größtenteils nicht gegeben: Ein Gut bleibt (meistens) in der gleichen Kategorie unabhängig davon, ob es in seiner alten oder seiner neuen Variante erfasst wird, sodass sich in der GP2019 meistens nicht zwischen "neueren" (leicht verbesserten) und älteren Varianten eines Gutes unterscheiden lässt. Insofern sind Adapted Goods in der GP2019 relativ schlecht abbildbar (bei einem Vergleich zum Patentklassifikationssystem). Diese Diskrepanz zwischen der Adapted-Goods-Definition und dem GP2019-Klassifikationssystem wird besonders deutlich, wenn die Identifikation der Adapted Goods in der GP2019 mittels der Übersetzung von Technologielinien bzw. Patentsuchstrategien erfolgt, da die Patentanalyse eben auf der Unterscheidung zwischen älteren und neueren Varianten basiert.

## 3.2 Prüfung der Übertragbarkeit der Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in GP2019-Kategorien

In diesem Abschnitt werden die Resultate der Prüfung der Übertragbarkeit von Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in GP2019-Kategorien vorgestellt. Bei den Patentsuchstrategien handelt es sich um die Suchstrategien, die u. a. in Gehrke et al. (2022) verwendet wurden, um Patente aus dem Adapted-Goods-Bereich zu identifizieren. Zunächst wird die Vorgehensweise bei dieser Übertragbarkeitsprüfung erläutert, dann werden die Resultate präsentiert. Schließlich werden die Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter um Adapted Goods diskutiert.

### 3.2.1 Methodische Vorgehensweise

In Gehrke et al. (2022) wurden bereits Kennzahlen zu Patenten im Adapted-Goods-Bereich ermittelt und analysiert. Hinter diesen und ähnlichen Analysen stehen Patentsuchstrategien, mit deren Hilfe sich Patente, die in den Adapted-Goods-Bereich fallen, ermitteln lassen. Für die folgenden Kapitel (Abschnitte 3.2 und 3.3) wurde geprüft, inwiefern sich diese Patentsuchstrategien in GP2019-Kategorien<sup>14</sup> übersetzen lassen. Im Idealfall ließe sich aus den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien eine Liste von GP2019-Kategorien gewinnen, die Adapted Goods repräsentieren.

Die Vorteile dieser technologie- und patentorientierten Vorgehensweise für die Identifikation von Adapted Goods liegen auf der Hand: Das bereits existierende Wissen aus der Adapted-Goods-Patentanalyse wird genutzt. Die Patentanalyse ist konzeptionell sehr gut geeignet, den Adapted-Goods-Bereich zu "kartographieren": Bei der Patentanalyse geht es oft um die Identifikation von neuen, verbesserten Varianten von Gütern/Technologien; gleichzeitig machen neue (aus Umweltsicht) verbesserte Gütervarianten den Kern der Adapted-Goods-Definition aus (siehe Abschnitt 3.1). Die Suchstrategien umfassen lange und detaillierte Beschreibungen von Adapted-Goods-Technologielinien, die auf International Patent Classification (IPC), Cooperative Patent Classification (CPC) und Stichworteinschränkungen basieren. Der Informationsgehalt hinter diesen technologiebasierten Definitionen einzelner Adapted Goods ist somit relativ hoch (ein detailliertes Verständnis jeder Adapted-Goods-Kategorie ist gegeben). Durch den Patentansatz wird auch das technologische Wissen der Patentämter bis zu einem gewissen Grad in die Adapted-Goods-Forschung integriert.

Die für die folgende Analyse verfügbaren Adapted-Goods-Patentsuchstrategien sind nach Umweltbereichen gegliedert: Den Umweltbereichen sind verschiedene Adapted-Goods-Oberkategorien zugeordnet; jeder Adapted-Goods-Oberkategorie ist wiederum eine (z. T. lange) Liste von Technologielinien<sup>15</sup> zugewiesen. Diese Systematik der hier verwendeten Patentsuchstrategien sei am Beispiel des Umweltbereichs "Luftreinhaltung (CEPA 1)" verdeutlicht. Diesem Umweltbereich sind die Adapted-Goods-Oberkategorien "Batteriefahrzeuge" und "Brennstoffzellenfahrzeuge" zugewiesen. Für diese Oberkategorien sind jeweils lange Listen von Technologielinien verfügbar, die sich u. a. auf spezielle Typen von dynamoelektrischen Maschinen, Antrieben, Vorrichtungen, Verfahren, Schaltungsanordnungen, Schaltkreisen, Elektroden, Behältern und Brennstoffelementen beziehen.

<sup>14</sup> Für eine Auflistung der GP2019-Kategorien siehe Destatis 2018.

<sup>15</sup> Im Folgenden wird eine Technologielinie vereinfacht als eine genau beschriebene/spezielle Technologie definiert. Eine Technologielinie kann oft als ein Gut, Verfahren, Prozess, Anordnung ... verstanden werden. Im Wesentlichen können die in den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien definierten Technologielinien als (Korrespondenzen von) einzelne(n) Adapted Goods aufgefasst werden.

Für die Analyse in den folgenden Unterabschnitten 3.2.2 bis 3.2.4 liegen Adapted-Goods-Patentsuchstrategien zu den folgenden Umweltbereichen vor (vgl. Gehrke et al. 2019):

- ▶ Luftreinhaltung/CEPA 1
- ▶ Klimaschutz/CREMA 13A (Erneuerbare Energien)
- ▶ Recycling: Allgemeine und stoffspezifische Verfahren aggregiert (CEPA 3, CREMA 13C und 14)<sup>16</sup>
- ▶ Polymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe (als weiterer Teil von CREMA 13C).

Eine Auflistung der diesen Umweltbereichen zugeordneten Adapted-Goods-Ober-Kategorien findet sich im Abschnitt 3.2.3.

### **3.2.2 Allgemeine Resultate: Grenzen der GP2019-Systematik hinsichtlich der Erfassung von Adapted Goods (aus "patentanalytischer" Sicht)**

Die Übertragung von Kategorien zwischen verschiedenen Güterklassifikationssystemen ist immer mit Einschränkungen hinsichtlich der Übereinstimmung zwischen den einander zugeordneten Klassen und Kategorien verbunden. In dem hier betrachteten Fall geht es um die Übertragung der Technologielinien aus den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien, die mittels IPC, CPC und Stichworten klassifiziert sind, in die GP2019, so wie sie in Destatis (2018) systematisiert ist. Bei dieser Übertragung haben sich einige Grenzen des GP2019-Klassifizierungssystems hinsichtlich der Erfassung der Adapted Goods gezeigt, die hier kurz anhand von Beispielen verdeutlicht werden sollen.

#### **3.2.2.1 Grenze 1: Feinheit des GP2019-Klassifizierungssystems**

Die in den Patentsuchstrategien formalisierte Adapted-Goods-Klassifizierung ist sehr fein und präzise. Was ein Adapted Good (Technologielinie) im Einzelfall ist, hängt von sehr speziellen technologischen (und sonstigen) Produkteigenschaften ab ("feine Kategorisierung"). Dieser Grad der Präzision ist in der GP2019-Güterklassifizierung nicht gegeben. Meistens können für die Technologielinien aus der Patentanalyse keine guten Entsprechungen in der GP2019-Klassifizierung (im Sinne einer 1-zu-1-Entsprechung oder einer "guten" n-zu-1-Entsprechung) gefunden werden. So sind z. B. in den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien spezielle elektrische Vorrichtungen zur Überwachung von Betriebszuständen aufgelistet. In der GP2019 ist keine entsprechende Kategorie vorzufinden (keine 1-zu-1-Entsprechung). Was dann übrig bliebe, ist die Zuweisung dieser elektrischen Vorrichtungen zu einer Oberkategorie in der Abteilung 27 (Elektrische Ausrüstungen) oder Abteilung 29 (Kraftwagen und Kraftwagenteile); dies wäre eine schlechte n-zu-1-Entsprechung (Vermischung des Adapted-Goods mit vielen anderen Non-Adapted-Goods oder potenziell umweltschädlichen Gütern). Zum Teil scheitert also die Übersetzung der Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in die GP2019-Systematik aufgrund mangelnder Feinheit des GP2019-Klassifikationssystems oder führt zu einer Liste von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien, die viele Non-Adapted-Goods oder gar umweltschädliche Güter umfassen.

#### **3.2.2.2 Grenze 2: Zur Klassifizierung herangezogene Gütermerkmale**

Selbst in fein untergliederten GP2019-Güterbereichen gilt oft, dass die Gütermerkmale, die zur Definition von GP2019-Güterunterkategorien genutzt wurden, ungeeignet sind hinsichtlich der Identifikation von Adapted Goods. Insbesondere entsprechen die Gütermerkmale, nach denen

<sup>16</sup> Die allgemeinen Recycling-Verfahren (hier: Futtermittel aus Sekundärrohstoffen) werden gemäß der Definition der CEPA 3 "Abfallwirtschaft" auch dort subsummiert. Dies betrifft Abschnitt 3.2.3.3.

die GP2019-Systematik einen bestimmten Güterbereich in Unterkategorien unterteilt, oft *nicht* den Gütermerkmalen, die eine Unterscheidung zwischen Adapted Goods und Nicht-Adapted Goods innerhalb dieses Güterbereichs erfordert (so wie sie in den Patentsuchstrategien kodifiziert ist). Ein Beispiel hierfür ist die GP2019-Oberkategorie Futtermittel (Meldenummer 109). In der Patentsuchstrategie werden – vereinfacht gesagt – aus verschiedenen (genau spezifizierten) Sekundärrohstoffen oder nach bestimmten Verfahren hergestellte Futtermittel als Adapted Goods klassifiziert (z. B. spezielle Futtermittel aus Abfallprodukten pflanzlichen Ursprungs, nicht aber z. B. Futtermittel aus Kartoffeln, Melasse oder Hydrolysaten). Die GP2019-Klassifizierung unterscheidet Futtermittel (Meldenummer 109) nicht danach, aus welcher Quelle oder aus welchem Verfahren sie gewonnen werden, sondern nach den Tieren, an die sie verfüttert werden, z. B. Schweine, Rinder, Hunde oder Katzen. Als Konsequenz kann den in der Patentsuchstrategie aufgelisteten Futtermitteltypen, die zum Adapted-Goods-Bereich zählen, nur die grobe GP2019-Oberkategorie "Futtermittel" (Meldenummer 109) zugewiesen werden. Dies wäre eine schlechte n-zu-1-Zuordnung; es erscheint nicht sinnvoll, Futtermittel allgemein als ein Adapted Good anzusehen bzw. die GP2019-Meldenummer 109 der Adapted-Goods-Liste hinzuzufügen.

### 3.2.2.3 Grenze 3: Kategorisierung von Verfahren und Prozessen

Eine Herausforderung speziell bei der Übersetzung von Patentsuchstrategien (in GP2019-Güterkategorien) resultiert daraus, dass sich die GP2019 auf Güter bezieht, während Patentsuchstrategien dagegen oft Verfahren, Prozesse, Anordnungen und Ähnliches zum Gegenstand haben. Für diese Verfahren, Prozesse etc. gibt es keine "direkten" Entsprechungen in der GP2019. Eine Lösungsmöglichkeit wäre hier nach Gütern, Maschinen oder Anlagen in der GP2019 zu suchen, die diesen Verfahren, Prozessen und Ähnlichem entsprechen. Wieder ist in der GP2019 meistens keine ausreichend detaillierte Kategorisierung gegeben, die es erlauben würde, z. B. die GP2019-Güterkategorien nach den zu ihrer Herstellung verwendeten Verfahren zu unterscheiden. Mit welchem Verfahren ein Gut hergestellt wurde, ist oft kein Klassifizierungsmerkmal der GP2019 – es gibt aber Ausnahmen (z. B. bei den Kategorien für Zement). Insgesamt führt auch dieses Problem meistens zu schlechten n-zu-1-Zuordnungen, bei denen die Technologielinie aus der Patentsuchstrategie einer GP2019-Kategorie zugeordnet wird, die viele Non-Adapted-Goods oder gar umweltschädliche Güter enthält.

### 3.2.2.4 Konsequenzen dieser Grenzen für die Liste der GP2019-Adapted-Goods

Insgesamt führen die drei Grenzen des GP2019-Klassifizierungssystems dazu, dass den meisten in den Adapted-Goods-Suchstrategien beschriebenen Technologielinien keine "adäquate" GP2019-Kategorie zugewiesen werden kann. Die meisten Zuordnungen sind vom Typ "schlechte n-zu-1-Zuordnung",<sup>17</sup> soweit dies mit dem hier verwendeten technologischen/patentorientierten Verfahren beurteilt werden kann (alternative Adapted-Goods-Identifikationsansätze mögen andere Ergebnisse hervorbringen, wie unten erläutert). Auf Basis dieses Resultats lassen sich vier *Herangehensweisen* an die Frage der Erstellung einer Liste von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien ableiten.

Erstens wäre es (hypothetisch gesehen) möglich, das GP2019-Klassifizierungssystem so anzupassen, dass darin Adapted Goods (und allgemein Umweltschutzgüter) besser identifiziert werden können. Hierbei ginge es um eine Änderung und Verfeinerung der Gütermerkmale, die zur Formulierung der GP2019-Güterunterkategorien genutzt werden. In den Abschnitten 3.2.2.1 bis 3.2.2.3 wurden Beispiele für diese Änderungen genannt; im Wesentlichen geht es in diesen Beispielen darum, GP2019-Unterkategorien einzuführen, die es erlauben, auf die Quelle oder das

<sup>17</sup> Wie zuvor beschrieben, wird hier unter einer "schlechten n-zu-1-Zuordnung" eine Zuordnung verstanden, bei der die der Technologielinie zugeordnete GP2019-Kategorie nicht nur das in der Patentsuchstrategie beschriebene Adapted-Good (d. h. die Technologielinie selbst) enthält, sondern auch (viele) Non-Adapted-Goods oder sogar umweltschädliche Güter.

Produktionsverfahren eines Gutes zu schließen. Ob diese Änderung des GP2019-Klassifizierungssystems praktisch sinnvoll wäre, ist nicht Gegenstand dieser Studie.

Zweitens wäre es möglich, nur die GP2019-Meldenummern in die Liste von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien aufzunehmen, die "gute" oder "adäquate" Zuordnungen zu den in den Adapted-Goods-Suchstrategien beschriebenen Technologielinien repräsentieren. Dies wäre sozusagen eine "*konservative Auswahl*" von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien, und die entsprechende Liste der GP2019-Adapted-Goods-Meldenummern wäre sehr klein (siehe Abschnitt 3.2.3). Dies erscheint nicht grundsätzlich problematisch, muss aber im Kontext einer möglichen Doppelerfassung von Adapted Goods durch das Vorgehen unter Abschnitt 2 gesehen und diskutiert werden.

Drittens könnten zusätzlich zu den im zweiten Punkt genannten "adäquaten" Zuordnungen auch die hier als "schlechte n-zu-1-Zuordnungen" bezeichneten GP2019-Adapted-Goods-Kategorien der Liste der GP2019-Adapted-Goods-Meldenummern hinzugefügt werden. Dies hieße, dass relativ breite GP2019-Kategorien (z. T. Oberkategorien), die nicht nur die in den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien beschriebenen Technologielinien repräsentieren, sondern auch (viele) Non-Adapted-Goods und zum Teil auch umweltschädliche Güter, in die GP2019-Adapted-Goods-Liste aufgenommen würden. Zum Beispiel würde man dieser Logik zufolge die zuvor diskutierte GP2019-Oberkategorie "Futtermittel" (Meldenummer 109) als Adapted Good verstehen. Diese Herangehensweise an die Liste der GP2019-Adapted-Goods, d. h. die Aufnahme der "schlechten n-zu-1-Zuordnungen", wird hier nicht empfohlen und nicht weiterverfolgt. Im Wesentlichen würde sie zu einer (konzeptionellen und quantitativen) Verzerrung der Abgrenzung von Umweltschutzgütern führen. Zudem würde sie der Definition der Adapted Goods widersprechen: Schließlich geht es bei den Adapted Goods um verschiedene Varianten ein und desselben Gutes (die unterschiedliche Umweltauswirkungen haben). Alle Varianten eines Gutes (z. B. die gesamte Futtermittelkategorie) als Adapted Goods zu bezeichnen, würde den Adapted-Goods-Begriff obsolet machen.

Viertens sind neben dem hier präsentierten technologie-/patentorientierten (Makro-)Ansatz alternative Ansätze zur Identifikation von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien denkbar, so z. B. ein detailliertes Studium von einzelnen GP2019-Kategorien oder -Abteilungen im Hinblick auf Produktvarianten und Umweltfreundlichkeit mit Hilfe von (auf einzelne GP2019-Kategorien oder -Abteilungen spezialisierten) Experteninterviews/-workshops (z. B. mit Herstellern), Analyse von Marktdaten (soweit verfügbar) und Stichproben über Zusammensetzung von GP2019-Unterkategorien) etc. Dies erfordert deutlich mehr Aufwand als die reine Übersetzung von Patentsuchstrategien und ist im Rahmen dieser Studie nicht leistbar. Es könnte jedoch zur Erweiterung der hier vorgeschlagenen Liste führen.

Aus den zu den vier Herangehensweisen angeführten Gründen liegt der Fokus im Folgenden auf der zweiten Herangehensweise, der "konservativen Auswahl" von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien. Diese wird im folgenden Unterabschnitt präsentiert.

### **3.2.3 Spezielle Resultate: Potenzielle GP2019-Güterkategorien für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods**

Im Folgenden wird die im Abschnitt 3.2.2.4 beschriebene "konservative Auswahl" von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien vorgestellt, d. h. es werden nur die GP2019-Adapted-Goods-Kategorien vorgestellt, die relativ gut den entsprechenden Technologielinien entsprechen, die in den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien beschrieben wurden. Die Anzahl dieser "relativ guten" Entsprechungen ist allerdings klein.

### 3.2.3.1 Luftreinhaltung/CEPA 1

Dem Umweltbereich "Luftreinhaltung/CEPA 1" sind laut Adapted-Goods-Patentsuchstrategie zwei Adapted-Goods-Oberkategorien zugewiesen (vgl. Gehrke et al. 2019, S. 111):

- ▶ Batteriefahrzeuge
- ▶ Brennstoffzellenfahrzeuge.

Während die Adapted-Goods-Patentsuchstrategie für die Oberkategorien "*Batteriefahrzeuge*" und "*Brennstoffzellenfahrzeuge*" zahlreiche Technologielinien auflistet, lassen sich bei einer "konservativen Auswahl" der GP-2019-Kategorie-Zuordnungen zu diesen Technologielinien nur die folgenden zwei GP-2019-Kategorien bzw. GP2019-Meldenummern als Adapted Goods kategorisieren:

- a) GP2019-Meldenummer 2711 24 071: Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 750 W bis 75 kW – mit einer Leistung von mehr als 37 kW bis 75 kW – für den Antrieb von Kraftwagen
- b) GP2019-Meldenummer 2711 25 402: Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 75 kW – Andere Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 75 kW bis 375 kW – – für den Antrieb von Kraftwagen.

Hier werden also Kraftwagenverbrennungsmotoren als "herkömmliche Güter" und Kraftwagenantriebsmotoren als "ähnliche Güter mit derselben Funktion, die umweltfreundlicher sind [im Hinblick auf die Luftqualität]" aufgefasst (vgl. die Adapted-Goods-Definition in Abschnitt 3.1). Damit ist in diesem Fall die GP2019 in der Lage, die umweltfreundlichen Güter von den konventionellen Gütern zu unterscheiden und in unterschiedlichen Gütergruppen abzubilden.

Eine Überschneidung mit der Kategorie 4500 "Elektromobilität" in der WBD-Liste der Umweltschutzleistungen ist gegeben, d. h. die Tendenz geht bereits jetzt in Richtung des expliziten Ausweisens von Elektromobilitäts-Gütern. Trotz diesem Eintrag in der WBD konnten keine Überschneidungen der unter a) und b) genannten Meldenummern mit der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 festgestellt werden.

Zu beiden unter a) und b) genannten Meldenummern wurden in der Produktionsstatistik keine Produktionswerte für die Jahre 2021 und 2020 in Deutschland angegeben (Destatis 2022). Dies liegt in der Geheimhaltung begründet, die greift, wenn nur sehr wenige Unternehmen Produktionswerte melden. In 2019 sind allerdings Daten verfügbar. Dies kann sich jedoch über die Zeit ändern und in anderen Ländern anders verhalten. Vor diesem Hintergrund halten wir es für sinnvoll, die GP-Meldenummern zu a) und b) in die Liste der Adapted Goods aufzunehmen.

Laut den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien könnten potenziell weitere GP2019-Meldenummern auf die Liste der Adapted Goods aufgenommen werden. In der Patentanalyse ist es oft sinnvoll "benachbarte Technologien" zu berücksichtigen, da sich der technologische Fortschritt in einer Kategorie auf benachbarte Technologien ausbreitet (Spill-Overs), was man in der Patentanalyse unter dem Begriff "Potenzialansatz" fassen kann. So hat z. B. der allgemeine Fortschritt bei Elektromotoren, Generatoren oder allgemein bei dynamoelektrischen Maschinen auch positive Spill-Overs auf die Kategorie der Kraftwagentraktionselektromotoren. Folgt man dieser Idee, könnten u. a. die folgend aufgeführten Kategorien/Meldenummern auf die Liste der Adapted-Goods im Batteriefahrzeugsbereich aufgenommen werden:

- c) GP2019-Meldenummer 2711 10: Elektromotoren mit einer Leistung von 37,5 W oder weniger; andere Gleichstrommotoren; Gleichstromgeneratoren (die Meldenummer 2711 10 300 ist in der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 angeführt)
- d) GP2019-Meldenummer 2711 2: Allstrom-(Universal-)motoren mit einer Leistung von mehr als 37,5 W; andere Wechselstrommotoren; Wechselstromgeneratoren
- e) GP2019-Meldenummer 2711 3: Stromerzeugungsaggregate und elektrische rotierende Umformer (Überschneidung mit der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 bei den Meldenummern 2711 32 335 und 2711 32 355)
- f) GP2019-Meldenummer 2711 61: Teile für Elektromotoren, elektrische Generatoren, Stromerzeugungsaggregate und elektrische rotierende Umformer (Überschneidung mit der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 bei der Meldenummer 2711 61 106).

Allerdings ist es bei all diesen Gütern bzw. Meldenummern schwer Argumente dafür zu finden, dass sie tatsächlich Adapted Goods (im Batteriefahrzeugbereich) sind. Zum einen umfassen die unter c) bis f) genannten Kategorien auch Güter, die nicht in Batteriefahrzeugen verwendet werden. Zum anderen werden durch die unter c) bis f) gelisteten Kategorien alle Varianten eines Gutes erfasst – sowohl die neuen Varianten, die effizienzsteigernder, Energieverbrauch senkend oder allgemein umweltfreundlicher sind (d. h. per Definition Adapted Goods sind), als auch die herkömmlichen/alten Varianten, die diese Verbesserungen nicht aufweisen (und damit nicht Adapted Goods sind).<sup>18</sup> Des Weiteren gibt es bei den Nennungen unter c), e) und f) signifikante Überschneidungen mit der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2, d. h. die entsprechenden Güterkategorien werden bereits zu einem signifikanten Teil in der Liste der potenziellen Umweltschutzgüter berücksichtigt. Insofern wird hier *nicht* empfohlen, die unter c) bis f) genannten GP2019-Meldenummern ohne Weiteres auf die (konservative) Liste der Adapted Goods (in der Oberkategorie "Batteriefahrzeuge" und im Umweltbereich "Luftreinhaltung") aufzunehmen.

Die nachfolgenden Umweltbereiche werden etwas kürzer abgehandelt, da sich die in diesem Unterabschnitt beschriebenen Aspekte der Auswahl der GP2019-Adapted-Goods-Kategorien/Meldenummern in den nachfolgenden Umweltbereichen wiederholen bzw. den hier beschriebenen stark ähneln.

### 3.2.3.2 Klimaschutz/CRReMA 13A (Erneuerbare Energien)

Die in der Patentsuchstrategie gelisteten Adapted-Goods-Oberkategorien zum Umweltbereich "Klimaschutz/CRReMA 13A (Erneuerbare Energien)" sind (vgl. Gehrke et al. 2019, S. 111):

- ▶ Feste Brennstoffe aus Abfallstoffen
- ▶ Bioethanol aus Korn.

Die entsprechenden Adapted-Goods-Patentsuchstrategien enthalten Technologielinien zu (spezifischen Typen von) festen Brennstoffen aus (spezifischen Typen von) Rückständen oder Abfallstoffen sowie Bioethanol aus Korn. Für diese Technologielinien konnten keine "guten/adäquaten" Entsprechungen in den GP2019-Kategorien gefunden werden ("konservative Auswahl"). Insofern folgt aus dem hier angewandten technologie-/patentorientierten Ansatz die Empfehlung, keine GP2019-Meldenummern in die Liste der Adapted Goods im Umweltschutzbereich "Klimaschutz/CRReMA 13A (Erneuerbare Energien)" aufzunehmen.

<sup>18</sup> Dieses Problem ergibt sich nicht in der Patentanalyse, da Patente grundsätzlich neue Gütervarianten oder Technologien repräsentieren.

### 3.2.3.3 Recycling (Allgemeine und stoffspezifische Verfahren aggregiert)

Die Adapted-Goods-Patentsuchstrategie zum Umweltbereich "Recycling (Allgemeine und stoffspezifische Verfahren aggregiert)" listet die folgenden Adapted-Goods-Oberkategorien auf (vgl. Gehrke et al. 2019, S. 111):

- ▶ Futtermittel aus Sekundärrohstoffen
- ▶ Produkte aus Sekundärrohstoffen, die fossile Primärrohstoffe substituieren (z. B. Schmiermittel)
- ▶ Phosphat aus sekundären Quellen (Phosphatrecycling aus Abwasser und aus Feststoffen, z. B. Schlacken)
- ▶ Produkte aus/mit Sekundärrohstoffen, die mineralische Primärrohstoffe (andere als Phosphat) substituieren (z. B. Düngemittel, Tonwaren, Baustoffe).

Für die Adapted-Goods-Oberkategorie "*Futtermittel aus Sekundärrohstoffen*" wurden keine "adäquaten" Entsprechungen in GP2019 gefunden (bei einer "konservativen Auswahl" der GP2019-Adapted-Goods-Kategorien). Wie bereits im Abschnitt 3.2.2.2 erläutert, beziehen sich die in der Patentsuchstrategie beschriebenen Technologielinien in der Kategorie "Futtermittel aus Sekundärrohstoffen" auf durch spezielle Verfahren hergestellte Futtermittel, Futtermittel speziellen Ursprungs oder Futtermittel aus bestimmten Abfallstoffen, wohingegen die GP2019-Systematik Futtermittel nach den Tieren, für die sie bestimmt sind, unterscheidet.

Auch für die Adapted-Goods-Oberkategorie "*Produkte aus Sekundärrohstoffen, die fossile Primärrohstoffe substituieren*" wurden keine "adäquaten" Entsprechungen in GP2019 gefunden ("konservative Auswahl"). Die für diese Oberkategorie aufgelisteten Technologielinien beziehen sich u. a. auf (spezielle Typen von) Schuhwerk, Gewinnung flüssiger Kohlenwasserstoffe aus Gummabfall oder Schmiermittelaufbereitungsverfahren. Für alle diese konnten keine ausreichend spezifischen Kategorien in der GP2019 gefunden werden.

Auch für einige zur Adapted-Goods-Oberkategorie "*Phosphat aus sekundären Quellen (Phosphatrecycling aus Abwasser und aus Feststoffen)*" gehörende Technologielinien konnten keine "adäquaten" Entsprechungen in der GP2019 gefunden werden ("konservative Auswahl"), so z. B. für Technologielinien, die sich auf Düngemitteltypen aus speziellen Quellen, spezielle (Ab-)Wasserbehandlungsmethoden und ähnliches beziehen. In der GP2019-Klassifizierung war hier z. B. meistens die Quelle des Düngemittels nicht feststellbar. Ein potenzieller Kandidat für die Aufnahme in die Adapted-Goods-Liste ist die folgende GP2019-Kategorie:

g) GP2019-Meldenummer 2015 49 000: Andere Phosphatdüngemittel.

Diese Kategorie enthält z. T. als Beiprodukt gewonnene Düngemittel (z. B. Dephosphorations-schlacken)<sup>19</sup> und ist nicht in der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 enthalten; sie ist jedoch eine Mischkategorie und für die entsprechende Meldenummer weist die Produktionsstatistik keinen Wert für das Jahr 2020 und Deutschland aus. Insofern wird die Aufnahme der unter g) genannten Meldenummer auf die Liste der GP2019-Adapted-Goods-Kategorien nicht empfohlen.

Wie bei der vorigen Adapted-Goods-Oberkategorie sind auch bei der Oberkategorie "*Produkte aus/mit Sekundärrohstoffen, die mineralische Primärrohstoffe (andere als Phosphat) substituieren*" keine "adäquaten" GP2019-Kategorien für einige zu dieser Oberkategorie gehörende Technologielinien zu finden ("konservative Auswahl"). In der GP2019-Systematik war der Rückgriff

<sup>19</sup> Wie viele andere Produkte sind Dephosphorations-schlacken nicht unbedenklich, was ihre Umweltwirkungen angeht; siehe z. B. Dittrich und Klose 2008.

auf diese speziellen Sekundärrohstoffe meistens nicht feststellbar. Ein potenzieller Kandidat für die Aufnahme in die Adapted-Goods-Liste wäre jedoch die folgende GP2019-Kategorie:

- h) GP2019-Meldenummer 2352 20 000: Gips, aus gebranntem Gipsstein oder aus Calciumsulfat (einschließlich Rauchgasentschwefelungsanlagengips und Chemiegips).

Diese Kategorie enthält offensichtlich u. a. aus Rückständen/Abfällen gewonnenen Gips und ist nicht in der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 enthalten; die Produktionsstatistik weist für die entsprechende Meldenummer ca. 306 Mio. Euro als Wert der zum Absatz bestimmten Produktion für das Jahr 2020 und Deutschland aus. Die unter h) genannte Kategorie ist jedoch eine Mischkategorie, und insofern wird ihre Aufnahme in die Liste der GP2019-Adapted-Goods-Kategorien nicht empfohlen.

#### **3.2.3.4 Polymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe**

Neben den bereits oben diskutierten Produkten aus Sekundärrohstoffen, die fossile Primärrohstoffe substituieren, werden bei den Patenten auch

- Polymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe

als Adapted Goods in der CReMA 13C ausgewiesen (vgl. Gehrke et al. 2019, S. 111). Für diese Oberkategorie wurden jedoch keine "adäquaten" Entsprechungen in GP2019 gefunden ("konservative Auswahl"). So werden zwar in der GP2019-Klassifizierung z. B. Gummiproduktkategorien ausgewiesen, die Klassifizierung unterscheidet jedoch nicht danach, ob die Produkte aus bestimmten Polymeren hergestellt wurden oder nicht.

Insgesamt werden somit keine GP2019-Meldenummern für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods im Umweltschutzbereich "Kunststoff-/Gummirecycling (CReMA 13C: Minimierung der Aufnahme von fossilen Ressourcen als Rohstoff)" vorgeschlagen.

#### **3.2.4 Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter (aus Sicht des technologie-/patentorientierten Ansatzes) und Vorschlag für die zukünftige Handhabung**

Der Hauptvorteil einer ("adäquaten") Erfassung des Adapted-Goods-Bereichs und einer entsprechenden Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter liegt in einer realitätsnäheren Beschreibung des "Umweltschutzsektors", da signifikante Beiträge zum Umweltschutz nicht nur durch Güter erfolgen, deren Primärzweck dem Umweltschutz dient, sondern auch durch Adapted Goods. Insbesondere zeigen Patentanalysen, dass Adapted Goods – empirisch gesehen – eine relevante Gütergruppe darstellen, wenn es um Umweltschutz geht. Deswegen wäre eine Berücksichtigung wünschenswert im Hinblick auf die "adäquate" Erfassung der Transition zur Green Economy. Der Umweltschutzbereich würde als größer ausgewiesen als dies jetzt der Fall ist.

Die Nachteile einer "inadäquaten" Erfassung bzw. die Herausforderungen einer "adäquaten" Erfassung des Adapted-Goods-Bereichs wurden bereits im Abschnitt 3.2.2 herausgearbeitet, im Abschnitt 3.2.2.4 zusammengefasst und im Abschnitt 3.2.3 an Beispielen verdeutlicht. Hier werden sie noch einmal zwecks der Ableitung von Vorschlägen für die zukünftige Handhabung des Adapted-Goods-Bereichs zusammengefasst:

1. Die Prüfung der Übertragbarkeit der Patentsuchstrategien in GP2019-Kategorien deutet darauf hin, dass das GP2019-Klassifizierungssystem eher nicht geeignet ist, Adapted Goods adäquat zu erfassen. Bei dieser Prüfung ließen sich keine oder nur sehr breite/inadäquate GP2019-Kategorien den Patentsuchstrategien/Technologielinien zuordnen, und es wurden verschiedene Anforderungen an ein Klassifikationssystem abgeleitet, das "optimal" zur Er-

fassung der Adapted Goods zugeschnitten ist. Wie gezeigt wurde, ist das Patentsystem (genauer gesagt das System, mit dem Patentsuchstrategien formuliert werden)<sup>20</sup> relativ gut geeignet Adapted Goods zu erfassen, da es auf dem Konzept des Vergleichs von "neuen" (bzw. in irgendeiner Hinsicht besseren) Gütern und herkömmlichen Gütern basiert, also dem, was im Kern der Adapted-Goods-Definition steckt. Insofern kann das "Patentsystem" als ein dem zur Adapted-Goods-Erfassung optimalen Klassifizierungssystem relativ nahestehendes System begriffen werden (eine Art "Benchmark"). Dass sich die Technologielinien des "Patentsystems" (hier: der Patentsuchstrategien) eher schlecht in das GP2019-System übertragen ließen, kann deswegen als ein Indiz dafür angesehen werden, dass das GP2019-System eher schlecht zur Erfassung der Adapted Goods geeignet ist.

2. Eine erzwungene/"inadäquate" Übertragung der Patentsuchstrategien in die GP2019-Systematik würde bedeuten, dass z. B. Non-Adapted-Goods oder gar umweltschädliche Güter durch die Liste der GP2019-Adapted-Goods-Kategorien abgedeckt werden, was die Berichterstattung zu Umweltschutzgütern nach oben verzerren würde. Die Qualität, Aussagekraft und Glaubwürdigkeit der Statistik würde signifikant reduziert.
3. Insgesamt lassen sich durch den in dieser Studie angewandten technologie-/patentorientierten Ansatz nur sehr wenige "gute" Konkordanzen der Adapted-Goods-Suchstrategien in der GP2019 finden, und somit würde die so gewonnene Liste der Adapted-Goods-GP2019-Meldenummern sehr kurz ausfallen: Nur die Meldenummern, die im Abschnitt 3.2.3 unter a) und b) gelistet wurden, können zum derzeitigen Stand der Analyse zur Aufnahme in die (konservative) Liste der Adapted Goods empfohlen werden.
4. Wie im Abschnitt 3.2.3 gezeigt, gibt es in der praktischen Umsetzung der Adapted-Goods-Definition und der Definition von Umweltschutzleistungen gemäß WBD signifikante Überschneidungen. So sind einige in dieser Studie identifizierte Adapted-Goods-Kategorien bereits in der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 oder im WBD-Verzeichnis der Umweltschutzleistungen verzeichnet. Das wird auch im Abschnitt 3.3 deutlich.

Insgesamt sind alle hier diskutierten Resultate im Rahmen des technologie-/patentorientierten Ansatzes gewonnen worden. Alternative Ansätze, die sich z. B. eher auf Unternehmensdaten, Befragungen von Branchenexperten oder Modellrechnungen stützen, könnten zusätzliche Einsichten zur Bedeutung von Adapted Goods generieren. So berichtet zum Beispiel der GreenTech-Atlas 2021 (BMU 2021) auf Basis des Roland-Berger-Markt(prognose)modells Marktvolumina für Biokunststoffe, oder Öle und Fette aus nachwachsenden Rohstoffen für die Jahre 2020 und 2030. Beide Gütergruppen würden unter Adapted Goods fallen. Die Herausforderungen, die sich bei derartigen alternativen Ansätzen ergeben, umfassen z. B. Aufwand und Verfügbarkeit von Daten sowie Einschränkungen der Replizierbarkeit durch Dritte. Auch Betrachtungen über die Zeit sind oft schwierig, da nicht für alle Jahre Daten vorliegen. Auch bzgl. der Verfügbarkeit vergleichbarer Daten für andere Länder können Einschränkungen vorliegen, wobei der GreenTech-Atlas aber eine internationale Datenbasis hat.

Eine andere Betrachtungsweise hebt auf umweltfreundlichen Konsum ab und misst die Marktanteile ausgewählter umweltfreundlicher Güter über einen nachfrageseitigen Zugang. Der "Marktanteil von Produkten mit staatlichen Umweltzeichen" ist ein Indikator in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie im Kontext des Nachhaltigkeitsziels 12 "Nachhaltige/r Konsum und Produktion (Indikator 12.1.a). Er ist mit einem Zielwert von 34 % für 2030 versehen und wird regelmäßig von Destatis erhoben und ausgewertet. Laut Destatis (2023, S. 106) gehören "... zu den Umweltzeichen und Produkten [...] Energieverbrauchskennzeichnungen bei Personenkraftwagen (Pkw), Haushaltsgroßgeräten, Leuchtmitteln und Fernsehern, Bio-Siegel bei Lebensmit-

<sup>20</sup> Dieses basiert auf der Verwendung von IPC, CPC und Stichworteinschränkungen.

teilen sowie Blauer Engel bei Hygienepapieren, Wasch- und Reinigungsmitteln." Auch in der Berichterstattung des BMWK zur "Energieeffizienz in Zahlen" (BMWK 2023) werden Marktanteile berichtet, und zwar für energieeffiziente Güter, also einem Unterbereich des Indikators 12.1.a. Auch hierfür liegen regelmäßig Daten vor.

Es stellt sich die Frage, ob von den Marktanteilen der umweltfreundlichen Güter auf Anteile in der Produktion zurückgeschlossen werden kann, um auf diesem Weg die wirtschaftliche Bedeutung umweltfreundliche Güter auch produktionsseitig zu erfassen. Dieses Vorgehen unterliegt allerdings zwei bedeutenden Einschränkungen:

- ▶ Der Ansatz wäre nur für die Gütergruppen anwendbar, für die regelmäßig amtliche Zahlen zum Marktanteil erhoben werden. Dies umfasst nur einen kleinen Teil des Portfolios von Adapted Goods.
- ▶ Die Produkte müssen einer GP2019-Klassifikation zugeordnet werden. Diese Zuordnung ist nicht trivial. Ist die Definition der Gütergruppe in der GP2019-Klassifikation nicht deckungsgleich mit dem Produkt, für den der Marktanteil vorliegt, ist die pauschale Anwendung des Marktanteils auf die ganze GP-Klasse schwer zu rechtfertigen.
- ▶ Der Marktanteil von Produkten mit staatlichen Umweltzeichen setzt sich sowohl aus Nachfrage nach heimisch produzierten als auch aus Nachfrage nach importierten Produkten zusammen. Der Anteil umweltfreundlicher Güter in der heimischen Produktion kann von diesem Marktanteil erheblich nach unten oder oben abweichen<sup>21</sup>.

Solche Daten haben den Nachteil, dass sie weniger universell (insbesondere z. T. sehr zeit- und raumabhängig) sind, während wir hier versuchen ein Konzept zu entwickeln, das etwas universeller ist (zeitbeständiger und über verschiedene Länder hinweg anwendbar) auf Basis der GP2019-Klassifikation (bzw. der darin und in unseren Patentsuchstrategien enthaltenen Informationen).

Aus diesen Resultaten folgt für die zukünftige Handhabung des Adapted-Goods-Bereichs im Kontext der Studien zum "Innovationsmotor Umweltschutz" (zuletzt Gehrke et al. 2022) und der GP2019-Systematik allgemein, dass nur die wenigen GP2019-Meldenummern auf die Liste der Adapted Goods aufgenommen werden könnten, die hier genannt wurden (siehe Punkt 3), oder dass sogar (vorerst) keine Adapted Goods in der Liste der potenziellen Umweltschutzgüter zu berücksichtigen sind (denn zu diesen GP-Nummern wurden für 2020 keine Produktionswerte in der Statistik gemeldet). Ganz weit gefasste Ideen zur weiteren Vorgehensweise in diesem Bereich könnten eine Anpassung der GP2019-Kategorisierungssystematik umfassen, sodass sie Adapted Goods besser erfasst (vgl. Abschnitt 3.2.2.4). Etwas naheliegender wäre es, neben dem bisher verwendeten produktionsorientierten Ansatz der Erfassung der Umweltwirtschaft, die Ergebnisse von Destatis zu nachfrageseitigen Entwicklungen komplementär aufzunehmen.

<sup>21</sup> Ein hypothetisches Extrembeispiel soll dies verdeutlichen: die heimisch produzierten Produkte könnten theoretisch zu 100 % in die Kategorie der Produkte mit staatlichem Umweltzeichen fallen. Trotzdem könnten sie im Konsum nur mit 20 % Marktanteil ins Gewicht fallen, wenn sich die Nachfrage zu einem großen Anteil auf Importe erstreckt.

### 3.3 Spezialaspekt: Adapted Goods in Energieeffizienzbereichen

Dieser Abschnitt befasst sich mit Adapted Goods in Energieeffizienzbereichen. Insbesondere werden die folgenden Energieeffizienzbereiche (vgl. Gehrke et al. 2022) analog zu der Vorgehensweise in den vorigen Unterabschnitten des Kapitels 3 untersucht:

- ▶ Energieeffizienz in Gebäuden und Geräten
- ▶ Energieeffizienz im Energiesystem
- ▶ Industrielle Querschnittstechnologien
- ▶ Energieeffiziente Mobilität.

#### 3.3.1 Prüfung der Übertragbarkeit der Adapted-Goods-Patentsuchstrategien in GP2019-Kategorien und der Erfassung im Umweltschutzgüterbereich

##### 3.3.1.1 Energieeffizienz in Gebäuden und Geräten

Die in den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien zum Energieeffizienzbereich "Energieeffizienz in Gebäuden und Geräten" gelisteten Technologielinien lassen sich in die folgenden Bereiche untergliedern (vgl. Gehrke et al. 2022):

5. Energieeffiziente Beleuchtung
6. Heizung/Klimatisierung
7. Technologien für ein effizientes endkundenseitiges Strommanagement
8. Haushaltsgeräte.

Die ersten drei Bereiche werden relativ genau durch die WBD-Umweltschutzleistungskategorie 7339 ("Sonstige Umweltschutzleistungen") abgedeckt, in deren Beschreibung u. a. Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden, Herstellung von Software zur Steuerung von elektrischen Anlagen sowie energieeffiziente Beleuchtungs-, Klima-, Lüftungs- und Heizungstechnik genannt werden (Destatis 2021a). Deswegen werden diese Bereiche hier nicht weiter geprüft.

Der vierte Bereich ("Haushaltsgeräte") umfasst im Wesentlichen Technologielinien mit Bezug zu Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen, Trocknern und Ähnlichem. Aus der Prüfung der Übertragbarkeit dieser Technologielinien in GP2019-Kategorien ergaben sich keine GP2019-Meldenummern für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods ("konservative Auswahl"), da sich die Technologielinien auf die Steuerung/Regelung von Waschvorgängen, spezielle Wasch-/Spülmaschinenarten (z. B. Maschinen, die unter Anwendung von Schall oder Schwingungen funktionieren) und Ähnliches beziehen und gleichzeitig nur die Varianten dieser Technologielinien umfassen, die Einsparungen/Effizienzgewinne versprechen. Eine derartige Unterscheidung zwischen verschiedenen Wasch-, Spülmaschinen und Ähnlichem ist in der GP2019 nicht gegeben, sodass die Übersetzung von Technologielinien in GP2019-Kategorien entweder nicht möglich ist oder zu allgemeine GP2019-Kategorien (die zum großen Teil auch Non-Adapted-Goods-Kategorien enthalten) als Adapted Goods ausweisen würde.

### 3.3.1.2 Energieeffizienz im Energiesystem

Die Adapted-Goods-Patentsuchstrategie zum Energieeffizienzbereich "Energieeffizienz im Energiesystem" umfasst Technologielinien mit Bezug zu den folgenden drei Bereichen (vgl. Gehrke et al. 2022):

9. effiziente elektrische Energieerzeugung, -übertragung oder -verteilung
10. andere Energieumwandlungs- oder Energiemanagementsysteme, die Treibhausgasemissionen reduzieren
11. Enabling-Technologien (z. B. Energiespeicher, Wasserstofftechnologien und Brennstoffzellen).

Alle drei Bereiche werden hier nicht weiter analysiert, da sie relativ gut durch die WBD-Liste der Umweltschutzleistungen abgedeckt werden. Insbesondere der Abschnitt 7271-7299 ("Speichertechnologien") des WBD-Umweltschutzleistungsverzeichnisses und darunter z. B. die Unterkategorien

- ▶ 7281 ("Effiziente Netze zur Stromübertragung und -verteilung"),
- ▶ 7272 ("Speicherung elektro-chemischer Energie"), die auch z. B. Akkumulatoren umfasst, und
- ▶ 7274 ("Chemische Speicherung von Energie")

decken ziemlich genau die unter 1 bis 3 genannten Technologielinienbereiche ab (vgl. Destatis 2021a). Aber auch andere Teile des WBD-Umweltschutzleistungsverzeichnisses, z. B. die Kategorie 4500 ("Elektromobilität"), die u. a. auch Speichertechnik für Brennstoffzellenfahrzeuge umfasst, überschneiden sich mit den unter 1 bis 3 genannten Technologiebereichen (vgl. Destatis 2021a).

### 3.3.1.3 Industrielle Querschnittstechnologien

Die in der Adapted-Goods-Patentsuchstrategie zum Energieeffizienzbereich "Industrielle Querschnittstechnologien" gelisteten Technologielinien beziehen sich auf

12. Dampferzeugung
13. Elektromotoren
14. Kühlung
15. Öfen
16. Trocknung
17. Wärmetausch (vgl. Gehrke et al. 2022).

In allen diesen sechs Bereichen geht es in irgendeiner Weise um die Transformation von Energie (von einem Zustand in den anderen), d. h. Energieeffizienz ist ein Kernaspekt dieser Bereiche, und Innovationspfade (Patente) im Bereich der industriellen Querschnittstechnologien haben fast immer etwas mit (der Verbesserung der) Energieeffizienz zu tun. Damit können fast alle Innovationen bzw. Patente im Energieeffizienzbereich "industriellen Querschnittstechnologien" als Adapted Goods verstanden werden. Dies spiegelt sich in den Adapted-Goods-Patentsuchstrategien für die oben genannten sechs Bereiche: Sie sind relativ allgemein formuliert, sodass sich auch sehr gut Korrespondenzen im GP2019-System finden lassen. Diese so erhaltenen GP2019-Kategorien können jedoch nicht als Adapted Goods verstanden werden, da die GP2019-Systematik pro Kategorie/Meldenummer nicht nur neue Produktvarianten (Innovationen) sondern alle Varianten (d. h. auch herkömmliche/alte Varianten) erfasst.

Dies lässt sich am Beispiel der elektrischen Backöfen für Brotfabriken, Bäckereien etc. (GP2019-Meldenummer 2821 13 300) verdeutlichen. Neuentwickelte Backöfen dieses Typs (Innovationen) sind energieeffizienter als althergebrachte, d. h. neue Backofenvarianten dieses Typs sind Adapted Goods, althergebrachte Varianten jedoch nicht. Dies ist in der Patentanalyse keine Herausforderung, da sich Patente auf neu entwickelte Backofenvarianten (dieses Typs) beziehen. Das GP2019-Klassifikationssystem dagegen hat nur eine Kategorie für Backöfen dieses Typs, nämlich die Meldenummer 2821 13 300; es unterscheidet also nicht zwischen neuen (energieeffizienteren) und althergebrachten Öfen dieses Typs. Gleichzeitig erscheint es nicht sinnvoll, die GP2019-Meldnummer 2821 13 300 als Adapted-Goods-Kategorie zu kennzeichnen: Es lässt sich kein Argument dafür finden, dass elektrische Backöfen für Brotfabriken, Bäckereien etc. allgemein (unabhängig davon, ob neuere oder ältere Varianten) Adapted Goods sind.

Insgesamt gilt im Energieeffizienzbereich "industriellen Querschnittstechnologien", dass die aus den Patentsuchstrategien gewonnen GP2019-Meldenummern nicht als Adapted Goods angesehen werden können. Insofern werden hier keine GP2019-Meldenummern für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods im Energieeffizienzbereich "industrielle Querschnittstechnologien" vorgeschlagen, und dies ist das Resultat des hier verwendeten technologie-/patentorientierten Ansatzes. Alternative, nicht auf Patenten basierende Ansätze (vgl. Abschnitte 3.2.2.4 und 3.2.4) könnten jedoch GP2019-Meldenummern für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods aus dem Energieeffizienzbereich "industrielle Querschnittstechnologien" hervorbringen.

#### **3.3.1.4 Energieeffiziente Mobilität**

Die Adapted-Goods-Patentsuchstrategien zum Energieeffizienzbereich "Energieeffiziente Mobilität" enthalten Technologielinien, die sich auf die folgenden Bereiche beziehen:

##### 18. Straßenfahrzeuge

- ▶ energieeffiziente Antriebe (batterieelektrische, Brennstoffzellen-, Hybrid-Fahrzeuge)
- ▶ dazugehörige zentrale Technologiebereiche (Batterien und Brennstoffzellen, Leistungselektronik, elektrischer Antriebsstrang, Rekuperation und hybride Fahrzeugkonzepte)
- ▶ dazugehörige Ladesysteme und Ladeinfrastruktur

##### 19. sonstige Unterbereiche des Bereichs "Energieeffiziente Mobilität" (z. B. Schienenfahrzeuge).

Der unter 1. zusammengefasste Bereich ("Straßenfahrzeuge"), wird hier nicht weiter analysiert, da er relativ gut durch die WBD-Umweltschutzleistungskategorie 4500 ("Elektromobilität") abgedeckt wird, in deren Beschreibung u. a. Antriebs-, Steuerungs- und Speichertechnik für Elektro-, Hybrid- oder Brennstoffzellenfahrzeuge sowie Komponenten im Zusammenhang mit der Elektromobilität, z. B. Herstellung und Installation von Ladestationen, aufgezählt werden (Destatis 2021a). Auch andere Abschnitte des WBD-Umweltschutzleistungsverzeichnisses, z. B. der Abschnitt 7271-7299 ("Speichertechnologien"), überschneiden sich mit diesem Bereich. Außerdem wurden Batteriefahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge im Abschnitt zur Luftreinhaltung (3.2.3.1) bereits betrachtet.

Für den unter 2. zusammengefassten Bereich ("sonstige Unterbereiche") werden in Anlehnung an Sievers und Grimm (2023) die folgenden GP2019-Meldenummern für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods vorgeschlagen:

- i) GP2019-Meldenummer 302: Schienenfahrzeuge und (Teile der) Schieneninfrastruktur
- j) GP2019-Meldenummer 2599 29 100: Ortsfestes Gleismaterial
- k) GP2019-Meldenummer 309113: Fahrräder mit Trethilfe

l) GP2019-Meldenummer 3092: Fahrräder und Behindertenfahrzeuge.

Sievers und Grimm (2023) zählen auch die Binnenschifffahrt im Güterverkehr zur energieeffizienten Mobilität, die Seeschifffahrt jedoch nicht. Da sich die entsprechenden GP2019-Meldenummern (301122 und 301124: Tankschiffe und Trockengutschiffe) nicht nach See- und Binnenschifffahrt differenzieren lassen, wird ihre Aufnahme in die Liste der Adapted Goods nicht empfohlen.

Außerdem werden weitere Infrastrukturbereiche in Sievers und Grimm (2023) zur energieeffizienten Mobilität gezählt, zum Beispiel Bahnhöfe und Fahrradinfrastruktur. Da es sich hierbei überwiegend um Bauleistungen handelt, fallen diese Bereiche nicht unter (Umweltschutz- oder umweltfreundliche) Güter und ihre Erfassung in der GP2019 ist nicht möglich. Die Ladeinfrastruktur für Elektromobilität ist als solche nicht in der GP2019 enthalten. Teile davon würden Bauleistungen umfassen, aber auch Güter aus der GP2019-Meldenummer 27. Eine genauere Abgrenzung geht über dieses Vorhaben jedoch hinaus.

### **3.3.2 Vor- und Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter um Adapted Goods aus den Energieeffizienzbereichen und Vorschlag für die zukünftige Handhabung**

Die Diskussion in den vorigen Unterabschnitten zeigt insgesamt, dass die meisten Unterkategorien der Energieeffizienzbereiche durch die parallel verfolgte Methode der Abgrenzung von Umweltschutzgütern abgedeckt sind. Insbesondere werden sie in der WBD-Liste der Umweltschutzleistungen erfasst, die die Basis für die (empirische) Identifikation von Umweltschutzgütern darstellt. Die in der WBD-Liste nicht erfassten Unterkategorien der Energieeffizienzbereiche sind im Wesentlichen nicht gut oder "adäquat" durch das GP2019-Klassifikationssystem erfassbar; zumindest lassen sich die entsprechenden Patentsuchstrategien nicht adäquat in GP2019-Kategorien übersetzen, wie in den vorigen Abschnitten gezeigt. Insbesondere hat sich bei den industriellen Querschnittstechnologien die bereits im Abschnitt 3.2 herausgearbeitete Erkenntnis bestätigt, dass die (in der Adapted-Goods-Definition enthaltene) Unterscheidung zwischen neuen und herkömmlichen Varianten eines Gutes für die Identifikation von Adapted Goods (in Klassifikationssystemen) sehr wichtig ist, während das GP2019-Klassifikationssystem zu einem großen Teil die neuen und herkömmlichen Varianten der Güter in gleichen Kategorien zusammenfasst. So war es möglich, viele Technologie-/Gütervarianten in der Patentanalyse aufzuzählen, weil der technologische Fortschritt und damit die Innovationen und Patente in Richtung Effizienzverbesserung gehen. Es war jedoch nicht möglich, die entsprechenden GP2019-Meldenummern in die Liste der Adapted Goods aufzunehmen, weil sie Kategorien repräsentieren, die neue/innovative Güter und herkömmliche Güter zusammenfassen.

Insgesamt ist die Abdeckung der Energieeffizienzbereiche durch das WBD-Umweltschutzleistungsverzeichnis groß, und es werden nur die im Abschnitt 3.3.1.4 unter i)-l) gelisteten GP2019-Meldenummern für die Aufnahme in die Liste der Adapted Goods vorgeschlagen.

### 3.4 Zusammenfassung: Abgrenzungsprobleme (Nachteile einer Erweiterung der Liste potenzieller Umweltschutzgüter) und Vorschlag für die zukünftige Handhabung

Zusammenfassend lassen sich die Lehren aus Abschnitt 3 wie folgt darstellen: Erstens lässt sich als eine Art A-Posteriori-Erkenntnis festhalten, dass

20. Die Unterscheidung zwischen verschiedenen Varianten eines Gutes oder einer Technologie – meistens, jedoch nicht ausschließlich, zwischen einer neuen, umweltfreundlicheren Variante und einer alten/herkömmlichen Variante – macht den Kern der Adapted-Goods-Definition und der Patentanalyse aus.
21. Das GP2019-Klassifikationssystem ist nicht auf diese Unterscheidung ausgelegt, weswegen es – zumindest aus Sicht des in dieser Studie verwendeten technologie-/patentorientierten Ansatzes – nicht gut geeignet ist, Adapted Goods zu erfassen.
22. Relativ viele Adapted-Goods-Kategorien sind durch das bereits existierende System zur Erfassung von Umweltschutzleistungen abgedeckt – insbesondere werden sie in der WBD-Liste der Umweltschutzleistungen erfasst, die eine der Grundlagen für die empirisch basierte Abgrenzung von Umweltschutzgütern darstellt.

Da unter diesen Bedingungen eine nicht-konservative Übersetzung von Adapted-Goods-Patent-suchstrategien in GP2019-Kategorien als nicht dringend erscheint und zu einer signifikanten Verzerrung des Umweltschutzgüterberichts wesens führen würde – die so gewonnenen groben Kategorien würden neben Adapted Goods viele Non-Adapted-Goods und sogar umweltschädliche Güter umfassen –, wird basierend auf den aus den vorigen Abschnitten gewonnenen Erfahrungen davon abgeraten, eine *nicht-konservative Auswahl* an GP2019-Adapted-Goods-Kategorien vorzunehmen.

Die "konservative Auswahl" der GP2019-Kategorien, die auf die Adapted-Goods-Liste potenziell aufgenommen werden *könnten*, ist jedoch sehr klein und wurde in den vergangenen Abschnitten ausführlich diskutiert. Wie dort gezeigt wurde, gibt es bei den meisten betrachteten GP2019-Kategorien auf dieser Liste Herausforderungen verschiedener Art, darunter Überschneidungen mit der Umweltschutzgüterliste aus Abschnitt 2 oder breite GP2019-Kategorien. Dennoch bleiben folgende GP2019-Meldenummern, die für eine zusätzliche Ausweisung von Adapted Goods empfohlen werden:

- ▶ GP2019-Meldenummer 2711 24 071: Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 750 W bis 75 kW – mit einer Leistung von mehr als 37 kW bis 75 kW – für den Antrieb von Kraftwagen
- ▶ GP2019-Meldenummer 2711 25 402: Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 75 kW – Andere Mehrphasen-Wechselstrommotoren mit einer Leistung von mehr als 75 kW bis 375 kW – für den Antrieb von Kraftwagen
- ▶ GP2019-Meldenummer 302: Schienenfahrzeuge und (Teile der) Schieneninfrastruktur
- ▶ GP2019-Meldenummer 2599 29 100: Ortsfestes Gleismaterial
- ▶ GP2019-Meldenummer 309113: Fahrräder mit Trethilfe
- ▶ GP2019-Meldenummer 3092: Fahrräder und Behindertenfahrzeuge.

Damit beschränkt sich die konservative Liste der Adapted Goods auf Güter aus dem Bereich energieeffiziente Mobilität. Dies erklärt sich unter anderem daraus, dass die WBD-Statistik diese Themen noch wenig aufgreift und somit das Vorgehen in Abschnitt 2 diese Bereiche auslöst.

Schließlich hat sich gezeigt, dass sich das technologie-/patentorientierte Herangehen zur Abgrenzung von Adapted Goods mit der im Abschnitt 2 dargestellten Methodik zur Erstellung der neuen Liste von Umweltschutzgütern überlappt und sich die Ergebnisse überschneiden. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Umweltschutzleistungen in der WBD nicht klar zwischen Umweltschutzgütern und Adapted Goods unterscheiden. Die WBD und damit die Ableitung der Liste von Umweltschutzgütern enthält also bereits heute zum Teil Güter im Grenzbereich zu Adapted Goods. Unser Fazit daraus ist, dass das Konzept von Adapted Goods sich auf Dauer nur begrenzt dafür eignet, eine Trennlinie zu ziehen zwischen GP2019-Meldenummern, die auf die Liste der Umweltschutzgüter gehören, und solchen, die dort nicht aufgenommen werden sollen. Vielmehr schlagen wir vor alle Güter, die nach der Methode in Abschnitt 2 identifiziert wurden, auf eine gemeinsame Liste von umweltschützenden und umweltfreundlichen Gütern zu nehmen. Dabei könnten die nach technologie-/patentorientierter konservativer Abgrenzung zusätzlich ausgewiesenen GP-Klassen für Adapted Goods (GP2019-Meldenummern 2711 24 071, 2711 25 402, 302, 2599 29 100, 309113 und 3092) separat gelistet werden.

Für die weitere Forschung ist es wichtig, die konzeptionelle Abgrenzung zwischen Umweltschutzgütern und umweltfreundlichen Gütern im Blick zu behalten und immer wieder kritisch zu hinterfragen, u. a. bezüglich der Möglichkeiten zur statistischen Erfassung. Unabhängig davon scheinen alternative Ansätze bzw. weitere Forschung zur Herleitung einer Liste von GP2019-Adapted-Goods-Kategorien interessant. Zum Beispiel wären das nicht-patentorientierte, auf GP2019-Kategorien statt auf Patentklassen ausgerichtete, auf Expertenbefragung, Marktdaten oder Stichproben (zur stärkeren Untergliederung der GP2019-Kategorien) basierende Ansätze, deren Vorteile und Nachteile kurz in den Abschnitten 3.2.2.4 und 3.2.4 diskutiert wurden.

## 4 Vertiefungsstudie: Digitalisierung bei Umweltschutzgütern

Digitalisierung<sup>22</sup> und der dahinterstehende Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnologie gehören zu den großen Trends, die in den letzten ca. 40 Jahren zu massiven Umstrukturierungen der Volkswirtschaft (und Gesellschaft) weltweit geführt haben. Diese digitalisierungsbedingten Umstrukturierungen betrafen und betreffen alle Ebenen der Volkswirtschaft – von der Makroebene (z. B. Zunahme des internationalen Handels und der Globalisierung aufgrund neuer, durch Digitalisierung ermöglichter Formen der globalen Kommunikation, Produktion und des Konsums; Wirtschaftswachstum bzw. Wachstum des gesamtwirtschaftlichen Konsums), über die Mesoebene (z. B. inter- und intrasektoraler Strukturwandel durch heterogene Auswirkungen der Digitalisierung innerhalb der Sektoren und Industrien) bis zur Mikroebene (z. B. neue Produkte, Geschäftsmodelle und Möglichkeiten zur Organisation von Wertschöpfungsketten).

Angesichts dieser massiven Wirkungen der Digitalisierung in der Breite des volkswirtschaftlichen Geschehens, drängt sich die Frage nach ihrer Wirkung bzw. Relevanz im Umweltschutzgüterbereich (siehe Abschnitt 4.1) und damit auch nach ihrer Berücksichtigung in Studien zur Bedeutung der Umweltwirtschaft auf. Für diese Berücksichtigung ist die "Messbarkeit" des Effekts der Digitalisierung auf den Umweltschutz Voraussetzung, weswegen sie im Abschnitt 4.2 untersucht wird.

Konkret geht es bei der Frage nach der Berücksichtigung der Digitalisierung bei Analysen der Umweltwirtschaft um die (thematische) Verknüpfung zweier Transformationsprozesse: der Digitalisierung und der Transformation zur nachhaltigen Wirtschaft (und Gesellschaft). Insgesamt hat die Digitalisierung das Potenzial für die gleichen Auswirkungen im Umweltschutzbereich wie in den anderen Teilen der Wirtschaft (siehe oben), d. h. es bieten sich auch im Umweltschutzbereich Chancen für neue Produkte und Dienstleistungen, Vertriebsmöglichkeiten, Geschäftsmodelle, Produktionsverfahren, Wertschöpfungskettenumstrukturierungen/-umorganisation und viele andere (z. B. vom Staat ausgehende) Veränderungen, die u. a. die Wettbewerbsfähigkeit im Umweltschutzbereich beeinflussen (vgl. Gotsch 2016, WBGU 2019, Gotsch et al. 2020, 2022). Eine Aufnahme des Themas Digitalisierung im Bereich der Umweltschutzgüter ermöglicht die Analyse der Frage, wie gut Deutschland darin ist, Digitalisierung nutzbar zu machen, um den Umweltschutz und gleichzeitig die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der Wirtschaft voranzubringen. Da die Digitalisierung auch Risiken und Nachteile für die Umwelt mit sich bringt (siehe z. B. die Diskussion der direkten Effekte der Digitalisierung in Kapitel 4.1), werden auch Ansätze zur Erfassung von Green IT am Rande mit betrachtet. Der Fokus der Diskussion in Kapitel 4 liegt aber auf dem Beitrag der Digitalisierung bei den Umweltschutzgütern. Angesichts des sehr begrenzten Projektbudgets und der Breite dieser Fragen sind die folgenden Ausführungen lediglich eine erste Annäherung an die Fragestellung. Es bleiben einige Forschungsfragen offen, die im Abschnitt 4.3 kurz erläutert werden.

<sup>22</sup> Digitalisierung kann relativ allgemein als "...Entwicklung und Anwendung digitaler sowie digitalisierter Techniken..., die sich mit allen anderen zivilisatorischen Techniken und Methoden verzahnt und diese erweitert" (WBGU 2019, S. 49) definiert werden. Für eine detaillierte Definition siehe Abschnitt 4.1.

## 4.1 Relevanz von Digitalisierung für den Umweltschutz

Wie in Abbildung 1 dargestellt, umfasst der Begriff der Digitalisierung eine breite Palette an Paradigmen, Anwendungsbereichen sowie Informations- und Kommunikationstechnologien (in den Kategorien Infrastruktur, Endprodukte und Hardwarekomponenten). Insofern ist die Palette der möglichen Relevanzbereiche der Digitalisierung für den Umweltschutz sehr groß. Es gibt Studien, die sich mit einzelnen Anwendungsbereichen und Digitalisierungstechnologien sowie deren Effekten auf Umweltschutz befassen (z. B. Ciroth und Franze 2011, Achachlouei et al. 2015, Gotsch 2016, Gotsch et al. 2020, 2022, Keppner et al. 2022); einige Studien geben auch breitere Überblicke (z. B. GeSI 2015, Gotsch 2016, 2019, WBGU 2019, Gotsch et al. 2020, 2022, Lange et al. 2020, Benqassem et al. 2021, Rolnick et al. 2023). Allgemein lassen sich die Wirkungsdimensionen der Digitalisierung auf Umwelt in drei Ebenen zusammenfassen, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Der Digitalisierungsbegriff ist sehr umfassend und kann anhand der 6 Ebenen und der jeweils dafür genannten Beispiele in Abbildung 1 veranschaulicht werden: Die physischen Grundlagen der Digitalisierung sind Hardwarekomponenten, insbesondere Mikroelektronik, Schnittstellen zur Umgebung und zum Benutzer sowie die Energieversorgung. Diese Komponenten werden zum Aufbau der IKT-Infrastruktur und der IKT-Endprodukte genutzt. Die Digitalisierung folgt verschiedenen Paradigmen (z. B. Nutzung von Big Data mit Hilfe von KI), die die physischen Komponenten in Kombination mit Software auf unterschiedliche Art nutzen. Die adressierten Anwendungsbereiche sind vielfältig. Im Bereich des Staates sind zum Beispiel die digitalen öffentlichen Infrastrukturen und Dienste zu nennen.

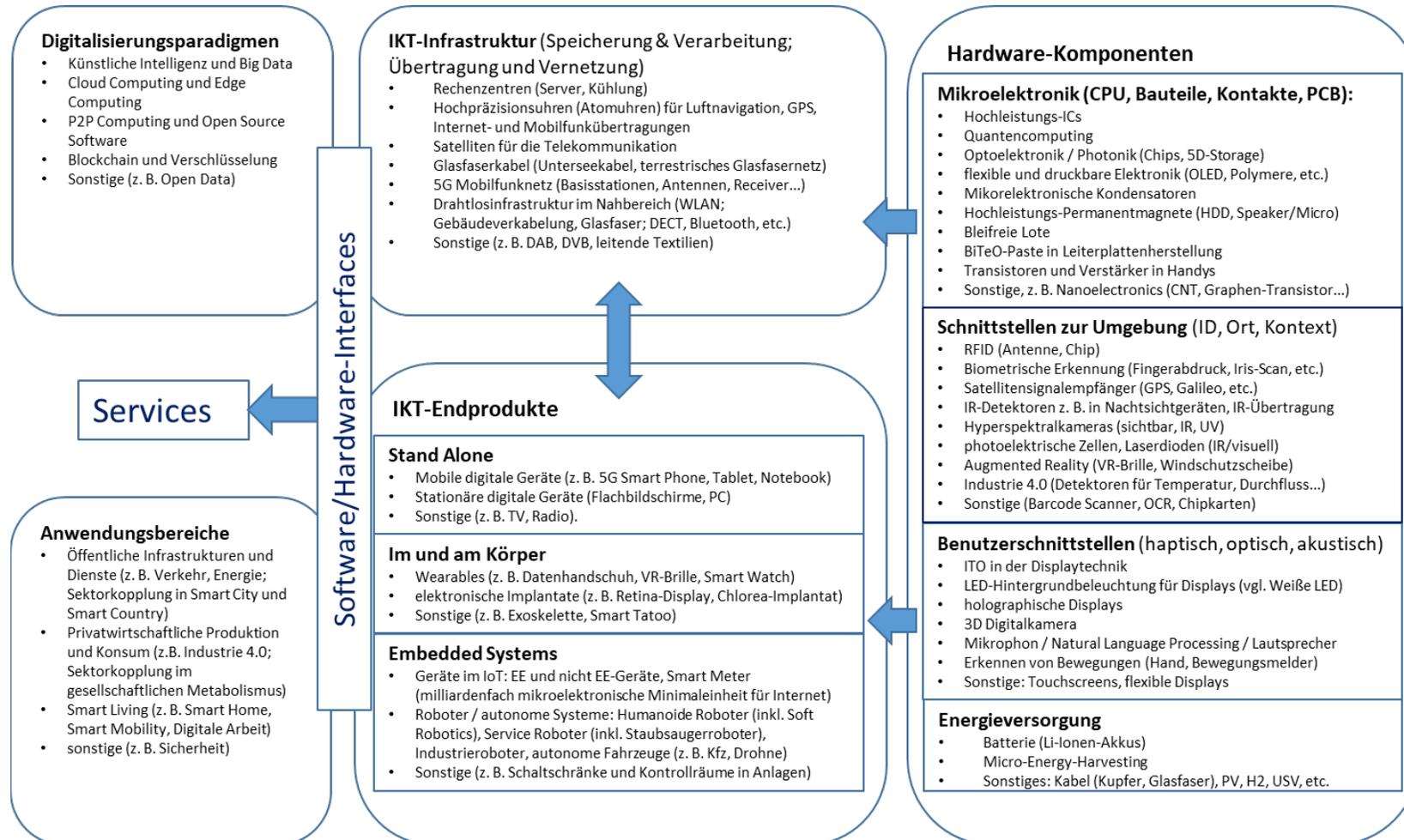
Bei der *Herstellung*, dem *Betrieb* und der *Entsorgung* der Hardware-Komponenten bzw. der IKT-Infrastruktur und IKT-Endprodukte entstehen Umweltbelastungen, die in Abbildung 2 als *direkte Effekte der Digitalisierung* auf die Umwelt zusammengefasst werden; die direkten Effekte sind also allesamt als '*negativ*' im Hinblick auf den Umweltschutz zu werten (vgl. Gotsch 2019).

Den negativen (direkten) Effekten stehen die möglichen positiven Effekte aus der *Anwendung* der IKT in den verschiedenen Anwendungsbereichen (siehe Abbildung 1) gegenüber. Dies sind die sogenannten *indirekten Effekte* der Digitalisierung auf die Umwelt (Gotsch 2019). Sie ergeben sich insbesondere in Form von Effizienzgewinnen sowie positiven Ersatzwirkungen, die zu Einsparungen beim Rohstoff- und Energieverbrauch in den verschiedenen Anwendungsbereichen der IKT führen können, wobei die "Dematerialisierung", d. h. der Ersatz analoger durch digitale Formate, hier eine zentrale Rolle spielt (Gotsch 2019).<sup>23</sup> Diese Einsparungen werden von zahlreichen Akteuren als sehr groß eingeschätzt (Gotsch 2019). Insgesamt sind sie jedoch auch stark von der konkreten Anwendung abhängig ("Wofür wird die IKT eingesetzt?") (Gotsch 2021). In der *Anwendung* der IKT können sich auch negative Auswirkungen auf die Umwelt ergeben, insbesondere in Form von Obsoleszenzeffekten, d. h. vorzeitigem Ersatz bzw. der Veralterung noch funktionstüchtiger Komponenten (Gotsch 2019).

<sup>23</sup> Im Abschnitt 4.2.2 finden sich zahlreiche Beispiele für Anwendungen von IKT, in denen sich positive Effekte auf den Umweltschutz (darunter Energie- und Rohstoffeinsparungen) ergeben.

**Abbildung 1: Ebenen des Digitalisierungsbegriffs und Beispiele**

Untergliederung des Digitalisierungsbegriffs in Paradigmen, Anwendungsbereiche, Software, IKT-Infrastruktur, IKT-Endprodukte und Hardwarekomponenten; Beispiele für die verschiedenen Ebenen

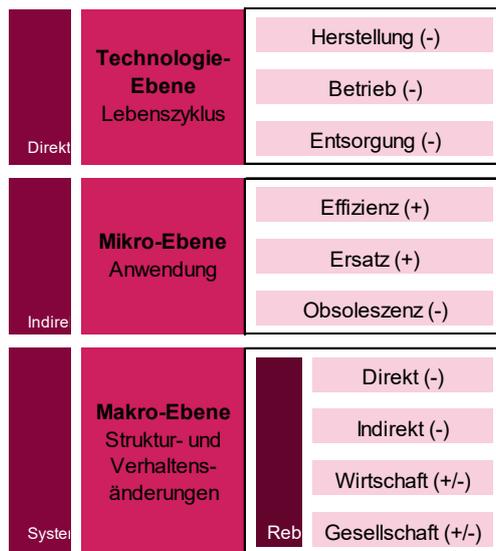


Quelle: Vereinfachte Darstellung basierend auf Marscheider-Weidemann et al. 2021, S. 38.

Schließlich können sich auch *systemische Negativeffekte* der Digitalisierung auf die Umwelt, sogenannte Rebound- bzw. Rückkopplungseffekte, einstellen, die Wirkungen auf beides entfalten können: das betrachtete Anwendungsfeld und zusätzliche (komplementäre) Güter/Dienstleistungen (Gotsch 2019). Die Negativwirkung auf die Umwelt wird auf die durch die Digitalisierung verursachten Preis- und Transaktionskostenrückgänge und den damit verbundenen Mehrkonsum zurückgeführt, dessen Negativeffekte die oben genannten indirekten (positiven) Effekte übersteigen können (Gotsch 2019).<sup>24</sup>

**Abbildung 2: Umweltwirkungsebenen der Digitalisierung**

Direkte, indirekte und systemische Effekte der Digitalisierung auf die Umwelt unterschieden nach positiven (+) und negativen (-) Umweltauswirkungen



Quelle: Abbildungsausschnitt aus Gotsch 2019.

Es kann festgehalten werden, dass Digitalisierung massive Effekte auf die Umwelt hat. Neben den negativen direkten Effekten, sind die indirekten positiven Effekte (Rohstoff- und Energieeinsparungen) in den verschiedenen Anwendungsbereichen hervorzuheben, die in der Literatur als sehr bedeutend eingeschätzt werden. Dies reicht jedoch nicht aus um auszusagen, dass der Digitalisierungsbegriff "Umweltschutzgüter" beinhaltet. Zur Beantwortung dieser Frage bietet sich der Ansatz von Gehrke et al. 2013 an. Dieser Potenzialansatz basiert auf der Bestimmung des *Hauptzwecks* eines Gutes und der Zuweisbarkeit zu den CEPA-/CReMA-Kategorien.

Ein Blick auf die in Abbildung 1 dargestellten Ebenen des Digitalisierungsbegriffs zeigt, dass die Digitalisierung nicht per se über alle Ebenen, von den Hardwarekomponenten über die IKT-Infrastruktur und IKT-Endprodukte bis zu den Digitalisierungsparadigmen, dem Umweltschutz dient. Das heißt, dass die in Abbildung 1 aufgezählten Hardwarekomponenten, IKT-Infrastrukturgüter, IKT-Endprodukte und Digitalisierungsparadigmen den Umweltschutz nicht als *Hauptzweck* innehaben. Auch die in Abbildung 1 aufgezählten Anwendungsbereiche dienen nicht alle samt (mit dem Hauptzweck) dem Umweltschutz; dies gilt auch für die ("embedded") Software. Viel eher sind in diesen Anwendungsbereichen Unterbereiche zu finden (siehe z. B. Abschnitt 4.2.2), die den Umweltschutz als Hauptzweck haben; diese Unterbereiche dürften sich z. T. eher durch Dienstleistungen, Konzepte oder Software repräsentieren lassen als durch Güter, was die Erfassung in Güterstatistiken (z. B. in dem GP2019-System) verhindert. Insgesamt bestätigt sich hier die zuvor gemachte Aussage, dass die Umweltwirkung der Digitalisierung von der *konkreten*

<sup>24</sup> Für weitere Negativeffekte der Digitalisierung (z. B. Mehrkonsum durch zielgerichtete Werbung) siehe WBGU (2019).

*Anwendung* abhängt ("Wofür wird die IKT eingesetzt?"); damit würde die Digitalisierung per se oder der Digitalisierungsbegriff insgesamt nicht unter die Kategorie der Umweltschutzgüter fallen; und Unterkategorien des Digitalisierungsbegriffs (d. h. konkrete Anwendungen), die mit dem Hauptzweck dem Umweltschutz dienen, dürften nicht unter den Begriff des Gutes fallen, sondern sind eher Dienstleistungen, Konzepte, Organisationsformen, Software o. ä.

Eine andere Sichtweise ergibt sich durch den Begriff der *Adapted Goods*. Hier geht es, vereinfacht gesagt, um die Frage, ob eine Produktvariante umweltfreundlicher ist als die andere. Auf der Ebene der physischen Komponenten betrifft dies die Untergruppe der "Green IT". Wie oben bei der Diskussion der indirekten Effekte der Digitalisierung erläutert, ergeben sich auch hier durch die Digitalisierung und insbesondere bei dem Ersatz analoger Formate durch digitale Formate signifikante Energie- und Rohstoffeinsparungen. Dies entspricht fast unmittelbar dem Gedanken, auf dem der Adapted-Goods-Begriff basiert. Des Weiteren können selbst innerhalb des IKT-Bereichs (d. h. innerhalb der verschiedenen Ebenen des Digitalisierungsbegriffs) Adapted Goods identifiziert werden: hier gibt es z. T. Komponenten (z. B. Kupfer- vs. Glasfaserkabel), die zum Digitalisierungsbereich gehören und gleichzeitig untereinander als (Teil-)Substitute ("Produktvarianten") verstanden werden könnten – damit wäre eine Überprüfung im Hinblick auf die Frage, welche von diesen Produktvarianten die umweltfreundlichere (in einem bestimmten Umweltschutzbereich) ist, möglich; dies wäre also eine Prüfung auf Adapted Goods innerhalb des IKT- bzw. Digitalisierungsbereichs. Dazu scheinen besonders Innovations- bzw. Patentanalysen geeignet, in denen Suchstrategien im IKT-Bereich bzw. in den in Abbildung 1 genannten Kategorien mit Einbeziehung von Umweltschutzschlüsselwörtern (wie Energieeffizienz) angewandt werden könnten. Die Literatur rund um Green IT bietet zahlreiche Anhaltspunkte, passende Umweltschutzbegriffe dafür zu definieren (vgl. z. B. Schödwel et al. 2018, Kriterien für das Umweltzeichen "Blauer Engel" im IKT-Bereich<sup>25</sup>).

Wichtig bei der Diskussion der Effekte der Digitalisierung auf die Umwelt ist, dass die entsprechenden Technologien (IKT) nicht nur selbst umweltfreundlicher sein können (als die Formate, die sie ersetzen), d. h. es handelt sich nicht nur um "Green IT" (also z. B. energieeffiziente Geräte), sondern, dass IKT auch als "Enabler" von Umweltschutz fungieren kann (siehe zum Beispiel entsprechende Abschnitte in der Y02-Klassifikation für Patente in Abschnitt 4.2.2). Der "Enabling"-Begriff könnte sehr weit gefasst werden: Digitalisierung ermöglicht es nicht nur, umweltfreundlichere Organisationsformen von Abläufen oder Dienstleistungen zu kreieren (siehe die Beispiele im Abschnitt 4.2.2), sie ermöglicht auch Forschung auf einem ganz anderen Niveau; z. B. spielen heute in der technischen und naturwissenschaftlichen Forschung, die auch dem Umweltschutz dient, Simulationen mittels Computern eine zentrale Rolle.

Aus der obigen Analyse lässt sich festhalten, dass

- ▶ Digitalisierung massive (und z. T. negative, z. B. direkte) Effekte auf die Umwelt hat, d. h. dass die (Gesamt-)Effekte der Digitalisierung nicht eindeutig sind,
- ▶ das Konzept der Umweltschutzgüter (nach Gehrke et al. 2013) eher nicht bzw. weniger geeignet ist, (die positiven) Effekte der Digitalisierung auf den Umweltschutz zu erfassen, da die Digitalisierung (mit ihren verschiedenen Ebenen) nicht den Umweltschutz zum Hauptzweck hat,
- ▶ das Konzept der Adapted Goods eher dazu geeignet scheint und somit

<sup>25</sup> Zum Beispiel <https://www.umweltbundesamt.de/themen/digitalisierung/gruene-informationstechnik-green-it/rechenzentren/umweltzeichen-blauer-engel-fuer-rechenzentren#aktuelle-defizite-beim-energie-und-ressourceneffizienten-rechenzentrumsbetrieb> (letzter Abruf 18.10.2023)

- sich die positiven Effekte der Digitalisierung eher in der Patentanalyse als in der Analyse der Güterstatistiken identifizieren lassen (vgl. Abschnitt 2).

Dies heißt jedoch nicht, dass sich allgemein keine "Digitalisierungsgüter" (insbesondere Teile der in Abbildung 1 genannten Unterkategorien) finden lassen, die als Umweltschutzgüter klassifizierbar wären. Die "Komplexität" der Abbildung 1, die die Komplexität des Digitalisierungsbegriffs repräsentiert, deutet jedoch darauf hin, dass hier sehr detaillierte bzw. aufwändige Analysen nötig sein könnten.

## 4.2 Messbarkeit

Da im vorigen Unterabschnitt gezeigt wurde, dass die Digitalisierung signifikante Effekte auf die Umwelt hat, stellt sich die Frage nach der Messbarkeit, d. h. der Erfassbarkeit dieser Effekte durch Kennzahlen in Statistiken. Im Folgenden liegt der Fokus zum einen auf den (für den Umweltschutz) positiven Effekten (bei Umweltschutzgütern), zum anderen liegt der Fokus der folgenden Diskussion auf Suchstrategien für die Patentanalyse, da im Abschnitt 4.1 gezeigt wurde, dass sich die positiven Effekte der Digitalisierung eher in der Patentanalyse als in der Analyse der Güterstatistiken identifizieren lassen. Zur Identifikation der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz lassen sich in der Patentanalyse im Wesentlichen zwei Ansätze formulieren. Einerseits eine Verbindung von Suchstrategien für Digitalisierungs- und Umweltschutztechnologien und andererseits eine Prüfung der Abschnitte der Cooperative Patent Classification (CPC), die sich auf Umweltschutz beziehen, auf Digitalisierungsaspekte. Beide werden in den folgenden Unterabschnitten vorgestellt und angewandt.

Wie zuvor angedeutet, wäre es möglich die Messbarkeit der Umweltschutzwirkung der Digitalisierung (im Güterbereich) zu prüfen, indem der (empirische) Ansatz von Gehrke et al. (2013) auf die in der Abbildung 1 aufgezählten Technologiekomponenten/"Güter" (bzw. die dazugehörigen und die zu den dort gelisteten Digitalisierungsparadigmen zugehörigen Dienstleistungen) angewandt wird. Diese Vorgehensweise ist jedoch problematisch, da im vorigen Abschnitt herausgearbeitet wurde, dass die in der Abbildung 1 aufgezählten Technologiekomponenten/"Güter" (bzw. die dazugehörigen Dienstleistungen) nicht per se dem Umweltschutz dienen – Umweltschutz ist nicht deren Hauptzweck –, sondern dass es auf die konkrete Anwendung dieser Güter (oder Dienstleistungen) ankommt ("Wofür wird die IKT eingesetzt?"). Deswegen wird diese Vorgehensweise hier nicht weiterverfolgt.

### 4.2.1 Ansatz 1: Verbindung von Digitalisierungs- und Umweltschutzsuchstrategien

In Gehrke et al. (2019, 2022) wurden Patent-Suchstrategien verwendet, die sich auf verschiedene Systeme/Wirtschaftstätigkeitsbereiche sowie auf verschiedene Umweltschutzaspekte beziehen ("Umweltschutzsuchstrategien"). Diese Suchstrategien lassen sich mit Digitalisierungssuchstrategien kombinieren, um so die Rolle der Digitalisierung in speziellen Umweltschutzbereichen der jeweiligen Systeme/Wirtschaftstätigkeitsbereiche zu bestimmen. Die so kombinierten Suchstrategien bringen Patente hervor, bei denen einerseits die Digitalisierung eine zentrale Rolle spielt und die andererseits zum betrachteten Umweltschutzaspekt beitragen.

Da die verwendeten Umweltschutzsuchstrategien in Gehrke et al. (2022) diskutiert wurden, wird hier zunächst lediglich auf die Konzeption von Digitalisierungssuchstrategien und deren Kombination mit Umweltschutzsuchstrategien eingegangen (Abschnitt 4.2.1.1), bevor sie im Abschnitt 4.2.1.2 exemplarisch angewandt werden.

#### 4.2.1.1 Konzeptuelle Aspekte: Digitalisierungssuchstrategien und deren Kombination mit Umweltschutzsuchstrategien

Für die Formulierung einer Digitalisierungssuchstrategie lassen sich im Wesentlichen die in Abbildung 1 aufgezählten Elemente verwenden. Insbesondere für die dort aufgezählten Hardwarekomponenten, IKT-Infrastrukturgüter, IKT-Endprodukte und Digitalisierungsparadigmen lassen sich Klassifikationscodes (IPC-/CPC-Codes) oder Suchstichworte formulieren. Natürlich enthält die Abbildung 1 nicht alle denkbaren Kategorien und Unterkategorien, sodass hier Erweiterungsmöglichkeiten bestehen. Insgesamt lassen sich drei Strategien für eine Identifikation der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz basierend auf der Abbildung 1 formulieren:

1. Zunächst wäre es möglich, bei den in Abbildung 1 aufgezählten Hardwarekomponenten, IKT-Infrastrukturen und -Endprodukten anzusetzen. Dabei müsste in den Patenten nach neuen Technologien gesucht werden, die den Hardwarekomponenten, Infrastrukturlösungen und Endprodukten in Abbildung 1 entsprechen, und dann geprüft werden, ob sie umweltfreundlicher sind als die "alten" Technologien, die sie ersetzen. Dabei würden z. B. verschiedene Varianten von Bildschirmen untereinander auf ihre Umweltwirkungen verglichen werden; die Auswirkungen könnten nach den verschiedenen Umweltkategorien (z. B. nach CEPA-/CReMA-Kategorien) untersucht werden. Die so identifizierten Güter entsprechen der Adapted-Goods Definition.
2. Alternativ kann an den Digitalisierungsparadigmen aus Abbildung 1 angesetzt werden. Hier ergeben sich zwei Herausforderungen:
  - a. Software wird nicht in den Patentstatistiken erfasst, sodass ein Teil der Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung(sparadigmen), die sich über Software materialisieren, nicht mit dem Patentansatz erfasst werden kann. Zum Teil lassen sich jedoch die Wirkungen der ("embedded") Software auch in Patenten analysieren (siehe Abschnitt 4.2.1.2).
  - b. Es gibt keine den Digitalisierungsparadigmen entsprechenden Patentklassen in den Patentklassifizierungssystemen (abgesehen von den im Abschnitt 4.2.2 diskutierten), sodass Digitalisierungsparadigmen mittels Suchstichworten formalisiert werden müssten. Solch eine Formalisierung des Digitalisierungsbegriffs für die breite Suche (über alle Anwendungsbereiche hinweg) in allen IPC-Codes wurde jedoch in den vorigen Abschnitten als eher nachteilig eingestuft, weil so u. a. der "konkrete Anwendungsbereich" der Digitalisierung nicht formalisiert werden kann.
3. Schließlich ist auch eine anwendungs- und umweltschutzbereichsbezogene Herangehensweise möglich: Es wird ein Anwendungsbereich bzw. ein System/Wirtschaftstätigkeitsbereich (z. B. Verkehr; siehe Abbildung 1) oder sogar ein noch speziellerer Unterbereich (z. B. Straßenverkehr) festgelegt und ein spezieller Aspekt des Umweltschutzes (z. B. Energieeffizienz) gewählt; zu solchen Kombinationen von System- und Umweltschutzaspekt existieren bereits aus Vorarbeiten (z. B. Gehrke et al. 2022) Patentsuchstrategien. Anschließend wird in der Literatur nach den zu den ausgewählten System-Umweltschutz-Kombination gehörenden IPC-Codes gesucht, die bestimmte Aspekte der Digitalisierung<sup>26</sup> oder Digitalisierung allgemein repräsentieren oder als Unterkategorie enthalten (Digitalisierungsliteraturrecherche). Meistens muss dann die Suche innerhalb dieser IPC-Codes mit Hilfe von Stichworten, die diesen Digitalisierungsaspekt beschreiben, noch verfeinert werden (um die dem Digitalisierungsaspekt entsprechenden Unterkategorien herauszufiltern). Alternativ können auch alle zu der System-Umweltschutz-Kombination gehörenden IPC-Codes (ohne vorige Einschränkung mittels Digitalisierungsliteraturrecherche) mit Stichworten kombiniert werden,

<sup>26</sup> z. B. eine Hardwarekomponente, eine IKT-Infrastruktur oder ein IKT-Endprodukt, ein Digitalisierungsparadigma oder ein Softwaretyp

die einen bestimmten Digitalisierungsaspekt (oder Digitalisierung allgemein) beschreiben. Insgesamt wird also bei dieser Herangehensweise eine bereits vorhandene Umweltschutzpatentsuchstrategie mit Hilfe von Literaturrecherche (zur Eingrenzung der IPC-Codes auf die, die Digitalisierungsaspekte enthalten) oder Digitalisierungstichworten angepasst. Insgesamt erscheint der dritte Ansatz am vielversprechendsten und wird hier einer ersten Machbarkeitsprüfung unterworfen.

#### 4.2.1.2 Machbarkeitsanalyse am Beispiel Digitalisierung und Energieeffiziente Mobilität

Aufgrund der im Abschnitt 4.1 festgestellten Abhängigkeit der Umweltschutzwirkung der Digitalisierung von der "konkreten Anwendung" ("Wofür wird die IKT eingesetzt?"), liegt der Fokus im Folgenden nicht auf einer "abstrakten" Diskussion der Messbarkeit der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz allgemein. Viel eher erscheint eine spezifischere Analyse sinnvoll, bei der ein bestimmtes (Teil-)System sowie ein bestimmter Aspekt des Umweltschutzes ausgewählt wird, und dann für diese Auswahl die Rolle der Digitalisierung erfasst wird (so wie in Punkt 3 des vorigen Unterabschnitts beschrieben). Da die Anzahl der so zu untersuchenden Kombinationen aus Teilsystemen und Umweltschutzbereichen relativ hoch ist (vgl. z. B. Gehrke et al. 2022) kann in diesem relativ kurzen Abschnitt keine (alle Kombinationen) umfassende Auswertung von Patentzahlen vorgestellt werden. Analog ist auch der Digitalisierungsbegriff relativ komplex und seine Anpassung auf die spezielle Kombination von Teilsystem und Umweltschutzbereich zeitaufwändig, sodass hier keine Suchstrategie implementiert werden kann, die den gesamten Digitalisierungsbegriff umfasst (sondern nur einen Teilaspekt davon).

Aus diesen Gründen wird die praktische Messbarkeit der Rolle der Digitalisierung im Folgenden lediglich am Beispiel der Rolle der ("embedded") Software für "energieeffiziente Mobilität" demonstriert. Insbesondere wird der Verkehr bzw. die Mobilität als das zu analysierende Teilsystem, Energieeffizienz als das für Umweltschutz relevante Kennzeichen und ("embedded") Software als die zu untersuchenden Digitalisierungskomponente gewählt; dann wird die Rolle dieser Digitalisierungskomponente für die Energieeffizienz der Mobilität (mittels Patentsuchstrategie) erfasst.<sup>27</sup>

("Embedded") Software dient in Fahrzeugen, z. B. der Steuerung und Kontrolle des Motors, des Bremssystems, der Klimaanlage oder des Navigationssystems (Xie und Miyazaki 2013). Um die Rolle der ("embedded") Software für "energieeffiziente Mobilität" im Innovationsbereich herauszuarbeiten, werden hier zwei bereits vorhandene Patentsuchstrategien miteinander kombiniert. Insbesondere wird die Suchstrategie für energieeffiziente Mobilität, die z. B. in Gehrke et al. (2022) verwendet wird, um Suchstichworte ergänzt, die in der Suchstrategie für ("embedded") Software enthalten sind, die am Fraunhofer ISI eingesetzt wird (Rothengatter 2022). In diesem Beispiel wird also der Digitalisierungsbegriff mit Stichworten (z. B. "digital", "software") und nicht mit Patentklassifikationscodes eingegrenzt<sup>28</sup>.

Im Idealfall werden durch die hier vorgestellte kombinierte Suchstrategie Patente identifiziert, in denen die Nutzung von ("embedded") Software kausal ist für die Erreichung von Energieeffi-

<sup>27</sup> Neben diesem Beispiel sind zahlreiche andere Beispiele möglich: (1) Als **Teilsystem** könnte z. B. ein Subsystem des Teilsystems „Mobilität“ (z. B. Unterscheidung nach Verkehrssystemen für Land, Wasser und Luft; Unterscheidung nach Schiene und Straße) oder ein anderes Teilsystem (Gebäude, Geräte, Energiesystem...) gewählt werden. (2) Die Auswahl der **umweltrelevanten Kennzeichen** kann sich z. B. an den in Gehrke et al. (2022), S. 72, verwendeten Umweltbereichen orientieren (Luftreinhaltung, Lärmschutz, Klimaschutz...). (3) Die Anzahl der alternativ verwendbaren **Digitalisierungskomponenten** ist sehr hoch (siehe die Aufzählung/Stichpunkte in Abbildung 1).

<sup>28</sup> Ein auf Klassifikationscodes (und nicht auf Suchstichworten) basierender Ansatz zur Formalisierung des Digitalisierungsbegriffs wird im Abschnitt 4.2.2 diskutiert.

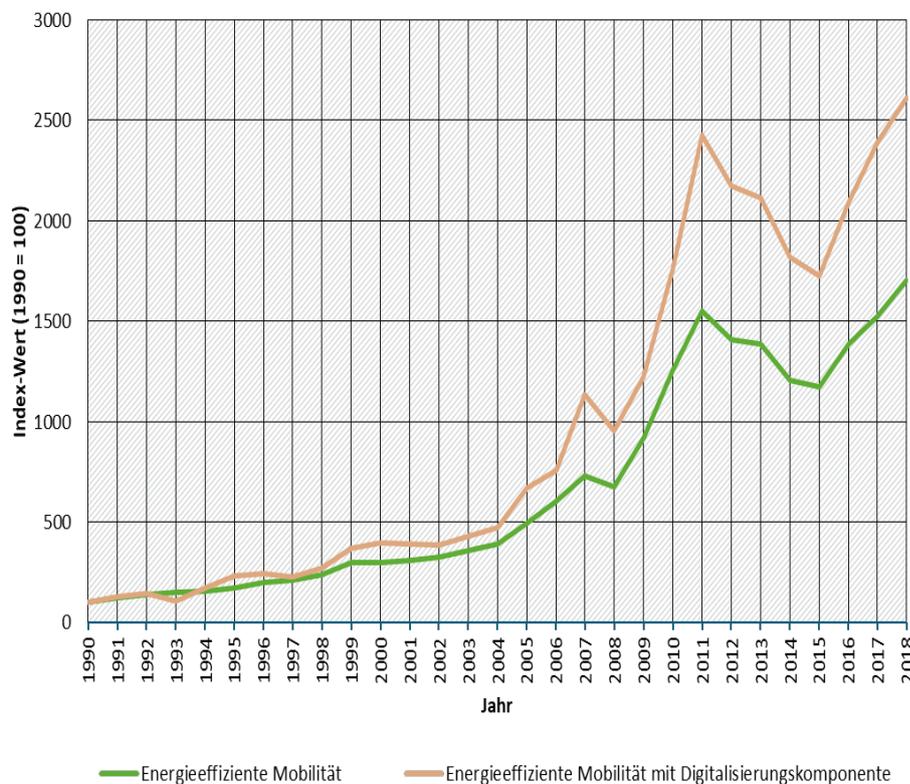
zizienzsteigerungen in der Mobilität. Zumindest jedoch werden so Innovationen im Mobilitätsbereich erfasst, bei denen die ("embedded") Software eine Rolle spielt und gleichzeitig die Energieeffizienz gesteigert wird.

Abbildung 3 stellt die Resultate der kombinierten Suchstrategie (Rolle der "embedded" Software für energieeffiziente Mobilität) dar. In der gleichen Abbildung sind auch die Resultate der ursprünglichen Suchstrategie für energieeffiziente Mobilität (ohne die Software repräsentierenden Stichworteinschränkungen) dargestellt. Beide Zeitreihen zeigen eine steigende Zahl an jährlichen Patentanmeldungen. Der Teilbereich der energieeffizienten Mobilität mit Softwarebezug entwickelt sich jedoch dynamischer. Das bedeutet, dass der Anteil der Patente mit Softwarebezug an der Gesamtzahl der Patente im Bereich der energieeffizienten Mobilität über die Periode gestiegen ist: am Anfang der Periode lag er um die 18 %, am Ende der Periode erreicht er ungefähr 28 %. Die Bedeutung der Digitalisierung und insbesondere der ("embedded") Software für Innovationen im Bereich der energieeffizienten Mobilität hat also über die Zeit zugenommen, ist aber immer noch deutlich kleiner als die Gesamtzahl der Patente im Bereich der energieeffizienten Mobilität.

Auf den Daten können weitere Analysen aufsetzen, zum Beispiel um die Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Länder bei energieeffizienter Mobilität zu vergleichen mit der Positionierung im Teilsegment der softwaregestützten energieeffizienten Mobilität. Für die Patentanteile wurde dies exemplarisch berechnet: in beiden Zeitreihen weisen Japan, Deutschland und die USA die größten Patentmeldezahlen auf – mit Anteilen von jeweils 31 %, 22 % und 13 % an den globalen Patentanmeldungen im Bereich der Energieeffizienten Mobilität, und Anteilen von jeweils 36 %, 17 % und 15 % an den globalen Patentanmeldungen im Bereich der Energieeffizienten Mobilität mit Digitalisierungskomponente.

**Abbildung 3: Entwicklung der Zahl der (globalen) Patentanmeldungen (1990 = 100) im Bereich "Energieeffiziente Mobilität"**

Insgesamt und in Verbindung mit Digitalisierung (insbesondere "embedded" Software)



Quelle: Patstat (o. J.), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Diese ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich aus der Analyse der speziellen Systeme und Umweltschutzbereiche und dem Vergleich mit und ohne Digitalisierungskomponenten interessante Erkenntnisse ergeben und sich die Rolle der Digitalisierung erfassen lässt. Die hier auf energieeffiziente Mobilität bezogenen Resultate (z. B. die o. g. Prozentzahlen) sind jedoch nur als erste Annäherung und als vorläufig anzusehen. In weiterer Forschung erscheint eine Feinjustierung der Suchstrategie (z. B. Anpassung der Digitalisierungstichworte auf die speziellen Gegebenheiten im Bereich der energieeffizienten Mobilität) sinnvoll.

#### 4.2.2 Ansatz 2: Prüfung der "Cooperative Patent Classification" auf Abschnitte, die Digitalisierung enthalten

In diesem Unterabschnitt wird ein anderer Ansatz zur Identifikation der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz als in den vorigen Unterabschnitten gewählt: Es wird ein Patentklassifikationssystem, nämlich "Cooperative Patent Classification (CPC)", auf Abschnitte geprüft, die Digitalisierung enthalten und einen Bezug zum Umweltschutz aufweisen.

Eine Herangehensweise an die Identifikation von Digitalisierungsumweltschutztechnologien in der CPC besteht darin, die Unterbereiche des CPC-Bereichs Y02 ("Technologies or Applications for Mitigation or Adaptation against Climate Change"), der einen Klimaschutzbezug hat, nach

IKT-Unterbereichen durchzusuchen. Die so identifizierten Unterbereiche beziehen sich auf Digitalisierungstechnologien, die dem Klimaschutz dienen. Ein erstes grobes Screening ergibt die folgenden CPC-Unterbereiche mit Klimaschutz- und (potenziellem) Digitalisierungsbezug:<sup>29</sup>

- ▶ Im CPC-Bereich Y02B ("Climate Change Mitigation Technologies related to Buildings..."), der sich mit **Gebäuden** befasst, haben folgende Unterbereiche einen Bezug zu IKT:
  - Y02B 20/40 "Control techniques providing energy savings, e. g. *smart controller* or presence detection"
  - Y02B 70/00 "Technologies for an efficient end-user side electric *power management* and consumption"
  - Y02B 70/10 "Technologies improving the efficiency by using switched-mode power supplies [SMPS], i. e. efficient power electronics conversion, e. g. power factor correction or reduction of losses in power supplies or efficient *standby modes*"
  - Y02B 70/30 "Systems integrating technologies related to power network operation and *communication or information technologies* for improving the carbon footprint of the management of residential or tertiary loads, i. e. smart grids as climate change mitigation technology in the buildings sector, including also the last stages of power distribution and the control, monitoring or operating management systems at local level"
  - Y02B 70/34 "*Smart metering* supporting the carbon neutral operation of end-user applications in buildings"
  - Y02B 90/20 "*Smart grids* as enabling technology in buildings sector (smart grids supporting the management or operation of end-user stationary applications in general, or like technologies with no associated climate change mitigation effect Y04S 20/00)"
- ▶ Der CPC-Bereich Y02D ("Climate Change Mitigation Technologies in Information and Communication Technologies [ICT], i. e. Information and Communication Technologies aiming at the Reduction of their own Energy Use") bezieht sich direkt auf **IKT** und umfasst die folgenden Technologien:
  - Y02D 10/00 "Energy efficient *computing*, e. g. low power processors, power management or thermal management"
  - Y02D 30/00 "Reducing energy consumption in *communication networks*"
    - Y02D 30/50 "in wire-line *communication networks*, e. g. low power modes or reduced link rate"
    - Y02D 30/70 "in wireless *communication networks*"
- ▶ Im Bereich "**Energie**" hat der CPC-Code Y02E ("Reduction of Greenhouse Gas [GHG] Emissions, related to Energy Generation, Transmission or Distribution") einen Bezug zu IKT im folgenden Unterbereich:
  - Y02E 40/70 "*Smart grids* as climate change mitigation technology in the energy generation sector"

<sup>29</sup> "Digitalisierungsbezug" meint hier, dass sich die CPC-Kategoriebeschreibung auf mindestens einen der Punkte bezieht, die in den verschiedenen Ebenen des Digitalisierungsbegriffs in Abbildung 1 genannt wurden.

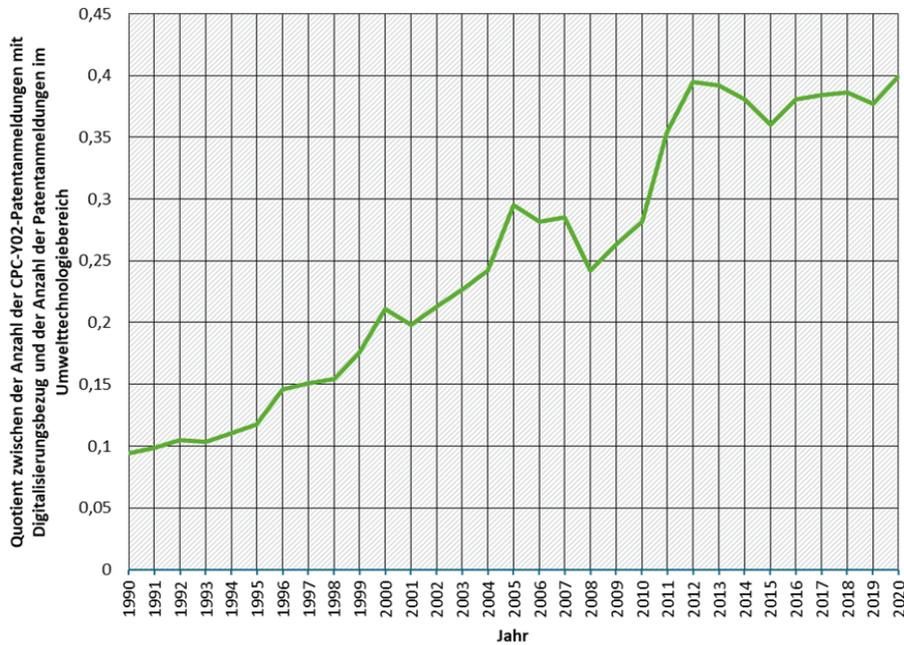
- ▶ Für den **Güterproduktionsbereich** lassen sich in der CPC-Kategorie Y02P ("Climate Change Mitigation Technologie in the Production or Processing of Goods") die folgenden Unterkategorien mit IKT-Bezug finden:
  - Y02P 90/02 "Total factory control, e. g. *smart factories*, flexible manufacturing systems [FMS] or integrated manufacturing systems [IMS]"
  - Y02P 90/30 "*Computing systems specially adapted for manufacturing*"
- ▶ Im **Transportbereich** listet die CPC-Kategorie Y02T ("Climate Change Mitigation Technologies related to Transportation") die folgenden Unterkategorien mit IKT-Bezug:
  - Y02T 10/40 "*Engine management systems*"
  - Y02T 10/72 "*Electric energy management in electromobility*"
  - Y02T 10/84 "*Data processing systems or methods, management, administration*"
  - Y02T 90/16 "*Information or communication technologies improving the operation of electric vehicles*"
    - Y02T 90/167 "*Systems integrating technologies related to power network operation and communication or information technologies for supporting the interoperability of electric or hybrid vehicles, i. e. smartgrids as interface for battery charging of electric vehicles [EV] or hybrid vehicles [HEV]*"

Insgesamt lassen sich zahlreiche CPC-Kategorien aus dem Y02-Bereich, der Klimaschutztechnologien beinhaltet, finden, die einen Bezug zu Digitalisierung haben. Die obige Auswahl ist eher "strikt". So wurden z. B. Codes mit Bezug zu Batterietechnologien (z. B. Y02E 60/10 "Energy storage using batteries") nicht gelistet (da sie Verwendung auch außerhalb des Digitalisierungsbereichs finden), obwohl sie zum Digitalisierungsbegriff gezählt werden könnten. Allgemein haben die meisten modernen Technologien zur Kontrolle, Steuerung oder Management von Geräten, Prozessen o. ä. eine IKT-Komponente; somit könnte ein Großteil der Y02-Kategorien in die Liste der Digitalisierungstechnologien mit Klimaschutzwirkung aufgenommen werden. Dies kann in zukünftiger Forschung erfolgen.

Zur Verdeutlichung der Bedeutung der oben gelisteten CPC-Y02-Kategorien mit Digitalisierungsbezug wurde die Dynamik der entsprechenden Patentanmeldungen in Abbildung 4 und Abbildung 5 dargestellt. Abbildung 4 setzt die Anzahl der weltweiten CPC-Y02-Patentanmeldungen mit Digitalisierungsbezug in Relation zu der Anzahl der Patentanmeldungen im Umwelttechnologiebereich.<sup>30</sup> Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der Anzahl der CPC-Y02-Patentanmeldungen mit Digitalisierungsbezug insgesamt und untergliedert nach den oben genannten Bereichen (Gebäude, IKT, Energie, Güterproduktion und Transport). Beide Abbildungen zeigen eine starke Zunahme der Bedeutung der CPC-Y02-Patente mit Digitalisierungsbezug (gemessen an den Patentmeldezahlen): Im Betrachtungszeitraum steigen die entsprechenden Patentmeldezahlen stark an in Relation zu den Umwelttechnologiepatentmeldezahlen und absolut gesehen.

<sup>30</sup> Für eine Darstellung und Diskussion der Entwicklung der Patentmeldezahlen im Bereich der Umwelttechnologien siehe Gehrke et al. (2022, 2023).

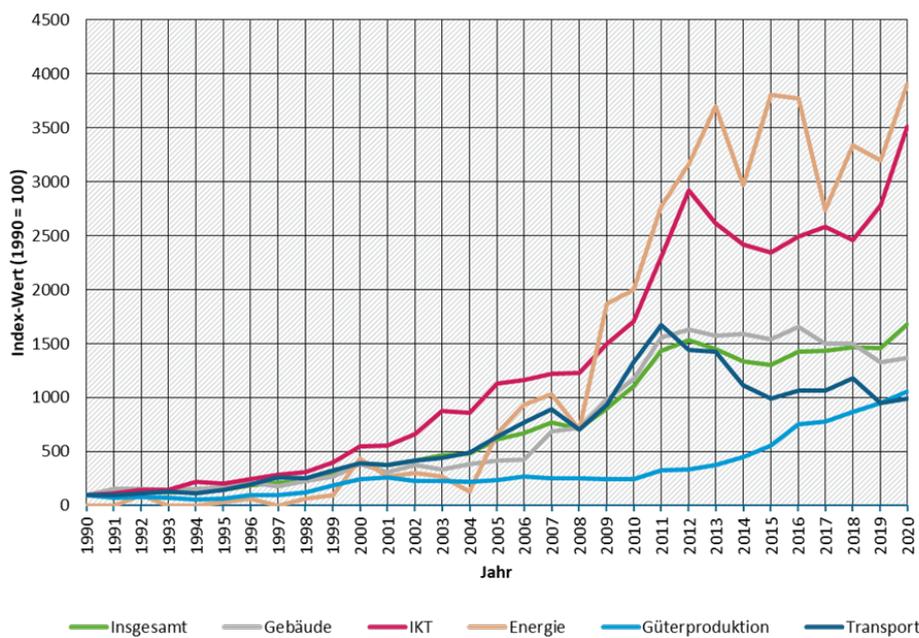
**Abbildung 4: Entwicklung der weltweiten Anzahl der CPC-Y02-Patentanmeldungen mit Digitalisierungsbezug in Relation zu der weltweiten Anzahl der Patentanmeldungen im Bereich "Umweltechnologien"**



Quelle: Patstat (o. J.), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

**Abbildung 5: Entwicklung der Zahl der CPC-Y02-Patentanmeldungen mit Digitalisierungsbezug (1990 = 100)**

Insgesamt und nach Unterbereichen disaggregiert



Die Zeitreihe "Energie" ist mit 1992 = 100 indiziert.

Quelle: Patstat (o. J.), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

### 4.3 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Auf Grund der sehr begrenzten Ressourcen, die für die Vertiefungsstudie zur Digitalisierung zur Verfügung standen, konnten im Rahmen dieses Projekts über die konzeptionellen Überlegungen hinaus nur sehr kleine ausgewählte Felder mit konkreten Abgrenzungen, Patentsuchstrategien und empirischen Daten hinterlegt werden. Insgesamt deutet die Analyse auf eine wachsende Rolle der Digitalisierung für die betrachteten Umweltschutzbereiche hin. Eine Generalisierung auf den Umweltschutz insgesamt ist aber aufgrund der beschränkten Datenbasis nur eingeschränkt belastbar. Die Machbarkeitsstudien zeigen auch erste Antworten zur eingangs gestellten Frage: "Wie gut ist Deutschland darin, Digitalisierung dafür nutzbar zu machen, den Umweltschutz voranzubringen?" Unseren ersten partiellen und vorläufigen Ergebnissen zufolge gehört Deutschland weltweit zu den drei führenden Ländern im Bereich der softwaregestützten energieeffizienten Mobilität.

Die Diskussion der Messbarkeit und die Vorresultate deuten darauf hin, dass eine vertiefte Erforschung der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz v. a. im Patentbereich sehr interessant erscheint. Es bietet sich eine Vorgehensweise an, die der Vorgehensweise in z. B. Gehrke et al. (2022) ähnelt, d. h., dass die Analyse der Rolle der Digitalisierung für eine Reihe von spezifischen Kombinationen von Systemen/Wirtschaftstätigkeitsbereichen und Umweltschutzaspekten erfolgen sollte, ähnlich der Vorgehensweise im Abschnitt 4.2.1.2, wo die Rolle der Digitalisierung für eine solche Kombination (Mobilität und Energieeffizienz) geprüft wurde. Eine Analyse des Einflusses einzelner (in Abbildung 1 dargestellter) Ebenen und Komponenten des Digitalisierungsbegriffs – so wie im Abschnitt 4.2.1.2 am Beispiel der ("embedded") Software demonstriert – scheint angesichts der Komplexität des Digitalisierungsbegriffs sinnvoller und besser umsetzbar als der Versuch, alle Aspekte der Digitalisierung in einer Patentabfrage unterzubringen. In Anbetracht der Anzahl der System-Umweltschutz-Kombinationen und Digitalisierungskomponenten, ergibt sich aus diesen Resultaten ein relativ großes (interessantes) Forschungsprogramm für die Zukunft. Außerdem erscheint es sinnvoll, für jeden der Bereiche eine angepasste Digitalisierungssuchstrategie zu erarbeiten, die die Spezifitäten des Bereichs berücksichtigt, was die Dimension der Aufgabe noch deutlich steigert. Während im Abschnitt 4.2.1.2 eine "Grobstrategie" für einen Spezialbereich genutzt wurde (d. h. eine relativ allgemeine Suchstrategie für "embedded" Software gepaart mit einer Suchstrategie für den Bereich "energieeffiziente Mobilität") wäre es sinnvoll, in weiteren Projekten mittels Literaturrecherchen und Detailanalysen genaue bzw. angepasste Suchstrategien pro Spezialbereich zu entwickeln. Für jeden Spezialbereich wäre einiger Forschungsaufwand notwendig, damit die zentralen Aspekte des Suchstrategieziels (nicht nur "grob", sondern) genau erfasst werden. Dazu gehört z. B. eine Feinjustierung mittels eines Prozesses der wiederholten Prüfung der durch die Patentsuchstrategie ausgegebenen Patente nach den Inhalten und der darauffolgenden Anpassungen der Suchstrategie.

Die Resultate der vorigen Abschnitte deuten insgesamt darauf hin, dass die Erforschung der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz aus dem Blickwinkel der Adapted Goods oder als Enabling-Technology am vielversprechendsten ist. Doch die Resultate des Unterabschnitts 4.2.2 haben gezeigt, dass es auch IKT mit Hauptzweck Umweltschutz gibt. Obwohl sich in dieser Untersuchung gezeigt hat, dass eine Erfassung der Rolle der Digitalisierung für den Umweltschutz eher für die Patentanalyse geeignet ist, schließen die Resultate nicht aus, dass es sinnvoll sein könnte, diese Rolle auch in Studien zu F&E-Ausgaben, Umsatz, Produktion, Außenhandel oder Beschäftigung zu analysieren.

Die in diesem Bericht verfolgten Ansätze zur Analyse der Bedeutung der Digitalisierung bei Umweltschutzgütern fokussieren auf die Performanz der Technologien über die Zeit und im Ländervergleich. Der Zusammenhang von Digitalisierung und Umweltschutz könnte jedoch auch auf

der Betrachtungsebene von Firmen untersucht werden. Ein Beispiel wäre, die "Fitness" von Unternehmen zu untersuchen im Hinblick darauf, wie gut sie in der Anwendung von Industrie-4.0-Ansätzen aufgestellt sind. Solche Untersuchungen liegen für die Breite von KMU bereits vor (siehe z. B. Horvat et al. 2018 und Lerch et al. 2017). Ihre Übertragung auf Unternehmen mit hohem Umweltschutzbezug könnte geprüft werden.

## 5 Quellenverzeichnis

Achachlouei, M.A.; Moberg, A.; Hochschorner, E. (2015): Life Cycle Assessment of a Magazine, Part I: Tablet Edition in Emerging and Mature States. In: Journal of Industrial Ecology 19 (4), S. 575-589. DOI: 10.1111/jiec.12227.

Benqassem, S.; Bordage, F.; Montenay, L.; Delmas-Orgelet, J.; Domon, F.; Lees Perasso, E. (2021): Behind the figures: Understanding the environmental impacts of ICT and taking action. GreenIT.fr. Online verfügbar unter [https://www.greens-efa.eu/files/assets/docs/ict\\_environmental\\_impacts-behind\\_the\\_figures-5low.pdf](https://www.greens-efa.eu/files/assets/docs/ict_environmental_impacts-behind_the_figures-5low.pdf), zuletzt geprüft am 16.03.2024.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2021): GreenTech made in Germany 2021. Umwelttechnik-Atlas für Deutschland. Berlin: BMU. Online verfügbar unter [https://www.roland-berger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_greentech\\_atlas\\_2.pdf](https://www.roland-berger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_greentech_atlas_2.pdf), zuletzt geprüft am 16.03.2024.

BMWK (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) (2023): Energieeffizienz in Zahlen. Entwicklungen und Trends in Deutschland 2022. Berlin: BMWK. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2022.pdf>, zuletzt geprüft am 16.03.2024.

Ciroth, A.; Franze, J. (2011): LCA of an Ecolabeled Notebook – Consideration of Social and Environmental Impacts along the Entire Life Cycle. Berlin: GreenDeltaTC GmbH. Online verfügbar unter [https://www.green-delta.com/wp-content/uploads/2017/03/LCA\\_laptop\\_final.pdf](https://www.green-delta.com/wp-content/uploads/2017/03/LCA_laptop_final.pdf), zuletzt geprüft am 16.03.2024.

Destatis (2018): Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken. Ausgabe 2019 (GP 2019), Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/gueterverzeichnis-3200201199004.pdf>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Destatis (2021a): Umsatz und Beschäftigte für den Umweltschutz, 2019, (Fachserie 19 Reihe 3.3), Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Umweltoekonomie/Publikationen/Downloads-Umweltoekonomie/umsatz-waren-bau-dienstleistung-umweltschutz-2190330197004.pdf>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Destatis (2021b): Stichwortverzeichnis zum Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken – 2019 (GP2019) – Stand: 23.01.2021, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/gp-19-stichwortverzeichnis-3200210219005.html>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Destatis (2022): Produktionswert, -menge, -gewicht und Unternehmen der vierteljährlichen Produktionserhebung im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Güterverzeichnis (9-Steller). Statistisches Bundesamt, GENESIS-Online Datenbank (Themenbereich 42131, Tabelle 42131-0003). Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Destatis (2023): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2022. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Nachhaltigkeitsindikatoren/Publikationen/Downloads-Nachhaltigkeit/indikatoren-0230001229004.pdf>, zuletzt geprüft am 16.03.2024.

Dittrich, B.; Klose, R. (2008): Schwermetalle in Düngemitteln (Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 3/2008). Online verfügbar unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14898>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Europäische Union (2021): Kombinierte Nomenklatur. Amtsblatt der Europäischen Union L414 vom 19. November 2021. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2021:414:FULL&from=EN>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Eurostat (2009): The environmental goods and services sector. A data collection handbook. Hg. v. Office for Official Publications of the European Communities. Luxemburg. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5910217/KS-RA-09-012-EN.PDF>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Eurostat (2016a): Environmental goods and services sector accounts. Handbook. 2016 edition. Online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-GQ-16-008>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Eurostat (2016b): Environmental Goods and Services Sector (EGSS): list of products and activities. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191549/EGSS+list+of+env+products.xlsx>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Eurostat (2021): European business statistics compilers' manual for PRODCOM – 2021 edition. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/14362166/KS-GQ-21-023-EN-N.pdf/f18e102c-d3cd-231c-4640-71a9c2721612?t=1645786245056>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Gehrke, B.; Ingwersen, K.; Schasse, U.; Ostertag, K.; Marscheider-Weidemann, F.; Rothengatter, O. (2019): Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich. Aktualisierte Ausgabe 2019. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, 06/2019). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-12-05\\_uib\\_06-2019\\_innovationsmotor-umweltschutz-2019.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-12-05_uib_06-2019_innovationsmotor-umweltschutz-2019.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Gehrke, B.; Ingwersen, K.; Schasse, U.; Ostertag, K.; Marscheider-Weidemann, F.; Rothengatter, O. et al. (2022): Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich. Aktualisierte Ausgabe 2021. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, 03/2022). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/ui\\_b\\_03-2022\\_innovationsmotor\\_umweltschutz\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/ui_b_03-2022_innovationsmotor_umweltschutz_0.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Gehrke, B.; Ingwersen, K.; Schasse, U.; Ostertag, K.; Marscheider-Weidemann, F.; Rothengatter, O. et al. (2023): Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich. Aktualisierte Ausgabe 2023. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, 03/2022, im Erscheinen).

Gehrke, B.; John, K.; Schasse, U.; Ostertag, K.; Marscheider-Weidemann, F.; Rothengatter, O. (2018): Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich. Aktualisierte Ausgabe 2017. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, 01/2018). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-20\\_uib\\_02-2018\\_patente\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-20_uib_02-2018_patente_0.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Gehrke, B.; Schasse, U. (2019): Die Umweltschutzwirtschaft in Deutschland. Produktion, Umsatz und-Außenhandel – Aktualisierte Ausgabe 2019. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, 05/2019). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-12-05\\_uib\\_05-2019\\_umweltschutzwirtschaft.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-12-05_uib_05-2019_umweltschutzwirtschaft.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Gehrke, B.; Schasse, U. (2021): Die Umweltwirtschaft in Deutschland. Produktion, Umsatz und-Außenhandel – Aktualisierte Ausgabe 2021. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, 12/2021). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/ui\\_b\\_12-2021\\_die\\_umweltwirtschaft\\_in\\_deutschland\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/ui_b_12-2021_die_umweltwirtschaft_in_deutschland_0.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

- Gehrke, B.; Schasse, U. (2013): Umweltschutzgüter – wie abgrenzen? Methodik und Liste der Umweltschutzgüter 2013. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, 01/13). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uib\\_1\\_2013\\_eckermann\\_umweltschutzgueter\\_metho-denpapier\\_webfassung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uib_1_2013_eckermann_umweltschutzgueter_metho-denpapier_webfassung.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.
- GeSI (2015): #SMARTer2030. ICT Solutions for 21st Century Challenges. Global e-Sustainability Initiative (GeSI). Online verfügbar unter [https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full\\_report.pdf](https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.
- Gotsch, M. (2016): Auswirkungen des digitalen Wandels auf Umwelt, Stadtentwicklung und Klimaschutz. Kurzstudie. Fraunhofer ISI. Karlsruhe (Wissenschaftliches Fachgespräch). <https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/nachhaltigkeit-infrastruktursysteme/projekte/digiumwelt.html#2>, zuletzt geprüft am 16.03.2024.
- Gotsch, M. (2019): Auswirkungen des digitalen Wandels auf Umwelt und Klimaschutz. Entwicklung eines analytischen Bewertungsschemas. In: Jahrbuch der Ökologie 2019/2020, S. 99-109. Online verfügbar unter <https://jahrbuch-oekologie.de/ausgabe-2020/>, zuletzt geprüft am 05.03.2024.
- Gotsch, M. (2021): Digitalisierung und Umweltschutz. Persönliche Mitteilung, Karlsruhe, 20.10.2021.
- Gotsch, M.; Erdmann, L.; Eberling, E. (2020): Digitalisierung ökologisch nachhaltig nutzbar machen. Entwicklung von Handlungsempfehlungen zu den wichtigsten umweltpolitischen Maßnahmen in ausgewählten Trendthemen der Digitalisierung mittels der Durchführung von Stakeholderdialogen. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt (TEXTE, 171/2020). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_171-2020\\_digitalisierung\\_oekologisch\\_nachhaltig\\_nutzbar\\_machen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_171-2020_digitalisierung_oekologisch_nachhaltig_nutzbar_machen.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.
- Gotsch, M.; Martin, N.; Eberling, E.; Shirinzadeh, S.; Kuhlmann, D.; Petschow, U.; Pentzien, J. (2022): Der Beitrag von Big Data, KI und digitalen Plattformen auf dem Weg zu einer Green Economy – Einsatzbereiche und Transformationspotenziale. Hg. v. Umweltbundesamt (TEXTE, 85/2022). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_85-2022\\_digitalisierung\\_als\\_transformationmotor\\_fuer\\_eine\\_green\\_economy.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_85-2022_digitalisierung_als_transformationmotor_fuer_eine_green_economy.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.
- Horvat, D.; Stahlecker, T.; Zenker, A.; Lerch, C.; Mladineo M. (2018): A conceptual approach to analysing manufacturing companies' profiles concerning Industry 4.0 in emerging economies. In: Procedia Manufacturing (17), S. 419-426. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.10.065.
- Keppner, B.; Kahlenborn, W.; Libbe, J.; Lange, K.; Weiler, P.; Hinrich-Gieschen, J. (2022): Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen. Hg. v. Umweltbundesamt (TEXTE, 16/2022). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_16-2022\\_direkte\\_und\\_indirekte\\_umwelteffekte\\_von\\_intelligenten\\_vernetzten\\_urbanen\\_infrastrukturen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_16-2022_direkte_und_indirekte_umwelteffekte_von_intelligenten_vernetzten_urbanen_infrastrukturen.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.
- Laaboudi-Spoiden, C. (2022): Statistical Classifications and Metadata Catalogues exposed as Linkes Open Data. ModernStats Workshop 2022, 29 June 2022, Belgrade. Online verfügbar unter [https://un-ece.org/sites/default/files/2022-07/MWW2022\\_Presentation\\_Eurostat.Laaboudi.pdf](https://un-ece.org/sites/default/files/2022-07/MWW2022_Presentation_Eurostat.Laaboudi.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.
- Lange, S.; Pohl, J.; Santarius, T. (2020): Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? In: Ecological Economics 176, S. 106760. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106760.
- Lerch, C.; Schnabl, E.; Meyer, N.; Jäger, A. (2017): Digitale Geschäftsmodelle – Sind kleine und mittlere Unternehmen der Metropolregion Stuttgart bereit für die Digitalisierung? Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.ihk.de/blueprint/servlet/resource/blob/3727430/e78f0228f84ea0149af86309ac35b6b1/studie-geschaeftsmodellinnovation-data.pdf>, zuletzt geprüft am 16.03.2024.

Magerman, G. (2022): Correspondences of EU product classifications. Version March 2022. Online verfügbar unter [https://static1.squarespace.com/static/55e85d72e4b0146280523def/t/62d26beb6652c0350ad1c712/1657957360252/concordances\\_live.pdf](https://static1.squarespace.com/static/55e85d72e4b0146280523def/t/62d26beb6652c0350ad1c712/1657957360252/concordances_live.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Marscheider-Weidemann, F.; Langkau, S.; Baur, S.-J.; Billaud, M.; Deubzer, O.; Eberling, E.; Erdmann, L.; Haendel, M.; Krail, M.; Loibl, A.; Maisel, F.; Marwede, M.; Neef, C.; Neuwirth, M.; Rostek, L.; Rückschloss, J.; Shirinza-deh, S.; Stijepic, D.; Tercero Espinoza, L.; Tippner, M. (2021): Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021.– DERA Rohstoffinformationen 50: 366 S., Berlin. Online verfügbar unter [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-50.pdf](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-50.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

OECD (2005): Trade that Benefits the Environment and Development: Opening Markets for Environmental Goods and Services, OECD Trade Policy Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264035782-en>.

PATSTAT (o. J.): Inhouse-Version des Fraunhofer ISI der PATSTAT-Datenbank (<https://www.epo.org/de/searching-for-patents/business/patstat>).

Rolnick, D.; Donti, P. L.; Kaack, L.H.; Kochanski, K.; Lacoste, A.; Sankaran, K. et al. (2023): Tackling Climate Change with Machine Learning. In: ACM Comput. Surv. 55 (2), S. 1-96. DOI: 10.1145/3485128.

Rothengatter, O. (2022): Patentsuchstrategien am Fraunhofer ISI im Bereich der Digitalisierung. Persönliche Mitteilung, Karlsruhe, 05.07.2022.

Sauvage, J. (2014): The Stringency of Environmental Regulations and Trade in Environmental Goods. OECD Trade and Environment Working Papers, No. 2014/03, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5jxrn7xsnmq-en>.

Schödwell, B. Zarnekow, R.; Liu, R.; Gröger, J.; Wilkens, M. (2018): Kennzahlen und Indikatoren für die Beurteilung der Ressourceneffizienz von Rechenzentren und Prüfung der praktischen Anwendbarkeit. Hg. v. Umweltbundesamt (TEXTE 19/2018). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-23\\_texte\\_19-2018\\_ressourceneffizienz-rechenzentren.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-23_texte_19-2018_ressourceneffizienz-rechenzentren.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

Sievers, L.; Grimm, A. (2023): Beschäftigung durch energieeffiziente Mobilität. Methodik und Ergebnisse für das Jahr 2019. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG, nn/2023, im Erscheinen).

Vereinte Nationen; Europäische Union; Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen; Internationaler Währungsfonds; Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung; Weltbank (2014): System of environmental-economic accounting 2012. Central framework. New York, NY: United Nations. Online verfügbar unter [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA\\_CF\\_Final\\_en.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf), zuletzt geprüft am 05.03.2024.

WBGU (2019): Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.wbgu.de/fileadmin/user\\_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/wbgu\\_hg2019.pdf](https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/wbgu_hg2019.pdf), zuletzt geprüft am 23.06.2022.

Xie, Z.; Miyazaki, K. (2013): Evaluating the effectiveness of keyword search strategy for patent identification. In: World Patent Information 35 (1), S. 20-30. DOI: 10.1016/j.wpi.2012.10.005.

## A Anhang: Neue Listen potenzieller Umweltschutzgüter nach GP und HS

**Tabelle A1: Neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter nach GP2019**

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
1	0811 20 503	Gipsstein, Anhydrit; Kalkstein (ohne gebrochene Kalksteine für den Tiefbau und ohne Naturwerksteine) als Hochofenzuschläge oder zum Herstellen von Kalk oder Zement – Kalkstein (ohne gebrochene Kalksteine für den Tiefbau und ohne Naturwerksteine) – – Kalkstein für die Herstellung von Zement; Branntkalk und Kalkstein für Industrie und Umwelttechnik	Kalkstein f. Zement-, Branntkalk-, Kalksteinherst.	Luft	
2	1395 10 100	Vliesstoffe (auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen) und Erzeugnisse daraus (ohne Bekleidung) - @weder bestrichen noch überzogen, mit einem Quadratmetergewicht von 25 g oder weniger	Vliesstoffe, nicht bestrichen od. überzogen, <=25g/m <sup>2</sup>	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
3	1395 10 700	Vliesstoffe (auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen) und Erzeugnisse daraus (ohne Bekleidung) - @bestrichen oder überzogen	Vliesstoffe, bestrichen oder überzogen	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
4	1396 16 506	Textile Erzeugnisse für den technischen Bedarf - @Dochte und Glühstrümpfe, Förderbänder und Treibriemen aus Spinnstoffen, auch mit Metall o. a. Stoffen verstärkt; andere textile Erzeugnisse für den technischen Bedarf - - @Treibriemen und Förderbänder aus Spinnstoffen; Dochte, Glühstrümpfe u. a. textile Erzeugnisse für den technischen Bedarf	Treibriemen, Förderbänder a. Spinnst., Dochte u. Ä.	Luft	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
5	1399 13 005	Filze, auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen - @Nadelfilze	Nadelfilze, auch getränkt, bestrichen, überzogen	Luft	
6	1399 13 008	Filze, auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen- @Andere Filze	Andere Filze, auch getränkt, bestrichen, überzogen	Luft	
7	1623 11 100	Fenster, Fenstertüren, Rahmen und Verkleidungen dafür, Türen und Türrahmen, -verkleidungen und -schwelle, aus Holz - @Fenster, Fenstertüren, Rahmen und Verkleidungen dafür	Fenster, -türen, Rahmen, Verkleidungen dafür, aus Holz	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
8	1623 20 003	Vorgefertigte Gebäude aus Holz - @Ein- und Zweifamilienhäuser	Ein- und Zweifamilienhäuser aus Holz (m2)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
9	2012 11 500	Farbstoffe und Pigmente Zinkoxid; Zinkperoxid; Titanoxide- @Titanoxide	Titanoxide (t-TiO2)	Abwasser	
10	2013 21 110	Halogene; Schwefel; Kohlenstoff; andere nicht gasförmige Nichtmetalle - @Halogene - - @Chlor	Chlor	Abwasser	
11	2013 25 300	Hydroxide und Peroxide des Natriums, Kaliums oder Magnesiums; Oxide, Hydroxide und Peroxide des Strontiums oder Bariums; Aluminiumhydroxid; Hydrazin und Hydroxylamin und ihre anorganischen Salze - @Kaliumhydroxid (Ätzkali)	Kaliumhydroxid (Ätzkali) (t-KOH)	Abwasser	
12	2013 31 300	Fluoride, Fluorosilikate, -aluminat u. a. komplexe Fluorosalze; Chloride (ohne Ammoniumchlorid), Chloridoxide, Chloridhydroxide; Bromide, Bromidoxide; Jodide, Jodidoxide- @Chloride (ohne Ammoniumchlorid)	Chloride (ohne Ammoniumchlorid)	Abwasser	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
13	2016 20 350	Polymere des Styrols, in Primärformen - @Polystyrol, in Primärformen -- @Expandierbares Polystyrol	Expandierbares Polystyrol	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
14	2041 32 796	Grenzflächenaktive Zubereitungen, zubereitete Waschmittel und Waschhilfsmittel, zubereitete Reinigungsmittel, auch Seife enthaltend - @Zubereitete Waschmittel, Waschhilfsmittel und zubereitete Reinigungsmittel, auch Seife enthaltend, n. A. E. --- @Reinigungs- und Entfettungsmittel für technische Zwecke, n. A. E.	Reinigungs-, Entfettungsmittel f. techn. Zw., n. A. E.	Abwasser	Boden, Grund- und Oberflächenwasser
15	2059 54 000	Aktivkohle	Aktivkohle	Luft	
16	2059 56 600	Zubereitungen zum Abbeizen, Schweißen oder Löten von Metallen; zubereitete Vulkanisationsbeschleuniger und Antioxidationsmittel; Reaktionsauslöser; Alkylbenzol- und Alkyl-naphthalin-Gemische - @Reaktionsauslöser, Reaktionsbeschleuniger und katalytische Zubereitungen, a. n. g.	Reaktionsauslöser, -beschl., katalyt. Zub., a. n. g.	Luft	
17	2219 20 190	Andere Gummiwaren (ohne Bereifungen) Kautschukmischungen und andere Formen (z. B. Fäden, Kordeln, Platten, Blätter), aus nicht vulkanisiertem oder vulkanisiertem Kautschuk- @Kautschuk mit Zusatz von Ruß oder Siliciumdioxid; Kautschuklösungen, Dispersionen u. a. Kautschukmischungen, nicht vulkanisiert- - @Kautschuklösungen; Dispersionen (ohne solche mit Zusatz von Ruß oder Siliciumdioxid) und andere Kautschukmischungen, in Platten, Blättern, Streifen oder in Primärformen	Kautschuklösungen, Dispers., Kautschukmisch., in Pla.	Lärm	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
18	2219 30 300	Rohre und Schläuche, aus Weichkautschuk, auch mit Form-, Verschluss- und Verbindungsstücken - @Rohre und Schläuche, aus vulkanisiertem Weichkautschuk, nicht mit anderen Stoffen verstärkt oder ausgerüstet (ohne Form-, Verschluss- oder Verbindungsstücke)	Rohre, Schläuche, aus vulkanisiertem Weichkautschuk	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
19	2219 73 100	Sonstige Waren aus Weichkautschuk, a. n. g.; Hartkautschuk in allen Formen, sowie Waren daraus; Bodenbeläge und Fußmatten, aus vulkanisiertem Zellkautschuk - @Waren aus Zellkautschuk, a. n. g.	Waren aus Zellkautschuk, a. n. g.	Lärm	
20	2221 10 703	Monofile mit einem größten Durchmesser von mehr als 1 mm, Stäbe, Stangen und Profile, nicht weiter bearbeitet, aus Kunststoffen - @aus Polymeren des Vinylchlorids - - @Fenster- und Türprofile	Fensterprofile und Türprofile	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
21	2221 21 530	Rohre, Schläuche und Formstücke sowie Verschluss- und Verbindungsstücke aus Kunststoffen, Kunstdärme; Rohre und Schläuche, nicht biegsam, aus Kunststoffen- @Rohre und Schläuche, nicht biegsam, aus Polymeren des Ethylens, Propylens und des Vinylchlorids	Rohre, Schläuche, n. biegs., aus Polymer. d. Ethylens	Abwasser	
22	2221 21 570	Kunstdärme; Rohre und Schläuche, nicht biegsam, aus Kunststoffen - @Rohre und Schläuche, nicht biegsam, aus Polymeren des Ethylens, Propylens und des Vinylchlorids - - @aus Polymeren des Vinylchlorids	Rohre, Schläuche, n. biegs., aus Polymer. d. Vinylch.	Abwasser	
23	2221 21 705	Kunstdärme; Rohre und Schläuche, nicht biegsam, aus Kunststoffen - @Rohre und Schläuche, nicht biegsam, aus anderen Kunststoffen - - @aus faserverstärkten Kunststoffen	Rohre, Schläuche, n. biegs., aus faserverst. Kunstst.	Abwasser	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
24	2221 29 357	Rohre und Schläuche, biegsam; Form-, Verschluss- oder Verbindungsstücke, aus Kunststoffen -- @ohne Form-, Verschluss- oder Verbindungsstücke --- @aus Polymeren des Ethylens	And. Rohre, Schläuche, aus Polymeren des Ethylens	Abwasser	
25	2221 29 500	Rohre und Schläuche, biegsam; Form-, Verschluss- oder Verbindungsstücke, aus Kunststoffen- @Andere Rohre und Schläuche, biegsam, a. n. g.	Andere Rohre und Schläuche, biegsam, a. n. g.	Abwasser	
26	2221 29 700	Rohre und Schläuche, biegsam; Form-, Verschluss- oder Verbindungsstücke, aus Kunststoffen- @Form-, Verschluss- oder Verbindungsstücke	Formstücke, Verschlussstücke, Verbindungsstücke	Abwasser	
27	2221 30 103	Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus nicht geschäumten Kunststoffen, weder verstärkt noch geschichtet und ohne Unterlage - @Tafeln, Folien u. ä., aus Polymeren des Ethylens --- @mit einer Dichte von weniger als 0,94	Tafeln, Folien, aus Polym., Di.<=0,125 mm, Dichte<0,94	Abfall	
28	2221 30 269	Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus nicht geschäumten Kunststoffen, weder verstärkt noch geschichtet und ohne Unterlage - @Tafeln, Folien u. ä., aus Polymeren des Propylens -- @Andere Platten, Folien, Streifen und Bänder, mit einer Dicke von mehr als 0,1 mm --- @Andere Platten, Folien, Streifen und Bänder, mit einer Dicke von mehr als 0,1 mm	Andere Platten, Folien, Streifen, Bänder, Dicke >0,1mm	Abwasser	
29	2221 30 305	Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus nicht geschäumten Kunststoffen, weder verstärkt noch geschichtet und ohne Unterlage- @Tafeln, Folien u. ä., aus Polymeren des Styrols- - @mit einer Dicke von mehr als 1 mm	Tafeln, Folien u. ä., aus Polym. d. Styrols, Dicke>1mm	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
30	2221 41 200	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Zellkunststoff - @aus Polymeren des Styrols	Andere Tafeln, Platten, Folien, aus Polym. d. Styrols	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
31	2221 41 500	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Zellkunststoff - @aus Polyurethanen	Andere Tafeln, Platten, Folien, Bänder, aus Polyureth.	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
32	2221 41 800	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Zellkunststoff - @aus Epoxidharzen und anderen Zellkunststoffen	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, aus Epoxidharz.	Lärm	
33	2221 42 303	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus anderen Kunststoffen - @Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Polyester (ohne solche aus Zellkunststoff) -- @aus faserverstärktem Polyester	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, aus Polyester	Lärm	
34	2221 42 805	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus anderen Kunststoffen - @Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen (ohne solche aus Zellkunststoff, Kondensationspolymerisations-, Umlagerungspolymerisations- und Additionspolymerisationserzeugnissen) -- @aus Polypropylen/Polyethylen	And. Tafeln, Platten, Folien, a. Polypropylen/-ethylen	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
35	2222 11 005	Verpackungsmittel aus Kunststoffen - @Säcke, Beutel (einschl. Tüten), aus Polymeren des Ethylens -- @Sehr strapazierfähige Beutel mit einem Gewicht von mehr als 120 g/m <sup>2</sup>	Sehr strapazierfähige Beutel >120 g/m <sup>2</sup> a. Polymer	Abfall	
36	2222 19 508	Andere Verpackungsmittel aus Kunststoff - @Andere Transport- oder Verpackungsmittel, aus Kunststoffen -- @Müll- und Abfalltransportbehälter	Müll- und Abfalltransportbehälter	Abfall	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
37	2223 13 003	Tanks, Bottiche, Sammel- u. ä. Behälter; Behälter für den Baubedarf (ohne Fässer und Transportbehälter), mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l, aus Kunststoffen - @aus faserverstärkten Kunststoffen	Behälter f. Baubedarf, >300l, aus faserverst. Kunst.	Abwasser	
38	2223 13 007	Tanks, Bottiche, Sammel- u. ä. Behälter; Behälter für den Baubedarf (ohne Fässer und Transportbehälter), mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l, aus Kunststoffen - @aus anderen Kunststoffen	Behälter f. Baubedarf, Fass. >300l, aus and. Kunstst.	Abwasser	
39	2223 14 505	Türen, Fenster und deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen; Fensterläden, Jalousien u. ä. Waren und Teile dafür, aus Kunststoffen - @Türen, Fenster und deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen - - @Fenster und deren Rahmen, Verkleidungen, Fensterbänke	Fenster, deren Rahmen, Verkleidungen, Fensterbänke	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
40	2223 14 507	Türen, Fenster und deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen; Fensterläden, Jalousien u. ä. Waren und Teile dafür, aus Kunststoffen - @Türen, Fenster und deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen - - @Türen und deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen	Türen, deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
41	2223 14 700	Türen, Fenster und deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen; Fensterläden, Jalousien u. ä. Waren und Teile dafür, aus Kunststoffen - @Fensterläden, Jalousien (einschl. Jalousetten) u. ä. Waren, Teile dafür	Fensterläden, Jalousien u. ä. Waren, Teile dafür	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
42	2223 19 508	Beschläge, Dübel, Außen- und Innenwandverkleidungen u. a. Baubedarfsartikel aus Kunststoffen, a. n. g. - @Beschläge u. ä. Waren des Baubedarfs zur bleibenden Befestigung an Türen, Fenstern, Treppen, Wänden oder anderen Gebäudeteilen -- @Baubedarfsartikel (z. B. Beschläge und Dachelemente, Dachoberlichter, Rahmen für Dachoberlichter, Balkonverkleidungen), aus faserverstärkten Kunststoffen	Baubedarfsartikel, aus faserverstärkt. Kunststoffen	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
43	2223 19 509	Beschläge, Dübel, Außen- und Innenwandverkleidungen u. a. Baubedarfsartikel aus Kunststoffen, a. n. g. - @Beschläge u. ä. Waren des Baubedarfs zur bleibenden Befestigung an Türen, Fenstern, Treppen, Wänden oder anderen Gebäudeteilen -- @Baubedarfsartikel (z. B. Beschläge und Dachelemente, Dachoberlichter, Rahmen für Dachoberlichter, Balkonverkleidungen), aus anderen Kunststoffen	Baubedarfsartikel, aus anderen Kunststoffen	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
44	2223 19 909	Andere Baubedarfsartikel, aus Kunststoffen, a. n. g. -- @Andere Baubedarfsartikel, a. n. g.	Andere Baubedarfsartikel, a. n. g.	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
45	2229 26 300	Beschläge, Statuetten u. a. Ziergegenstände, Abwassersiebe u. a. Waren aus Kunststoffen - @Schmutzkörbe u. ä. Abwassersiebe, für Kanalisationsabflüsse	Schmutzkörbe u. ä. Abwassersiebe, f. Kanalisat.abfl.	Abwasser	
46	2229 91 103	Technische Teile aus Kunststoffen - @für Maschinenbauerzeugnisse -- @aus faserverstärkten Kunststoffen	Technische Teile aus faser. Kunstst. f. Masch.bau.	Erneuerbare Energien	Windkraft
47	2312 12 700	Sicherheitsglas - @Anderes Mehrschichten-Sicherheitsglas (Verbundglas)	And. Mehrschichten-Sicherh.glas (Verbundglas) (m2)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
48	2312 13 300	Mehrschichtige Isolierverglasungen; Spiegel aus Glas- @Mehrschichten-Isolierverglasungen	Mehrschichten-Isolierverglasungen (m2)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
49	2312 13 900	Mehrschichtige Isolierverglasungen; Spiegel aus Glas - @Andere Spiegel, auch gerahmt	Andere Spiegel, auch gerahmt, aus Glas (m2)	Erneuerbare Energien	Solar Thermie
50	2312 99 000	Veredlung und Bearbeitung von Flachglas	Veredlung und Bearbeitung von Flach- glas	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Ge- bäuden
51	2314 12 200	Waren aus Glasfasern (ohne Gewebe) - @Matten	Matten aus Glasfasern (ohne Gewebe)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Ge- bäuden
52	2314 12 500	Waren aus Glasfasern (ohne Gewebe)- @Matratzen, Plat- ten u. ä.	Matratzen, Platten u. ä. aus Glasfasern	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Ge- bäuden
53	2314 12 979	Waren aus Glasfasern (ohne Gewebe) - @Andere Waren aus Glasfasern - - @Schläuche und Schalen zur Isolierung von Rohren und andere Waren aus textilen Glasfasern	Schläuche und Schalen zur Isolierung von Rohren	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Ge- bäuden
54	2320 12 900	Feuerfeste Steine, Platten, Fliesen u. ä. geformte feuer- feste keramische Bauteile - @Andere feuerfeste Steine, Platten, Fliesen u. ä. Bau- teile	And. feuerfeste Steine, Platten, Fliesen u. ä. Bauteile	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Ge- bäuden
55	2332 11 103	Mauerziegel, Hourdis, Deckenziegel u. dgl., aus kerami- schen Stoffen - @Mauerziegel für Mauerwerks-Konstruktionen; Ziegel für Boden- und Straßenbeläge - - @Hintermauerziegel, mit oder ohne Lochung, für die Erstellung von verputzten oder verkleideten Wänden	Hintermauerziegel, m. od. oh. Lochung, f. Wände (m3)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Ge- bäuden
56	2352 10 350	Gelöschter und ungelöschter sowie hydraulischer Kalk - @Luftkalk - - @gelöscht	Luftkalk, gelöscht	Luft	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
57	2361 11 301	Baublöcke und Mauersteine, Dachsteine, aus Beton, Porenbeton, Leichtbeton oder Kalksandstein; Rohre aus Beton - @Baublöcke und Mauersteine, aus Beton, Porenbeton, Leichtbeton oder Kalksandstein -- @Baublöcke und Mauersteine, aus Porenbeton	Baublöcke und Mauersteine, aus Porenbeton (m3)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
58	2361 11 505	Baublöcke und Mauersteine, Dachsteine, aus Beton, Porenbeton, Leichtbeton oder Kalksandstein; Rohre aus Beton - @Dachsteine, Gehwegplatten, Belagplatten, Pflastersteine u.dgl., aus Beton oder Kalksandstein -- @Pflastersteine, Bordsteine, Rinnsteine u. ä. Erzeugnisse	Pflastersteine, Bordsteine, Rinnsteine u. ä. Erzeugn.	Abwasser	
59	2361 12 002	Vorgefertigte Bauelemente aus Beton oder Kalksandstein - @Lärmschutzwände	Lärmschutzwände aus Beton oder Kalksandstein	Lärm	
60	2361 12 008	Vorgefertigte Bauelemente aus Beton oder Kalksandstein - @Fertigteile konstruktiver Art (z. B. Balken, Stürze, Binder usw.)	Fertigteile konstrukt. Art aus Zement, Beton, Kalks.	Lärm	
61	2361 12 009	Vorgefertigte Bauelemente aus Beton oder Kalksandstein - @Andere vorgefertigte Bauelemente, aus Beton oder Kalksandstein	Andere vorgef. Bauelemente, aus Beton, Kalksandstein	Lärm	
62	2365 11 008	Platten, Dielen, Fliesen, Blöcke u.dgl., aus Pflanzenfasern, Holzabfällen u. ä., mit Zement, Gips oder anderen mineralischen Bindemitteln hergestellt - @Dämm- und Leichtbauplatten (Maßeinheit m <sup>2</sup> auf 2,5 cm Plattendicke umgerechnet) -- @Andere Platten, Dielen, Fliesen, Blöcke u.dgl., aus anderen Fasern	And. Platten, Dielen, Fliesen aus anderen Fasern (m2)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
63	2369 19 300	Waren aus Beton, Porenbeton, Leichtbeton oder Kalksandstein, a. n. g. (ohne Baublöcke und Mauersteine, Dachsteine, vorgefertigte Bauelemente) - @Rohre aus Beton	Rohre aus Beton	Abwasser	
64	2369 19 802	Waren aus Beton, Porenbeton, Leichtbeton oder Kalksandstein, a. n. g. (ohne Baublöcke und Mauersteine, Dachsteine, vorgefertigte Bauelemente, Rohre) - @Platten und Dielen für Wände und Decken, aus Porenbeton, aus Normal- und Schwerbeton - - @aus Porenbeton	Platten, Dielen f. Wände, Decken aus Porenbeton (m2)	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
65	2399 13 200	Bituminöse Mischungen auf Grundlage natürlicher und/oder industriell hergestellter Gesteinskörnungen sowie Bitumen, Naturasphalt o. ä. Bindemitteln - @Asphaltmischgut aus natürlichen und/oder industriell hergestellten Gesteinskörnungen und Bitumen, bitumenhaltigen Bindemitteln und ggf. weiteren Zusätzen (Teermakadam)	Asphaltmischgut aus Gesteinskörnungen und Bitumen	Lärm	
66	2399 19 100	Mineralische Wollen, geblähte mineralische Erzeugnisse, Mischungen aus mineralischen Stoffen, andere Waren aus mineralischen Stoffen, a. n. g. - @Hüttenwolle, Steinwolle u. ä. mineralische Wollen, auch miteinander gemischt, lose, in Platten oder in Rollen	Hütten-, Steinwolle u. ä. mineral. Wollen, au. gemi.	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
67	2399 19 200	Mineralische Wollen, geblähte mineralische Erzeugnisse, Mischungen aus mineralischen Stoffen, andere Waren aus mineralischen Stoffen, a. n. g. - @Geblähter Vermiculit, geblähter Ton, Schaum- schlacke u. ä. geblähte mineralische Erzeugnisse, auch miteinander gemischt	Geblähter Vermiculit, Ton, Schaum- schlacke u. ä.	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
68	2399 19 300	Mineralische Wollen, geblähte mineralische Erzeugnisse, Mischungen aus mineralischen Stoffen, andere Waren aus mineralischen Stoffen, a. n. g - @Mischungen und Waren aus mineralischen Stoffen zu Wärme-, Kälte- oder Schallschutzzwecken (ohne Waren aus Faser- oder Cellulosezement und ohne keramische Waren)	Misch., Waren aus miner. Sto. z. Wärmeschutzzwecken	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
69	2420 23 000	Geschweißte Rohre mit kreisförmigem Querschnitt und einem Außendurchmesser von mehr als 406,4 mm, aus Stahl (ohne solche für Öl- oder Gasfernleitungen, für das Fördern von Öl oder Gas und ohne Futterrohre)	Geschweißte Rohre, Außendurchmesser > 406,4 mm	Erneuerbare Energien	Windkraft
70	2420 33 700	Geschweißte Rohre mit kreisförmigem Querschnitt und einem Außendurchmesser von 406,4 mm oder weniger, aus Stahl - @warm- oder kaltgeformt und geschweißt, aus anderem als nicht rostendem Stahl	Geschw. Rohre, Durchm. ≤ 406,4 mm, warm-, kaltgeformt	Abwasser	Boden, Grund- und Oberflächenwasser
71	2433 30 000	Sandwich-Platten aus beschichtetem Stahlblech	Sandwich-Platten aus beschichtetem Stahlblech	Lärm	
72	2451 12 500	Teile aus Gusseisen mit Kugelgraphit - @für sonstige Maschinenbauerzeugnisse	Teile aus Gusseisen m. Kugelgra. f. sonst. Masch.	Erneuerbare Energien	Windkraft
73	2451 20 000	Rohre und Hohlprofile, aus Gusseisen	Rohre und Hohlprofile, aus Gusseisen	Abwasser	
74	2451 30 500	Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke, aus Gusseisen - @aus verformbarem Gusseisen	Rohrform-, Rohrverschlussst. a. verformbar. Gusseisen	Abwasser	
75	2452 10 900	Teile aus Stahlguss - @für sonstige Erzeugnisse	Teile aus Stahlguss für sonstige Erzeugnisse	Abfall	
76	2511 22 000	Türme und Gittermaste, aus Eisen oder Stahl	Türme und Gittermaste, aus Eisen oder Stahl	Erneuerbare Energien	Windkraft

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
77	2511 23 551	Konstruktionen für den Wasserbau u. a. Konstruktionen und zu Konstruktionszwecken vorgearbeitete Stäbe, Profile u.dgl., aus Eisen oder Stahl - @Schützen, Wehre, Schleusentore, ortsfeste Docks, Landebrücken u. a. Konstruktionen für den Wasserbau, aus Eisen oder Stahl	Schützen, Wehre, Landebrücken u. ä., a. Eisen o. Stahl	Abwasser	
78	2511 23 557	Konstruktionen für den Wasserbau u. a. Konstruktionen und zu Konstruktionszwecken vorgearbeitete Stäbe, Profile u.dgl., aus Eisen oder Stahl - - - @Stütz- und Trägerkonstruktionen für den Anlagenbau (z. B. für Raffinerien, chemische Industrien, Hütten- und Kraftwerke)	Stütz- und Trägerkonstruktionen für den Anlagenbau	Erneuerbare Energien	Windkraft
79	2512 10 505	Tore, Türen, Fenster, deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Türschwellen, aus Eisen, Stahl oder Aluminium - @aus Aluminium - - @Tore, Türen, Fenster, Tor- und Türschwellen, deren Rahmen und Verkleidungen - - - @Türen, Tor- und Türschwellen, deren Rahmen und Verkleidungen	Türen, Türschwellen, deren Rahmen u. Verkleidungen	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
80	2512 10 508	Tore, Türen, Fenster, deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Türschwellen, aus Eisen, Stahl oder Aluminium - @aus Aluminium - - @Tore, Türen, Fenster, Tor- und Türschwellen, deren Rahmen und Verkleidungen - - - @Fenster mit Verglasung, deren Rahmen und Verkleidungen	Fenster mit Verglasung, Rahmen aus Aluminium	Energieeffizienz	Energieeffizienz v. Gebäuden
81	2521 12 007	Zentralheizungskessel für die Warmwasser- und Niederdruckdampferzeugung - @mit anderer Beheizung	Zentralheizungskessel mit anderer Beheizung	Erneuerbare Energien	Bio

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
82	2529 11 208	Tanks, Sammelbehälter, Fässer, Bottiche u. ä. Behälter (ohne solche für verdichtete oder verflüssigte Gase), aus Eisen, Stahl oder Aluminium, mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l (ohne mechanische und wärmetechnische Einrichtungen) - @für flüssige Stoffe, mit Innenauskleidung oder Wärmeschutzverkleidung, aus Eisen oder Stahl -- @Andere Behälter für flüssige Stoffe, mit Innenauskleidung oder Wärmeschutzverkleidung, aus Eisen oder Stahl	Andere Behälter für flüssige Stoffe, >300l	Abwasser	Boden, Grund- und Oberflächenwasser
83	2529 11 309	Tanks, Sammelbehälter, Fässer, Bottiche u. ä. Behälter (ohne solche für verdichtete oder verflüssigte Gase), aus Eisen, Stahl oder Aluminium, mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l (ohne mechanische und wärmetechnische Einrichtungen) - @Andere Behälter für flüssige Stoffe, aus Eisen oder Stahl -- @Andere Behälter für flüssige Stoffe	Andere Behälter f. flüssige Stoffe, aus Eisen, Stahl	Abwasser	
84	2529 11 503	Tanks, Sammelbehälter, Fässer, Bottiche u. ä. Behälter (ohne solche für verdichtete oder verflüssigte Gase), aus Eisen, Stahl oder Aluminium, mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l (ohne mechanische und wärmetechnische Einrichtungen) - @Andere Behälter für feste Stoffe, aus Eisen oder Stahl -- @Müllgroßbehälter	Müllgroßbehälter aus Eisen oder Stahl, >300l	Abfall	
85	2529 11 509	Tanks, Sammelbehälter, Fässer, Bottiche u. ä. Behälter (ohne solche für verdichtete oder verflüssigte Gase), aus Eisen, Stahl oder Aluminium, mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l (ohne mechanische und wärmetechnische Einrichtungen) - @Andere Behälter für feste Stoffe, aus Eisen oder Stahl -- @Andere Behälter für feste Stoffe	Andere Behälter für feste Stoffe, aus Eisen, Stahl	Abfall	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
86	2529 12 000	Behälter für verdichtete oder verflüssigte Gase, aus Eisen oder Stahl sowie aus Aluminium	Behälter f. verdicht. od. verflüss. Gase, aus Eisen	Abfall	
87	2530 12 300	Dampfkessel (Dampferzeuger), Teile dafür - @Hilfsapparate für Zentralheizungskessel, Dampfkessel und Kessel zum Erzeugen von überhitztem Wasser	Hilfsappar. f. Zentralh.kessel z. Erzeug. v. Wass.	Energieeffizienz	Rückgewinnung
88	2591 11 003	Behälter aus Eisen oder Stahl, mit einem Fassungsvermögen von 50 bis 300 l, für Stoffe aller Art (ohne solche für verdichtete oder verflüssigte Gase), ohne mechanische oder wärmetechnische Einrichtungen - @Spundbehälter	Spundbehält. aus Eisen, Stahl, Fassungsverm. 50-300l	Abwasser	Boden, Grund- und Oberflächenwasser
89	2591 11 004	Behälter aus Eisen oder Stahl, mit einem Fassungsvermögen von 50 bis 300 l, für Stoffe aller Art (ohne solche für verdichtete oder verflüssigte Gase), ohne mechanische oder wärmetechnische Einrichtungen - @Deckelbehälter	Deck.behält. aus Eisen, Stahl, Fassungsverm. 50-300l	Abwasser	Boden, Grund- und Oberflächenwasser
90	2591 12 000	Behälter aus Eisen oder Stahl (ohne solche, die durch Schweißen, Löten oder Falzen verschlossen werden), mit einem Fassungsvermögen von weniger als 50 l, für Stoffe aller Art (ohne verdichtete oder verflüssigte Gase), oh. mech. o. wärmetech. Einrichtungen	Behälter aus Eisen oder Stahl von weniger als 50 l	Abwasser	Boden, Grund- und Oberflächenwasser
91	2599 29 459	Andere Waren aus unedlen Metallen, a. n. g. - @Andere Waren aus Eisen oder Stahl (ohne gegossene) - - - @Andere Waren aus Eisen oder Stahl, a. n. g. (z. B. Riemen- und Transportverbindungen, Schmutzkörbe u. ä. Abwassersiebe, aus Stahlblech, für Kanalisationsabflüsse, Tabak-, Zigaretten-, Puderdosen, Lippenstiftgehäuse)	Andere Waren aus Eisen oder Stahl, a. n. g.	Abwasser	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
92	2611 22 402	Halbleiterbauelemente; Leuchtdioden; gefasste oder montierte piezoelektrische Kristalle, Teile dafür - @Andere lichtempfindliche Halbleiterbauelemente (z. B. Solarzellen, Fotodioden, Fototransistoren, Fotothyristoren, Fotokoppler) -- @Solarzellen (ohne Solarmodule)	Solarzellen (ohne Solarmodule)	Erneuerbare Energien	Solar PV
93	2611 22 403	Halbleiterbauelemente; Leuchtdioden; gefasste oder montierte piezoelektrische Kristalle, Teile dafür - @Andere lichtempfindliche Halbleiterbauelemente (z. B. Solarzellen, Fotodioden, Fototransistoren, Fotothyristoren, Fotokoppler) -- @Solarmodule	Solarmodule	Erneuerbare Energien	Solar PV
94	2611 22 600	Halbleiterbauelemente; Leuchtdioden; gefasste oder montierte piezoelektrische Kristalle, Teile dafür - @Andere Halbleiterbauelemente	Andere Halbleiterbauelemente	MSR	
95	2651 12 001	Theodolite und Tachymeter; Instrumente, Apparate u. Geräte für die Geodäsie, Topografie, Fotogrammetrie, Hydrografie, Ozeanografie, Hydrologie, Meteorologie oder Geophysik (ohne Entfernungsmesser, Nivellierinstrumente und Kompass) - @Elektronische Instrumente, Apparate und Geräte für die Meteorologie, Hydrologie oder Geophysik	Elektron. Instrum., f. Meteorologie, Hydrologie u. Ä.	MSR	
96	2651 51 390	Dichtemesser u. ä. schwimmende Instrumente, Thermometer, Pyrometer, Barometer, Hygrometer und Psychrometer (auch mit Registriervorrichtung, auch kombiniert) - @Andere Thermometer und Pyrometer, nicht mit anderen Instrumenten kombiniert -- @Andere Thermometer und optische Pyrometer	Andere Thermometer und optische Pyrometer	MSR	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
97	2651 52 839	Instrumente, Apparate und Geräte zum Messen oder Überwachen von Durchfluss, Füllhöhe, Druck o. a. veränderlichen Größen von Flüssigkeiten oder Gasen - @Andere Mess- und Überwachungsinstrumente, -apparate und -geräte für Flüssigkeiten und Gase -- @Elektronische Instrumente (einschl. Sensoren und Messfühler) --- @Elektronische Instrumente, a. n. g.	Elektronische Instrumente für Flüssigkeiten, Gase	MSR	
98	2651 52 890	Instrumente, Apparate und Geräte zum Messen oder Überwachen von Durchfluss, Füllhöhe, Druck o. a. veränderlichen Größen von Flüssigkeiten oder Gasen - @Andere Mess- und Überwachungsinstrumente, -apparate und -geräte für Flüssigkeiten und Gase -- @Andere Instrumente	Andere Instrumente für Flüssigkeiten und Gase	MSR	
99	2651 53 131	Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g. -- @Elektronische Untersuchungsgeräte (einschl. Sensoren und Messfühler) --- @Sensoren und Messfühler für elektronische Untersuchungsgeräte für Gase oder Rauch, z. B. für die Untersuchung von Sauerstoff, Kohlenmonoxid, Stickoxid, Alkoholkonzentrat in der Atemluft, Kfz-Abgasen	Sensoren und Messfühler für Gase oder Rauch	MSR	
100	2651 53 139	Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g. - @Untersuchungsgeräte für Gase oder Rauch -- @Elektronische Untersuchungsgeräte (einschl. Sensoren und Messfühler) --- @Elektronische Geräte, a. n. g.	Elektron. Untersuchungsgeräte für Gase oder Rauch	MSR	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
101	2651 53 190	Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g. - @Untersuchungsgeräte für Gase oder Rauch -- @Andere Geräte	Andere Untersuchungsgeräte für Gase oder Rauch	MSR	
102	2651 53 300	Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g. - @Spektrometer, -photometer und -grafien, die optische Strahlen verwenden	Spektrometer, -photometer, -grafien, die opt. Strahl	MSR	
103	2651 53 810	Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g. - @Andere Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen -- @Elektronische pH-Messer, rH-Messer und andere Geräte zum Messen der Leitfähigkeit	Elektr.pH-, rH-Messer, and. Ger. z. Mess. d. Leitfähigk.	MSR	
104	2651 53 831	Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g. - @Andere Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen -- @Andere elektronische Instrumente, Apparate und Geräte für physikalische oder chemische Untersuchungen (einschl. Sensoren und Messfühler) --- @Sensoren und Messfühler für andere elektronische Instrumente, Apparate und Geräte für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g.	Sensoren u. Messfühler f. and. elektron. Instrumente	MSR	
105	2651 53 950	Instrumente und Apparate für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g.- @Andere Instrumente, Apparate und Geräte für physikalische oder chemische Untersuchungen, a. n. g., (ohne Belichtungsmesser)	And. Instrumente f. phys. o. chem. Unters., a. n. g.	MSR	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
106	2651 70 150	Thermostate, Druckregler, u. a. Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln - @Thermostate -- @Elektronische Thermostate	Elektronische Thermostate	MSR	
107	2651 70 900	Thermostate, Druckregler, u. a. Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln - @Andere Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln	Andere Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln	MSR	
108	2711 10 300	Elektromotoren mit einer Leistung von 37,5 W oder weniger; andere Gleichstrommotoren; Gleichstromgeneratoren - @Gleichstrommotoren und -generatoren mit einer Leistung von mehr als 37,5 W bis 750 W	Gleichstrommot.,-generatoren, Leistung >37,5-750W	Erneuerbare Energien	Solar PV
109	2711 32 335	Stromerzeugungsaggregate, angetrieben durch Kolbenverbrennungsmotor mit Fremdzündung; andere Stromerzeugungsaggregate; elektrische rotierende Umformer - @Stromerzeugungsaggregate, angetrieben durch Kolbenverbrennungsmotor mit Fremdzündung -- @mit einer Leistung von 7,5 kVA oder weniger	Stromerzeugungsaggregate, Ottomotor, Leist.<=7,5 kVA	Energieeffizienz	KWK
110	2711 32 355	Stromerzeugungsaggregate, angetrieben durch Kolbenverbrennungsmotor mit Fremdzündung; andere Stromerzeugungsaggregate; elektrische rotierende Umformer - @Stromerzeugungsaggregate, angetrieben durch Kolbenverbrennungsmotor mit Fremdzündung -- @mit einer Leistung von mehr als 7,5 kVA	Stromerzeugungsaggregate, Ottomotor, Leist. >7,5 kVA	Energieeffizienz	KWK
111	2711 61 106	Teile für Elektromotoren, elektrische Generatoren, Stromerzeugungsaggregate und elektrische rotierende Umformer - @für Stromerzeugungsaggregate und elektrische rotierende Umformer	Teile f. Stromerzeugungsaggr. u. elektr. rot. Umformer	Erneuerbare Energien	Windkraft

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
112	2752 12 700	Nicht elektrische Raumheizöfen, Küchenherde u. ä. nicht elektrische Haushaltsgeräte, aus Eisen oder Stahl - @Heizgeräte u. ä. nicht elektrische Haushaltsgeräte für Feuerung mit festen Brennstoffen	Heizge., u. ä. ni. elektr. Haushal.ger. m. fest. Brennst.	Erneuerbare Energien	Bio
113	2752 14 007	Nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher (z. B. Gasdurchlauferhitzer, Solarkollektoren u. ä.) - @Solarkollektoren	Solarkollektoren	Erneuerbare Energien	Solar Thermie
114	2752 14 008	Nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher (z. B. Gasdurchlauferhitzer, Solarkollektoren u. ä.) - @Nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher (z. B. Gasdurchlauferhitzer, Solarkollektoren u. ä.) - @mit sonstiger Beheizung (z. B. mit Gas)	Nicht elektr. Durchlauferhitzer, Heißwasserspeicher	Energieeffizienz	KWK
115	2790 41 531	Wechselrichter, Gleichrichter, Stromrichter - @Wechselrichter -- @mit einer Leistung von 7,5 kVA oder weniger --- @für Photovoltaikanlagen	Wechselrichter, Leist. <=7,5 kVA f. Photovoltaikanl.	Erneuerbare Energien	Solar PV
116	2790 41 551	Wechselrichter, Gleichrichter, Stromrichter - @Wechselrichter -- @mit einer Leistung von mehr als 7,5 kVA --- @für Photovoltaikanlagen	Wechselrichter, Leist. >7,5 kVA f. Photovoltaikanl.	Erneuerbare Energien	Solar PV
117	2790 41 559	Wechselrichter, Gleichrichter, Stromrichter - @Wechselrichter -- @mit einer Leistung von mehr als 7,5 kVA --- @andere	And. Wechselrichter, Leistung >7,5 kVA, oh. Photov.	Erneuerbare Energien	Windkraft
118	2790 42 000	Brennstoffzellen	Brennstoffzellen	Energieeffizienz	KWK

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
119	2790 45 600	Elektromagnete; elektromagnetische Kupplungen und Bremsen; elektromagnetische Hebeköpfe; elektrische Teilchenbeschleuniger; elektrische Signalgeneratoren u. a. elektrische Ausrüstungen und Geräte a. n. g. - @Elektromagnetische Hebeköpfe; andere elektromagnetische Vorrichtungen und Teile dafür	Elektromagn. Hebeköpfe, and. elektromagn. Vorr.,Teile	Abfall	
120	2811 21 603	Dampfturbinen - @Dampfturbinen (ohne solche für den Antrieb von elektrischen Generatoren)	Dampfturbinen oh solche f Ant v elektr Generator	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen
121	2811 21 605	Dampfturbinen - @Wasserdampfturbinen für den Antrieb von elektrischen Generatoren	Wasserdampfturbinen f d Ant v elektr Generatoren	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen
122	2811 22 000	Wasserturbinen und -räder	Wasserturbinen und -räder (kW)	Erneuerbare Energien	Wasserkraft
123	2811 23 000	Gasturbinen (ohne Turbo-Strahltrieb- und Turbo-Propellertriebwerke)	Gasturb oh Turbo-Strahltr- und Turbo-Proptrw	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen
124	2811 24 000	Windgetriebene Stromerzeugungsaggregate (Windturbinen)	Windgetriebene Stromerzeugungsaggregate	Erneuerbare Energien	Windkraft
125	2811 31 000	Teile für Dampfturbinen	Teile für Dampfturbinen	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen
126	2811 33 000	Teile für Gasturbinen (ohne solche für Turbo-Strahltrieb- und Turbo-Propellertriebwerke)	Teile für Gasturbinen	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen
127	2812 20 003	Teile für Hydromotoren, Druckluftmotoren, Strahltriebwerke, Wasser- und Dampfkraftmaschinen, andere Motoren, a. n. g. (ohne solche für Verbrennungsmotoren) - @für pneumatische Antriebe (Zylinder und Motoren)	Teile für pneumatische Antriebe	Erneuerbare Energien	Windkraft

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
128	2812 20 007	Teile für Hydromotoren, Druckluftmotoren, Strahltriebwerke, Wasser- und Dampfkraftmaschinen, andere Motoren, a. n. g. (ohne solche für Verbrennungsmotoren)-@für hydraulische Antriebe (Zylinder und Motoren) sowie für Wasser- und Dampfkraftmaschinen, Strahltriebwerke, andere Motoren, a. n. g. (ohne solche für pneumatische und hydraulische Antriebe)	Teile für hydraulische Antriebe, a. n. g.	Erneuerbare Energien	Windkraft
129	2813 13 803	Rotierende Verdrängerpumpen für Flüssigkeiten - @Schraubenspindelpumpen, andere rotierende Verdrängerpumpen -- @Schraubenspindelpumpen --- @Exzentrerschneckenpumpen	Exzentrerschneckenpumpen	Erneuerbare Energien	Bio
130	2813 14 130	Kreiselpumpen für Flüssigkeiten; andere Flüssigkeitspumpen; Hebewerke für Flüssigkeiten - @Tauchmotorpumpen, Umlaufbeschleuniger -- @Tauchmotorpumpen, einstufig	Tauchmotorpumpen, einstufig	Abwasser	
131	2813 14 150	Kreiselpumpen für Flüssigkeiten; andere Flüssigkeitspumpen; Hebewerke für Flüssigkeiten - @Tauchmotorpumpen, Umlaufbeschleuniger -- @Tauchmotorpumpen, mehrstufig	Tauchmotorpumpen, mehrstufig	Abwasser	
132	2813 14 300	Kreiselpumpen für Flüssigkeiten; andere Flüssigkeitspumpen; Hebewerke für Flüssigkeiten - @Kanalradpumpen und Seitenkanalpumpen	Kanalradpumpen und Seitenkanalpumpen	Abwasser	
133	2813 31 002	Teile für Flüssigkeitspumpen und für Hebewerke für Flüssigkeiten - @für andere rotierende Verdrängerpumpen	Teile für andere rotierende Verdrängerpumpen	Abwasser	
134	2813 31 008	Teile für Flüssigkeitspumpen und für Hebewerke für Flüssigkeiten	Teile für andere Flüssigkeitspumpen	Abwasser	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
		- @für andere Flüssigkeitspumpen und für Hebewerke für Flüssigkeiten			
135	2813 32 009	Teile für Luft- oder Vakuumpumpen, Luft- o. a. Gaskompressoren, Ventilatoren usw. - @für andere Luft- und Vakuumpumpen, Luft- o. a. Gaskompressoren	Teile f. and. Luft-, Vakuumpumpen, Luft-, Gaskompr.	Abwasser	
136	2814 13 801	Regelventile, Schieber u. a. Armaturen - @Andere Armaturen -- @Andere Sicherheitsarmaturen, a. n. g.	Andere Sicherheitsarmaturen, a. n. g.	Abwasser	
137	2814 13 806	Regelventile, Schieber u. a. Armaturen - @Andere Armaturen -- @Ableiter, Abscheider, Be- und Entlüfter	Ableiter, Abscheider, Be- und Entlüfter	Luft	
138	2821 12 700	Nicht elektrische Industrie- und Laboratoriumsöfen (ohne Backöfen), Verbrennungsöfen - @Verbrennungsöfen u. a. nicht elektrische Industrie- und Laboratoriumsöfen	Verbrennungsöfen u. a. n. elektrische Industrieöfen	Abfall	
139	2821 13 540	Elektrische Industrie- und Laboratoriumsöfen (einschl. Induktionsöfen und Öfen mit dielektrischer Erwärmung); Industrie- und Laboratoriumsapparate zum Warmbehandeln von Stoffen mittels Induktion oder dielektrischer Erwärmung - @Andere Widerstandsöfen mit indirekter Beheizung; Öfen und Apparate zum Warmbehandeln von Stoffen mittels Induktion oder dielektrischer, kapazitiver Erwärmung; andere elektrische Industrie- und Laboratoriumsöfen -- @Öfen m. dielektrischer, kapazitiver Erwärmung; Apparate z. Warmbehandeln v. Stoffen m. Induktion o. dielektrischer, kapazitiver Erwärmung; and. elektrische Industrie- und Laboratoriumsöfen (z. B. Mikrowellen- und Plasmaöfen, Laseröfen); Infrarotöfen	Öfen mit dielektrischer, kapazitiver Erwärmung	Abwasser	Boden, Grund- und Oberflächenwasser

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
140	2822 18 408	Seilschwebbahnen usw.; andere Maschinen usw. zum Heben, Beladen, Entladen oder Fördern - @Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Heben, Be- und Entladen oder Fördern (einschl. Schmiedemanipulatoren, Beschickungseinrichtungen) (ohne solche für die Landwirtschaft) -- @Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Heben, Be-, Entladen oder Fördern (einschl. Schmiedemanipulatoren, Beschickungseinrichtungen, Aufschieber, Vorzieher u. ä. Vorrichtungen zum Bewegen von Schienenfahrzeugen)	And. Maschinen, App. zum Heben, Be-, Entladen o. Fördern	Abfall	
141	2825 11 302	Wärmeaustauscher; Apparate und Vorrichtungen für die Verflüssigung von Luft o. a. Gasen - @Wärmeaustauscher -- @für lufttechnische Anlagen	Wärmeaustauscher für lufttechnische Anlagen	Energieeffizienz	Rückgewinnung
142	2825 11 307	Wärmeaustauscher; Apparate und Vorrichtungen für die Verflüssigung von Luft o. a. Gasen - @Wärmeaustauscher -- @für andere Industrien	Wärmeaustauscher für andere Industrien	Energieeffizienz	Rückgewinnung
143	2825 13 801	Kühl-, Tiefkühl- und Gefriermöbel u. a. Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung; Wärmepumpen - @Wärmepumpen, ausgenommen Klimageräte der 2825 12 -- @bis 15 kW Anschlussleistung	Wärmepumpen, ausgen. Klimager. d. 2825 12, bis 15kW	Erneuerbare Energien	Wärmepumpen
144	2825 13 809	Kühl-, Tiefkühl- und Gefriermöbel u. a. Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung; Wärmepumpen - @Wärmepumpen, ausgenommen Klimageräte der 2825 12 -- @über 15 kW Anschlussleistung	Wärmepumpen, ausgen. Klimager. d. 2825 12, > 15kW	Erneuerbare Energien	Wärmepumpen

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
145	2825 13 903	Kühl-, Tiefkühl- und Gefriermöbel u. a. Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung; Wärmepumpen - @Andere Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung -- @Kompressionskälteerzeugungseinrichtungen, bei denen der Kondensator als Wärmeaustauscher ausgebildet ist	Kompressionskälteerzeugungseinrichtungen	Erneuerbare Energien	Wärmepumpen
146	2825 13 909	Kühl-, Tiefkühl- und Gefriermöbel u. a. Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung; Wärmepumpen - @Andere Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung -- @Andere Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung	Andere Einricht., Masch., Appar., Geräte z. Kälteerz.	Energieeffizienz	Rückgewinnung
147	2825 14 102	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. - @von Luft -- @Feinstfilterapparate	Feinstfilterapparate von Luft	Luft	
148	2825 14 104	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. - @von Luft -- @Andere Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Luft	And. Apparate zum Filtrieren o. Reinigen von Luft	Luft	
149	2825 14 301	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. - @Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. (ohne solche, die mit katalytischen Verfahren arbeiten und ohne Isotopentrennern) -- @von anderen Gasen, durch nasses Verfahren	Apparate zum Filtrieren von Gasen, nass	Luft	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
150	2825 14 302	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. - @Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. (ohne solche, die mit katalytischen Verfahren arbeiten und ohne Isotopentrennern) -- @von anderen Gasen, durch elektrostatisches Verfahren	Apparate z. Filtrieren v. Gasen, elektrostatisch	Luft	
151	2825 14 305	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a.n.g. .- @Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. (ohne solche, die mit katalytischen Verfahren arbeiten und ohne Isotopentrennern) -- @von anderen Gasen, durch thermisches Verfahren	Apparate zum Filtrieren von Gasen, thermisch	Luft	
152	2825 14 309	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. - @Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. (ohne solche, die mit katalytischen Verfahren arbeiten und ohne Isotopentrennern) -- @von anderen Gasen, durch andere Verfahren	Apparate zum Filtrieren von Gasen, and. Verfahren	Luft	
153	2825 14 450	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a. n. g. - @von anderen Gasen, durch katalytisches Verfahren (z. B. Abgasreinigungssysteme für Straßenfahrzeuge (ohne komplette Auspuffanlagen))	Apparate zum Filtrieren von Gasen, katalytisch	Luft	
154	2825 30 100	Teile für Klimageräte, Kühl- und Gefrierschränke, Wärmepumpen, Wärmeaustauscher u. ä. - @für Klimageräte	Teile für Klimageräte	Energieeffizienz	Rückgewinnung
155	2825 30 708	Teile für Klimageräte, Kühl- und Gefrierschränke, Wärmepumpen, Wärmeaustauscher u. ä. - @Andere Teile für Kühl- und Gefrierschränke, Wärmepumpen usw. -- @für Wärmepumpen u. a. Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung	Andere Teile für Wärmepumpen u. a. Einrichtungen	Erneuerbare Energien	Wärmepumpen

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
156	2825 30 802	Teile für Klimageräte, Kühl- und Gefrierschränke, Wärmepumpen, Wärmeaustauscher u. ä. - @Teile für Apparate und Vorrichtungen, auch elektrisch beheizt, zum Behandeln von Stoffen durch auf einer Temperaturänderung beruhende Vorgänge (z. B. Wärmeaustauscher, Trockner) sowie für nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher, a. n. g. -- @für Wärmeaustauscher für lufttechnische Anlagen und Apparate und Vorrichtungen für die Verflüssigung von Luft o. a. Gasen	Teile f. Wärmeaustauscher u. lufttechnische Anlagen	Energieeffizienz	Rückgewinnung
157	2825 30 808	Teile für Klimageräte, Kühl- und Gefrierschränke, Wärmepumpen, Wärmeaustauscher u. ä. - @Teile für Apparate und Vorrichtungen, auch elektrisch beheizt, zum Behandeln von Stoffen durch auf einer Temperaturänderung beruhende Vorgänge (z. B. Wärmeaustauscher, Trockner) sowie für nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher, a. n. g. -- @für Destillier- und Rektifizierapparate u. a. Apparate und Vorrichtungen (z. B. für nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher)	Teile für Destillier- und Rektifizierapparate	Energieeffizienz	Rückgewinnung
158	2829 12 304	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten (ohne Öl- und Kraftstofffilter für Kolbenverbrennungsmotoren)- @von Wasser- -- @für Abwasser	Apparate z. Filtrieren u. ä. v. Abwasser, chem.	Abwasser	
159	2829 12 307	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten (ohne Öl- und Kraftstofffilter für Kolbenverbrennungsmotoren) - @von Wasser -- @auf anderem Wege --- @für Trink- und Brauchwasser	Apparate z. Filtrieren o. Reinigen, f. Trink-, Brauchw.	Abwasser	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
160	2829 12 309	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten (ohne Öl- und Kraftstofffilter für Kolbenverbrennungsmotoren) - @von Wasser - - - @für Abwasser	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Abwasser	Abwasser	
161	2829 12 500	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten (ohne Öl- und Kraftstofffilter für Kolbenverbrennungsmotoren) - @von Getränken (ohne Wasser)	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen v. Getränken	Abwasser	
162	2829 60 300	Maschinen und Apparate für die Behandlung von Stoffen durch Temperaturänderung, a. n. g. - @Wasserrückkühlvorrichtungen und -apparate (Wärmeaustausch nicht über Wandungen)	Wasserrückkühlvorrichtungen und -apparate	Abwasser	
163	2829 60 901	Maschinen und Apparate für die Behandlung von Stoffen durch Temperaturänderung, a. n. g. - @Andere Apparate und Vorrichtungen, auch elektrisch beheizt, für die Behandlung von Stoffen durch Temperaturänderung (ohne Haushaltsapparate) - - @für die chemische Industrie	Andere Apparate, Vorr. f. Behandl., f. chem. Indust.	Energieeffizienz	Rückgewinnung
164	2829 82 200	Teile für Zentrifugen und Apparate zum Filtrieren und Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen - @Teile für Zentrifugen (einschl. Trockenschleudern)	Teile für Zentrifugen (einschl. Trockenschleudern)	Luft	
165	2829 82 503	Teile für Zentrifugen und Apparate zum Filtrieren und Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen - @Teile für Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen - - @für Gase	Teile für Apparate zum Filtrieren von Gasen	Luft	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
166	2829 82 505	Teile für Zentrifugen und Apparate zum Filtrieren und Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen - @Teile für Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen -- @für Flüssigkeiten	Teile für Apparate z. Filtrieren von Flüssigkeiten	Abwasser	
167	2829 83 405	Walzen und Teile für Kalander und Walzwerke, Teile für Waagen, mechanische Apparate zum Verteilen von Flüssigkeiten usw., Warenverkaufsautomaten; Gewichte für Waagen - @Teile für mechanische Apparate zum Verteilen von Flüssigkeiten usw.	And. Teile f. mech. Apparate z. Verteilen v. Flüssigk.	Abwasser	
168	2849 12 975	Werkzeugmaschinen zum Bearbeiten von Holz, Kork, Bein, Hartkautschuk oder ähnlichen harten Stoffen; Maschinen zum Elektroplattieren - @Werkzeugmaschinen zum Bearbeiten von Holz, Kork, Bein, Hartkautschuk o.ä. harten Stoffen, a. n. g. -- @Spalt-, Hack- und Schälmaschinen	Spalt-, Hack-, Schälmaschinen z. Bearbeiten von Holz	Abfall	
169	2892 40 305	Maschinen zum Sortieren, Sieben, Mischen und zur ähnlichen Bearbeitung von Erden, Steinen, Erzen u. a. mineralischen Stoffen - @Maschinen und Apparate zum Sortieren, Sieben, Trennen, Waschen, Zerkleinern, Mahlen, Mischen oder Kneten von mineralischen Stoffen -- @für bergmännisch gewonnene mineralische Stoffe --- @zum Sortieren, Sieben, Trennen oder Waschen	Masch., App. z. Sortieren etc., min. Stoffe, bergm.	Abfall	
170	2892 62 009	Teile für Maschinen und Apparate für mineralische Stoffe - @für Maschinen und Apparate für andere mineralische Stoffe	Teile für Maschinen für andere mineralische Stoffe	Abfall	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
171	2899 39 159	Montage und Handhabungstechnik, Maschinen für verschiedene chemische Zwecke, Bodenreinigungsmaschinen u. a. Maschinen, Apparate und Geräte mit eigener Funktion a. n. g. - @Maschinen zum Mischen, Kneten, Mahlen, Zerkleinern, Sieben, Sichten, Homogenisieren, Emulgieren oder Rühren, a. n. g. -- @für andere Industrien	Maschinen zum Mischen, Kneten etc. f. andere Ind.	Abfall	
172	2910 59 901	Andere Kraftfahrzeuge zu besonderen Zwecken (ohne Kranwagen) - @Andere Kraftfahrzeuge zu besonderen Zwecken (z. B. Kraftfahrzeuge mit Bohrturm zum Tiefbohren, Abschleppwagen, Straßenkehrwagen, Straßensprengwagen, Werkstattwagen, Wagen mit Röntgenanlage, Krankenwagenaufbauten)	Andere Kraftfahrzeuge zu besonderen Zwecken	Abfall	
173	2920 21 007	Warenbehälter (Container) (einschl. solcher für Flüssigkeiten oder Gase, speziell für eine oder mehrere Beförderungsarten gebaut oder ausgestattet) - @Abfallmulden	Abfallmulden	Abfall	
174	2932 30 630	Andere Teile und Zubehör, a. n. g., für Kraftfahrzeuge - @Kühler, Auspufftöpfe und -rohre, Schaltkupplungen und Teile dafür, Lenkräder, Lenksäulen und Lenkgetriebe -- @Auspufftöpfe (Schalldämpfer) und Auspuffrohre	Auspufftöpfe, Schalldämpfer, Auspuffrohre f. Kfz	Lärm	
175	3312 11 002	Reparatur und Instandhaltung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge) - @von Turbinen	Reparatur, Instandhaltung von Turbinen	Erneuerbare Energien	Rep/Inst EE

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
176	3312 12 103	Reparatur und Instandhaltung von hydraulischen und pneumatischen Komponenten und Systemen, anderen Pumpen, Kompressoren, Armaturen - @Reparatur und Instandhaltung von Pumpen und Verdichtern -- @von anderen Pumpen	Reparatur und Instandhaltung von anderen Pumpen	Erneuerbare Energien	Rep/Inst EE
177	3312 12 209	Reparatur und Instandhaltung von hydraulischen und pneumatischen Komponenten und Systemen, anderen Pumpen, Kompressoren, Armaturen - @Reparatur und Instandhaltung von Armaturen u. ä. Apparaten -- @von anderen Armaturen u. ä. Apparaten	Reparatur und Instandhaltung v. anderen Armaturen	Erneuerbare Energien	Rep/Inst EE
178	3312 18 009	Reparatur und Instandhaltung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen (ohne solche für den Haushalt) - @von anderen kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen für gewerbliche Zwecke	Reparatur v. kälte- u. lufttechnischen Erzeugnissen	Luft	
179	3312 19 901	Reparatur und Instandhaltung nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen, a. n. g. - @von Maschinen und Anlagen für die Behandlung durch Temperaturänderungen in der chemischen und verwandten Industrie; von Maschinen und Anlagen für die Wasserbehandlung, Gaserzeugung	Reparatur von Maschinen in der chem. Industrie	Abwasser	
180	3314 11 200	Reparatur und Instandhaltung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren sowie von Elektrizitätsverteilungs- und -schaltanlagen - @von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren	Reparatur von Elektromotoren, Generatoren u. ä.	Erneuerbare Energien	Rep/Inst EE

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
181	3314 11 500	Reparatur und Instandhaltung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren sowie von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen- @Installation von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen, für gewerbliche Zwecke	Reparatur v. Elektrizitätsverteilungsrichtungen	Erneuerbare Energien	Rep/Inst EE
182	3320 29 102	Installation von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen, a. n. g. - @Installation von Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge) - - @von Turbinen und windgetriebenen Stromerzeugungsaggregaten	Installation v. Turbinen, Stromerzeugungsaggregaten	Erneuerbare Energien	Rep/Inst EE
183	3320 29 205	Installation von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen, a. n. g. - @Installation von Pumpen und Kompressoren - - @von anderen Pumpen	Installation von anderen Pumpen	Erneuerbare Energien	Rep/Inst EE
184	3320 29 501	Installation von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen, a. n. g. - @Installation von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen, für gewerbliche Zwecke - - @von Wärmeaustauschern (ohne solche für lufttechnische Anlagen)	Installation von Wärmeaustauschern	Energieeffizienz	Rep/Inst REV
185	3320 29 502	Installation von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen, a. n. g. - @Installation von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen, für gewerbliche Zwecke - - @von anderen kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen, für gewerbliche Zwecke	Installation andere lufttechnischen Erzeugnisse	Luft	

NR	GP-Nummer	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Hauptbereich	Hauptbereich 2
186	3320 29 604	Installation von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen, a. n. g. - @Installation von Maschinen für unspezifische Verwendung, a. n. g. -- @von Maschinen und Apparaten für die chemische und verwandte Industrie, Wasserbehandlung, Gaserzeugung	Installation v. Maschinen f. chemische Industrie	Abwasser	

Quelle: Zusammenstellung des CWS.

**Tabelle A2: Neue Liste potenzieller Umweltschutzgüter nach HS 2017**

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
392010	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, nicht aus Zellkunststoffen, weder verstärkt noch geschichtet (laminiert) oder auf ähnliche Weise mit anderen Stoffen verbunden, ohne Unterlage, -aus Polymeren des Ethylens	0,5	Abfall		
730719	Rohrformstücke, Rohrverschlussstücke und Rohrverbindungsstücke (z. B. Bogen, Muffen), aus Eisen oder Stahl, -andere	1	Abfall		
730900	Sammelbehälter, Fässer, Bottiche und ähnliche Behälter, aus Eisen oder Stahl, für Stoffe aller Art (ausgenommen verdichtete oder verflüssigte Gase), mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l, ohne mechanische oder wärmetechnische Einrichtungen, auch mit Innenauskleidung oder Wärmeschutzverkleidung	1	Abfall	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)	
731100	Behälter aus Eisen oder Stahl, für verdichtete oder verflüssigte Gase	1	Abfall		
761300	Behälter aus Aluminium für verdichtete oder verflüssigte Gase	1	Abfall		
841780	Nicht elektrische Industrie- und Laboratoriumsöfen, einschließlich Verbrennungsöfen, -andere	1	Abfall		
842890	Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Heben, Beladen, Entladen oder Fördern (z. B. Aufzüge, Rolltreppen, Stetigförderer und Seilschwebbahnen)	0,67	Abfall		
846596	Spaltmaschinen, Hackmaschinen und Schälmaschinen	1	Abfall		
847410	Maschinen und Apparate zum Sortieren, Sieben, Trennen oder Waschen	0,33	Abfall		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
847420	Maschinen und Apparate zum Zerkleinern oder Mahlen	0,33	Abfall		
847439	Maschinen und Apparate zum Zerkleinern oder Mahlen, -andere	0,33	Abfall		
847490	Maschinen und Apparate zum Sortieren, Sieben, Trennen, Waschen, Zerkleinern, Mahlen, Mischen oder Kneten von Erden, Steinen, Erzen oder anderen festen (auch pulver- oder breiförmigen) mineralischen Stoffen; Maschinen zum Pressen oder Formen von festen mineralischen Brennstoffen, keramischen Massen, Zement, Gips oder anderen pulver- oder breiförmigen mineralischen Stoffen; Maschinen zum Herstellen von Gießformen aus Sand, -Teile	1	Abfall		
847982	Maschinen, Apparate und mechanische Geräte mit eigener Funktion, in diesem Kapitel anderweitig weder genannt noch inbegriffen, -zum Mischen, Kneten, Zerkleinern, Mahlen, Sieben, Sichten, Homogenisieren, Emulgieren oder Rühren	0,5	Abfall		
850590	Elektromagnete; Dauermagnete und Waren, die dazu bestimmt sind, nach Magnetisierung Dauermagnete zu werden; Spannplatten, Spannfutter und ähnliche dauermagnetische oder elektromagnetische Aufspannvorrichtungen; elektromagnetische Kupplungen und Bremsen; elektromagnetische Hebeköpfe, -andere einschließlich Teile	1	Abfall		
870520	Kraftfahrzeuge mit Bohrturm zum Tiefbohren	1	Abfall		
870590	Kraftfahrzeuge mit Bohrturm zum Tiefbohren, -andere	1	Abfall		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
280110	Chlor	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
281520	Kaliumhydroxid (Ätzkali)	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
282300	Titanoxide	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
282720	Calciumchlorid	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
282731	Chloride, Chloridoxide und Chloridhydroxide; Bromide und Bromidoxide; Iodide und Iodidoxide, -des Magnesiums	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
282732	Chloride, Chloridoxide und Chloridhydroxide; Bromide und Bromidoxide; Iodide und Iodidoxide, -des Aluminiums	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
282735	Chloride, Chloridoxide und Chloridhydroxide; Bromide und Bromidoxide; Iodide und Iodidoxide, -des Nickels	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
282739	Chloride, Chloridoxide und Chloridhydroxide; Bromide und Bromidoxide; Iodide und Iodidoxide, -andere	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
391721	Rohre und Schläuche sowie Formstücke, Verschlussstücke und Verbindungsstücke (Kniestücke, Flansche und dergleichen), aus Kunststoffen, -aus Polymeren des Ethylens	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
391723	Rohre und Schläuche sowie Formstücke, Verschlussstücke und Verbindungsstücke (Kniestücke, Flansche und dergleichen), aus Kunststoffen, -aus Polymeren des Ethylens	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
391729	Rohre und Schläuche sowie Formstücke, Verschlussstücke und Verbindungsstücke (Kniestücke, Flansche und dergleichen), aus Kunststoffen, -aus anderen Kunststoffen	0,66666	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
391732	Rohre und Schläuche sowie Formstücke, Verschlussstücke und Verbindungsstücke (Kniestücke, Flansche und dergleichen), aus Kunststoffen, -andere, weder mit anderen Stoffen verstärkt noch in Verbindung mit anderen Stoffen, ohne Formstücke, Verschlussstücke oder Verbindungsstücke	0,3333	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
391739	Rohre und Schläuche sowie Formstücke, Verschlussstücke und Verbindungsstücke (Kniestücke, Flansche und dergleichen), aus Kunststoffen, -andere	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
391740	Formstücke, Verschlussstücke oder Verbindungsstücke	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
392020	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, nicht aus Zellkunststoffen, weder verstärkt noch geschichtet (laminiert) oder auf ähnliche Weise mit anderen Stoffen verbunden, ohne Unterlage, -aus Polymeren des Propylens	0,5	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
392510	Sammelbehälter, Tanks, Bottiche und ähnliche Behälter, mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
681019	Waren aus Zement, Beton oder Kunststein, auch bewehrt, -andere	0,666	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
681099	Waren aus Zement, Beton oder Kunststein, auch bewehrt, -andere	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
730300	Rohre und Hohlprofile, aus Gusseisen	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
730719	Rohrformstücke, Rohrverschlussstücke und Rohrverbindungsstücke (z. B. Bogen, Muffen), aus Eisen oder Stahl, -andere	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
730900	Sammelbehälter, Fässer, Bottiche und ähnliche Behälter, aus Eisen oder Stahl, für Stoffe aller Art (ausgenommen verdichtete oder verflüssigte Gase), mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l, ohne mechanische oder wärmetechnische Einrichtungen, auch mit Innenauskleidung oder Wärmeschutzverkleidung	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
732690	Andere Waren aus Eisen oder Stahl, -andere	0,666	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
841370	Flüssigkeitspumpen, auch mit Flüssigkeitsmesser; Hebewerke für Flüssigkeiten, -andere Kreiselpumpen	0,333	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
841391	Flüssigkeitspumpen, auch mit Flüssigkeitsmesser; Hebewerke für Flüssigkeiten, -von Pumpen	0,666	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
841392	Flüssigkeitspumpen, auch mit Flüssigkeitsmesser; Hebewerke für Flüssigkeiten, -von Hebewerken für Flüssigkeiten	0,67	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
841490	Luft- oder Vakuumpumpen, Luft- oder andere Gaskompressoren sowie Ventilatoren; Abluft- oder Umluftabzugshauben mit eingebautem Ventilator, auch mit Filter, -Teile	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
842121	Zentrifugen, einschließlich Zentrifugalrockner; Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen, -zum Filtrieren oder Reinigen von Wasser	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
842122	Zentrifugen, einschließlich Zentrifugaltrockner; Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen, -zum Filtrieren oder Reinigen von Getränken, ausgenommen Wasser	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
842490	Mechanische Apparate, auch handbetrieben, zum Verteilen, Verspritzen oder Zerstäuben von Flüssigkeiten oder Pulver; Feuerlöscher, auch mit Füllung; Spritzpistolen und ähnliche Apparate; Sandstrahlmaschinen, Dampfstrahlapparate und ähnliche Strahlapparate, Teile	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
730630	Andere Rohre und Hohlprofile (z. B. geschweißt, genietet, gefalzt oder mit einfach aneinander gelegten Rändern), aus Eisen oder Stahl, -andere, geschweißt, mit kreisförmigem Querschnitt, aus Eisen oder nicht legiertem Stahl	0,5	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
730900	Sammelbehälter, Fässer, Bottiche und ähnliche Behälter, aus Eisen oder Stahl, für Stoffe aller Art (ausgenommen verdichtete oder verflüssigte Gase), mit einem Fassungsvermögen von mehr als 300 l, ohne mechanische oder wärmetechnische Einrichtungen, auch mit Innenauskleidung oder Wärmeschutzverkleidung	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)	Abfall	
731010	Sammelbehälter, Fässer, Trommeln, Kannen, Dosen und ähnliche Behälter, aus Eisen oder Stahl, für Stoffe aller Art (ausgenommen verdichtete oder verflüssigte Gase), mit einem Fassungsvermögen von 300 l oder weniger, ohne mechanische oder wärmetechnische Einrichtungen, auch mit Innenauskleidung oder Wärmeschutzverkleidung, -mit einem Fassungsvermögen von 50 l oder mehr	0,6666	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
731029	Sammelbehälter, Fässer, Trommeln, Kannen, Dosen und ähnliche Behälter, aus Eisen oder Stahl, für Stoffe aller	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
	Art (ausgenommen verdichtete oder verflüssigte Gase), mit einem Fassungsvermögen von 300 l oder weniger, ohne mechanische oder wärmetechnische Einrichtungen, auch mit Innenauskleidung oder Wärmeschutzverkleidung, -andere				
851420	Induktionsöfen oder Öfen mit dielektrischer Erwärmung	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
851430	Andere elektrische Industrie- und Laboratoriumsöfen	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
851440	Andere Apparate zum Warmbehandeln von Stoffen mittels Induktion oder dielektrischer Erwärmung	1	Abwasser (einschl. Boden-, Grund- und Oberflächenwasser)		
251730	Teermakadam	1	Lärm		
392119	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Kunststoffen, -aus anderen Kunststoffen	1	Lärm		
400520	Lösungen; Dispersionen, ausgenommen solche der Unterposition 400510	1	Lärm		
400591	Platten, Blätter und Streifen	1	Lärm		
400599	Kautschukmischungen, nicht vulkanisiert, in Primärformen oder in Platten, Blättern oder Streifen, -andere	1	Lärm		
401610	Andere Waren aus Weichkautschuk, -aus Zellkautschuk	1	Lärm		
681091	vorgefertigte Bauelemente	0,6666	Lärm		
870892	Auspufftöpfe (Schalldämpfer) und Auspuffrohre; Teile davon	1	Lärm		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
252100	Kalksteine von der als Hochofenzuschläge oder zum Herstellen von Kalk oder Zement verwendeten Art	0,3333	Luft		
252220	Luftkalk, gelöscht	1	Luft		
380210	Aktivkohle	1	Luft		
381590	Reaktionsauslöser, Reaktionsbeschleuniger und katalytische Zubereitungen, anderweit weder genannt noch inbegriffen, -andere	1	Luft		
560210	Nadelfilze und nähgewirkte Flächenerzeugnisse	1	Luft		
560221	Filze, auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen, -aus Wolle oder feinen Tierhaaren	1	Luft		
560229	Filze, auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen, -aus anderen Spinnstoffen	1	Luft		
560290	Filze, auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen, -andere	1	Luft		
590800	Dochte, gewebt, geflochten, gewirkt oder gestrickt, aus Spinnstoffen, für Lampen, Kocher, Feuerzeuge, Kerzen oder dergleichen; Glühstrümpfe und schlauchförmige Gewirke oder Gestricke für Glühstrümpfe, auch getränkt	1	Luft		
591000	Förderbänder und Treibriemen, aus Spinnstoffen, auch mit Kunststoff getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen aus Kunststoff versehen oder mit Metall oder anderen Stoffen verstärkt	1	Luft		
591110	Gewebe, Filze oder mit Filz belegte Gewebe, mit Kautschuk oder anderen Stoffen bestrichen oder überzogen	1	Luft		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
	oder mit Lagen aus Kautschuk, Leder oder anderen Stoffen versehen, von der zum Herstellen von Kratzengarnituren verwendeten Art, sowie ähnliche Erzeugnisse zu anderen technischen Zwecken, einschließlich Bänder aus mit Kautschuk getränktem Samt zum Überziehen von Kett- oder Warenbäumen				
591120	Müllergaze, auch konfektioniert	1	Luft		
591140	Filtertücher, von der zum Pressen von Öl oder zu ähnlichen technischen Zwecken verwendeten Art, auch aus Menschenhaaren	1	Luft		
591190	Erzeugnisse und Waren des technischen Bedarfs, aus Spinnstoffen, aufgeführt in Anmerkung 7 zu diesem Kapitel, -andere	1	Luft		
842139	Zentrifugen, einschließlich Zentrifugalrockner; Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen, -andere	1	Luft		
854150	Dioden, Transistoren und ähnliche Halbleiterbauelemente; lichtempfindliche Halbleiterbauelemente (einschließlich Fotoelemente, auch zu Modulen zusammengesetzt oder in Form von Tafeln); Leuchtdioden; gefasste oder montierte piezoelektrische Kristalle, -andere Halbleiterbauelemente	1	MSR		
901520	Theodolite und Tachymeter	1	MSR		
901540	Instrumente, Apparate und Geräte für die Fotogrammetrie	1	MSR		
901580	Instrumente, Apparate und Geräte für die Geodäsie, Topografie, Fotogrammetrie, Hydrografie, Ozeanografie,	1	MSR		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
	Hydrologie, Meteorologie oder Geophysik, ausgenommen Kompass; Entfernungsmesser, -andere Instrumente, Apparate und Geräte				
902519	Dichtemesser (Aräometer, Senkwaagen) und ähnliche schwimmende Instrumente, Thermometer, Pyrometer, Barometer, Hygrometer und Psychrometer, auch mit Registriervorrichtung, auch miteinander kombiniert, -andere	0,3333	MSR		
902680	Instrumente, Apparate und Geräte zum Messen oder Überwachen von Durchfluss, Füllhöhe, Druck oder anderen veränderlichen Größen von Flüssigkeiten oder Gasen (z. B. Durchflussmesser, Flüssigkeitsstand- oder Gasstandanzeiger, Manometer, Wärmemengenzähler), ausgenommen Instrumente, Apparate und Geräte der Position 9014, 9015, 9028 oder 9032, - andere Instrumente, Apparate und Geräte	1	MSR		
902710	Untersuchungsgeräte für Gase oder Rauch	1	MSR		
902730	Spektrometer, Spektrofotometer und Spektrografen, die optische Strahlen (UV-Strahlen, sichtbares Licht, Infrarotstrahlen) verwenden	1	MSR		
902780	Instrumente, Apparate und Geräte für physikalische oder chemische Untersuchungen (z. B. Polarimeter, Refraktometer, Spektrometer und Untersuchungsgeräte für Gase oder Rauch); Instrumente, Apparate und Geräte zum Bestimmen der Viskosität, Porosität, Dilatation, Oberflächenspannung oder dergleichen oder für kalorimetrische, akustische oder fotometrische Messungen (einschließlich Belichtungsmesser); Mikrotome	1	MSR		

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
903210	Thermostate	0,5	MSR		
903289	Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln, -andere	1	MSR		
390311	Polymere des Styrols, in Primärformen, -expandierbar	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
391620	Monofile mit einem größten Durchmesser von mehr als 1 mm, Stäbe, Stangen und Profile, auch mit Oberflächenbearbeitung, jedoch nicht weiter bearbeitet, aus Kunststoffen, -aus Polymeren des Vinylchlorids	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
392030	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, nicht aus Zellkunststoffen, weder verstärkt noch geschichtet (laminiert) oder auf ähnliche Weise mit anderen Stoffen verbunden, ohne Unterlage, -aus Polymeren des Styrols	0,6666	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
392111	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Kunststoffen, -aus Polymeren des Styrols	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
392113	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Kunststoffen, -aus Polyurethanen	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
392190	Andere Tafeln, Platten, Folien, Filme, Bänder und Streifen, aus Kunststoffen, -andere	0,3333	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
392520	Türen, Fenster und deren Rahmen, Verkleidungen und Schwellen	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
392530	Fensterläden, Jalousien (einschließlich Jalousetten) und ähnliche Waren, und Teile davon	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
392590	Baubedarfsartikel aus Kunststoffen, anderweit weder genannt noch inbegriffen, -andere	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
400911	Rohre und Schläuche, aus Weichkautschuk, auch mit Formstücken, Verschlussstücken oder Verbindungsstücken (z. B. Nippel, Bögen), -ohne Formstücke, Verschlussstücke oder Verbindungsstücke	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
441810	Fenster, Fenstertüren, Rahmen und Verkleidungen dafür	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
560311	Vliesstoffe, auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen, -mit einem Quadratmetergewicht von 25 g oder weniger	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
560391	Vliesstoffe, auch getränkt, bestrichen, überzogen oder mit Lagen versehen, -mit einem Quadratmetergewicht von 25 g oder weniger	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
680610	Hüttenwolle/Schlackenwolle, Steinwolle und ähnliche mineralische Wollen, auch miteinander gemischt, lose, in Platten oder in Rollen	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
680620	geblähter Vermiculit, geblähter Ton, Schaumslagge und ähnliche geblähte mineralische Erzeugnisse, auch miteinander gemischt	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
680690	Hüttenwolle/Schlackenwolle, Steinwolle und ähnliche mineralische Wollen; geblähter Vermiculit, geblähter Ton, Schaumslagge und ähnliche geblähte mineralische Erzeugnisse; Mischungen und Waren aus mineralischen Stoffen zu Wärme-, Kälte- oder Schallschutzzwecken, ausgenommen Waren der Positionen 6811 und 6812 oder des Kapitels 69, -andere	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
680800	Platten, Dielen, Fliesen, Blöcke und dergleichen, aus Pflanzenfasern, Stroh oder aus Holzspänen, -schnitzeln, -	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
	fasern, Sägemehl oder anderen Holzabfällen, mit Zement, Gips oder anderen mineralischen Bindemitteln hergestellt				
681011	Baublöcke und Mauersteine	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
690290	Feuerfeste Steine, Platten, Fliesen und ähnliche feuerfeste keramische Bauteile, ausgenommen Waren aus kieselensäurehaltigen fossilen Mehlen oder ähnlichen kieselensäurehaltigen Erden, -andere	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
690410	Mauerziegel	0,6666	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
700729	Vorgespanntes Einschichten-Sicherheitsglas und Mehrschichten-Sicherheitsglas (Verbundglas), anderes	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
700800	Mehrschichtige Isolierverglasungen	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
701931	Matten	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
701939	Glasfasern (einschließlich Glaswolle) und Waren daraus (z. B. Garne, Gewebe), -andere	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
701990	Glasfasern (einschließlich Glaswolle) und Waren daraus (z. B. Garne, Gewebe), -andere	0,5	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
761010	Tore, Türen, Fenster, und deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Türschwelle	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	
940600	Vorgefertigte Gebäude	1	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden	

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
840681	Dampfturbinen mit einer Leistung von mehr als 40 MW	1	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen	
840682	Dampfturbinen mit einer Leistung von 40 MW oder weniger	1	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen	
840690	Dampfturbinen, -Teile	1	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen	
841181	Andere Gasturbinen, -mit einer Leistung von 5000 kW oder weniger	1	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen	
841182	Andere Gasturbinen, -mit einer Leistung von mehr als 5000 kW	1	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen	
841199	Teile von anderen Gasturbinen	1	Energieeffizienz	Gas- und Dampfturbinen	
841911	Gasdurchlauferhitzer	1	Energieeffizienz	KWK	Solar
850220	Stromerzeugungsaggregate, angetrieben durch Kolbenverbrennungsmotor mit Fremdzündung	1	Energieeffizienz	KWK	
840410	Hilfsapparate für Dampfkessel und Zentralheizungskessel (z. B. Vorwärmer, Überhitzer, Rußbläser und Rauchgasrückführungen)	1	Energieeffizienz	Rückgewinnung	
841590	Klimageräte, bestehend aus einem motorbetriebenen Ventilator und Vorrichtungen zum Ändern der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehalts der Luft, einschließlich solcher, bei denen der Luftfeuchtigkeitsgrad nicht unabhängig von der Lufttemperatur reguliert wird, - Teile	1	Energieeffizienz	Rückgewinnung	
841869	andere Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung; Wärmepumpen, - andere	1	Energieeffizienz	Rückgewinnung	

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
841899	Teile von anderen Einrichtungen, Maschinen, Apparaten und Geräten zur Kälteerzeugung; Wärmepumpen, - andere	0,6666	Energieeffizienz	Rückgewinnung	
841950	Wärmeaustauscher	1	Energieeffizienz	Rückgewinnung	
841989	Apparate und Vorrichtungen, auch elektrisch beheizt (ausgenommen Öfen und andere Apparate der Position 8514), zum Behandeln von Stoffen durch auf einer Temperaturänderung beruhende Vorgänge, z. B. Heizen, Kochen, Rösten, Destillieren, Rektifizieren, Sterilisieren, Pasteurisieren, Dämpfen, Trocknen, Verdampfen, Kondensieren oder Kühlen, ausgenommen Haushaltsapparate; nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher, -andere	0,6666	Energieeffizienz	Rückgewinnung	
841990	Apparate und Vorrichtungen, auch elektrisch beheizt, - Teile (ausgenommen Öfen und andere Apparate der Position 8514), zum Behandeln von Stoffen durch auf einer Temperaturänderung beruhende Vorgänge, z. B. Heizen, Kochen, Rösten, Destillieren, Rektifizieren, Sterilisieren, Pasteurisieren, Dämpfen, Trocknen, Verdampfen, Kondensieren oder Kühlen, ausgenommen Haushaltsapparate; nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher	1	Energieeffizienz	Rückgewinnung	
700991	Spiegel aus Glas, nicht gerahmt, einschließlich Rückspiegel	1	Erneuerbare Energien	Solar	
700992	Spiegel aus Glas, gerahmt, einschließlich Rückspiegel	1	Erneuerbare Energien	Solar	
841911	Gasdurchlauferhitzer	1	Erneuerbare Energien	Solar	KWK

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
841919	Apparate und Vorrichtungen, auch elektrisch beheizt (ausgenommen Öfen und andere Apparate der Position 8514), zum Behandeln von Stoffen durch auf einer Temperaturänderung beruhende Vorgänge, z. B. Heizen, Kochen, Rösten, Destillieren, Rektifizieren, Sterilisieren, Pasteurisieren, Dämpfen, Trocknen, Verdampfen, Kondensieren oder Kühlen, ausgenommen Haushaltsapparate; nicht elektrische Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher, -andere	1	Erneuerbare Energien	Solar	
850131	Elektromotoren und elektrische Generatoren, ausgenommen Stromerzeugungsaggregate, -mit einer Leistung von 750 W oder weniger	1	Erneuerbare Energien	Solar	
850440	Stromrichter	0,5	Erneuerbare Energien	Solar	Wind
854140	lichtempfindliche Halbleiterbauelemente (einschließlich Fotoelemente, auch zu Modulen zusammengesetzt oder in Form von Tafeln); Leuchtdioden	0,5	Erneuerbare Energien	Solar	
841011	Wasserturbinen, Wasserräder und Regler dafür, -mit einer Leistung von mehr als 1000 kW bis 10000 kW	1	Erneuerbare Energien	Wasserkraft	
841012	Wasserturbinen, Wasserräder und Regler dafür, -mit einer Leistung von 1000 kW oder weniger	1	Erneuerbare Energien	Wasserkraft	
841013	Wasserturbinen, Wasserräder und Regler dafür, -mit einer Leistung von 10000 kW oder weniger	1	Erneuerbare Energien	Wasserkraft	
730531	Andere Rohre (z. B. geschweißt oder genietet) mit kreisförmigem Querschnitt und einem äußeren Durchmesser von mehr als 406,4 mm, aus Eisen oder Stahl, -längsnahtgeschweißt	1	Erneuerbare Energien	Windkraft	

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
730539	Andere Rohre (z. B. geschweißt oder genietet) mit kreisförmigem Querschnitt und einem äußeren Durchmesser von mehr als 406,4 mm, aus Eisen oder Stahl, -andere	1	Erneuerbare Energien	Windkraft	
730820	Konstruktionen und Konstruktionsteile (z. B. Brücken und Brückenelemente, Schleusentore, Türme, Gittermaste, Pfeiler, Säulen, Gerüste, Dächer, Dachstühle, Tore, Türen, Fenster, und deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Türschwellen, Tür- und Fensterläden, Geländer), aus Eisen oder Stahl, ausgenommen vorgefertigte Gebäude der Position 9406; zu Konstruktionszwecken vorgearbeitete Bleche, Stäbe, Profile, Rohre und dergleichen, aus Eisen oder Stahl, - Türme und Gittermaste	1	Erneuerbare Energien	Windkraft	
730890	Konstruktionen und Konstruktionsteile (z. B. Brücken und Brückenelemente, Schleusentore, Türme, Gittermaste, Pfeiler, Säulen, Gerüste, Dächer, Dachstühle, Tore, Türen, Fenster, und deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Türschwellen, Tür- und Fensterläden, Geländer), aus Eisen oder Stahl, ausgenommen vorgefertigte Gebäude der Position 9406; zu Konstruktionszwecken vorgearbeitete Bleche, Stäbe, Profile, Rohre und dergleichen, aus Eisen oder Stahl, -andere	0,5	Erneuerbare Energien	Windkraft	
841290	Andere Motoren und Kraftmaschinen, -Teile	1	Erneuerbare Energien	Windkraft	
850231	Stromerzeugungsaggregate und elektrische rotierende Umformer, -windgetrieben	1	Erneuerbare Energien	Windkraft	
850440	Stromrichter	0,5	Erneuerbare Energien	Windkraft	Solar

HS 2012	Bezeichnung	Gewichtung	Hauptbereich	Hauptbereich 2	Hauptbereich 3
732189	Raumheizöfen, Kesselöfen, Küchenherde (auch zusätzlich für Zentralheizung verwendbar), Grillgeräte, Kohlenbecken, Gaskocher, Tellerwärmer und ähnliche nicht elektrische Haushaltsgeräte, und Teile davon, aus Eisen oder Stahl, -andere einschließlich Geräte für Festbrennstoffe	1	Erneuerbare Energien	Biomasse, -gas	
840310	Heizkessel	0,3333	Erneuerbare Energien	Biomasse, -gas	
841861	Wärmepumpen, andere als Klimageräte der Position 8415	1	Erneuerbare Energien	Wärmepumpen	

730900 geht in Abwasser und Abfall ein, wird in der Summe über potenzielle Umweltschutzgüter insgesamt nur einmal gezählt.

Das Gleiche gilt für 850440 (Solar und Wind) und 841911 (Solar und KWK).

Quelle: Zusammenstellung des CWS.