

TEXTE

22/2021

Abschlussbericht

Carbon Bubble – Analysen, wirtschaftliche Risiken, Maßnahmen und Instrumente

von:

Thomas Hähl, Mathias Kube
Navigant - A Guidehouse Company, Köln

Franziska Schütze
Global Climate Forum, Berlin

Jasper den Hammer, Ridzert van der Zee
Triple A Risk Finance, Amsterdam

Géraldine Bouveret, Ben Caldecott, Elizabeth Harnett, Kim Schumacher
Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford, Oxford

Veronika Stolbova
Universität Zürich, Zürich

Julia Bingler
Germanwatch e.V., Berlin

Thomas Liesch
Allianz Climate Solutions, Frankfurt

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 22/2021

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3716 41 100 0

FB000243

Abschlussbericht

Carbon Bubble – Analysen, wirtschaftliche Risiken, Maßnahmen und Instrumente

von

Thomas Hähl, Mathias Kube
Navigant - A Guidehouse Company, Köln

Franziska Schütze
Global Climate Forum, Berlin

Jasper den Hammer, Ridzert van der Zee
Triple A Risk Finance, Amsterdam

Géraldine Bouveret, Ben Caldecott, Elizabeth Harnett, Kim Schumacher
Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford, Oxford

Veronika Stolbova
Universität Zürich, Zürich

Julia Bingler
Germanwatch e.V., Berlin

Thomas Liesch
Allianz Climate Solutions, Frankfurt

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Navigant Energy Germany GmbH
Am Wassermann 36
50829 Köln

Abschlussdatum:

Januar 2019

Redaktion:

Fachgebiet I 1.4 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen,
nachhaltiger Konsum
Beate Hollweg

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juli 2021

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

Abstract

Carbon Bubble – Analyses, economic risks, measures and instruments

The transition to a low carbon economy poses risks to the financial sector. In 2015, the G20 already questioned whether investments in fossil-fuel-dependent infrastructure could lead to global financial risks – the so called 'carbon bubble'. As G20 president, the German government by means of the German Environment Agency (UBA) has commissioned a consortium of Navigant – A Guidehouse Company, University of Oxford (Smith School of Enterprise and the Environment), Triple A Risk Finance, Global Climate Forum, University of Zurich (Finexus) and Germanwatch to analyse and evaluate the risk of a 'carbon bubble' in the German financial system.

The term 'carbon bubble' refers to the idea that companies relying on fossil fuels are incorrectly valued on the stock markets as the true costs associated to climate change and respective policies are generally not yet taken into account in a company's stock market valuation.

The study (1) assesses the carbon risks in the German economy, (2) conducts a carbon stress test for German financial institutions and (3) recommends regulatory instruments to mitigate carbon risks in financial markets in Germany and beyond. The outcome of this highly relevant project will enable the German government to detect, understand and mitigate the risks and will support German financial institutions in assessing the carbon risk of individual financial portfolios.

Carbon Bubble – Analysen, wirtschaftliche Risiken, Maßnahmen und Instrumente

Die Transformation hin zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft stellt die Finanzbranche vor Herausforderungen. Die G20-Länder warfen daher bereits 2015 die Frage auf, inwieweit Investitionen in Vermögenswerte, die von fossilen Brennstoffen abhängig sind, überbewertet sind und damit zu globalen Finanzmarktrisiken – einer sogenannten „Carbon Bubble“ – führen können. Vor diesem Hintergrund hat Deutschland als G20 Vorsitz ein Konsortium bestehend aus Navigant – A Guidehouse Company, der Oxford Universität (Smith School of Enterprise and the Environment), Triple A Risk Finance, Global Climate Forum, Universität Zürich (Finexus) und Germanwatch damit beauftragt, die transitorischen Klimarisiken im deutschen Finanzsystem zu analysieren und zu evaluieren.

Hinter dem Begriff „Carbon Bubble“ verbirgt sich die Problematik, dass von fossilen Brennstoffen abhängige Firmen, wie zum Beispiel die fossile Energiewirtschaft oder treibhausgasintensive Industrien, am Kapitalmarkt falsch bewertet werden. Da die mit dem Klimawandel verbundenen Kosten und die sich aus der Klimapolitik ergebenden Transformationsprozesse in der Unternehmensbewertung noch nicht berücksichtigt werden, könnte eine erhebliche Überbewertung dieser Firmen am Kapitalmarkt vorliegen.

Die vorliegende Studie (1) bewertet die Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft, (2) entwickelt einen Carbon-Stresstest für deutsche Finanzinstitute und (3) empfiehlt regulatorische Instrumente zur Reduktion von Kohlenstoffrisiken im Finanzmarkt. Das Ergebnis hilft der deutschen Regierung bei der Identifikation, Bewertung und Reduktion des Risikos einer „Carbon Bubble“ in Deutschland. Außerdem unterstützt es deutsche Finanzinstitute bei der Bewertung von Kohlenstoffrisiken individueller Finanzportfolios.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	6
Inhaltsverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	12
Abkürzungsverzeichnis	13
Zusammenfassung.....	15
1 Einleitung	24
2 Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft.....	26
2.1 Auswahl der Sektoren.....	26
2.2 Beschreibung der Methodik	30
2.2.1 Schritt 1: Kohlenstoffrisiken unter den Klimaszenarien der IEA	31
2.2.2 Schritt 2: Vom Szenario zum Operator Carbon Risk.....	32
2.2.3 Schritt 3: Stranded Asset Indikatoren	34
2.3 Grenzen der Methodik.....	35
2.4 Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in DE	36
2.4.1 Emissionsentwicklung	36
2.4.2 Gewinnentwicklung.....	37
2.4.2.1 Umsatzentwicklung	37
2.4.2.2 Kostenentwicklung	38
2.4.2.3 Profitmargenentwicklung	39
2.4.3 Fair Market Value Entwicklung	41
2.4.4 Vermögenswertentwicklung	42
2.5 Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in DE	44
2.5.1 Sektoren mit stark negativer Gewinnentwicklung.....	45
2.5.2 Sektoren mit geringer negativer/positiver Gewinnentwicklung.....	46
2.5.3 Sektoren mit positiver Gewinnentwicklung.....	46
3 Kohlenstoffrisiken für die deutsche Finanzwirtschaft	50
3.1 Hintergrund.....	50
3.1.1 Klima- und Kohlenstoffrisiken in der Finanzwirtschaft	50
3.1.2 Existierende Methoden zur Bewertung von Klima- und Kohlenstoffrisiken.....	51
3.2 Design und Methodik des Klimarisikoscanners	52
3.2.1 Beschreibung der Methode	52
3.2.2 Beispielrechnungen.....	54

3.3	Exposition deutscher Finanzinstitute	55
3.3.1	Vermögensstruktur deutscher Banken, Pensionsfonds und Versicherer	55
3.3.2	Kredite und Aktien in emissionsintensiven Sektoren	57
4	Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten	60
4.1	Ambitionen hin zu einem nachhaltigen Finanzsystem	60
4.1.1	Ambitionen auf Europäischer Ebene	60
4.1.2	Ambitionen auf Deutscher Ebene	60
4.2	Bedarf an weiteren Maßnahmen.....	61
4.3	Relevanz für den deutschen Finanzsektor	62
4.4	Methodik zur Bewertung von Instrumenten zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten	63
4.4.1	Schritt 1: Performance Assessment Matrix (PAM)	63
4.4.2	Schritt 2: Instrument Scoreboards	64
4.4.3	Schritt 3: Auswahl der Instrumente	64
4.5	Assessment der Instrumente	66
4.5.1	Treuhänderische Aufgaben institutioneller Investoren und Vermögensverwalter	67
4.5.2	Scanning von Kohlenstoffrisiken	69
4.5.3	Finanzielle Offenlegung und Berichterstattung	71
4.5.4	Taxonomien, Labels und Standards	73
4.5.5	CO ₂ -Steuer (Kohlenstoff-Preisgestaltung).....	75
4.5.6	EU Emissions Trading Scheme (Kohlenstoff-Preisgestaltung).....	77
4.6	Empfehlungen für die Bundesregierung.....	79
5	Fazit & Ausblick.....	80
6	Annex	82
6.1	Mathematische Herleitung des Operator Carbon Risk.....	82
6.2	Erforderliche Daten für die Modellierung des Operator Carbon Risk	84
6.3	Erläuterungen zu den IEA Klimaszenarien	85
6.3.1	Analytischer Ansatz	85
6.3.2	ETP-Modell	85
6.3.3	IEA Szenarien.....	86
6.4	Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in DE unter dem 1,5 °C Klimaszenario der IEA.....	87
6.4.1	Emissionsentwicklung	87
6.4.2	Gewinnentwicklung.....	88
6.4.2.1	Umsatzentwicklung	88
6.4.2.2	Kostenentwicklung	89

6.4.2.3	Profitmargenentwicklung	90
6.5	Exkurs zu Kohlenstoffrisiken in der Düngemittelindustrie	91
6.6	Existierende regulatorische Initiativen	92
6.7	PAM Kategorien zur Bewertung von Instrumenten	95
6.8	Erläuterungen und Ergebnisse der quantitativen Bewertung von Instrumenten zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten	96
7	Quellenverzeichnis.....	98

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Methodischer Ansatz zur Ermittlung des Einflusses von Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance von Wirtschaftssectoren	17
Abbildung 1-2:	Änderung der Profitmarge in Prozentpunkten im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	19
Abbildung 1-3:	Methodischer Ansatz der Risikoermittlung in der Finanzwirtschaft	20
Abbildung 1-4:	Bankkredite und Anleihen deutscher Banken und Versicherungen in emissionsintensiven Sektoren in Deutschland, der EU und nicht-EU Ländern (in Mrd. Euro)	21
Abbildung 1-5:	Top 5 Sektoren mit hohem Kohlenstoffrisiko und deren Kredit-Exposition (Exposure)	21
Abbildung 1-6:	Empfohlene Zeitachse zur Umsetzung der Instrumente zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten	23
Abbildung 2-1:	Deutsche Sektoren von relevanter Bedeutung für die Wirtschaft mit vermutlich größter Anfälligkeit gegenüber Kohlenstoffrisiken	28
Abbildung 2-2:	Methodischer Ansatz zur Ermittlung des Einflusses von Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance von Wirtschaftssectoren	31
Abbildung 2-3:	Transformationspfade unter den IEA Klimaszenarien als zentrale Input-Faktoren für die Berechnung des Operator Carbon Risk.....	32
Abbildung 2-4:	Erklärung des sektorenspezifischen Merkmals “Abatement Capability”	34
Abbildung 2-5:	Emissionsentwicklung (Scope 1, Scope 2 und vorgelagerte Scope 3 Emissionen) im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	37
Abbildung 2-6:	Umsatzentwicklung im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	38
Abbildung 2-7:	Kostenentwicklung im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	39
Abbildung 2-8:	Entwicklung der Profitmarge in Prozentpunkten im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich.....	40
Abbildung 2-9:	Entwicklung des Fair Market Value im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios	42
Abbildung 2-10:	Entwicklung des Vermögenswerts im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	44
Abbildung 2-11:	Bewertungskategorien der Moody’s Heat Map	48
Abbildung 2-12:	Sektoren mit hoher oder sehr hoher Exposition gegenüber Kohlenstoffregulierungen in der Heat Map von Moody’s.....	49
Abbildung 3-1:	Anlageklassen, Treiber von Kohlenstoffrisiken und Datenquellen.....	52
Abbildung 3-2:	Berechnung des erwarteten Verlusts im Klimarisikoscanner.....	53

Abbildung 3-3:	Vermögensseite der Bilanz deutscher Banken in 2016 (aggregiert)	56
Abbildung 3-4:	Vermögensseite der Bilanz von deutschen Pensionsfonds und Versicherer in 2016 (aggregiert).....	56
Abbildung 3-5:	Bankkredite und Anleihen deutscher Banken und Versicherungen in emissionsintensiven Sektoren in Deutschland, der EU und nicht-EU Ländern (in Mrd. Euro)	58
Abbildung 3-6:	Aktienbesitz deutscher Finanzinstitute in emissionsintensiven Sektoren in 2016.....	59
Abbildung 4-1:	Schritte zur Bewertung von Instrumenten zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten.....	63
Abbildung 4-2:	Empfohlene Zeitachse zur Umsetzung der Instrumente zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten	79
Abbildung 6-1:	Schematische Abbildung des ETP-Modells	86
Abbildung 6-2:	Emissionsentwicklung (Scope 1, Scope 2 und vorgelagerte Scope 3 Emissionen) im Rahmen des 1,5 °C IEA Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	88
Abbildung 6-3:	Umsatzentwicklung im Rahmen des 1,5 °C IEA Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	89
Abbildung 6-4:	Kostenentwicklung im Rahmen des IEA 1,5 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich	90
Abbildung 6-5:	Entwicklung der Profitmarge in Prozentpunkten im Rahmen des IEA 1,5 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich.....	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Zusammenfassung der gewichteten Instrument-Bewertung'	65
Tabelle 6-1:	Erforderliche Dateninputs für die Modellierung des Operator Carbon Risk.....	84
Tabelle 6-2:	Beispiele regulatorischer Initiativen	92
Tabelle 6-3:	PAM Kategorien zur Bewertung von Instrumenten, die zur Integration von Kohlenstoffrisiken in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten eingesetzt werden können	95
Tabelle 6-4:	Zusammenfassung der gewichteten Instrument-Bewertungen in numerischen Werten	96

Abkürzungsverzeichnis

BF/BOF	Blast Furnace/Basic Oxygen Furnace
2° II	2° Investing Initiative
BaFin	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
BaFin MaRisk	Mindestanforderungen an Risikomanagement (von Banken) der BaFin
BAFU	Bundesamt für Umwelt (Schweiz)
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BRSG	Bundesdatenschutzgesetz
CMU	Capital Market Union
COP	Conference of the Parties
CSR	Corporate Social Responsibility
CVA	Credit Valuation Adjustments
DCF	Discounted Cash Flow
EAD	Exposure at Default
EAF	Electric Arc Furnace
EBA	Europäische Bankenaufsichtsbehörde
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development
EIB	European Investment Bank
EL	Expected Loss
EnergieSTG	Energiesteuergesetz
ESG Label	Environmental, Social, Governmental Label
ESRB	European Systemic Risk Board
ETP	Energy Technology Perspectives
ETS	Emission Trading Scheme
EU	European Union
EZB	Europäische Zentralbank
FSB	Finance Stability Board
GFSG	Green Finance Study Group
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HLEG	High Level Expert Group on Sustainable Finance
IAS	International Accounting Standards
ICGI	Investment Climate and Governance Initiative
IEA	International Energy Agency
IFRS	International Financial Reporting Standards
IORP	Institutions for Occupational Retirement Provision Directive

KAGB	Kapitalanlagegesetzbuch
KWG	Kreditwesengesetz
LCR	Liquidity Coverage Ratio
LGD	Loss Given Default
LPAA	Lima Paris Action Agenda
MACC	Marginal Abatement Cost Curve (Grenzvermeidungskostenkurven)
MCR	Minimum Capital Requirement
MFI	Monetäre Finanzinstitute
MSCI	Morgan Stanley Capital International
NGO	Non-governmental organisation
NSFR	Net Stable Funding Ratio
ORSA	Own Risk and Solvency Assessment
PAM	Performance Assessment Matrix
PD	Probability of Default
PFAV	Pensionsfonds-Aufsichtsverordnung
PP	Prozentpunkte
RWA	Risk Weighted Assets
SASB	Sustainability Accounting Standards Board
SCR	Solvency Capital Requirement
SIB	Systemically Important Banks
SME	Small and medium enterprise
SRP	Supervisory Review Process
StromSTG	Stromsteuergesetz
TCFD	Task Force on Climate-Related Financial Disclosure
UBA	Umweltbundesamt
UN PRI	UN Principles for Responsible Investment
UNEP FI	United Nations Environmental Program Financing Initiative
VAG	Versicherungsaufsichtsgesetz
VersRücklG	Versorgungsrücklagengesetz
WP	Work Package (Arbeitspaket)
WRI	World Resource Institute
WWF	World Wide Fund for Nature

Zusammenfassung

Die vorliegende Zusammenfassung fasst den methodischen Ansatz und die Ergebnisse des Projekts **Carbon Bubble – Analysen, wirtschaftliche Risiken, Maßnahmen und Instrumente** im Kontext der aktuellen Diskussion zum Thema Kohlenstoffrisiken zusammen.

Hintergrund

Das Pariser Übereinkommen von 2015, welches von mehr als 170 Ländern unterzeichnet und ratifiziert wurde, und seine Verpflichtung, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen, stellt die Volkswirtschaften der Welt vor neue große Herausforderungen. Da sich die heutigen Energiesysteme mit teilweise stark wachsenden Anteilen an erneuerbaren Energien im Umbruch befinden, ist die Geschwindigkeit der Transformation fossiler Brennstoffherzeugung und der von fossilen Brennstoffen abhängiger Sektoren und Infrastrukturen nur schwer abzuschätzen. Neue wirtschaftliche Risiken und Chancen entstehen. Erstere könnten eine sogenannte **Carbon Bubble** (Kohlenstoffblase) am Markt entstehen lassen. Vor dem Hintergrund immer ehrgeizigerer Ziele zur Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgas (THG)-Emissionen besteht eine wachsende Diskrepanz zwischen der weiteren Förderung und Nutzung fossiler Brennstoffressourcen und der notwendigen Dekarbonisierung der gegenwärtigen Energiesysteme und Volkswirtschaften. Experten befürchten, dass Unternehmen und Branchen, die aktuelle Vermögenswerte und künftige Geschäftserfolge auf fossile Brennstoffe sowie auf von fossilen Brennstoffen abhängige Investitionen stützen, drastisch überbewertet und mit sogenannten **Stranded Assets** belastet sein könnten. Die Möglichkeit, neue klimabedingte Risiken und Chancen adäquat einschätzen zu können, ist daher ein wichtiger Schritt, um finanzielle Verluste zu vermeiden und Kapital angemessen und effizient über das Finanzsystem zu allokalieren.

Klimarisiken lassen sich im Allgemeinen in **(a) physische Risiken** und **(b) Transitions- bzw. Kohlenstoffrisiken**¹ unterteilen. Physische Risiken sind mit den physischen Auswirkungen des Klimawandels, beispielsweise in Form von Extremwetterereignissen oder dem Meeresspiegelanstieg, verbunden. Kohlenstoffrisiken dagegen verkörpern das Bemühen der Gesellschaft, THG-Emissionen auf nahezu Null zu reduzieren, und umfassen etwa Bereiche wie Politik und Recht, Technologie, Markt und Wirtschaft sowie Reputation. Ein Beispiel für politische Faktoren ist die Einführung eines CO₂-Preises, welche das Kohlenstoffrisiko eines emissionsintensiven Sektors erhöhen kann.

Physische Risiken und Kohlenstoffrisiken werden sich zukünftig immer weitreichender auf Unternehmen und deren Vermögenswerte auswirken. Der vorliegende Bericht konzentriert sich ausschließlich auf **Transitions- bzw. Kohlenstoffrisiken**, während physische Risiken nicht berücksichtigt werden.

Das Projekt Carbon Bubble

Obwohl Kohlenstoffrisiken potentiell die gesamte Investitionskette betreffen, sind diese nach wie vor schlecht verstanden und selten in die Entscheidungsfindung der Real- und Finanzwirtschaft integriert. 2015 stellten die G20 in Frage, ob Investitionen in von fossilen Brennstoffen abhängige Infrastruktur zu globalen Finanzrisiken in Form einer Kohlenstoffblase führen könnten. Es folgten zahlreiche internationale Studien. Daraufhin beauftragte die Bundesregierung mit Unterstützung des Umweltbundesamtes (UBA) ein **Konsortium aus Navigant - A Guidehouse Company, Oxford Universität (Smith School of Enterprise and the Environment), Triple A Risk Finance, Global Climate Forum, Universität Zürich (Finexus) und Germanwatch mit Unterstützung von Allianz Climate Solutions**, die transitorischen Klimarisiken im deutschen Finanzsystem zu analysieren und zu evaluieren.

¹ Es ist wichtig zu beachten, dass die Begriffe Transitionsrisiko und Kohlenstoffrisiko im Rahmen des Projekts synonym verwendet werden, was bedeutet, dass sie sich auf dieselben Risiken beziehen. Der Grund dafür ist, dass die TCFD (2017) klimabedingte Risiken nach physischen Risiken und Transitionsrisiken unterscheidet, während das UNEP/FI (2012) klimabedingte Risiken in physische Risiken und Kohlenstoffrisiken unterteilt.

Ziel der Untersuchung ist es (1) die Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft zu bewerten, (2) ein Carbon-Stresstest-Tool für Finanzinstitute zu entwickeln und (3) regulatorische Instrumente zur Eindämmung von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten zu entwickeln und zu bewerten. Damit kann die Bundesregierung Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft frühzeitig erkennen und abmildern sowie die Aufmerksamkeit deutscher Finanzinstitute bei der Bewertung von Kohlenstoffrisiken in einzelnen Finanzportfolios erhöhen.

Die Studie besteht aus drei Teilen, die den drei oben genannten Zielen folgen. Der erste Teil analysiert und bewertet die Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf die deutsche Wirtschaft auf Basis verschiedener Szenarien der Internationalen Energieagentur IEA. Im zweiten Teil wird eine Methode zur Identifizierung und Bewertung von Kohlenstoffrisiken im Finanzsektor entwickelt und vorgestellt. Im Rahmen des Projekts wurde ein **Klimarisikoscanner** entwickelt. Im dritten Teil werden **regulatorische Instrumente** zur Eindämmung von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten vorgestellt und bewertet. Daraus werden abschließend Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Teil 1: Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft

Die Analyse von Kohlenstoffrisiken und deren Auswirkungen auf die deutsche Wirtschaft wird in Form einer Bewertung der finanziellen Risiken für diejenigen Sektoren durchgeführt, die für die deutsche Wirtschaft von zentraler Bedeutung sind und die für Kohlenstoffrisiken anfällig sein dürften.

Die Sektoren wurden auf Basis ihrer wirtschaftlichen Relevanz, ihrer Kohlenstoffintensität in der Produktion und ihrer Anfälligkeit gegenüber steigenden Produktionskosten ausgewählt. Insgesamt **wurden 23 Sektoren und Teilsektoren für eine vertiefte Analyse ihrer Kohlenstoffrisiken ausgewählt**, darunter Branchen wie Tierhaltung, Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Kohlebergbau, Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips, Baugewerbe, Elektrizitätsversorgung, Herstellung von Nahrungsmitteln, Herstellung von Papier und Pappe, Herstellung von Glas- und Glaswaren, Landverkehr, Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen und Lagerwesen.

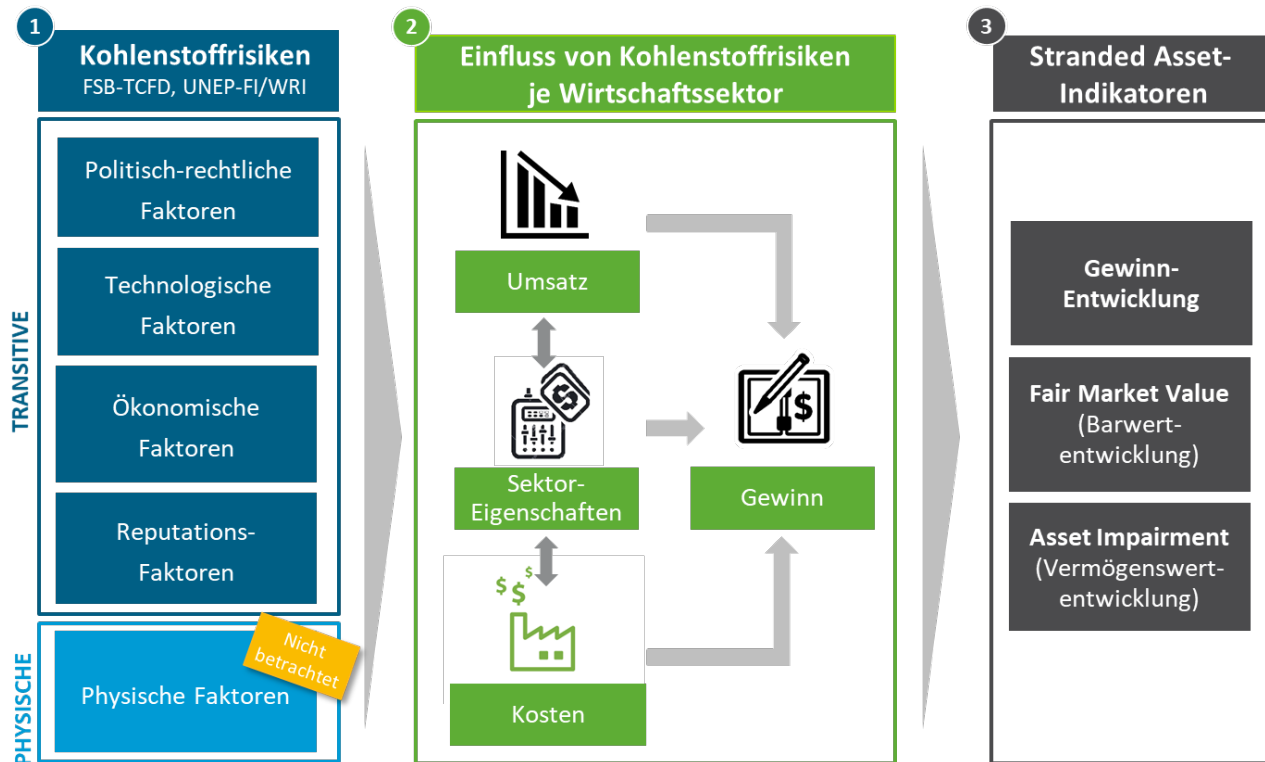
Für jeden Sektor wurde bewertet, wie sensibel deren finanzielle Performance auf Kohlenstoffrisiken **unter dem IEA 2 °C² bzw. 1,5 °C³ Klimaszenario im Jahr 2030 im komparativ-statischen Vergleich zum Jahr 2015** reagiert. Beispiele für solche Kohlenstoffrisiken sind steigende CO₂-Preise, Emissionsgrenzwerte und ein Rückgang der Nachfrage nach Energie und Produkten mit einer emissionsintensiven Herstellung. Abhängig von der Anpassungsfähigkeit eines Sektors werden die Kohlenstoffrisiken auf Sektorebene berechnet und in sogenannte Stranded Asset Indikatoren übersetzt: so schätzt der Stranded Asset Indikator „Gewinnentwicklung“ zum Beispiel die Entwicklung von Gewinnen aufgrund von Kohlenstoffrisiken ab. **Der finanzielle Verlust bzw. Gewinn eines Sektors infolge einer potenziellen Materialisierung von Kohlenstoffrisiken wird verwendet, um die Sensibilität eines Sektors gegenüber der Dekarbonisierung abzuschätzen.**

Abbildung 1-1 veranschaulicht die grundlegende Methodik zur Ermittlung des Einflusses von Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance von Wirtschaftssektoren. In einem ersten Schritt werden unterschiedliche Arten von Kohlenstoffrisiken basierend auf den Transformationspfaden unter dem 2 °C bzw. 1,5 °C Klimaszenario der IEA identifiziert. In einem zweiten Schritt wird der Einfluss dieser Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance einzelner Wirtschaftssektoren untersucht. In einem dritten Schritt wird der Einfluss auf die finanzielle Performance von Sektoren durch sogenannte Stranded Asset Indikatoren ausgedrückt.

² Beyond 2 °C Scenario (B2DS)

³ 2 °C Scenario (2DS)

Abbildung 1-1: Methodischer Ansatz zur Ermittlung des Einflusses von Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance von Wirtschaftssektoren



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

Die Ergebnisse der Analyse der Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in Deutschland unter dem 2 °C Klimaszenario der IEA⁴ zeigen beispielhaft, dass **die folgenden fünf deutschen Branchen den höchsten Kohlenstoffrisiken und damit auch einer negativen Gewinnentwicklung (gemessen an der Änderung der Profitmarge) ausgesetzt sind** (siehe Abbildung 1-2):

- ▶ **Kohle.** Der Kohlesektor in Deutschland ist der Sektor mit der negativsten Gewinnentwicklung zwischen 2015 und 2030. Getrieben wird dieser Verlust vor allem durch einen starken Umsatzrückgang in Höhe von 68 %, der durch den deutlichen Rückgang der Kohlenachfrage im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios verursacht wird.
- ▶ **Zement & Kalk.** Der Sektor Zement & Kalk in Deutschland weist ebenfalls eine stark negative Gewinnentwicklung zwischen 2015 und 2030 auf. Trotz steigender Umsätze aufgrund einer zunehmenden Nachfrage, wird die Profitmarge im Jahr 2030 stark sinken⁵. Der Grund dafür liegt in der deutlichen Erhöhung der Emissionskosten aufgrund steigender CO₂-Preise sowie der Kosten für die Minderung der Emissionen, um die Emissionsobergrenze im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios zu erfüllen.
- ▶ **Nicht-erneuerbare Stromversorgung.** Die nicht-erneuerbare Stromversorgung umfasst die konventionellen Kraftwerke, die Kohle, Gas und Erdöl zur Stromerzeugung nutzen. Die Profitmarge des Sektors wird von 2015 bis 2030 um ~13 Prozentpunkte sinken. Dies ist das Ergeb-

⁴ Die Ergebnisse unter dem 1,5 °C Klimaszenario werden in dieser Zusammenfassung nicht explizit aufgeführt.

⁵ Hierbei ist wichtig zu beachten, dass im Rahmen dieser Studie keine Preiserhöhungen verkaufter Produkte der untersuchten Branchen angenommen werden, i.e. reale Preise sind konstant.

nis eines Umsatzrückgangs um 50 % aufgrund einer Verringerung der Nachfrage nach konventionellem Strom sowie einer Erhöhung der Emissionskosten im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios.

- ▶ **Integrierte Hochofen-Route (BF/BOF) Eisen & Stahl.** Die Profitmarge der integrierten Hochofenroute (Blast Furnace (BF)/Basic Oxygen Furnace (BOF)) im Eisen- und Stahlsektor wird von 2015 bis 2030 voraussichtlich um ~11 Prozentpunkte fallen. Haupttreiber dafür ist ein Umsatzrückgang von 11 % aufgrund geringeren Produktionsoutputs, da die Produktionsroute BF/BOF Eisen & Stahl teilweise durch die Eisen- und Stahlproduktionsroute des Elektrolichtbogenofens (Electric Arc Furnace (EAF)) ersetzt wird. Zudem steigen die Emissionskosten im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios signifikant.
- ▶ **Tierhaltung.**⁶ Unter dem IEA 2 °C Klimaszenario wird die Profitmarge des Sektors Tierhaltung voraussichtlich um ~5 Prozentpunkte sinken. Während die Einnahmeseite aufgrund der gestiegenen Wirtschaftsleistung um 12 % steigt, werden die Kosten voraussichtlich um 17 % zunehmen, wobei hiervon 10 Prozentpunkte aus dem erhöhten Produktionsoutput und 7 Prozentpunkte aus erhöhten Emissionskosten resultieren.

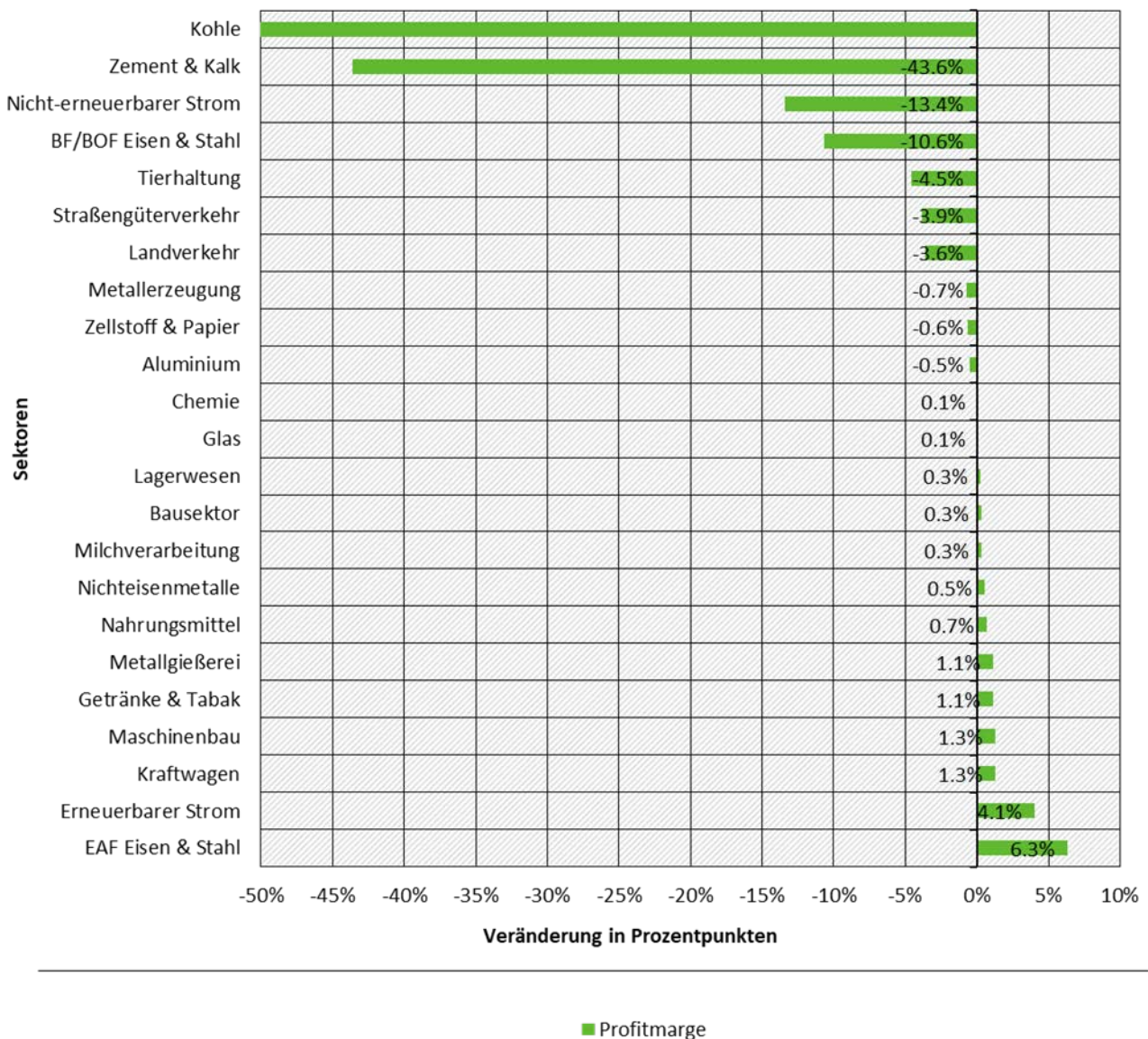
Gleichzeitig gibt es mehrere Sektoren, deren Gewinn nicht oder nur geringfügig negativ/positiv von den Änderungen unter dem IEA 2 °C Klimaszenario betroffen sind. Diese Sektoren sind Metallerzeugung, Zellstoff und Papier, Aluminium, Chemikalien, Glas, Lagerwesen, der Bausektor, Milchverarbeitung, Nichteisenmetalle, Lebensmittel, Getränke & Tabak und Metallgießerei.

Zwei Sektoren profitieren hingegen stark; für sie ergibt die Szenarienanalyse eine starke Erhöhung des Gewinns bis 2030. Diese sind die Sektoren EAF Eisen & Stahl und erneuerbarer Strom. Die positive Entwicklung wird im Wesentlichen durch die positiven Auswirkungen des wirtschaftlichen Wandels auf das Produktionsniveau der jeweiligen Sektoren verursacht.

Die beschriebenen Ergebnisse stehen **im Wesentlichen im Einklang mit den Ergebnissen der Moody's Heat Map**, die unter anderem die Kreditauswirkungen von Kohlenstoffrisiken weltweit auf 86 Branchen qualitativ bewertet.

⁶ Für die Branche Tierhaltung ist zu beachten, dass im Rahmen dieser Studie ein verbindlicher CO₂-Preis angenommen wurde, trotz der Tatsache, dass diese Branche derzeit nicht im EU Emissionshandel einbezogen wird. Dies wurde getan, da ansonsten keine finanziellen Auswirkungen von klimabedingten Transitionsrisiken für diese Branche hätten geschätzt werden können.

Abbildung 1-2: Änderung der Profitmarge in Prozentpunkten im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

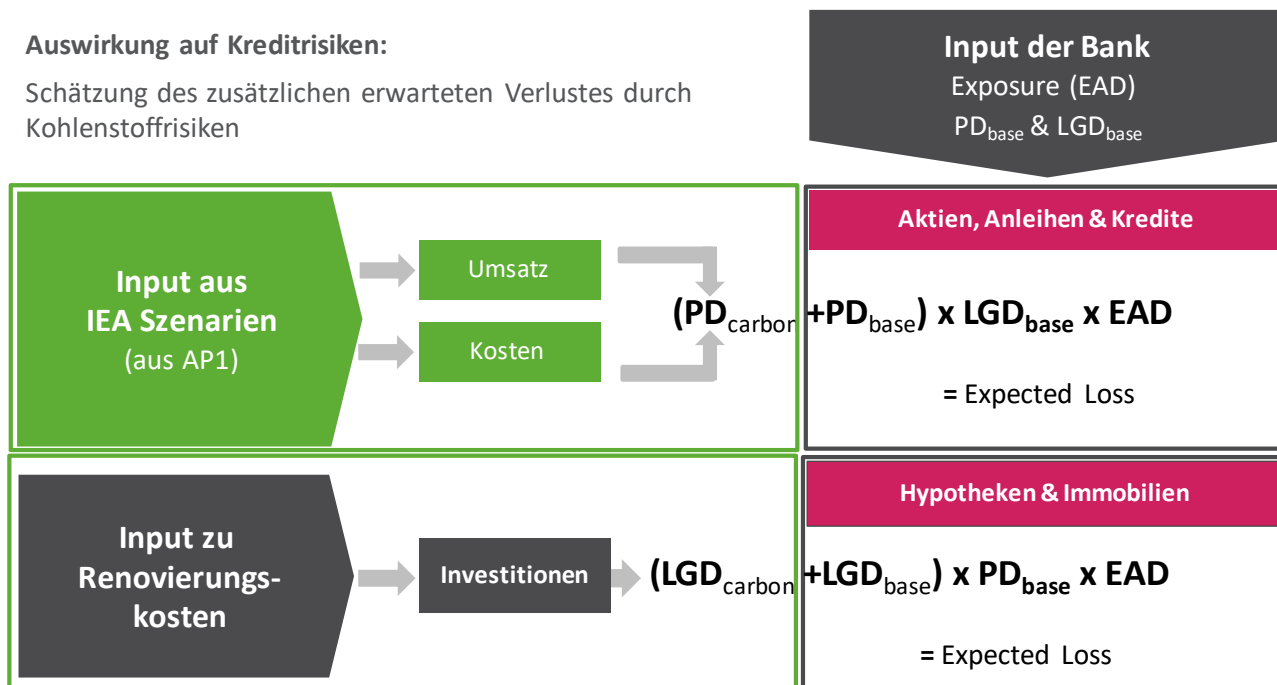
Teil 2: Kohlenstoffrisiken für die deutsche Finanzwirtschaft

Die in Teil 1 identifizierten Kohlenstoffrisiken in der Realwirtschaft können potenziell auch Risiken für die Finanzwirtschaft bedeuten. Daher wird in Teil 2 ein Ansatz zur Messung der finanziellen Relevanz von Kohlenstoffrisiken für den Finanzmarkt untersucht und ein Klimarisikoscanner entwickelt. Hauptziel des zur Verfügung gestellten Tools ist es, mögliche Expositionen deutscher Finanzinstitute gegenüber klimabedingten finanziellen Risiken zu identifizieren und zu bewerten und Finanzinstitute bei der Umsetzung der Empfehlungen der Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) zu unterstützen.

Zunächst wurde eine ausführliche Literaturanalyse zu bereits existierenden Methoden erstellt. Es wurde festgestellt, dass sich die bestehenden Methoden und Werkzeuge bisher entweder auf bestimmte geographische Regionen, spezifische Anlageklassen, einzelne Sektoren oder spezifische Arten von klimabedingten Risiken konzentrieren. Bei der Entwicklung des Klimarisiko-

scanners berücksichtigen wir demgegenüber eine Vielzahl wirtschaftlicher Sektoren und Anlageklassen. Das Tool ist ein Szenarien-basiertes Portfolioanalysemodell, in dem klimapolitische Szenarien mit möglichen finanziellen Auswirkungen für Investoren verknüpft sind. Das Tool steht im Einklang mit dem Vorschlag der TCFD sowie der Arbeitsgruppe von UNEP FI und 16 Banken zur Umsetzung der TCFD-Empfehlungen. Es wendet die Empfehlungen auf den deutschen Kontext an und konzentriert sich auf die relevantesten Wirtschaftssektoren in Deutschland. Folgende Anlageklassen wurden aufgenommen: Aktien, Unternehmensanleihen, Kredite, Staatsanleihen und Hypotheken. Der Klimarisikoscanner beruht auf der Berechnung des „Erwarteten Verlusts“ und ermittelt den zusätzlichen erwarteten Verlust aufgrund von Kohlenstoffrisiken, wie in Abbildung 1-3 dargestellt. Bei Aktien, Krediten sowie Unternehmens- und Staatsanleihen wird eine zusätzliche Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Default - PD) angenommen. Diese steigt bei einer Verstärkung der Kohlenstoffrisikotreiber, wie z. B. einer Kostensteigerung (CO₂-Preis) und einem Umsatzrückgang. Bei Hypotheken wird eine zusätzliche Verlustquote (Loss Given Default – LGD) angenommen, welche mit dem Anstieg der energetischen Sanierungskosten zunimmt.

Abbildung 1-3: Methodischer Ansatz der Risikoermittlung in der Finanzwirtschaft



EAD = exposure at default (in €); PD = Probability of default (%); LGD = Loss given default (%)

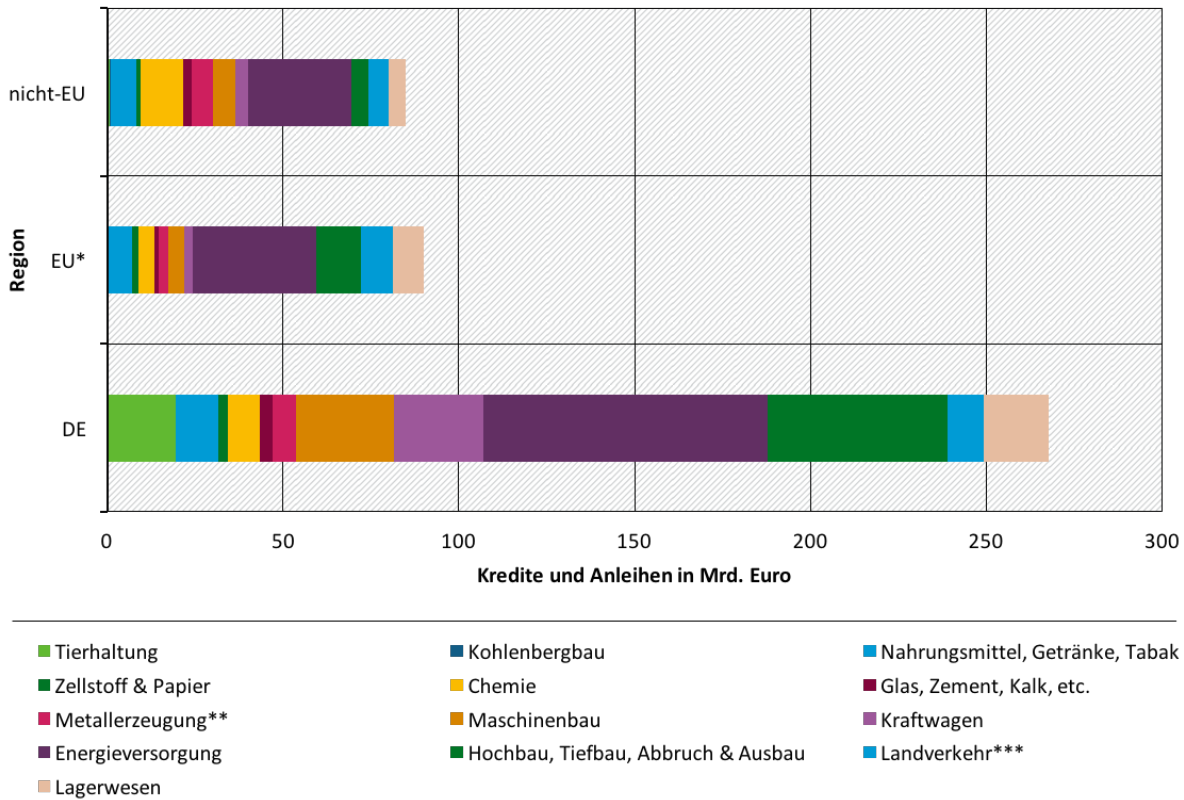
Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

Bei einer generellen Betrachtung der Finanzanlagen deutscher Institute wird deutlich, dass Banken vor allem über Fremdkapitalbeteiligungen (Kredite und Anleihen) exponiert sind und Investment- und Pensionsfonds hingegen stärker über Eigenkapitalbeteiligungen exponiert sind.

Eine Untersuchung der vergebenen Kredite und Anleihen deutscher Finanzinstitute hat eine Risikoexposition (Exposure) in Höhe von **443 Mrd. Euro** gegenüber den in Teil 1 identifizierten Sektoren ergeben (ca. die Hälfte davon in Deutschland), wie in Abbildung 1-4 zu sehen. **Der wichtigste Wirtschaftszweig,** gemessen an diesen Fremdkapitalbeteiligungen, ist die **Stromversorgung, welche gleichzeitig ein hohes Kohlenstoffrisiko aufweist. Die Fremdkapitalbeteiligungen im Kohlesektor, welcher ein sehr hohes Kohlenstoffrisiko trägt, sind im Gegensatz hierzu gering. Weitere relevante Sektoren sind der Maschinenbau, das Baugewerbe, die Fahrzeugindustrie sowie die chemische Industrie, welche ein vergleichsweise niedrigeres Kohlenstoffrisiko haben.**

Aus dieser Analyse lassen sich schließlich die **Top 5 Sektoren mit hohem Kohlenstoffrisiko und/oder hoher Risikoexposition aus Sicht des deutschen Finanzmarktes** ableiten. Diese werden in Abbildung 1-5 dargestellt.

Abbildung 1-4: Bankkredite und Anleihen deutscher Banken und Versicherungen in emissionsintensiven Sektoren in Deutschland, der EU und nicht-EU Ländern (in Mrd. Euro)



* EU ohne DE, **inkl. Eisen & Stahl, Aluminium, Nichteisenmetalle, *** inkl. Rohrfernleitung, Straßengüterverkehr

Quelle: Millionenevidenz der Deutschen Bundesbank, 4. Quartal 2015.

Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum, basierend auf der Millionenevidenz der Deutschen Bundesbank.

Abbildung 1-5: Top 5 Sektoren mit hohem Kohlenstoffrisiko und deren Kredit-Exposition (Exposure)

Sector	Transitionsrisiko (Dt. Wirtschaft)	Kredit-Exposure (Dt. Banken)
Kohle	○ ○ ●	● ○ ○
Stromerzeugung	○ ○ ●	○ ○ ●
Eisen & Stahl	○ ○ ●	○ ● ○
Zement & Kalk	○ ○ ●	○ ● ○
Landverkehr, Tierhaltung	○ ● ○	○ ● ○

● Gering ● Moderat ● Hoch

Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

Ein großer Teil der Vermögenswerte, die von Finanzinstituten gehalten werden, wird über Beteiligungen an Investmentfonds und den Interbankenmarkt durch andere Finanzinstitute ausgegeben. Dies bedeutet, dass es für die Finanzinstitute ebenso wichtig ist, verstärkt Einblicke in die klimabedingte Exposition ihrer Geschäftspartner zu gewinnen. An dieser Stelle werden Zweitrunden oder systemische Effekte nicht weiter betrachtet.

Teil 3: Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus Teil 1 und Teil 2 wurde eine umfassende Analyse derjenigen Regulierungsinstrumente durchgeführt, die der Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten dienen und die für eine Umsetzung im deutschen Finanzmarkt am geeignetsten erscheinen. Dies soll Regierungen und Regulierern helfen, durch Kohlenstoffrisiken hervorgerufene Finanzmarktrisiken früh zu erkennen und Maßnahmen zur Reduktion dieser Risiken zu entwickeln.

Es wurden 21 Instrumente mit hohem Potenzial für die erfolgreiche Einführung in den deutschen Finanzmarktkontext identifiziert. Diese Instrumente wurden anhand mehrerer Kriterien bewertet:

- ▶ Unterstützung des Kohlenstoffrisikomanagements in Finanzinstituten
- ▶ Implementierbarkeit
- ▶ Auswirkungen auf den Klimaschutz

Anhand der Rückmeldungen von Regierungsbehörden und Akteuren der Industrie wurden sechs prioritäre Regulierungsinstrumente identifiziert und im Kontext des deutschen Finanzsektors vertiefend analysiert. Die Analyse resultierte in einem Fahrplan für die mögliche Umsetzung der geeigneten Instrumente (siehe Abbildung 1-6). Diese vorrangigen Instrumente und die dazugehörigen Empfehlungen lauten:

- ▶ **Treuhänderische Pflichten institutioneller Investoren und Vermögensverwalter:**
Deutschland sollte die Treuhandpflichten erweitern bzw. präzisieren, um konkrete Auswirkungen einer Investition auf Klimawandel/Klimaschutz und eine angemessene Berücksichtigung von Kohlenstoffrisiken aufzunehmen. Anpassungen der nationalen treuhänderischen Pflichten können durch die Einbindung von Elementen aus dem BaFin MaRisk, dem Deutschen Corporate Governance-Index und dem EU-Aktionsplan vorgenommen werden. Eine strikte Auslegung und ehrgeizigere Umsetzung der nicht-finanziellen Berichterstattung auf EU-Ebene 2014/95/EU (CSR-RUG) würde zusätzliche Transparenz schaffen. Die gesetzlichen Haftungsregelungen im Falle eines Verstoßes gegen die Berücksichtigung von Klimarisiken in den treuhänderischen Pflichten sollten ausgeweitet werden.
- ▶ **Kohlenstoffrisiko-Scanning:**
Deutschland sollte sich Initiativen anschließen, die klimabezogene Szenarioanalysen und Stresstests insbesondere über die Europäische Zentralbank (EZB) (inklusive dem Europäischen Ausschuss für Systemrisiken (ESRB)) und über die europäische Bankenaufsichtsbehörde (EBA) untersuchen und diese aktiv vorantreiben. Diese Forderung steht in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der EU High Level Expert Group on Sustainable Finance (HLEG). Eine weitere Möglichkeit ist eine verstärkte Koordination mit der deutschen Regierungsbehörde BaFin und der KfW, um einen gemeinsamen Stresstest-Rahmen in Deutschland zu schaffen.
- ▶ **Finanzielle Offenlegung und Berichterstattung:**
Deutschland sollte eine internationale Arbeitsgruppe initiieren und auf konkrete Ergebnisse hinwirken, um die Konvergenz und breitere Annahme der Offenlegung innerhalb eines obligatorischen internationalen aufsichtsrechtlichen Rahmens zu fördern. Dieser sollte auf den Empfehlungen der TCFD, des Financial Stability Board (FSB), des EU-Aktionsplans (EU-AP, Aktion 9) oder des französischen Energiewendegesetzes (Art. 173) beruhen. Dies soll eine Vereinheitlichung der verschiedenen Ansätze und eine bessere Vergleichbarkeit sicherstellen. Die TCFD-

Empfehlungen und die Vorschläge der EU-Offenlegungsverordnung (EC, 2018/0179 (COD)) sollten als Hauptvorlagen dienen.

► **Taxonomien, Labels und Standards:**

Deutschland sollte die Entwicklung einer gemeinsamen Taxonomie auf EU-Ebene (EU-AP Aktion 1 & 2) in Zusammenarbeit mit Branchenführern in Bezug auf ESG-Bewertungen wie z. B. den UN Principles of Responsible Investment (PRI) vorantreiben. Zentral ist hier, durch die Verankerung von Paris-kompatiblen Transformationspfaden einen dynamischen, zukunftsgerichteten Ansatz zu entwickeln, der eine Entwicklung von ESG-kompatiblen Geschäftsmodellen und Produkten innerhalb der mit den Klimazielen vereinbarten Pfade ermöglicht. Die Erstellung von EU Taxonomie-Vorlagen sollte von Deutschland gemeinsam mit der Privatwirtschaft wie etwa der Deutschen Börse und ESG-Analysten begleitet und kommentiert werden.

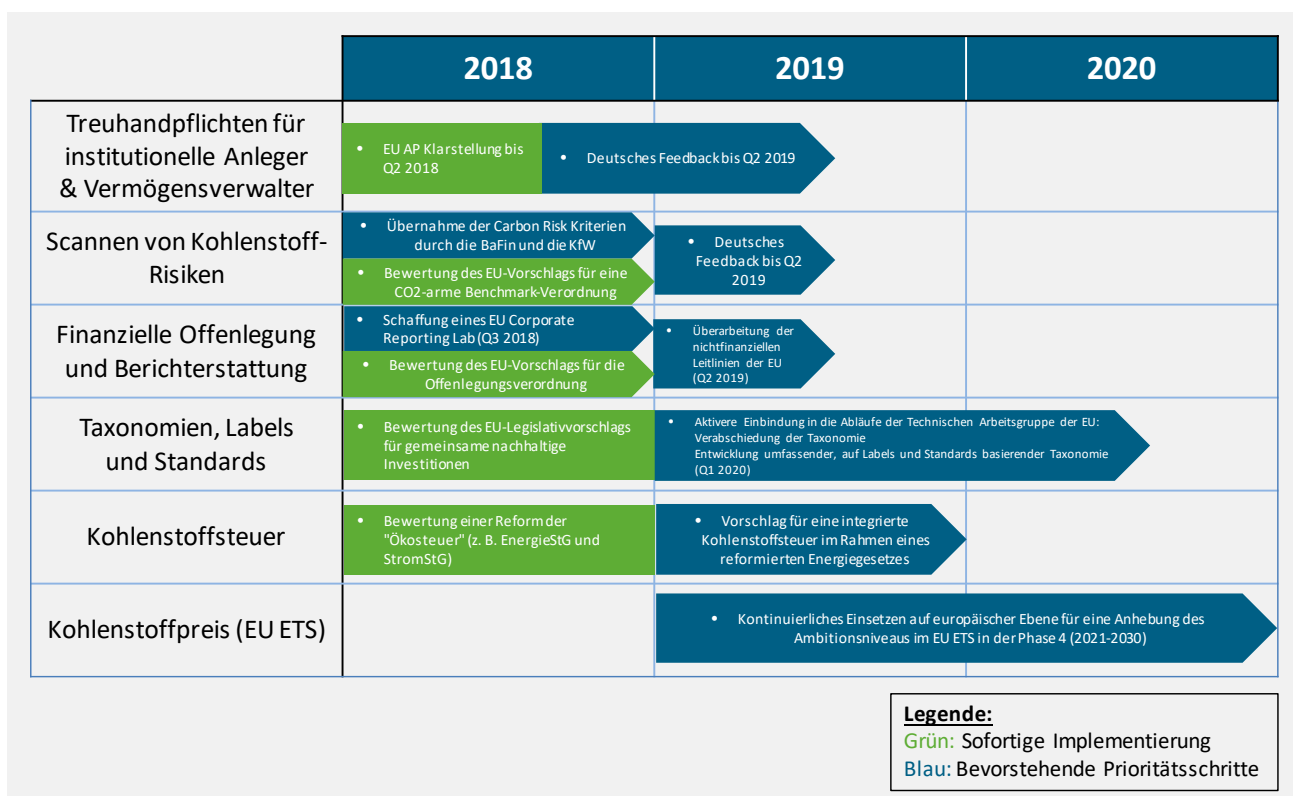
► **Kohlenstoffsteuer:**

Deutschland sollte die deutsche(n) „Öko-Steuer(n)“ in einem gemeinsamen Rahmenwerk bündeln, den Klimazielen anpassen und ausweiten, um eine Hebelwirkung auf den Finanzsektor zu entfalten und so die gleichen Resultate wie eine reine Kohlenstoffsteuer zu erzielen.

► **EU Emission Trading Scheme & Kohlenstoffpreis:**

Deutschland sollte seinen politischen Einfluss nutzen, um die europäischen Entscheidungsträger und Partner bei der Überarbeitung des EU ETS-Systems anzusprechen, und sich kontinuierlich auf europäischer Ebene für eine Anhebung des Ambitionsniveaus im EU ETS in der Phase 4 (2021-2030) einsetzen.

Abbildung 1-6: Empfohlene Zeitachse zur Umsetzung der Instrumente zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten



Quelle: Eigene Darstellung, Oxford University.

1 Einleitung

Das Pariser Übereinkommen von 2015, das von mehr als 170 Ländern unterzeichnet und ratifiziert wurde, sowie seine Verpflichtung, die Erderwärmung auf maximal 2 °C zu begrenzen, erfordern den Umbau der Volkswirtschaften der Welt. Vor diesem Hintergrund hat sich die Europäische Union in den letzten Jahren für den Aufbau eines Finanzsystems eingesetzt, das eine nachhaltige und mit dem Pariser Klimaabkommen im Einklang stehende Entwicklung unterstützt. Im Oktober 2015 hat die Europäische Kommission beispielsweise ihr Jahresarbeitsprogramm für 2016 eingereicht, in welchem darauf eingegangen wurde, bereits jetzt mit der Arbeit zur Sicherung der zukünftigen Europäischen Nachhaltigkeitsziele über das Jahr 2020 hinaus zu beginnen (Europäische Kommission 2015).

Wie bereits durch das IPCC (2014) und den Weltbankpräsidenten Jim Yong Kim (World Bank 2014b) hervorgehoben, steigen die Klimarisiken und damit auch das systemische Risiko von Anlagen in kohlenstoffintensive Sektoren zunehmend. Klimarisiken werden dabei in physische Risiken und Transitionsrisiken unterteilt. Während sich erstere beispielsweise auf Überschwemmungen, Dürren oder Stürme beziehen, umfassen Transitionsrisiken⁷ klimabedingte Risiken, die auf politische, rechtliche, technologische und ökonomische Veränderungen zurückgehen, wie zum Beispiel die Einführung oder Erhöhung eines CO₂-Preises. Eine Analyse der Green European Foundation hat ergeben, dass Banken, Versicherungen und Pensionsfonds in der EU unter einem kohlenstoffarmen Szenario mit kumulativen Verlusten von 350 bis 400 Mrd. Euro rechnen müssten (Weyzig et al. 2014).

Der Zusammenhang zwischen finanziellem Risiko und Kohlenstoffrisiken wurde nach einer Rede des Gouverneurs der Bank of England, Mark Carney, an die Versicherungswirtschaft (Carney, 2015) breiter diskutiert. Er nannte den Klimawandel die „Tragödie des Horizonts“, weil die meisten Risiken und Kosten jenseits von Konjunkturzyklen, politischen Zyklen und den Zyklen von Zentralbanken liegen. Er argumentierte auch, dass der Finanzsektor diese Risiken besser verstehen und einpreisen müsse, um eine reibungslose Dekarbonisierung zu gewährleisten (und somit diese Tragödie des Horizonts zu überwinden). Kurz darauf startete der Finanzstabilitätsrat der G20 eine *Task Force on Climate-related Financial Disclosure (TCFD)* unter der Leitung von Mark Carney und Michael Bloomberg, bestehend aus Branchenvertretern aus dem produzierenden und finanziellen Sektor sowie Think Tanks und Beratungsunternehmen. Darüber hinaus wurde unter der chinesischen G20-Präsidentschaft mit Unterstützung der Bank of England eine Green Finance Study Group (GFSG) ins Leben gerufen, die sich den Herausforderungen eines Übergangs hin zu einem klimafreundlichen Wirtschafts- und Finanzsystem stellen soll. Beide Initiativen haben zu einem breiteren Bewusstsein für das Thema und zur Entwicklung geeigneter Maßnahmen geführt. Der Abschlussbericht enthält Empfehlungen zur Offenlegung klimabezogener finanzieller Risiken (TCFD, 2017), aufgeteilt in vier Themen: Governance, Strategie, Risikomanagement sowie Metriken und Ziele.

Vor diesem Hintergrund gibt es nun ein gestiegenes Interesse daran, die strategische Rolle von politischen Maßnahmen und Regularien für den Finanzmarkt besser zu verstehen, um ein nachhaltiges Europäisches Finanzsystem aufzubauen, welches die Wende hin zu einer prosperierenden kohlenstoffarmen Wirtschaft in der EU unterstützt.

Auf EU-Ebene verdeutlichen die Empfehlungen der High Level Expert Group on Sustainable Finance (HLEG) vom Januar 2018 (EU HLEG, 2018) und der Action Plan on Financing Sustainable Growth (EU-AP) vom März 2018 (EU-AP, 2018) diese wesentlichen Anstrengungen der Europäischen Kommission.

⁷ Transitionsrisiken sind der Literatur gemäß UNEP-FI auch unter dem Namen Kohlenstoffrisiken bekannt.

Deutschland hat weltweit eine der ambitioniertesten nationalen Veränderungen hin zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft begonnen: die sogenannte „Energiewende“. Die Energiewende hat beispielsweise zum Ziel bis 2020 35 %, bis 2025 40 – 45 %, bis 2035 55 – 60 % und bis 2050 80 % des Bruttostromverbrauchs auf erneuerbare Energien umzustellen (European Climate Foundation 2016). Außerdem hat Deutschland nach der Nuklearkatastrophe in Fukushima 2011 beschlossen, aus der Atomenergie auszusteigen und sich weltweit als führende Nation im Bereich der erneuerbaren Energien und der Transition hinzu einer Grünen Wirtschaft zu etablieren (Schäfer 2017). Im November 2016 hat die deutsche Bundesregierung zudem den Klimaschutzplan 2050 als deutsche Langfriststrategie zur Umsetzung des Pariser Übereinkommens verabschiedet. Der Klimaschutzplan enthält sektorenspezifische Minderungsziele (2030) für alle treibhausgasemittierenden Sektoren (Energie, Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft) gemäß dem Quellprinzip, also der Zuordnung der Emissionen zu ihrem Entstehungsort.

Da der Finanzsektor selber keine Treibhausgase emittiert, hat er kein spezifisches Minderungsziel. Als Querschnittsbereich ist er jedoch für die Minderung der Emissionen in allen Sektoren von großer Bedeutung und trägt eine maßgebliche Verantwortung darüber, welche Vermögenswerte zukünftig relevant sein werden. Neben den physischen Klimarisiken, welche für die Versicherungsbranche von Relevanz sind, haben insbesondere Transitionsrisiken das Potenzial, den Finanzsektor mit erheblichen Marktverwerfungen (z. B. abrupter Kohleausstieg) und damit Abschreibungen zu konfrontieren. Transitionsrisiken können sich direkt auf den Finanzmarkt auswirken (Erstrundeneffekte) oder indirekt über Investitionen von Finanzmarktakteuren in betroffene Finanzanlagen oder andere Finanzakteure (Zweitrundeneffekte). Eine Studie der South Pole Group (2016), welche die Transitionsrisiken für börsennotierte Aktienbeteiligungen im deutschen Finanzmarkt untersuchte, stellte zum Beispiel fest, dass sich die maximalen Verluste auf 262 bis 600 Mrd. Euro belaufen könnten (2 – 5 % des Finanzmarkts). Diese vom Bundesfinanzministerium in Auftrag gegebene Studie kam zum Schluss, dass kurz- bis mittelfristig – in einem Zeitraum bis 2030 – die physischen Auswirkungen des Klimawandels eine äußerst geringe Gefahr für die Finanzmarktstabilität in Deutschland bergen. Der Bericht hebt hervor, dass spezifische Sektoren, wie etwa die Kohle-/Öl- und Gasindustrien wie auch der Transportsektor höheren Risiken ausgesetzt sind (South Pole, 2016). Im Zusammenspiel mit anderen Risiken wie der unerwarteten Einführung von höheren CO₂-Preisen könnte dies gegebenenfalls auch zu einer Destabilisierung des Finanzmarkts führen. Die Gefahr einer sogenannten „Kohlenstoffblase“ bzw. „Carbon Bubble“ am Kapitalmarkt, also einer Überbewertung von Firmen, die von fossilen Brennstoffen abhängig sind, wie zum Beispiel die fossile Energiewirtschaft oder treibhausgasintensive Industrien, ist daher zunehmend von Bedeutung.

Vor diesem Hintergrund ist kurz- bis mittelfristig eine strategische Neuorientierung Deutschlands notwendig, um die deutsche Wirtschaft auf zukünftige Transitionsrisiken vorzubereiten und das "Stranden" von Vermögenswerten zu vermeiden (Greenpeace 2014, ESRB 2016). Die Möglichkeit, neue klimabedingte Risiken und Chancen adäquat einschätzen zu können, ist der Schlüssel, um Verluste zu vermeiden und Kapital effizient in verschiedene Verwendungen zu leiten.

Aus diesem Anlass hat die deutsche Regierung während ihrer G20-Präsidentschaft durch das Umweltbundesamt (UBA) ein Konsortium bestehend aus Navigant - A Guidehouse Company, der Oxford Universität (Smith School of Enterprise and the Environment), Triple A Risk Finance, Global Climate Forum, Universität Zürich (Finexus), Germanwatch und Allianz Climate Solutions damit beauftragt, die von einer solchen „Carbon Bubble“ ausgehenden Risiken für das deutsche Finanzsystem zu untersuchen und zu bewerten. Die Studie konzentriert sich dabei ausschließlich auf Transitions- bzw. Kohlenstoffrisiken. Ziel war (1) die CO₂-Risiken in der deutschen Wirtschaft zu bewerten, (2) einen Carbon-Stresstest Tool für deutsche Finanzinstitute zu entwickeln und (3) Empfehlungen für regulatorische Instrumente zur Integration von Kohlenstoffrisiken in den Finanzmärkten in Deutschland abzugeben.

Die vorliegende Studie ist das Ergebnis dieses Projekts. Es besteht aus vier Arbeitspaketen (WP abkürzt für English Work Package), die den drei oben genannten Zielen folgen:

- ▶ WP1: Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft
- ▶ WP2: Carbon-Stresstest für Finanzinstitute (Klimarisikoscanner)
- ▶ WP3: Integrierung von Kohlenstoffrisiken in Finanzmärkte

In Kapitel 2 (WP1) hat Navigant - A Guidehouse Company für das UBA ein sogenanntes Operator Carbon Risk Tool entwickelt, das es ermöglichen soll, die Risiken finanzieller Verluste für Branchen auf Basis von Szenarien zu bewerten, die für die deutsche Wirtschaft von zentraler Bedeutung sind. Das Tool schätzt die finanziellen Auswirkungen der Entwicklung von CO₂-Preisen und Emissionsobergrenzen, der zukünftigen Energienachfrage oder des erwarteten Produktionsoutputs unter dem 2 °C und 1,5 °C Klimaszenario der IEA ab. Abhängig von der Anpassungsfähigkeit eines Sektors werden die Kohlenstoffrisiken auf Sektorebene berechnet und in Stranded Asset Indikatoren übersetzt: so schätzt der Indikator Gewinnentwicklung beispielsweise die Entwicklung von Gewinnen für 2015 im Vergleich zu 2030 ab.

In Kapitel 3 (WP2) entwickelten das Global Climate Forum (GCF), die Triple A Risk Insurance, die Universität Zürich, Germanwatch und Allianz Climate Solutions den Klimarisikoscanner, welcher das Operator Carbon Risk Tool mit möglichen finanziellen Auswirkungen für den Finanzsektor verknüpft. Der Klimarisikoscanner überträgt die Unternehmensrisiken der Branchenebenen in finanzielle Risiken auf Portfolioebene. Der Zweck dieses Tools besteht darin, mehr Bewusstsein für klimabedingte Risiken bei Finanzinstituten zu schaffen. In diesem Projekt wird der Carbon-Stresstest für ausgewählte Branchen und Anlageklassen bereitgestellt. Zudem wird der entwickelte Klimarisikoscanner in diesem Kapitel auch mit Tools anderer Organisationen verglichen.

In Kapitel 4 (WP3) hat die Universität Oxford bestehende Instrumente, die von Regulatoren eingesetzt werden, um Kohlenstoffrisiken in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten zu integrieren, überprüft und bewertet. Es werden Vorteile und Nutzen dieser Instrumente skizziert. Darüber hinaus werden Empfehlungen zur Verbesserung der aktuellen Integration dieser Risiken gegeben. Die Bewertung konzentriert sich auf den Fall Deutschland.

2 Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft

Um die Risiken, die durch den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft verursacht werden, besser zu verstehen, wird im Folgenden eine Identifizierung und Bewertung von Kohlenstoffrisiken und ihrer Auswirkungen für eine große Anzahl an Sektoren in Deutschland vorgenommen. Das folgende Kapitel wird zuerst die wichtigsten Sektoren für die Beurteilung von Kohlenstoffrisiken bestimmen. Als zweites wird die Methodik zur Bewertung der Kohlenstoffrisiken in der deutschen Wirtschaft erläutert. Im dritten Schritt werden die Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in DE unter dem Klimaszenario der IEA vorgestellt und analysiert. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse der Untersuchung der Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren dieser finanziellen Transformationspfade in der deutschen Wirtschaft ab.

2.1 Auswahl der Sektoren

Untersucht wurden Sektoren, die eine hohe Relevanz für die deutsche Wirtschaft aufweisen und voraussichtlich am stärksten von Kohlenstoffrisiken betroffen sein werden.

Daher führten die Autoren eine Vorauswahl deutscher Sektoren durch, welche auf drei Kriterien basierte: Bruttowertschöpfungsbeitrag, Emissionen und Profitmarge.

- ▶ **Bruttowertschöpfungsbeitrag (in Mio. Euro):** Falls ein Sektor stark zu Deutschlands Gesamtbruttowertschöpfung beiträgt, ist er relevanter für die deutsche Wirtschaft als wenn sein Wertschöpfungsbeitrag niedrig wäre.

- ▶ **Scope 1 und Scope 2 Emissionen (kt CO₂e⁸)⁹:** Falls ein Sektor hohe Scope-1- und Scope-2-Emissionen aufweist, ist er anfälliger für Kohlenstoffrisiken, wie zum Beispiel steigende CO₂-Preise, als ein Sektor mit geringeren Emissionen.
- ▶ **Profitmarge (%)**: Falls ein Sektor eine geringe Profitmarge aufweist, ist seine Kapazität geringer, höhere Produktionskosten zu bewältigen, die durch Kohlenstoffrisiken wie steigende CO₂-Preise verursacht werden.

Der Bruttowertschöpfungsbeitrag hilft daher die Relevanz des einzelnen Sektors für die deutsche Wirtschaft zu bestimmen, während die Kriterien Emissionen und Profitmarge den Grad der potenziellen Anfälligkeit gegenüber Kohlenstoffrisiken erfassen. Abbildung 2-1 zeigt das Ergebnis dieser sektoralen Analyse. Für jeden deutschen Sektor (NACE 2 Level¹⁰) sind der Bruttowertschöpfungsbeitrag, die Scope 1 und Scope 2 Emissionen und die Profitmarge (ausgedrückt durch die Kreisgröße) aufgeführt. In Zusammenarbeit mit dem UBA klassifizierten die Autoren die rot hervorgehobenen Sektoren in Abbildung 2-1 als hochrelevant für die deutsche Wirtschaft und/oder stark anfällig für Kohlenstoffrisiken. Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, dass der Strom- und Gasversorgungssektor zwar als hochrelevant eingestuft wird, aber in Abbildung 2-1 nicht enthalten ist, da dieser Sektor die Abbildung aufgrund seiner hohen Emissionen unlesbar machen würde. Die gelb hervorgehobenen Sektoren in Abbildung 2-1 sind spezielle Fälle, welche relevant erscheinen, aber nicht weiter im Rahmen dieser Studie untersucht werden, wegen folgender Gründe:

- ▶ Die Sektoren Einzel¹¹- und Großhandel¹² (ohne Fahrzeuge und Motorräder) erscheinen relevant bezüglich ihrer Bruttowertschöpfungsbeiträge und Emissionen. Da jedoch statistische Daten bezüglich dieser Sektoren nur begrenzt verfügbar sind und beide Sektoren mehrheitlich (durch Stromverbrauch entstehende und daher leichter zu reduzierende) Scope-2-Emissionen aufweisen, werden diese beiden Sektoren von einer weiteren Analyse ausgeschlossen.
- ▶ Der Sektor Abfall und Abwasser¹³ wird ebenfalls nicht näher untersucht, da auch hier die Verfügbarkeit statistischer Daten zu gering ist, als dass aussagekräftige Ergebnisse gewonnen werden könnten.
- ▶ Der Kunststoffsektor¹⁴ wurde von einer weiteren Untersuchung ausgeschlossen, da dieser Sektor bereits tiefergehend im Rahmen einer Komplementärstudie von WWF Deutschland, Stiftung 2 Grad und The CO-Firm (gefördert durch BMU) untersucht worden ist¹⁵.

⁸ CO₂-Äquivalente (CO₂-e) sind eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase.

⁹ Scope 1 Emissionen sind direkte Emissionen, die durch die Aktivität des Sektors (Prozessemissionen, Verbrennung fossiler Brennstoffe) verursacht werden. Scope 2 Emissionen sind indirekte Emissionen, die durch den Strom- und Wärmeenergieverbrauch des Sektors verursacht werden.

¹⁰ Die Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (französisch Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne), meist nur als NACE bezeichnet, ist ein System zur Klassifizierung von Wirtschaftszweigen, das von Seiten der Europäischen Union, auf Basis der ISIC (International Standard Industrial Classification of all Economic Activities) der Vereinten Nationen, entworfen wurde. Ihr entspricht auch die Schweizerische Nomenclature Générale des Activités économiques (NOGA). Mit NACE2 werden die „Abteilungen“ gemeint, welche zweistellige Nummerncodes aufweisen.

¹¹ Englischer Name für den Einzelhandel in Abbildung 2-1 ist „Retail trade“

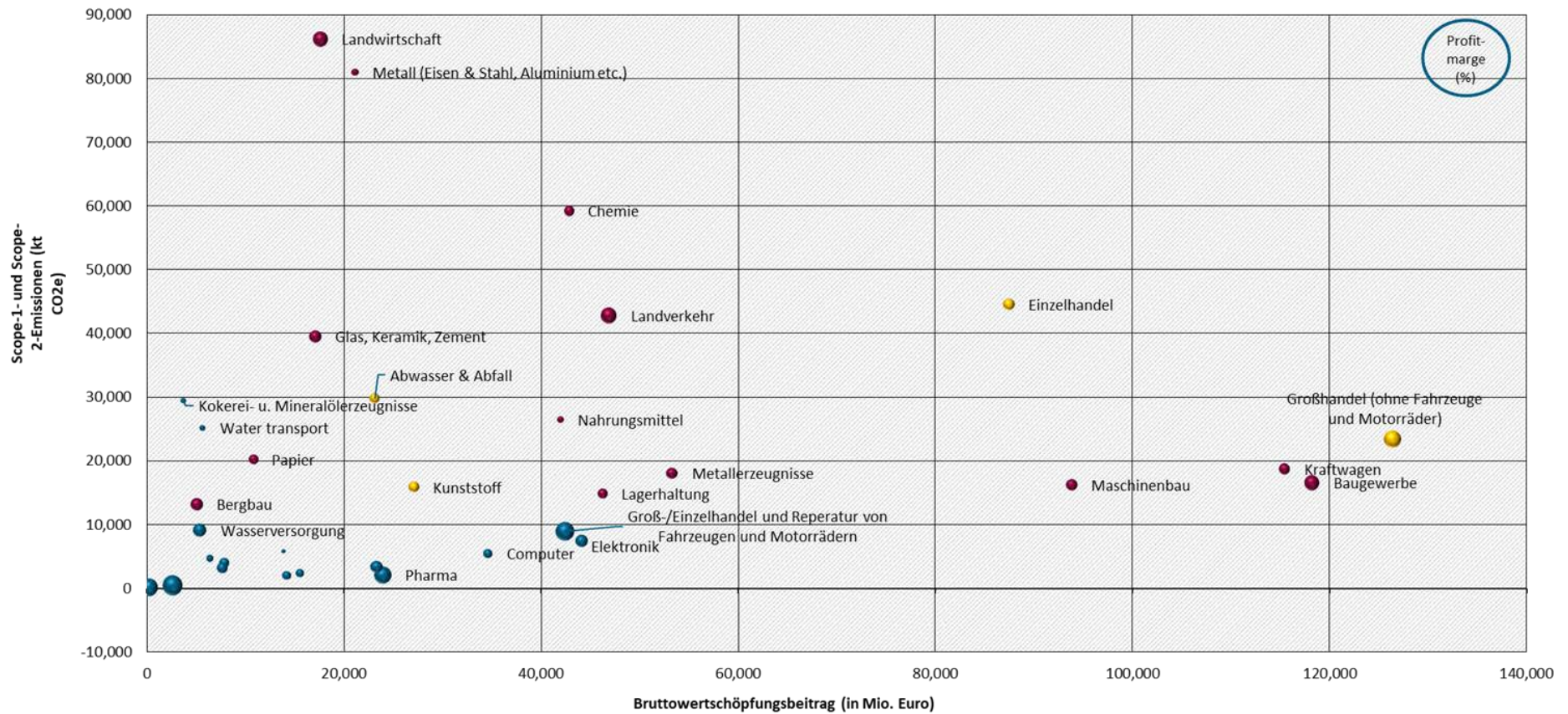
¹² Englischer Name für den Großhandel in Abbildung 2-1 ist „Whole sale trade (except vehicles and motorcycles)“

¹³ Englischer Name für den Abfallsektor in Abbildung 2-1 ist „Waste“.

¹⁴ Englischer Name für den Kunststoffsektor in Abbildung 2-1 ist „Plastics“.

¹⁵ Siehe: https://www.2gradwirtschaft.de/wp-content/uploads/2018/09/Studie_Der-Weg-in-die-unter-2-Grad-Wirtschaft.pdf

Abbildung 2-1: Deutsche Sektoren von relevanter Bedeutung für die Wirtschaft mit vermutlich größter Anfälligkeit gegenüber Kohlenstoffrisiken



Hinweis: Der Strom- und Gasversorgungssektor weist ebenfalls eine hohe Relevanz auf, ist aber hier nicht aufgeführt, um die Graphik lesbar zu halten. Die Scope 1 und Scope 2 Emissionen belaufen sich auf ~403.000 kt, während der Bruttowertschöpfungsbeitrag bei ~47.000 Mio. Euro liegt.

Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

Basierend auf den oben aufgeführten Ergebnissen wurden 23 Sektoren für eine tiefergehende Analyse der Kohlenstoffrisiken ausgewählt. Tabelle 2-1 zeigt jeden dieser Sektoren mit seinem dazugehörigen NACE-Code sowie NACE-Namen, da statistische Datenbanken (Eurostat, DESTATIS) auf diese NACE-Klassifizierung zurückgreifen. Für zwei Sektoren - Herstellung von Roheisen und -stahl und Ferrolegierungen (NACE 2410) sowie Stromerzeugung, -transport und -verteilung (NACE 3510) – entschieden die Autoren jeweils zwei getrennte Subsektoren zu entwickeln, für welche keine individuellen NACE-Codes existieren.

Die Herstellung von Roheisen und -stahl und Ferrolegierungen (NACE 2410) kann in zwei verschiedene Produktionsrouten für Eisen und Stahl unterteilt werden: die Produktionsroute *Blast Furnace (BF)/Basic Oxygen Furnace (BOF)* sowie die Produktionsroute *Electric Arc Furnace (EAF)*. Die Unterteilung wird vorgenommen, da die letztere Route über Verwendung von erneuerbarem Strom einfacher zu dekarbonisieren ist als die BF/BOF-Route, deren Emissionen im Wesentlichen nur zu einem bestimmten Grad durch beispielsweise die Nutzung von Wasserstoff, Carbon Capture and Usage bzw. Carbon Capture and Storage reduziert werden können. Folglich unterscheiden sich die Kohlenstoffrisiken zwischen beiden Produktionsrouten, was bedeutet, dass eine Analyse des aggregierten Sektors (Herstellung von Roheisen und -stahl sowie Ferrolegierungen, NACE 2410) weniger aussagekräftig gewesen wäre.

Der Sektor Stromerzeugung, -transport und -verteilung (NACE 3510) wird unterteilt in nicht-erneuerbare Stromerzeugung, -transport und -verteilung und erneuerbare Stromerzeugung, -transport und -verteilung aufgrund sehr ähnlicher Gründe. Während die nicht-erneuerbare Stromerzeugung mit sehr hohen Kohlenstoffrisiken rechnen muss, wird die erneuerbare Stromerzeugung von der anhaltenden Dekarbonisierung des Stromsystems profitieren.

Tabelle 2-1: Sektoren, die für eine tiefergehende Analyse ihrer Kohlenstoffrisiken ausgewählt wurden

#	Sektor Code (gemäß NACE)	Sektorennamen (gemäß NACE)	Sektorennamen Kürzel
1	0140	Tierhaltung	Tierhaltung
2	0500	Kohlenbergbau	Kohle
3	1000-1200	Herstellung von Nahrungsmitteln, Getränkeherstellung, Tabakverarbeitung	Getränke & Tabak
4	1000	Herstellung von Nahrungsmitteln	Nahrungsmittel
5	1050	Milchverarbeitung	Milchverarbeitung
6	1700	Herstellung von Papier, Pappe und Waren	Zellstoff & Papier
7	2000	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	Chemie
8	2310	Herstellung von Glas- und Glaswaren	Glas
9	2350	Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips	Zement & Kalk
10	2400	Metallerzeugung und -bearbeitung	Metallerzeugung
11	2410 BF/BOF	BF/BOF Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	BF/BOF Eisen & Stahl
12	2410 EAF	EAF Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	EAF Eisen & Stahl
13	2440	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	Nichteisenmetalle
14	2442	Erzeugung und erste Bearbeitung von Aluminium	Aluminium
15	2450	Gießereien	Metallgießerei
16	2800	Maschinenbau	Maschinenbau

#	Sektor Code (gemäß NACE)	Sektorename (gemäß NACE)	Sektorename Kürzel
17	2900	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	Kraftwagen
18	3510 Non-RES	Nicht-erneuerbare Elektrizitätsversorgung	Nicht-erneuerbarer Strom
19	3510 RES	Erneuerbare Elektrizitätsversorgung	Erneuerbarer Strom
20	F	Baugewerbe	Bausektor
21	4900	Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen	Landverkehr
22	4940	Güterbeförderung im Straßenverkehr, Umzugstransporte	Straßengüterverkehr
23	5200	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	Lagerwesen

Hinweis: Zwei Sektoren - Herstellung von Roheisen und -stahl und Ferrolegierungen (NACE 2410) sowie Stromerzeugung, -transport und -verteilung (NACE 3510) – sind unterteilt in jeweils zwei Subsektoren, die über keine individuellen NACE-Codes verfügen.

2.2 Beschreibung der Methodik

Die Methodik zur Ermittlung des Einflusses von Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance von Wirtschaftssektoren aufgrund der Materialisierung von Kohlenstoffrisiken – auch als Operator Carbon Risk bezeichnet -, kann am einfachsten in drei Schritten konzeptionell erläutert werden (siehe Abbildung 2-2).

In einem ersten Schritt werden für jeden Sektor Kohlenstoffrisiken anhand von Transformationspfaden basierend auf dem 2 °C (2DS¹⁶) bzw. 1,5 °C (B2DS¹⁷) Klimaszenario der IEA identifiziert. Beispiele für solche Risiken können etwa steigende CO₂-Preise, ein steiler Emissionsreduktionspfad, eine Verminderung des Energieverbrauchs oder ein Schrumpfen des Outputs sein. Die im Rahmen dieser Studie vorgestellten Kohlenstoffrisiken hängen von den angenommenen Klimaszenarien ab.

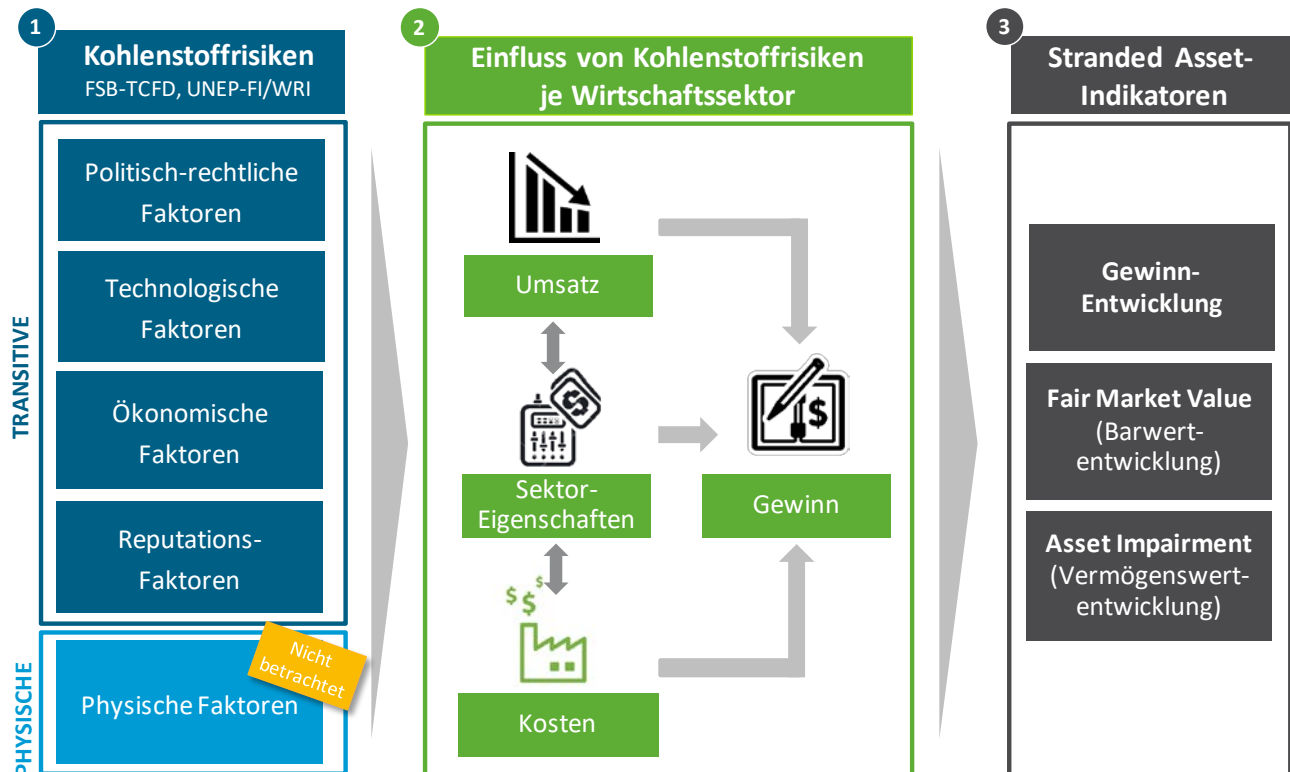
In einem zweiten Schritt wird der Einfluss der obigen Kohlenstoffrisiken des 2 °C und 1,5 °C Klimaszenarios auf die finanzielle Performance von Wirtschaftssektoren untersucht. Der Einfluss wird durch die Entwicklung zweier Variabler, Einnahmen und Kosten, bestimmt. Beide Größen hängen von bestimmten sektorenspezifischen Charakteristiken ab (siehe Kapitel 2.2.2). Die Differenz der Gewinne (Einnahmen minus Kosten) zwischen der Gegenwart und der zukünftigen dekarbonisierten Welt (d. h. vor dem Hintergrund des Klimaszenarios) repräsentieren das Operator Carbon Risk.

In einem dritten Schritt wird der Einfluss von Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance dann durch drei Kennzahlen, sogenannten *Stranded Asset Indikatoren*, ausgedrückt: Gewinnentwicklung, Fair Market Value Entwicklung (Gewinnbarwert-Entwicklung) und Asset Impairment (Vermögenswertentwicklung). Die Entwicklung dieser Indikatoren wird in Kapitel 2.2.3 erläutert.

¹⁶ Beyond 2 °C Scenario (B2DS)

¹⁷ 2 °C Scenario (2DS)

Abbildung 2-2: Methodischer Ansatz zur Ermittlung des Einflusses von Kohlenstoffrisiken auf die finanzielle Performance von Wirtschaftssektoren



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

2.2.1 Schritt 1: Kohlenstoffrisiken unter den Klimaszenarien der IEA

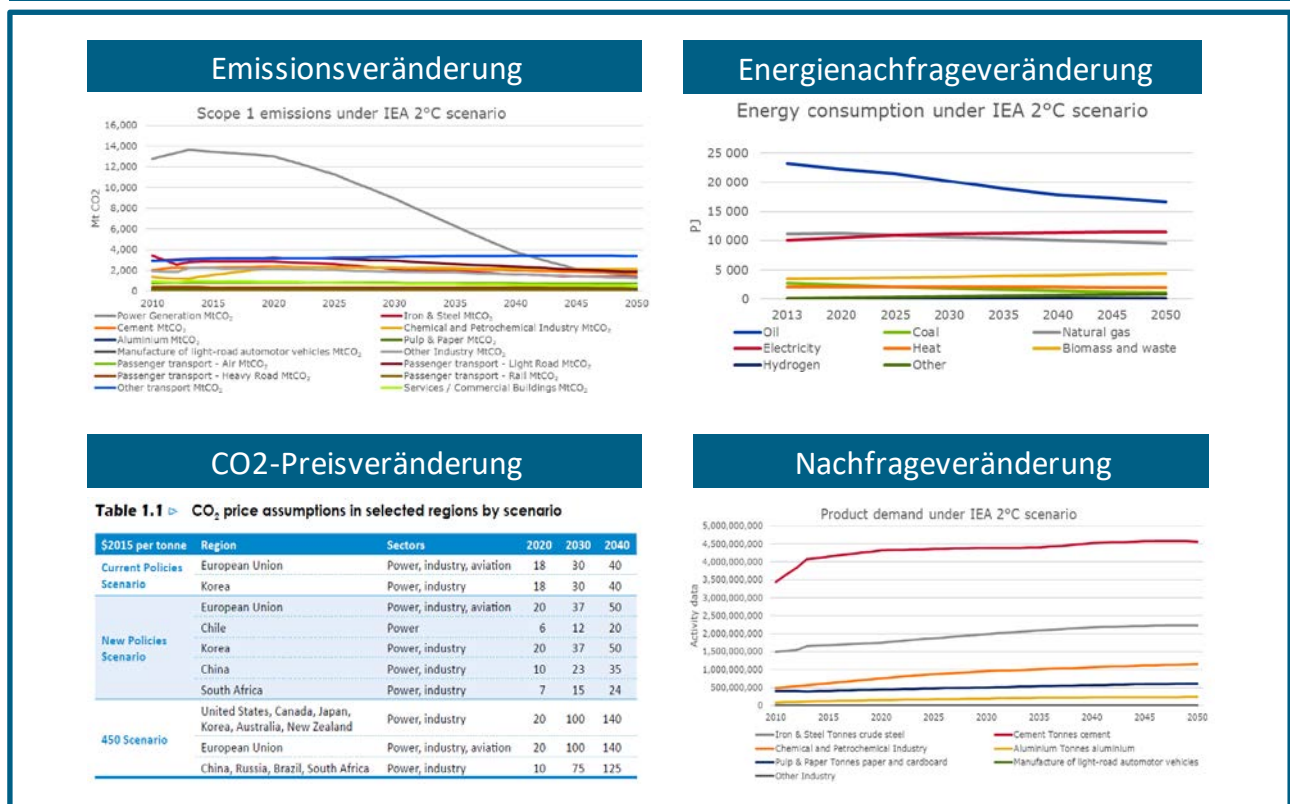
Das 2 °C (2DS) und das 1,5 °C (B2DS) Klimaszenario der IEA dienen als zentrale, zugrundeliegende Szenarien zur Berechnung des Operator Carbon Risks. Diese wurden gewählt, da die Szenarien sowohl deckungsgleich mit internationalen Klimaabkommen und -vereinbarungen sind, sowie zu den meist-akzeptierten und meistverwendeten Szenarien wissenschaftlicher und nichtwissenschaftlicher Kreise gehört. Es basiert auf den sogenannten *Energy Technology Perspectives (ETP) Assessments* der IEA. Innerhalb der Klimaszenarien analysiert die IEA, inwiefern saubere Energietechnologien und -strategien (z. B. CO₂-Preise, Energieverbrauch) entwickelt werden müssen, um den globalen Temperaturanstieg auf 2 °C zu begrenzen. Eine detailliertere Erklärung der genauen Funktionsweise des IEA-ETP-Modells und der zugrundeliegenden Annahmen wird in Annex 6.3 zur Verfügung gestellt.

Das ETP Assessment der IEA bietet verlässliche Aussagen darüber, wie sich ökonomische sowie energie- und umweltbezogene Parameter vom heutigen Zeitpunkt bis zum Jahr 2030 entwickeln (unter der Prämisse, dass der globale Temperaturanstieg 2 °C bzw. 1,5 °C nicht überschreitet). Die zentralen Parameter sind laut IEA:

1. CO₂-Emissionen
2. CO₂-Preise
3. Energienachfrage
4. Produktionsoutput

Die Entwicklungen dieser Parameter bestimmen den Transformationspfad hinzu einer dekarbonisierten Wirtschaft und damit das Kohlenstoffrisiko eines Sektors, welches schließlich den Grad des Operator Carbon Risks innerhalb der deutschen Wirtschaftssektoren beeinflusst und sind daher zentrale Input-Faktoren für die Berechnung der Operator Carbon Risks.

Abbildung 2-3: Transformationspfade unter den IEA Klimaszenarien als zentrale Input-Faktoren für die Berechnung des Operator Carbon Risk



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

Abbildung 2-3 zeigt beispielhaft am 2 °C Klimaszenario der IEA, inwiefern sich sektorale Treibhausgasemissionen, CO₂-Preise und sektoraler Output entwickeln werden. Im Szenario werden Treibhausgasemissionen über die Sektoren hinweg reduziert, was bedeutet, dass in den Sektoren die Anstrengungen und damit Kosten für die Vermeidung dieser Emissionen ansteigen. Gleichzeitig steigen die CO₂-Preise an, was bedeutet, dass die Sektoren ebenfalls ansteigende Kosten für ihre verbliebenen (d. h. nicht vermiedenen) Treibhausgasemissionen haben werden. Sektoren, die Energie erzeugen, wie etwa der Kohlektor, werden aufgrund einer abnehmenden Energienachfrage verminderte Einnahmen aufweisen. Veränderungen des Produktionsoutputs, wie etwa von Stahl - hergestellt über die Produktionsroute Blast Furnace (BF)/Basic Oxygen Furnace (BOF) – werden auch die Einnahmen der verschiedenen Sektoren beeinflussen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Transformationspfade unter den IEA Szenarien maßgeblich für die Entwicklung der finanziellen Größen in den Sektoren sind.

2.2.2 Schritt 2: Vom Szenario zum Operator Carbon Risk

Die Höhe des Operator Carbon Risk eines Sektors hängt stark von der Anpassungsfähigkeit des Sektors ab, der durch sogenannte sektorenspezifische Merkmale beschrieben wird. Diese sektorenspezifischen Merkmale können die Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf die Einnahmen oder Kosten eines Sektors direkt mildern oder verschärfen und sind daher von besonderer Bedeutung. Folgende sektorenspezifischen Merkmale wurden für jeden betrachteten Sektor definiert:

- ▶ **Gefährdete Einnahmen (Abhängigkeit von Kohle-, Erdöl- & Erdgasindustrie):** Dieses sektorenspezifische Merkmal gibt an, wieviel Prozent der erfassten Einnahmen eines Sektors aus Sektoren mit einem sehr hohen Kohlenstoffrisiko erwirtschaftet werden. Diese wurden definiert als die Sektoren, die fossile Brennstoffe extrahieren, also der Kohle-, Öl- und Gas-Sektor.

Wenn beispielsweise der chemische Sektor 10 % seiner Einnahmen aus diesen Sektoren erwirtschaftet, sind 10 % der Einnahmen des Chemiesektors gefährdet und werden vermutlich verlorengehen oder zumindest abnehmen¹⁸.

► **Eigene Pass-Through Ability (Fähigkeit zur Weitergabe von Emissionskosten „downstream“)**

Dieses sektorenspezifische Merkmal gibt an, wieviel Prozent der Scope-1-Emissionskosten¹⁹ eines beobachteten Sektors wahrscheinlich an nachgelagerte Sektoren weitergegeben werden können. Wir verwenden den derzeitigen Anteil der kostenlosen EU ETS-Zertifikate eines Sektors für die näherungsweise Bestimmung dieses Wertes. Vereinfachend wird daher folgende Annahme getroffen: Wenn der Stahlsektor z. B. 80 % der Emissionszertifikate kostenlos erhalten würde, wäre er nur in der Lage, 20 % (100 %-80 %) seiner Emissionskosten weiterzugeben. Dies unterstellt, dass die Unternehmen einerseits nicht nach dem Opportunitätskostenprinzip handeln, also nur solche Kosten weitergeben, denen eine tatsächliche monetäre Belastung zugrunde liegt. Andererseits wird davon ausgegangen, dass die Unternehmen diese monetäre Belastung vollständig über den Endkundenpreis überwälzen können. Beide Annahmen dürften für die realen Marktgegebenheiten nicht vollumfänglich zutreffen. Eine Studie im Auftrag der Europäischen Kommission für die erste bis dritte Handelsperiode weist hier nahezu durchgängig abweichende pass-through-rates aus^{20, 21}

► **Pass-Through Ability von Zulieferern (Fähigkeit von Zulieferern zur Weitergabe von Emissionskosten):**

Dieses sektorenspezifische Merkmal gibt an, wieviel Prozent der Scope-2-Emissionskosten und der vorgelagerten Scope-3-Emissionskosten²² in den betrachteten Sektor übertragen werden könnten. Dieses Merkmal ist abhängig von den Einkaufsvolumina des Sektors aus vorgelagerten Sektoren (Inputs) sowie der Kohlenstoffintensität der vorgelagerten Sektoren und ihrer Pass-Through Ability. Nehmen wir hierzu nun beispielsweise an, dass die gesamten Scope-3-Emissionen des Bausektors zu 80 % im Zementsektor verursacht werden. Wenn der Zementsektor nun 10 % seiner Emissionskosten an den Bausektor weiterreichen kann, dann werden 8 % (=10 % x 80 %) der gesamten Scope-3-Emissionen des Bausektors mit Kosten verbunden sein.

► **Abatement Capability (Fähigkeit zur Emissionsvermeidung):**

Dieses sektorenspezifische Merkmal gibt die Fähigkeit an, die Kohlenstoffemissionen zu Kosten pro Tonne CO₂ zu senken, die niedriger als der Kohlenstoffpreis pro Tonne sind. Dadurch lassen sich die anfallenden Vermeidungskosten je Sektor ermitteln. Mathematisch wird die Abatement Capability in % ausgedrückt und berechnet als der Anteil der Kosteneinsparungen durch Einführung von Emissionsminderungsmaßnahmen (bspw. resultierende Energiekosteneinsparungen) an den maximal zu zahlenden Emissionsminderungskosten. Diese maximal zu zahlenden Emissionsminderungskosten sind fiktive Kohlenstoffkosten („fictive carbon costs“), die zu zahlen wären, wenn anstelle der Emissionsminderungsmaßnahmen einfach CO₂-Zertifikate zugekauft werden würden. Sie ergeben sich daher aus dem Produkt aus Emissionsminderungsvolumen und dem CO₂-

¹⁸ Es ist zu beachten, dass bei den letztgenannten Berechnungen davon ausgegangen wird, dass alle Einnahmen aus fossilen Brennstoffen extrahierenden Sektoren bis 2030 verlorengehen (d. H. auf 0 gesetzt werden), um die maximale Menge gefährdeter Einnahmen des jeweiligen beobachteten Sektors zu ermitteln.

¹⁹ Scope 1 Emissionen sind direkte Emissionen, die durch die Aktivität des Sektors (Prozessemissionen, Verbrennung fossiler Brennstoffe) verursacht werden.

²⁰ CE Delft und Öko-Institut (2015) im Auftrag der Eur. Kommission:

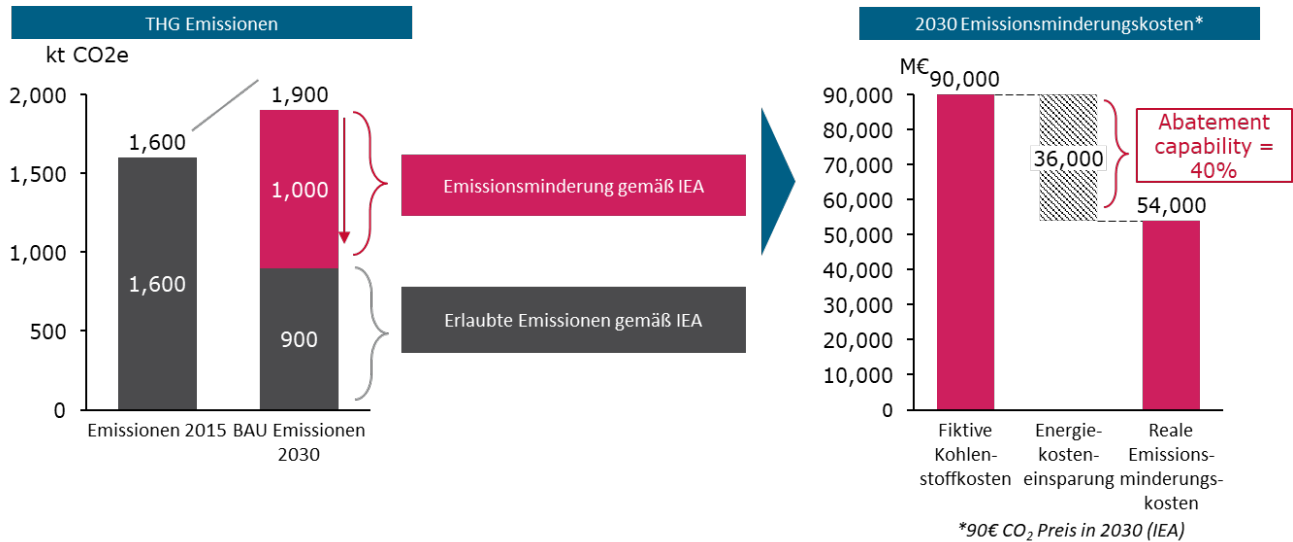
<https://www.cedelft.eu/en/publications/1690/ex-post-investigation-of-cost-pass-through-in-the-eu-ets>

²¹ Aus ökonomischer Sicht könnte man auch die Preiselastizität der Nachfrage zur Abschätzung der Fähigkeit zur Weitergabe von Emissionskosten „downstream“ der jeweiligen Sektoren nutzen. Da diese allerdings weder für alle Sektoren noch für die Zukunft (2030) verfügbar sind, haben wir uns entschlossen, auf die von Navigant prognostizierten Carbon Leakage Risk für das Jahr 2030 zurückzugreifen. Diese Daten basieren auf einer internen Untersuchung von Navigant.

²² Scope-2-Emissionen sind indirekte Emissionen, die durch den Strom- und Wärmeenergieverbrauch des Sektors verursacht werden. Scope-3-Emissionen sind indirekte Emissionen, die durch Aktivitäten anderer Sektoren verursacht werden (Kauf von Waren und Dienstleistungen, Geschäftsreisen usw.).

Preis (siehe Abbildung 2-4). Wenn der Wert der Abatement Capability beispielsweise 40 % beträgt, bedeutet dies, dass die Kosten des Sektors zur Emissionsminderung um 40 % niedriger sind als die fiktiven Kohlenstoffkosten. Wenn aber etwa die Kosteneinsparungen höher sind als die Minderungskosten (der Wert der Abatement Capability ist >100 %), spart ein Sektor mehr, als er für die Emissionsminderung ausgibt, was bedeutet, dass der Sektor effektiv negative Minderungskosten (i. e. negative Vermeidungskosten) aufweist.

Abbildung 2-4: Erklärung des sektorenspezifischen Merkmals “Abatement Capability”



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

Eine detailliertere Erklärung der Mathematik hinter der Berechnung des Operator Carbon Risks kann in Annex 6.1 gefunden werden. Die erforderlichen Daten für die Modellierung der Operator Carbon Risks werden ebenfalls im Annex bereitgestellt (siehe Annex 6.2).

2.2.3 Schritt 3: Stranded Asset Indikatoren

Zur Operationalisierung des Operator Carbon Risks wurden im Rahmen des Projekts drei sogenannte Stranded Asset Indikatoren verwendet. Diese zeigen die Veränderung der finanziellen Performance eines Sektors durch die Transformation hin zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft auf.

Die wichtigste finanzielle Größe, die als Stranded Asset Indikator verwendet wurde, ist die Gewinnentwicklung eines Sektors, also die Differenz aus Umsatz und Kosten. Die Gründe für die Wahl dieses Indikators sind dessen einfache Verständlichkeit und Kommunizierbarkeit sowie dessen weite Verbreitung in der Finanzwirtschaft. Damit auch dem Zeitwert des Geldes und der Entwicklung des Bruttoanlagevermögens Rechnung getragen wird, wurden zudem zwei weitere Indikatoren in die Untersuchung aufgenommen: die Fair Market Value Entwicklung (Barwertentwicklung des Gewinns) und das Asset Impairment (Vermögenswertentwicklung). Dabei ist wichtig darauf hinzuweisen, dass beide Indikatoren aufgrund der Nichtverfügbarkeit ausreichender Daten auf Branchenebene weniger zuverlässig und aussagekräftig sind als der Indikator der Gewinnentwicklung. Die Gewinnentwicklung gilt daher als robustester Stranded Asset Indikator. Im Folgenden werden die drei Stranded Asset Indikatoren nun genauer definiert:

Gewinnentwicklung

Die Gewinnentwicklung ist die Differenz des aktuellen Gewinns in 2015 und des zukünftigen Gewinns in 2030 unter dem 2 °C bzw. 1,5 °C Szenario der IEA.

Fair Market Value Entwicklung (Barwertentwicklung des Gewinns)

Die Fair Market Value Entwicklung ist die Differenz des Barwerts der zukünftigen Gewinne bis 2030 unter Annahme konstanter Gewinne bis 2030 in Höhe des Gewinns in 2015 – es wird angenommen, dass die Gewinne im Zeitraum von 2015 bis 2030 konstant auf dem Level des Jahres 2015 verbleiben – und des Barwerts der zukünftigen Gewinne unter dem 2 °C bzw. 1,5 °C Szenario der IEA (Discounted-Cash-Flow-Methode).

Asset Impairment (Vermögenswertentwicklung)

Die Vermögenswertentwicklung ist die Differenz des Vermögenswerts in 2015 und des Vermögenswerts in 2030 unter dem 2 °C bzw. 1,5 °C Szenario der IEA. Zur Berechnung des Vermögenswerts in 2030 unter dem 2 °C bzw. 1,5 °C Szenario der IEA wird der Vermögenswert in 2015 um die relative Veränderung der obigen Fairer Market Value Entwicklung angepasst.

2.3 Grenzen der Methodik

Die Methodik zur Abschätzung und Bewertung der Kohlenstoffrisiken auf Sektorebene für deutsche Industriesektoren weist mehrere Einschränkungen auf. Am relevantesten sind die folgenden:

Grenzen des Szenarios

- ▶ Wir verlassen uns vollständig auf die Daten, die im Rahmen des 2 °C bzw. 1,5 °C Klimaszenarios der IEA zur Verfügung gestellt werden.
- ▶ Wir konzentrieren uns ausschließlich auf die folgenden Entwicklungen (d. h. Kohlenstoffrisiken) im Rahmen des 2 °C bzw. 1,5 °C Klimaszenarios der IEA:
 - CO₂-Emissionen
 - CO₂-Preise
 - Energienachfrage
 - Produktionsoutput

Folglich werden andere Entwicklungen, wie z. B. steigende oder sinkende Energiepreise²³, nicht erfasst.

Projektgrenzen

- ▶ **Geographie:** Wir decken nur die Produktion innerhalb von Deutschland ab. Die Produktion deutscher Unternehmen außerhalb Deutschlands bleibt berücksichtigt.
- ▶ **Sektoren:** Wir decken nur jene Sektoren ab, die wir für Deutschland als von Bedeutung identifiziert haben.
- ▶ **Zeithorizont:** Wir vergleichen nur die Werte von 2015 mit 2030.

Grenzen der Quantifizierung des Operator Carbon Risk

- ▶ Wir konzentrieren uns auf das Operator Carbon Risiko auf Sektorebene. Die Unternehmensebene wird nicht betrachtet.
- ▶ Wir konzentrieren uns oftmals auf übergeordnete Sektoren (d. h. NACE 2 Ebene), was bedeutet, dass wir nicht in der Lage sind, die Operator Carbon Risks für Teilsektoren dieser Sektoren darzustellen²⁴.

²³ In der Realität ist die Berücksichtigung der konkreten Strom- und Brennstoffpreise natürlich von wesentlicher Bedeutung für die Berechnung der Dekarbonisierungsbeiträge und Gewinnmargen von Energieversorgungsunternehmen. Hierbei ist nicht allein die absolute Höhe der CO₂-/Brennstoff-/Strompreise entscheidend, sondern die daraus resultierenden sog. Clean-Spreads. Steigende CO₂-Kosten müssen sich nicht zwangsläufig negativ auf die Höhe der Deckungsbeiträge auswirken. Im Modell erfolgt bei der Annahme des Deckungsbeitrags zudem keine Differenzierung zwischen verschiedenen Kraftwerkstypen (Braunkohle, Steinkohle, Erdgas), wobei diese zum Teil deutlich auseinander liegen.

²⁴ Ein prominentes Beispiel ist der Chemiesektor. Es umfasst Teilbereiche wie Chlor und Ammoniak, die stark strom- und erdgasintensiv (und damit auch CO₂-intensiv) sind, aber auch Sektoren wie Farben oder Seifen, die weniger CO₂-intensiv sind. Folglich würden sich die CO₂-Risiken der Betreiber dieser Teilsektoren beträchtlich voneinander unterscheiden. Bei der Bewertung des aggregierten Sektors von Chemikalien können diese Unterschiede nicht angezeigt werden.

- ▶ Wir konzentrieren uns nur auf Operator Carbon Risks und nicht auf "Operator Carbon Opportunities" (also eventuelle Vorteile, die durch die Energiewende entstehen könnten).
- ▶ Nur vorgelagerte Scope 3 Emissionen werden berücksichtigt. Nachgelagerte Scope 3 Emissionen werden aufgrund von methodischen Einschränkungen und limitierter Datenverfügbarkeit²⁵ nicht in die Gewinnfunktion miteinbezogen.²⁶Für das sektorenspezifische Merkmal „Gefährdete Einnahmen“, nehmen wir vereinfachend an, dass alle Einnahmen eines Sektors aus Sektoren, die fossile Brennstoffe extrahieren, bis zum Jahr 2030 verlorengehen. Dies dient dazu, den maximalen Wert gefährdeter Einnahmen der betroffenen Sektoren im Modell zu berücksichtigen, was im Einklang mit den Zielen eines Stress Tests steht.²⁷ Dies ist in der Realität, mindestens für den Erdöl- und Erdgassektor nicht der Fall.

Es ist wichtig, diese Einschränkungen stets im Blick zu behalten, wenn im Folgenden Ergebnisse analysiert und bewertet werden.

2.4 Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in DE

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Auswirkungen der Transformation hin zu einer dekarbonisierten Wirtschaft je Sektor anhand der zuvor definierten Stranded Asset Indikatoren beschrieben und analysiert. Die Ergebnisse werden dabei beispielhaft für das 2 °C (2DS) Klimaszenario der IEA aufgeführt. Die Ergebnisse des 1,5 °C (B2DS) Klimaszenarios der IEA können Annex 6.4 entnommen werden.

Da alle Indikatoren maßgeblich durch die Emissionsentwicklungspfade der Klimaszenarien je Sektor beeinflusst werden, werden diese Emissionsentwicklungen nachfolgend zuerst für alle untersuchten Sektoren illustriert,

2.4.1 Emissionsentwicklung

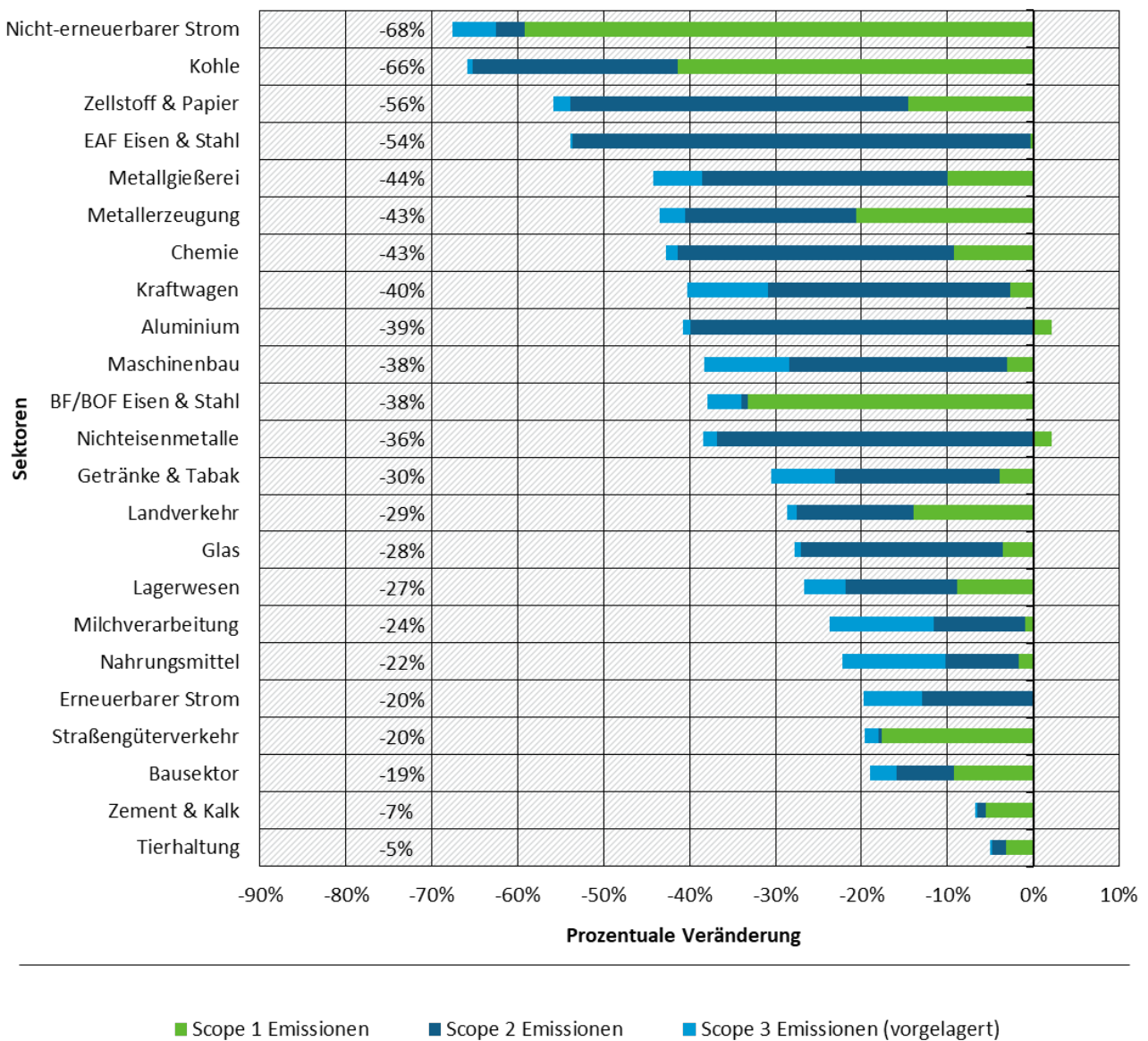
Abbildung 2-5 zeigt die Änderung der Scope 1, Scope 2 und vorgelagerten Scope 3 Emissionen des Jahres 2015 gegenüber dem Jahr 2030 im Rahmen des 2 °C IEA Klimaszenarios. Von 23 Sektoren müssen 7 Sektoren ihre Gesamtemissionen um mehr als 40 % reduzieren. Nicht-erneuerbarer Strom (-68 %), Kohle (-66 %) und Zellstoffe & Papier (-56 %) müssen am stärksten reduzieren. Darüber hinaus gibt es eine starke Reduktion der Scope 1 Emissionen für BF/BOF Eisen & Stahl (ca. -33 %), dem Landverkehr (ca. -14 %) und den Straßengüterverkehr (ca. -18 %).

²⁵ Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die zur Abschätzung von Scope 3 Emissionen verwendeten Environmentally-extended Input-Output Tabellen keinen direkten Rückschluss auf nachgelagerte Scope 3 Emissionen zulassen.

²⁶ Beachten Sie, dass in der Praxis nachgelagerte Scope 3 Emissionskosten höchstwahrscheinlich nicht dem Hersteller des Produkts angerechnet werden können. Stattdessen würden Kunden, die beim Einsatz des Produkts (im Rahmen ihrer Scope-1-Emissionen) die nachgelagerten Scope-3-Emissionen emittieren, sehr wahrscheinlich von dem kohlenstoffintensiven Produkt (z. B. fossiles Auto) zu einem weniger CO₂-intensiven Produkt wechseln (z. B. Elektroauto). Eine solche Entwicklung ist indirekt durch die Veränderung der Produktnachfrage im Rahmen der IEA Klimaszenarien gedeckt.

²⁷ Wenn beispielsweise der chemische Sektor 10 % seiner Einnahmen aus diesen Sektoren erwirtschaftet, gehen 10 % der Einnahmen des Chemiesektors verloren

Abbildung 2-5: Emissionsentwicklung (Scope 1, Scope 2 und vorgelagerte Scope 3 Emissionen) im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

2.4.2 Gewinnentwicklung

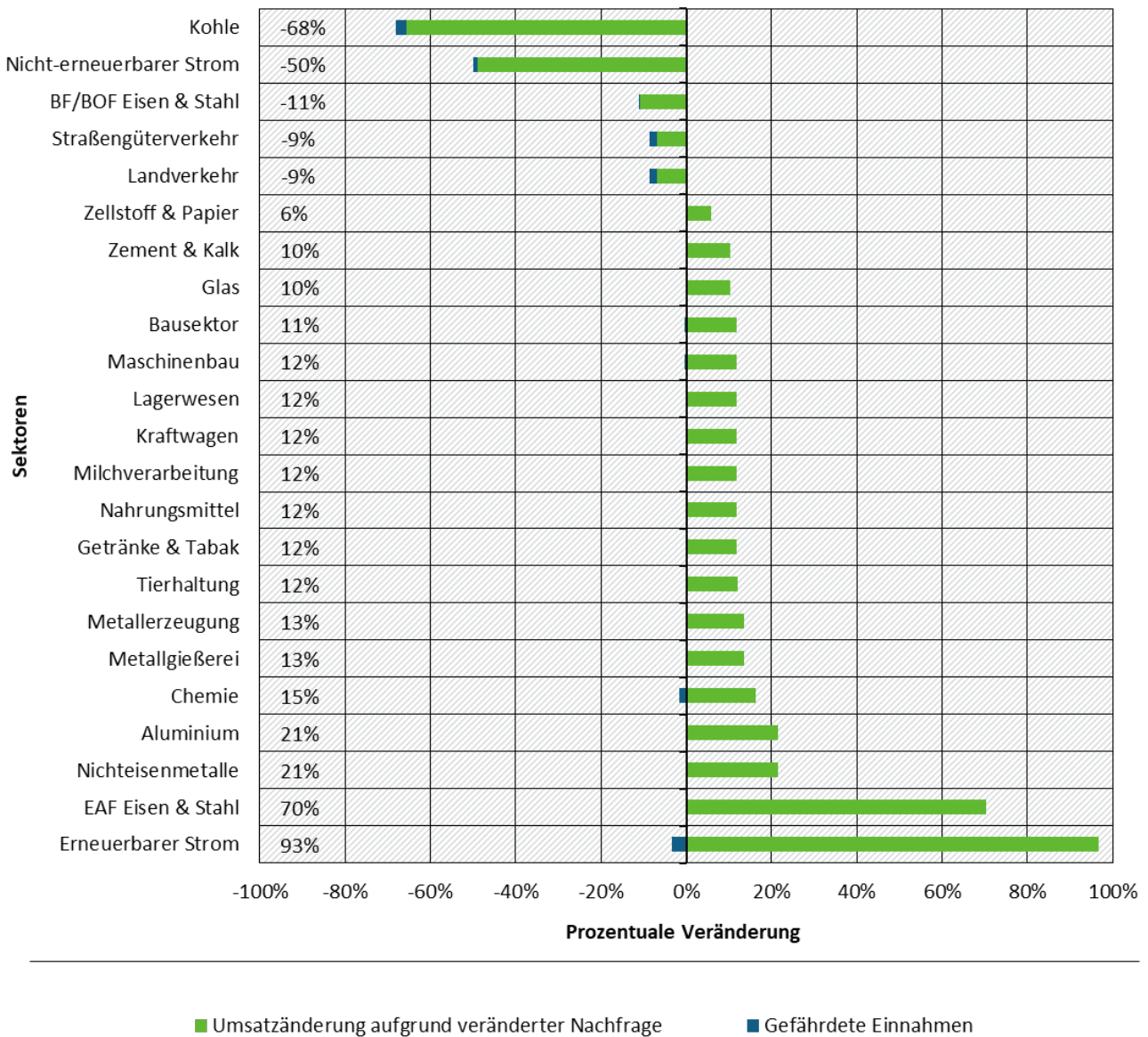
Im Folgenden wird der Stranded Asset Indikator Gewinnentwicklung dargestellt. Zunächst werden die den Gewinn bestimmenden Variablen – Umsatz- und Kostenentwicklung – je Sektor illustriert und beschrieben. Abschließend wird die sich daraus ergebene Veränderung des Gewinns je Sektor untersucht.

2.4.2.1 Umsatzentwicklung

Abbildung 2-6 zeigt die Umsatzentwicklung im Rahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA. Verglichen wird das Jahr 2015 mit dem Jahr 2030. Von 23 Sektoren müssen fünf Sektoren mit sinkenden Umsätzen aufgrund zurückgehender Nachfrage im Rahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA rechnen. Dabei handelt es sich um Kohle (-68 %), Nicht-erneuerbarer Strom (-50 %), BF/BOF Eisen & Stahl (-11 %) sowie der Straßengüter- und Landverkehr (-9% jeweils). Einige Sektoren, darunter Kohle, Strom, Straßengüter- und Landverkehr sowie Chemie, verlieren einen Teil ihres Umsatzes, den Sie aus der Kohle-,

Öl- und Gasindustrie erwirtschaftet haben. Für diese Sektoren ist dieser Umsatzverlust in Höhe von 2 bis 3 % jedoch weitaus geringer als die veränderte Nachfrage aufgrund des wirtschaftlichen Wandels (z. B. Verkauf neuer Produkte). Im Gegensatz hierzu steigen die Umsätze für die Sektoren Erneuerbarer Strom (+93 %) und EAF Eisen & Stahl (+70 %) von 2015 bis 2030 signifikant.

Abbildung 2-6: Umsatzentwicklung im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



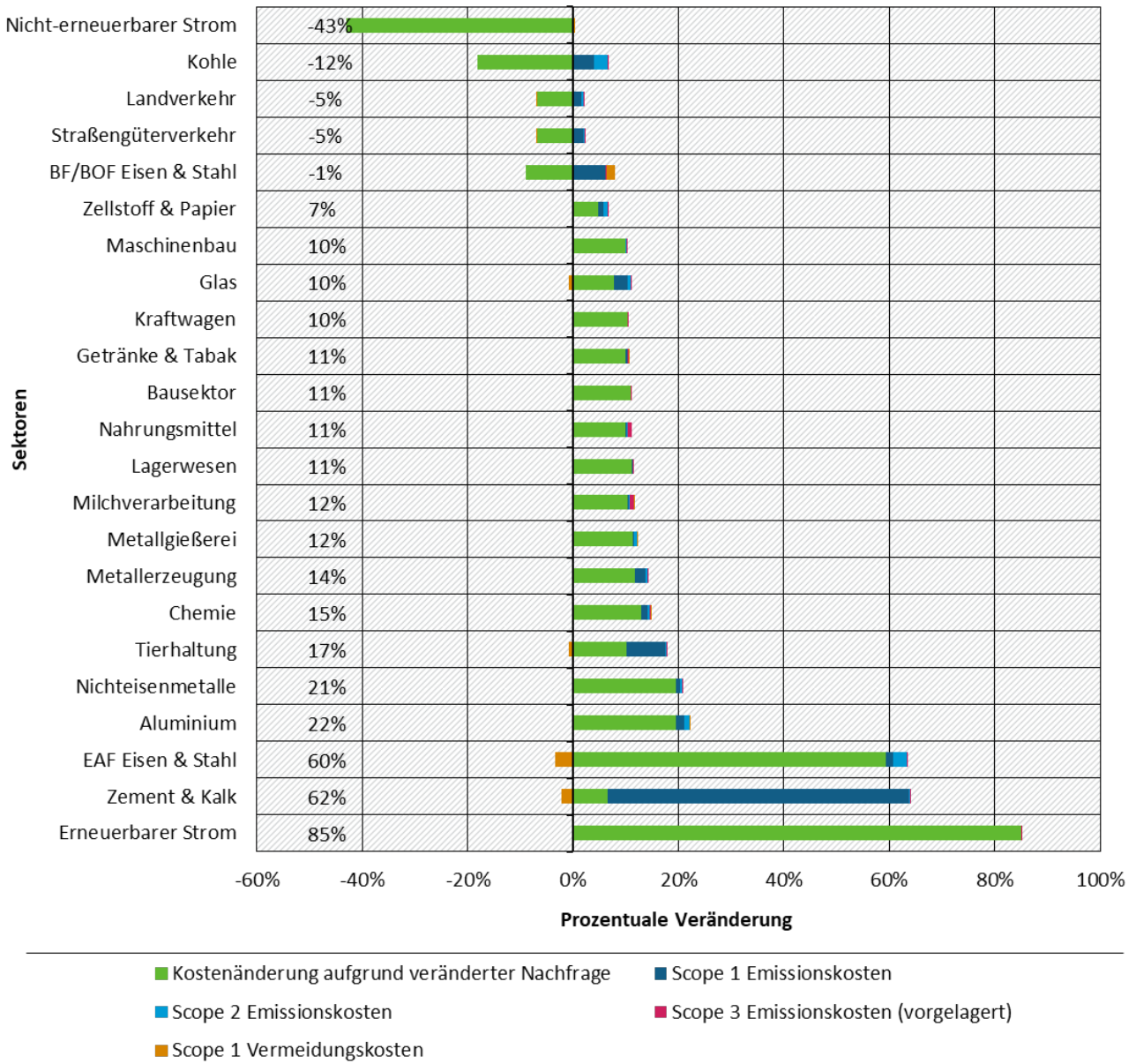
Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

2.4.2.2 Kostenentwicklung

Abbildung 2-7 zeigt die Kostenentwicklung im Rahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA. Verglichen wird das Jahr 2015 mit dem Jahr 2030. Von 23 Sektoren werden im Rahmen des IEA Klimaszenarios in Zukunft fünf Sektoren aufgrund einer überproportional sinkenden Nachfrage mit sinkenden Kosten konfrontiert sein. Es handelt sich um die Sektoren Nicht-erneuerbarer Strom (-43 %), Kohle (-12 %), Land- und Straßengüterverkehr (-5 % jeweils) sowie BF/BOF Eisen & Stahl (-1 %). Alle anderen Sektoren sind mit steigenden Kosten konfrontiert, die in hohem Maße durch steigende Nachfrage und damit höhere Output-Werte verursacht werden (siehe Kostenänderung aufgrund veränderter Nachfrage in Abbildung 2-7). Dies gilt insbesondere für Erneuerbaren Strom, der mit steigenden Kosten (+85 %)

konfrontiert ist, da mehr Strom erneuerbar produziert wird. Tierhaltung sowie Zement & Kalk sind offensichtlich jene Sektoren, die aufgrund steigender Emissionskosten hohe Kostensteigerungen zu tragen haben werden. Bei der Tierhaltung werden 7 Prozentpunkte des Gesamtanstiegs um 17 % durch Scope 1 Emissionskosten verursacht. Für Zement & Kalk werden 57 Prozentpunkte der Gesamterhöhung von 63 % durch Scope 1 Emissionskosten verursacht. Dies entspricht mehr als 91 % des Gesamtkostenanstiegs für Zement & Kalk.

Abbildung 2-7: Kostenentwicklung im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

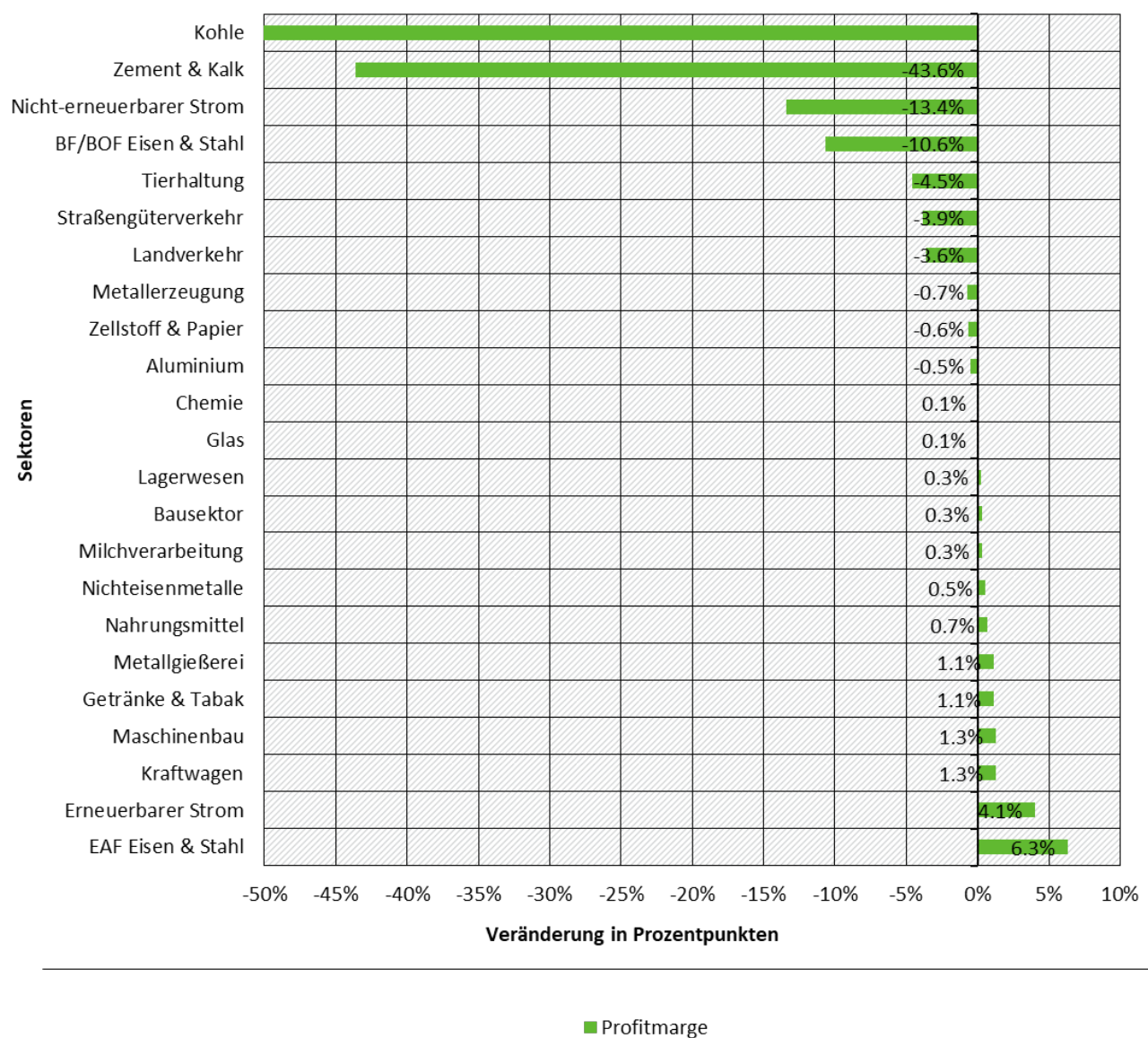
2.4.2.3 Profitmarginentwicklung

Die Gewinnentwicklung der betrachteten Sektoren wird anhand der Veränderung der Profitmarge bewertet. Abbildung 2-8 zeigt diese Veränderung in Prozentpunkten im Rahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA. Verglichen wird das Jahr 2015 mit 2030. Wenn zum Beispiel beim Sektor Tierhaltung die Änderung -4,5 Prozentpunkte beträgt, dann ist die künftige Profitmarge im Jahr 2030 4,5 Prozentpunkte (PP) niedriger als die aktuelle Profitmarge im Jahr 2015. Die Profitmargen werden berechnet, indem Kosten von Einnahmen subtrahiert werden.

In weniger als der Hälfte aller analysierten Sektoren (d. h. 10 von 23) entwickeln sich die Profitmargen negativ. Die größten Änderungen der Profitmargen finden in den Sektoren Kohle (-271,5 PP), Zement & Kalk (-43,6 PP), Nicht-erneuerbarer Strom (13,4 PP) und BF/BOF Eisen & Stahl (-10,6 PP) statt. Auch die Tierhaltung, der Straßengüterverkehr und der Landverkehr sind mit Änderungen in Höhe zwischen 3,6 und 4,5 PP negativ betroffen.

Im Kontrast dazu erleben Sektoren wie Erneuerbarer Strom und die EAF Eisen & Stahl Produktion deutlich steigende Profitmargen von 6,3 PP bzw. 4,1 PP. Auch die Sektoren Chemie, Glas und Nichteisenmetalle, welche relativ kohlenstoffintensive Sektoren sind, können mit leicht steigenden Profitmargen rechnen. Ebenso haben die Sektoren Maschinenbau, Kraftwagen und der Bauwirtschaft, die in Bezug auf die Bruttowertschöpfung zu den relevantesten deutschen Sektoren gehören, ebenfalls eine positive Profitmargenentwicklung.

Abbildung 2-8: Entwicklung der Profitmarge in Prozentpunkten im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung.

2.4.3 Fair Market Value Entwicklung

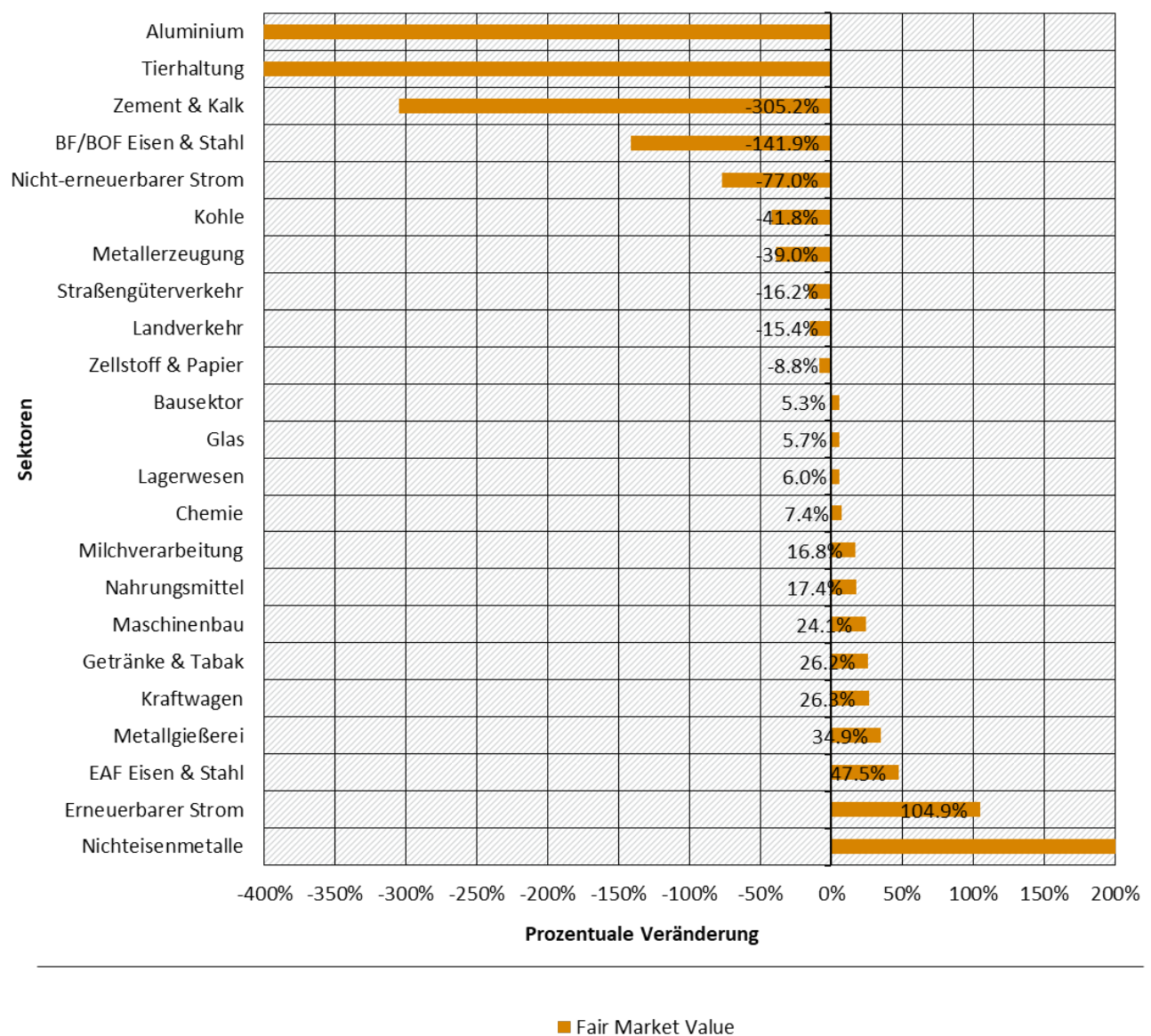
Abbildung 2-9 zeigt die Entwicklung des Fair Market Value im Rahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA. Es zeigt den Unterschied zwischen den zukünftigen diskontierten Cashflows (DCF) des Sektors - unter der Annahme, dass die Gewinne von 2015 bis 2030 konstant auf dem Niveau von 2015 verbleiben – und den zukünftigen diskontierten Cashflows unter der Annahme, dass die Gewinne von 2015 bis 2030 denen des IEA 2 °C Klimaszenarios entsprechen.²⁸ Wenn zum Beispiel die Entwicklung -8,8 % beträgt, wie es bei Zellstoff & Papier der Fall ist, dann liegt der DCF der Gewinne zwischen 2015 und 2030 im Rahmen des IEA Klimaszenarios um 8,8 % unter dem DCF der konstanten Gewinne auf dem Level von 2015. Die Berechnung des Fair Market Value wird anhand der Gewinnentwicklungen berechnet, die im Rahmen des Stranded Asset Indikatoren "Gewinnentwicklung" abgeleitet wurden.

Wegen der negativen Entwicklung der Profitmargen müssen die Sektoren Zement & Kalk, BF/BOF Eisen & Stahl, Nicht-erneuerbarer Strom und Kohle mit deutlichen Reduzierungen des Fair Market Value rechnen. Im Falle der Fair Market Value Entwicklung sind anders als bei der Entwicklung der Profitmargen auch die Aluminium- und Tierhaltung sehr stark negativ betroffen. Der Grund dafür ist die Art und Weise, wie die prozentuale DCF-Änderung berechnet wird. Die Sektoren Aluminium und Tierhaltung weisen im Jahr 2015 eine sehr geringe Profitmarge um 0 % herum. Da die absoluten Gewinne heute also nahe Null liegen, ist der DCF der konstanten Gewinne bis 2030 ebenfalls nahe Null. Laut Kapitel 2.4.2.3 nimmt im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios die Profitmarge bis 2030 um -0,5 (Aluminium) bzw. -4,5 PP (Tierhaltung) ab, was zu negativen jährlichen Gewinnen von 2015 bis 2030 führt. Infolgedessen ist der DCF der Gewinne im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios negativ. Vergleicht man nun die beiden DCFs der Profite miteinander, ergibt sich eine hohe negative prozentuale Veränderung, da der Nenner nahe Null liegt (was den Fair Market Value zu einem hoch sensiblen Indikator macht). Die absoluten Entwicklungen sind im Vergleich zur relativen prozentualen Entwicklung dagegen wesentlich weniger bedeutsam.

Die gleiche Argumentation gilt umgekehrt auch für den Sektor der Nichteisenmetalle, der einen deutlichen Anstieg des Fair Market Values verzeichnet. Der Sektor hat eine Profitmarge von nahe 0 %, während gleichzeitig steigende Gewinne im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios von 2015 bis 2030 zu beobachten sind. Vergleicht man nun die beiden DCFs miteinander, ergibt sich eine hohe positive prozentuale Veränderung, da der Nenner nahe Null ist (was den Fair Market Value zu einem hoch sensiblen Indikator macht).

²⁸ Die Diskontrate wurde vereinfachend für alle Sektoren auf 5 % gesetzt.

Abbildung 2-9: Entwicklung des Fair Market Value im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

2.4.4 Vermögenswertentwicklung

Der hier vorgestellte Stranded Asset Indikator "Vermögenswertentwicklung" ist ein stark vereinfachter und grober Indikator für die Entwicklung des Vermögenswertes deutscher Sektoren im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios. Der Grund dafür ist Folgendes: Im Rahmen dieses Projekts war es weder machbar noch beabsichtigt, eine Bestandsaufnahme der Produktionsanlagen/-kapazitäten in jedem Sektor von 2015 bis 2030 zu erstellen. So konnte für jeden deutschen Sektor von 2015 bis 2030 keine Projektion von geplanten Kapazitätserweiterungen, Stilllegungen von Kapazitäten und den Altersstrukturen von Kapazitäten bereitgestellt werden. Um jedoch eine gründliche Analyse der Vermögenswertentwicklung und damit der Vermögenswertminderung zu ermöglichen, ist eine solche Datenanalyse in der Praxis unverzichtbar.

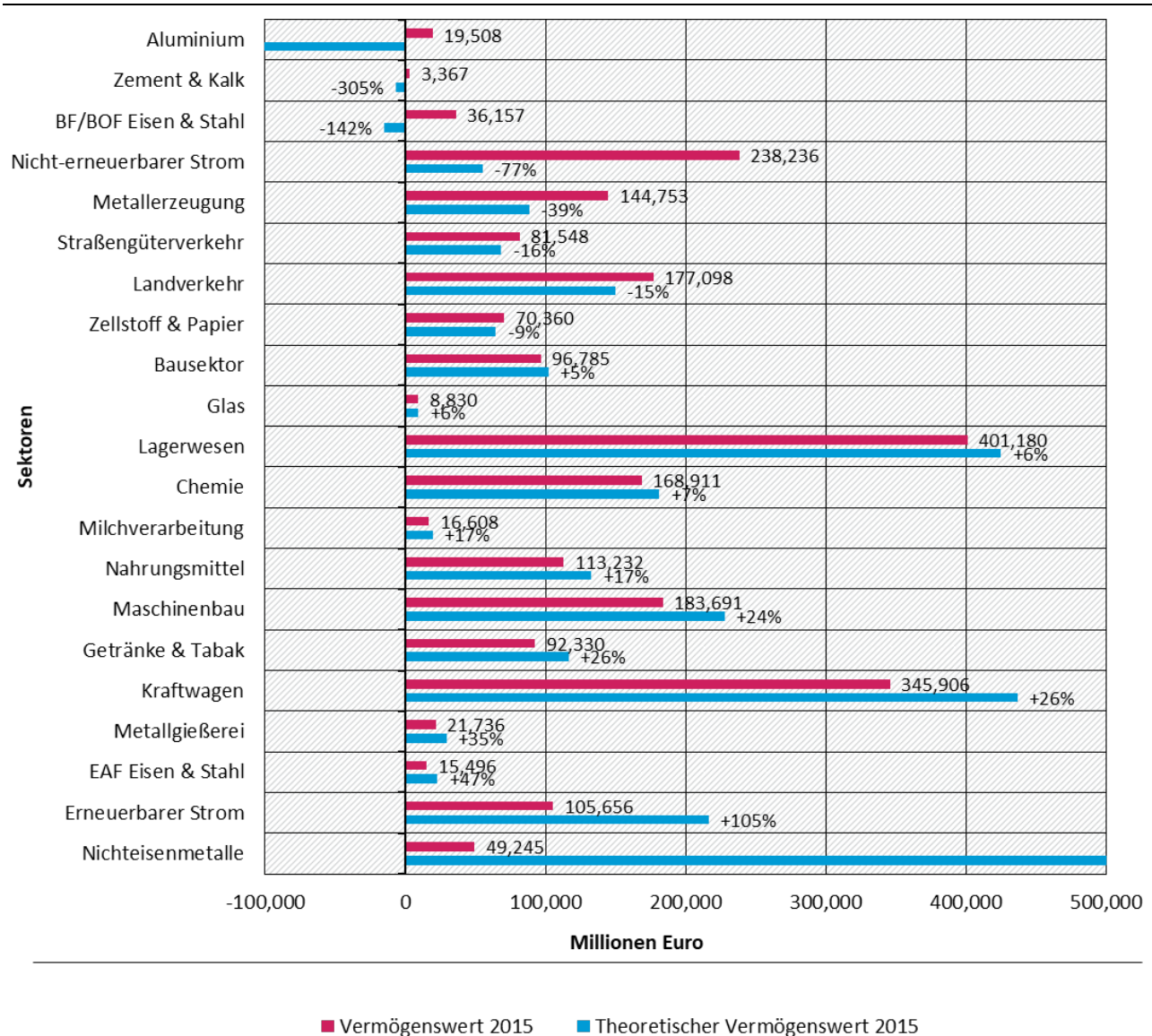
Um dennoch einige Aussagen über die potenzielle Vermögenswertentwicklung in deutschen Sektoren im Rahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA zu ermöglichen, wurde ein simpler und grober "Vermögenswert-Indikator" entwickelt. Dieser Stranded Asset Indikator zeigt den Unterschied zwischen dem realen Vermögenswert des Sektors in 2015 (entnommen aus den Statistiken) und dem theoretischen

Vermögenswert des Sektors in 2015, vorausgesetzt, die Anleger rechnen mit einer zukünftigen Wertminderung im Rahmen eines kohlenstoffarmen Szenarios bis 2030. Der theoretische Vermögenswert für das Jahr 2015 wird berechnet, indem der Vermögenswert von 2015 mit der relativen Änderung des Fair Market Value im Rahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA Neubewertet wird. Wenn zum Beispiel der Fair Market Value Change -8,8 % beträgt (gerundet auf 9 % in Abbildung 2-10), wie es für den Sektor Zellstoff & Papier der Fall ist, dann ist der theoretische Vermögenswert im Jahr 2015 um 8,8 % niedriger als der reale Vermögenswert des Jahres 2015. Dies würde bedeuten, dass die Vermögenswerte des Sektors momentan höher bewertet werden als dies der Fall wäre, wenn Investoren ein kohlenstoffarmes Zukunftsszenario antizipieren und „einpreisen“ würden. Es ist zu beachten, dass die Vermögenswertminderung von der Änderung des Fair Market Value abgeleitet wird, die prozentuale Änderung des Vermögenswerts somit identisch zur Änderung des Fair Market Value ist.

Aus den oben genannten Gründen ist der Indikator "Vermögenswertminderung" mit großer Vorsicht zu behandeln und zu interpretieren.

Unter dem 2 °C Klimaszenario der IEA sind die Sektoren Aluminium, Zement & Kalk und BF/BOF Eisen & Stahl am Stärksten betroffen (siehe Abbildung 2-10). Da die Fair Market Value Entwicklung für diese Sektoren kleiner -100 % ist (vgl. Kapitel 2.4.3), wäre der theoretische Vermögenswert für das Jahr 2015 negativ. Folglich würden Kapazitäten in diesen Sektoren zwischen 2015 und 2030 vermindert bzw. geschlossen werden und damit der bestehende Vermögenswert abgeschrieben werden, falls Investoren eine kohlenstoffarme Entwicklung antizipieren würden. Branchen wie das Gießen von Metallen, EAF Eisen & Stahl, Erneuerbarer Strom und Nichteisenmetalle haben dagegen einen deutlich höheren theoretischen Vermögenswert als der reale bestehende Vermögenswert in 2015. Folglich würden die Kapazitäten in diesen Sektoren von 2015 auf 2030 steigen, wenn die Investoren eine kohlenstoffarme Entwicklung erwarteten, wodurch sich der Vermögenswert in diesen Sektoren erhöhen würde (d. h. höhere Produktion).

Abbildung 2-10: Entwicklung des Vermögenswerts im Rahmen des IEA 2 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

2.5 Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in DE

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analyse der Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in Deutschland unter dem 2 °C Klimaszenario der IEA aus Kapitel 2.4 zusammenfassend bewertet. Die Ergebnisse unter dem 1,5 °C Klimaszenario werden in Annex 6.4 dargestellt. Zunächst werden die fünf deutschen Branchen mit den höchsten Kohlenstoffrisiken und damit auch einer stark negativen Gewinnentwicklung (gemessen an der Änderung der Profitmarge) in absteigender Reihenfolge vorgestellt. Danach werden die Sektoren mit geringer negativer/positiver Gewinnentwicklung identifiziert. Abschließend werden die Sektoren mit positiver Gewinnentwicklung hervorgehoben.

2.5.1 Sektoren mit stark negativer Gewinnentwicklung

Kohle. Der Kohlesektor in Deutschland ist der Sektor mit der negativsten Gewinnentwicklung. Die Profitmarge des Sektors reduziert sich bis 2030 im Vergleich zu 2015 um ~271 Prozentpunkte. Der Verlust in diesem Sektor wird im Jahr 2030²⁹ 2,3 Mrd. Euro betragen im Vergleich zu einem Verlust von 1,2 Mrd. Euro im Jahr 2015. Diese negative Veränderung wird hauptsächlich durch den Rückgang der Einnahmen bedingt, der auf 68 % geschätzt wird. Der größte Teil dieses Rückgangs geht auf einen geringeren Output zurück, der 66 Prozentpunkte beträgt. Nach dem 2 °C Szenario sinkt der Kohleverbrauch der kohleverbrauchenden Sektoren zwischen 2015 und 2030 um 20 %³⁰. Gefährdete Einnahmen – also Einnahmen, die in der Kohle-, Erdöl- und Erdgasindustrie generiert werden – machen dagegen nur 2 bis 3 Prozentpunkte des Gesamtrückgangs aus. Die Kosten des Kohlesektors sinken um 12 %, da steigende Kosten für Scope 1 und 2 Emissionen im Vergleich zu 2015 durch sinkende variable Kosten, aufgrund fallender Outputmengen, überkompensiert werden.³¹



Zement und Kalk. Der Sektor Zement & Kalk in Deutschland weist ebenfalls eine stark negative Gewinnentwicklung auf. Die Profitmarge des Sektors reduziert sich bis 2030 im Vergleich zu 2015 um ~44 Prozentpunkte. Der Verlust in diesem Sektor wird im Jahr 2030 1,6 Mrd. Euro betragen³². Betrachtet man die Einnahmenseite, so wird deutlich, dass es zu einer Erhöhung der Einnahmen um 10 % kommen wird. Darüber hinaus wird es nur minimale gefährdete Einnahmen geben, da der Zement & Kalk-Sektor keinen gefährdeten Branchen ausgesetzt ist. Die Einnahmensteigerung reicht jedoch nicht aus, um den Anstieg der Gesamtkosten in Höhe von 62 % auszugleichen, die größtenteils durch Scope 1 Emissionen verursacht werden.



Nicht-erneuerbarer Strom. Die nicht-erneuerbare Stromversorgung umfasst die konventionellen, stromerzeugenden Kraftwerke (Kohle, Erdgas und Erdöl). Die Profitmarge des Sektors reduziert sich bis 2030 im Vergleich zu 2015 um ~13 Prozentpunkte. Der Verlust dieses Sektors wird voraussichtlich 14,2 Mrd. Euro im Jahr 2030 betragen³³. Dies ist im Wesentlichen das Ergebnis eines Einnahmerückgangs in Höhe von 50 %, was in absoluten Zahlen 172 Mrd. Euro entspricht. Im Rahmen des IEA Klimaszenarios erfährt der nicht-erneuerbare Stromerzeugungssektor einen negativen wirtschaftlichen Wandel von 49 % (d. h. Outputrückgang um 49 %). Gefährdete Einnahmen können praktisch vernachlässigt werden, da dadurch lediglich ein Einnahmerückgang in Höhe von 1 % verursacht wird. Betrachtet man die Kostenseite, sehen wir einen Rückgang der Kosten von 43 %, welcher in absoluten Zahlen 140 Mrd. Euro entspricht. Dies wird verursacht durch die Verringerung des Outputs. Die Kostensenkung reicht jedoch nicht aus, um den Einnahmeverlust auszugleichen, da die Kosten aufgrund steigender Scope 1 Emissionskosten weniger stark sinken als der Umsatz.



BF/BOF Eisen & Stahl. Die Profitmarge des Sektors reduziert sich bis 2030 im Vergleich zu 2015 um ~11 Prozentpunkte. Der Verlust in diesem Sektor wird 1,7 Mrd. Euro im Jahr 2030 betragen³⁴. Haupttreiber hierfür ist der Einnahmerückgang um 11 %. Dieser Rückgang ergibt sich aus wirtschaftlichem Wandel, da die BF/BOF Eisen & Stahl-Produktionsroute zu einem gewissen Teil durch die EAF Eisen & Stahl-Produktionsroute ersetzt wird.



²⁹ Beachten Sie, dass sich die Gewinnspanne von -52,3 % auf -323,8 % ändert.

³⁰ Dieser Wert stammt aus Daten des IEA 2 °C Szenario.

³¹ Es ist wichtig zu beachten, dass die Braunkohletagebaue in Deutschland weitestgehend zu den Energieversorgungsunternehmen gehören (bspw. RWE bzw. EPH (LEAG, MIBRAG)). Dieser Sektor kann daher auch als ein Subsektor des Nicht-Erneuerbaren Stromsektors angesehen werden.

³² Beachten Sie, dass sich die Gewinnmarge von 6,7 % auf -36,9 % ändert.

³³ Beachten Sie, dass sich die Gewinnmarge von 5,2 % auf -8,2 % ändert.

³⁴ Beachten Sie, dass sich die Gewinnspanne von 3 % auf -7,7 % ändert.

Diesem steht nur ein geringer Rückgang der Kosten in Höhe von 1 % gegenüber. Die deutliche Senkung der variablen Kosten um 9 % wird zum Großteil durch eine Erhöhung der Kosten aus Scope 1 Emissionskosten in Höhe von 6 % sowie steigenden Emissionsvermeidungskosten kompensiert.

Tierhaltung. Die Profitmarge des Sektors reduziert sich bis 2030 im Vergleich zu 2015 um ~5 Prozentpunkte. Der Sektor Tierhaltung zeigt einen Verlust von 489 Mio. Euro im Jahr 2030³⁵. Die Einnahmenseite steigt um 12 %; der Sektor weist dabei keine gefährdeten Einnahmen auf. Gleichzeitig ist eine Erhöhung der Kostenstruktur um 17 % zu erwarten, wobei 10 Prozentpunkte dieser Erhöhung aus variablen Kosten und 7 Prozentpunkte aus anfallenden Scope 1 Emissionskosten³⁶ stammen.



2.5.2 Sektoren mit geringer negativer/positiver Gewinnentwicklung

Bei Betrachtung der Gewinnentwicklung gibt es mehrere Sektoren, deren Gewinne nicht oder nur geringfügig negativ/positiv (>-1 % & <1 %) von den Änderungen unter dem IEA 2 °C Klimaszenario betroffen sind. Diese Sektoren sind Metallerzeugung, Zellstoff und Papier, Aluminium, Chemikalien, Glas, Lagerwesen, der Bausektor, Milchverarbeitungen, Nichteisenmetalle, Lebensmittel, Getränke & Tabak und Metallgießerei. Bei der Betrachtung der Gewinnzusammensetzung dieser Sektoren gibt es keine nennenswerten Veränderungen bei Anpassung an die Parameter einer kohlenstoffarmen Umgebung. Die Kosten- und Einnahmensteigerung in diesen Sektoren variiert zwischen 10-20 %, was sich weitestgehend auf wirtschaftlichen Wandel und damit auf Branchenwachstum zurückführen lässt.



2.5.3 Sektoren mit positiver Gewinnentwicklung

Wie in Abbildung 2-8 zu sehen war, gibt es zwei Sektoren mit einer außerordentlichen Erhöhung der Profitmarge und des Gewinns bis 2030. Diese beiden Sektoren sind EAF Eisen & Stahl und erneuerbarer Strom. Die positive Entwicklung wird durch die positiven Auswirkungen des wirtschaftlichen Wandels auf das Produktionsniveau der jeweiligen Sektoren verursacht. Der EE-Sektor wird voraussichtlich um 97 % wachsen und der EAF Eisen & Stahlsektor wird voraussichtlich um 14 % wachsen. Die Sektoren Maschinenbau und Kraftwagen, die bezüglich des Bruttowertschöpfungsbeitrags zu den größten deutschen Sektoren gehören, haben ebenfalls eine positive Profitmargenentwicklung von rund 1,3 %³⁷. Zum Beispiel würden Autohersteller in diesem Fall mit viel höheren Emissionskosten konfrontiert werden, da sie nun für alle Emissionen verantwortlich wären, die durch ihre verkauften Autos produziert werden würden. Dies würde die Profitmarge erheblich beeinflussen.



Vergleich der Heat Map von Moody`s mit den sektoralen Ergebnissen des WP1

Die Ratingagentur Moody`s hat in ihrer sogenannten *Heat Map* weltweit die Bonitätsauswirkungen von Umweltrisiken für 86 Sektoren qualitativ eingeordnet. Die relative Exposition der Sektoren wird in Bezug auf die Materiality und den Zeitpunkt der möglichen Bonitätseffekte bewertet.

Die auf die Zukunft ausgerichtete Bewertung reflektiert das Potenzial von Umweltrisiken, Bonitäten zu beeinflussen, d. h. die Auswirkungen auf Ausfallwahrscheinlichkeiten, beispielsweise durch eine Reduzierung der erwarteten Cashflows. Es werden die Auswirkungen von Umweltrisiken (physikalische Risiken) und die Folgen einer Regulierung zur Vorbeugung oder Verringerung dieser Risiken (regulatorisches Risiko, Haftungsrisiko) berücksichtigt. Darüber hinaus werden Minderungsfaktoren (mitigants) für diese Risiken berücksichtigt, wie z. B. die Fähigkeit, erhöhte Kosten oder Zeit weiterzureichen, um das Geschäft oder das Finanzmodell anzupassen.

³⁵ Beachten Sie, dass sich die Gewinnmarge von 0,1 % auf -4,4 % ändert.

³⁶ Es ist zu beachten, dass angenommen wird, dass der Tierhaltungssektor in 2030 ebenfalls einem CO₂-Preis unterliegen wird.

³⁷ Es ist hierbei wichtig zu beachten, dass diese Studie keine nachgelagerten Scope 3 Emissionskosten in die Operator Carbon Risk Bewertung einfließen lässt.

Neben dem Gesamtböhrtsrisiko wurden fünf Unterkategorien von Umweltrisiken ermittelt, um die wichtigsten Faktoren für die Gesamtpunktzahl der einzelnen Sektoren zu ermitteln. Im Gegensatz zu den Gesamtergebnissen wurden diese Unterkategorien anhand der allgemeinen Exposition des Sektors gegenüber dem jeweiligen Umweltrisiko beurteilt.

Die fünf Unterkategorien sind:

1. Luftverschmutzung (exklusive CO₂-Emissionen, aber inklusive Treibhausgase, welche außerhalb des Klimarahmens als Schadstoffe klassifiziert sind, z. B. NO_x)
2. Boden- und Wasserverschmutzung und Nutzungsbeschränkungen
3. Kohlenstoffregulierung (Carbon regulation)
4. Wasserknappheit (inklusive durch Klimawandel verursachte Dürren und Wasserknappheiten)
5. Natürliche und durch Menschen verursachte Katastrophen (inklusive durch Klimawandel verursachte Gefahren)

Die Unterkategorie **Carbon Regulation** bewertet die Auswirkungen aktueller und wahrscheinlicher zukünftiger politischer Initiativen zur Verringerung von CO₂-Emissionen und anderen Treibhausgasemissionen auf nationaler und globaler Ebene. Sie schließt ausdrücklich die physikalischen Risiken des Klimawandels aus, die in den Unterkategorien Wasserknappheit und Katastrophen enthalten sind. Daher entspricht diese Unterkategorie weitgehend dem Umfang der vorliegenden Analyse. Darüber hinaus ist sie (zusammen mit Luftverschmutzung) eine der beiden Unterkategorien, die am häufigsten mit einer hohen oder sehr hohen Exposition in Verbindung gebracht wird und ist daher **ein wichtiger Treiber für den gesamten Environmental Risk Score**.

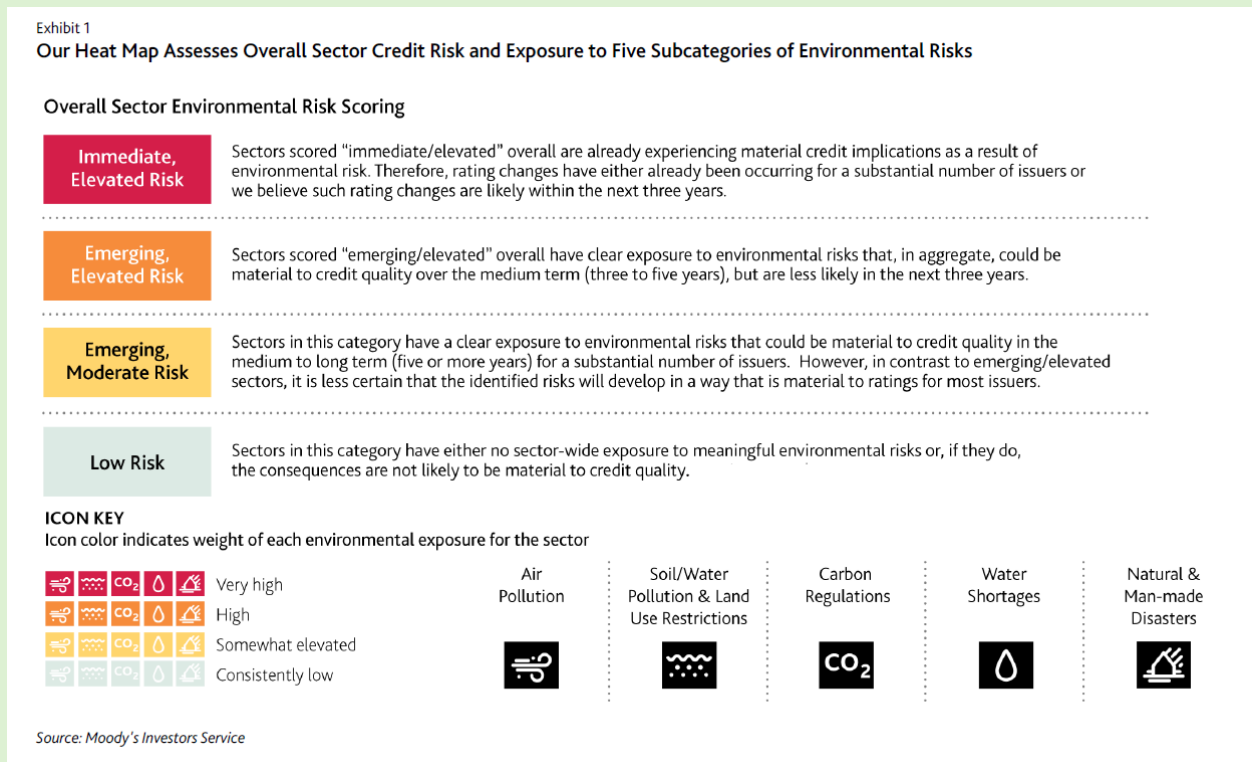
Insgesamt ist das Böhrtsrisiko der Heat Map niedriger, je weiter entfernt in der Zukunft die Umweltauswirkungen erwartbar eintreten, was insbesondere bei den physischen Klimawandelrisiken und künftigen politischen Rahmenbedingungen (policy) der Fall ist. Infolgedessen bleibt den Sektoren mehr Zeit, Ihr Geschäftsmodell/Finanzprofil an die projizierten Entwicklungen anzupassen, **by adopting mitigants to the risks**. So hat **Timing** und **die potenzielle wesentliche Rolle der Technologie** (Potential material role of technology) einen wichtigen Einfluss auf die Beurteilung des Böhrtsrisikos. Wenn beispielsweise die Automobilindustrie in hohem Maße einer Kohlenstoffregulierung ausgesetzt sein könnte, wird die Tatsache, dass derzeit keine wirksame Regulierung vorhanden ist, aber neue Technologien bereits entwickelt werden, die Risikoexposition (**Exposure**) des Sektors gegenüber erwartbaren zukünftigen Kohlenstoffregulierungen reduzieren.

Zusammenfassung der wichtigsten Unterschiede zwischen der Heat Map und dem oben beschriebenen Ansatz (Carbon-Bubble-Projekt):

- ▶ Quantitative Analyse.
- ▶ Offener Zeithorizont, aber die Bewertung berücksichtigt, ob Risiken unmittelbar (heute), aufkommend und substantiell (3 bis 5 Jahre), aufkommend und moderat (in 5+ Jahren) oder niedrig (keine Zeitspanne definiert) sind.
- ▶ Bewertet physische und regulatorische Umweltrisiken (inklusive des Risikos der Haftbarkeit/Schadensbeseitigungszahlungen im Fall von Gefahren und Katastrophen). Aber Kohlenstoffregulierung ist als der wichtigste Treiber identifiziert.
- ▶ Sektorale Abdeckung:
 1. Globaler Fokus auf Sektoren, die relevant für Kreditmärkte sind – daher verstärkter Fokus auf Öl und Gas (Carbon Bubble: Sektoren, die relevant für Deutschland sind)
 2. Deckt auch Finanzprodukte ab (z. B. gedeckte Schuldverschreibungen) und Akteure von Finanzsektoren (z. B. Akteure des Wertpapiersektors und Finanzintermediäre, Lebensversicherungen)
 3. Insgesamt mehr Sektoren (86), aber weniger differenziert bezüglich der Technologie (Eisen & Stahl, Stromerzeugung)

Bewertungskategorien

Abbildung 2-11: Bewertungskategorien der Moody's Heat Map



Quelle: Moody's Investor Service 2015: Heat Map Shows Wide Variations in Credit Impact Across Sectors.

Vergleich der Bewertung mit der Bewertung des Carbon Bubble WP1:

Zur Beurteilung der Übereinstimmung der Ergebnisse kann entweder das gesamte Assessment der Heat Map, d. h. das Assessment der Umweltrisiken oder lediglich die Subkategorie Kohlenstoffregulierung betrachtet werden. Letzteres wird im Folgenden getan. Da die Kohlenstoffregulierung jedoch einer der beiden wichtigsten Treiber für die Gesamtwertung des Umweltrisikos ist, sind die Ergebnisse beider Ansätze trotzdem vergleichbar.

Insgesamt stimmt die sektorale Bewertung der Heat Map mit den sektoralen Assessments des Carbon Bubble WP1 überein (Details siehe unten). Unterschiede sind hauptsächlich durch **verschiedene sektorale Grenzen** begründet. Die Heat Map befasst sich, aufgrund ihrer Fokussierung auf **credit impacts**, mit Sektoren auf Grundlage des **Geschäftsmodells/Finanzprofils**. Das Carbon-Bubble-Projekt unterscheidet Sektoren eher anhand NACE-Codes.

Die drei Sektoren der Heat Map in der Kategorie "**sehr hohes Risiko**" bezüglich der credit impacts von Kohlenstoffregulierungen entsprechen den Carbon Bubble Ergebnissen. Die Heat Map kategorisiert bewertete Schulden in den Kohlesektoren, d. h. **Kohlebergbau** und coal terminals, als sehr stark exponiert in Bezug auf Kohlenstoffregulierungsrisiken. Dies steht im Einklang mit den Carbon Bubble Ergebnissen, die den Kohlektor als den Sektor mit dem höchsten Kohlenstoffregulierungsrisiko ausweisen, unter anderem in Bezug auf den erwarteten Gewinnrückgang.

In der Heat Map ist das Fremdkapital in den **unregulierten Versorgungsunternehmen und Stromgesellschaften** sehr exponiert in Bezug auf Kohlenstoffregulierung ("**sehr hohes Risiko**"). Grund dafür ist der enorme wirtschaftliche Druck, den wettbewerbsfähige erneuerbare Energien auf die Geschäftsmodelle von Standard-Energieunternehmen in unregulierten Energiemärkten ausüben. Das Carbon Bubble Rating unterscheidet nicht-erneuerbare Stromunternehmen von erneuerbaren Energien. Erstere werden bei

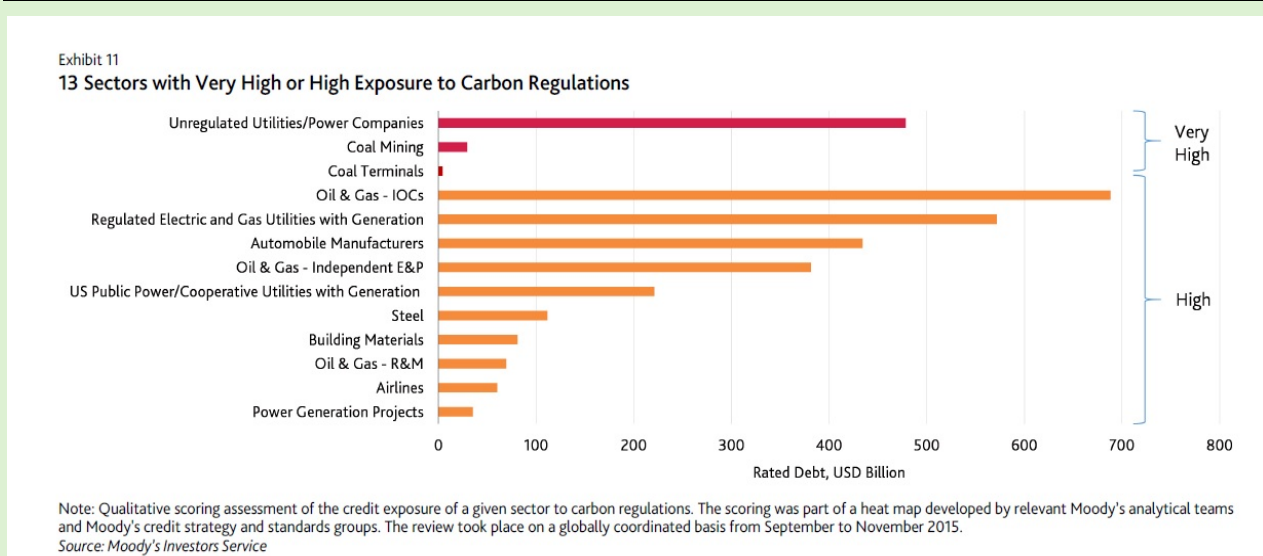
Sektoren mit den höchsten Operator Carbon Risks eingeordnet, während Letzteren eine positive Exposition bezüglich Kohlenstoffregulierung zugeschrieben wird. Daher entsprechen die Ergebnisse den qualitativen Argumenten der Analyse der Heat Map.

Ein ähnlicher Effekt gilt für die Beurteilung des **Eisen- und Stahlsektors**. Dieser Sektor steht in der Heat Map vor einem "hohen Risiko" bezüglich Kohlenstoffregulierung. Im Gegensatz dazu unterscheidet die Carbon Bubble Bewertung zwischen der sehr emissionsintensiven und daher hoch exponierten **blast furnace (BF)/basic oxygen furnace (BOF) Eisen & Stahl** Produktion (Platz 4 im Risikoranking der Kohlenstoffregulierung) und der **electric arc furnace (EAF) Eisen & Stahl** Produktion. Die Emissionen in letzterem Verfahren können viel leichter reduziert werden, sodass sich in der Carbon Bubble Bewertung sogar eine positive Exposition gegenüber Kohlenstoffregulierung ergibt.

Für **Automobilhersteller** dagegen unterscheiden sich die Bewertungen leicht. Diese betreffen die Kategorie "hohes Risiko" in der Heat Map. Für **Automobilzulieferer** ist das Bonitätsrisiko aufgrund von Kohlenstoffregulierung nur "etwas erhöht". Die Heat Map geht davon aus, dass der Sektor Automobilzulieferer mehr Möglichkeiten hat, sich an die Kohlenstoffregulierung anzupassen und neue Technologien und Märkte nutzbar zu machen. Die Carbon Bubble Bewertung findet dagegen keinen Gewinnverlust für **Maschinenbau** und **Kraftfahrzeuge**.

Der **größte Unterschied in den Bewertungen** ist zwischen der Bewertung der **Tierhaltung** der Carbon Bubble Analyse zu finden (eines der Top 5 höchsten Operator Carbon Risks) und dem Sektor Protein and Agriculture der Heat Map (konstant niedriges Kohlenstoffregulierungsrisiko). Allerdings haben in der Carbon Bubble Bewertung sowohl Lebensmittel, Getränke und Tabak als auch Molkereiprodukte ein vernachlässigbares Operator Carbon Risk. Daher ergibt sich der Unterschied wahrscheinlich aufgrund der unterschiedlichen Aggregation dieses Sektors.

Abbildung 2-12: Sektoren mit hoher oder sehr hoher Exposition gegenüber Kohlenstoffregulierungen in der Heat Map von Moody's



Quelle: Moody's Investor Service 2016: Moody's To Analyse Carbon Transition Risk Based on Emissions Reduction Scenario Consistent with Paris Agreement

3 Kohlenstoffrisiken für die deutsche Finanzwirtschaft

Die in Kapitel 2 identifizierten Kohlenstoffrisiken in der Realwirtschaft können potenziell auch Risiken für die Finanzwirtschaft bedeuten. Daher wird zusätzlich die finanzielle Relevanz von Kohlenstoffrisiken für den Finanzmarkt untersucht und ein Klimarisikoscanner entwickelt. Hauptziel des zur Verfügung gestellten Tools ist es, mögliche Expositionen deutscher Finanzinstitute gegenüber klimabedingten finanziellen Risiken zu identifizieren und zu bewerten und Finanzinstituten bei der Umsetzung der TCFD-Empfehlungen zu unterstützen.

3.1 Hintergrund

3.1.1 Klima- und Kohlenstoffrisiken in der Finanzwirtschaft

Die erste Studie auf EU-Ebene (Weyzig et al, 2014) untersucht, inwieweit fossile Ressourcen eine finanzielle Bedrohung für Investoren darstellen. Weyzig et al. schätzen die Exposition (via Eigenkapital, Anleihen und Kredite) gegenüber dem Sektor „fossile Brennstoffe“ auf 460 bis 480 Mrd. Euro für europäische Banken (**1,4 % der Bilanzsumme**), 300 bis 400 Mrd. für europäische Versicherungsgesellschaften (**4 % der Bilanzsumme**) und 260 bis 330 Mrd. Euro für Europäische Pensionsfonds (**5 % der Bilanzsumme**). Eine Untersuchung von Battiston et al. (2017) erweitert die Analyse für den Europäischen Aktienmarkt und umfasst zusätzlich Aktien in energieintensiven Industrien. Die Ergebnisse zeigen, dass die Aktienportfolioanteile je nach Investor zwischen **4,4 % und 12,9 % in der fossilen Industrie**, sowie weitere **26 – 33 % in den energieintensiven Industrien** lagen. Dabei erfasste die Untersuchung auch indirekte Effekte, sogenannte **Zweitrundeneffekte**, die sich aus finanziellen Interaktionen, wie etwa der Kreditvergabe zwischen Banken im Interbankenmarkt, ergeben können. Solche Zweitrundeneffekte, welche vor allem in der Finanzkrise 2008/09 ausschlaggebend waren, können positive und negative Effekte verstärken. Sie sind generell wichtig, da sie die Genauigkeit von Risikoschätzungen verringern und die Ausfallraten erhöhen können.

Mehrere Studien haben die Rolle von gestrandeten Vermögenswerten und klimabezogenen Risiken in bestimmten Ländern oder Sektoren untersucht. Dietz (2016) untersucht den Einfluss des Klimawandels (physische Risiken) auf Vermögenswerte auf globaler Ebene. Das European Systemic Risk Board (ESRB) (2016) untersucht den Einfluss von Transitionsrisiken auf das europäische Finanzsystem. In einer Studie der niederländischen Zentralbank (Schotten, 2016) wurde die Exposition niederländischer Finanzinstitute gegenüber emissionsintensiven Sektoren geschätzt. Die geschätzte Exposition betrug 39,7 Mrd. Euro für die drei größten niederländischen Banken (**2 % der Bilanz**, fast ausschließlich in Krediten), 37,8 Mrd. Euro für die drei größten niederländischen Pensionsfonds (ca. **5,5 % der Bilanz**, in Rohstoffen, Aktien, Anleihen und andere) und 9,3 Mrd. Euro für die drei größten niederländischen Versicherungen (ca. **1,2 % der Bilanz**, vor allem in Anleihen und Eigenkapital).

Ähnlich umfangreiche Schätzungen für Deutschland existieren bisher nicht. Eine erste Schätzung der Expositionen deutscher Finanzinstitute gegenüber Krediten aus emissionsintensiven Sektoren (Dombret, 2018) fand eine geringe Exposition gegenüber dem Kohlenbergbau (840 Mio. Euro), eine etwas höhere Exposition in der Gewinnung von Erdgas und Erdöl sowie der Verarbeitung von Kohle und Mineralöl (20 Mrd. Euro), jedoch **157 Mrd. Euro** für die Energieversorgung. Dies entspricht ca. 16 % der Kredite an inländische Unternehmen oder **4,7 % der Kreditvergabe an inländische Nicht-Banken**. Bei einzelnen Banken allerdings machen Kredite an diese Sektoren einen höheren Anteil der Kredite aus, z. B. haben einzelne Institute bis zu 2 % ihrer Millionenkredite im Kohlebergbau und bis zu 6 % in der Gewinnung von Erdgas und Erdöl. Southpole (2016) untersuchte die Aktienfonds in Deutschland und fand ähnliche Ergebnisse, dass nur ca. **0,7 % des Aktienportfolios im Kohlesektor und ca. 4 % im Öl & Gassektor** investiert sind, jedoch **22 % sind in der Stromerzeugung und der**

Industrie (CO₂ intensive Sektoren). Es wurden keine Kredite, Anleihen oder direkt gehaltene Aktienanteile untersucht.

3.1.2 Existierende Methoden zur Bewertung von Klima- und Kohlenstoffrisiken

Der Carbon Asset Risk Framework des WRI und des United Nations Finance Initiative (UNEP FI) bietet ein umfassendes Konzept für die Bewertung von Kohlenstoffrisiken und die Bewertung und Verwaltung von Kohlenstoff-Vermögensrisiken. Es zeigt, wie die Kohlenstoffrisikoexposition auf verschiedenen Ebenen beurteilt werden kann und wie Stresstests auf Betreiber-Ebene oder auf Portfolioebene angewendet werden können. Eine Studie der 2° II (2015) gibt einen Überblick über Klima- und Kohlenstoffstresstests und -risikoplanalysen, die zwischen Bottom-Up- und Top-Down-Ansätzen unterscheiden, wobei Bottom-Up-Ansätze auf der Ebene der physischen Vermögenswerte und/oder der Unternehmenswerte, und Top-Down-Ansätze auf der Ebene von Finanzportfolios oder des Finanzsystems als Ganzes ansetzen.

Das Cambridge Center for Sustainable Finance (2016), hat eine Studie als Input für die G20 Green Finance Study Group erstellt, in der untersucht wurde, wie verschiedene Finanzinstitute Kohlenstoffrisiken (physische und Transitionsrisiken) in ihrer Bewertung von finanziellen Risiken (Geschäftsrisiko, Kreditrisiko, Marktrisiko und Rechtsrisiko) berücksichtigen. Es werden 14 Fallstudien als Praxisbeispiele aufgeführt und Bewertungen und Tools sowohl für physische als auch Transitionsrisiken vorgestellt. In Bezug auf die Bewertung der finanziellen Auswirkungen konzentrieren sich die meisten Studien oder Tools auf Marktrisiken³⁸ und Kreditrisiken³⁹. Nur eine Studie untersucht rechtliche Risiken und drei Studien befassen sich mit Geschäftsrisiken.

Risikoanalysen und Stresstests können auf der Ebene des Betreibers oder auf Portfolioebene erstellt werden. Einige Methoden spezialisieren sich auf spezifische Risiken oder bestimmte Anlageklassen. Nur Mercer (2015) versucht, alle wichtigen Anlageklassen einzubinden. Moody's (2015a, 2015b) und S&P (2015) bieten einen umfassenderen Ansatz für Kredite und Anleihen. SASB (2016), BNP Paribas (2016) haben eine Risikobewertung für Aktien entwickelt, wobei sie sich auf die Auswirkungen des Kohlenstoffpreises konzentrieren. ICBC (2016) hat ein Stresstest Tool entwickelt⁴⁰, welches sich aber vorerst auf Kreditrisiken für den chinesischen Bankensektor im Bereich Energie und Zementproduktion konzentriert. Die Risikoanalysen von 2° II und Co-Firm (2017) konzentrieren sich auf börsennotierte Aktien und Anleihen in bestimmten klimabezogenen Branchen. GIZ und UNEP FI (2017) haben ein Excel-basiertes Tool entwickelt, das sich aber auf Dürre-Risiken konzentriert. Blackrock (2015) und Beyond Ratings bieten ein Framework für Kohlenstoffrisiken in Staatsanleihen, haben aber noch kein Tool entwickelt.

Eine aktuelle Studie, welche den gleichen Risikobewertungsansatz wählt wie der hier beschriebene Klimarisikoscanner, ist die im April 2018 veröffentlichte Studie "Extending Our Horizons" (UNEP FI, 2018). Die UNEP FI hat mit weltweit führenden Banken (16 Banken, die zusammen über \$ 7 Billionen repräsentieren) einen Ansatz entwickelt, um die Klimatransparenz auf den Finanzmärkten zu fördern und Banken die Möglichkeit zu geben, den TCFD-Empfehlungen zu folgen.

³⁸ Marktrisiken beinhalten wirtschaftliche Gesamteffekte aufgrund von Schwankungen bei den Rohstoffpreisen (Öl, Kohle, ...), Lebensmittelpreisschocks oder technologischen Durchbrüchen.

³⁹ Zu den Kreditrisiken gehören die Auswirkungen der Kohlenstoff- und Energieregulierung auf die finanzielle Leistungsfähigkeit der Beteiligungsgesellschaften.

⁴⁰ In diesem Tool wird ein Ansatz gewählt, welcher dem für diese Studie gewählten Ansatz ähnlich ist. Geschätzte Änderungen in Kosten und Umsatz werden in einer „credit rating migration matrix“ zusammengefasst, welche einen Einfluss auf die probability of default (PD) und das Wachstum von non-performing loan ratio (NPLR) hat.

3.2 Design und Methodik des Klimarisikoscanners

3.2.1 Beschreibung der Methode

Ziel des entwickelten Klimarisikoscanners ist es, mehr Bewusstsein für klimabedingte Risiken und Chancen unter Finanzinstituten zu schaffen und Einblicke zu geben, ab wann eine mögliche Überbewertung von kohlenstoffbezogenen Vermögenswerten zu einem finanziellen Risiko werden könnte.

Es werden alle wichtigen Anlageklassen betrachtet: Aktien, Unternehmensanleihen, Kredite, Staatsanleihen und Hypotheken. Die Auswahl der Klimaszenarien und der Industriesektoren des **Klimarisikoscanners** basiert auf den Ergebnissen des Operator Carbon Risk Tools (Kapitel 2) sowie auf zusätzlichen Daten für die Anlageklassen Hypotheken und Staatsanleihen. Der geographische Fokus liegt auf Deutschland, eine Erweiterung auf andere Länder ist aber möglich.

Es gibt **drei hauptsächliche Treiber für Operator Carbon Risks**: *Kostenerhöhung, Nachfragereduktion und erhöhte Investitionskosten*. Abbildung 3-1 zeigt, inwiefern unterschiedliche Anlageklassen von welchen Treibern betroffen sind und welche Art von Daten in den Berechnungen verwendet werden. Für die Berechnung der Profitveränderung in Kapitel 2 wurden Änderungen der Kosten (sowohl fix als auch variabel) und der Erlöse separat betrachtet. Da Kosten und Erlöse in direktem Zusammenhang mit dem Gewinn stehen, und, um dem Nutzer zu ermöglichen, den Grund für die Profitveränderungen (Erlöse oder Kosten) nachzuvollziehen, wurde die Unterscheidung von Kostenerhöhung und Nachfragereduktion gewählt. Da sich Investitionskosten auf den Anlagewert (und über ihre Abschreibung auf den Profit) auswirken, werden diese ebenso separat betrachtet.

Abbildung 3-1: Anlageklassen, Treiber von Kohlenstoffrisiken und Datenquellen

Anlageklassen	Treiber von Kohlenstoffrisiken			Datenquellen
	Kostenerhöhung	Invest.Kosten	Nachfragereduktion	Genutzte Daten
Eigenkapital	☑	☑	☑	Industrie (sub)sektor Durchschnittswerte
Unt. Kredite/Anleihen	☑	☑	☑	
Staatsanleihen		☑		Transitionskosten
Hypotheken		☑		Sanierungskosten

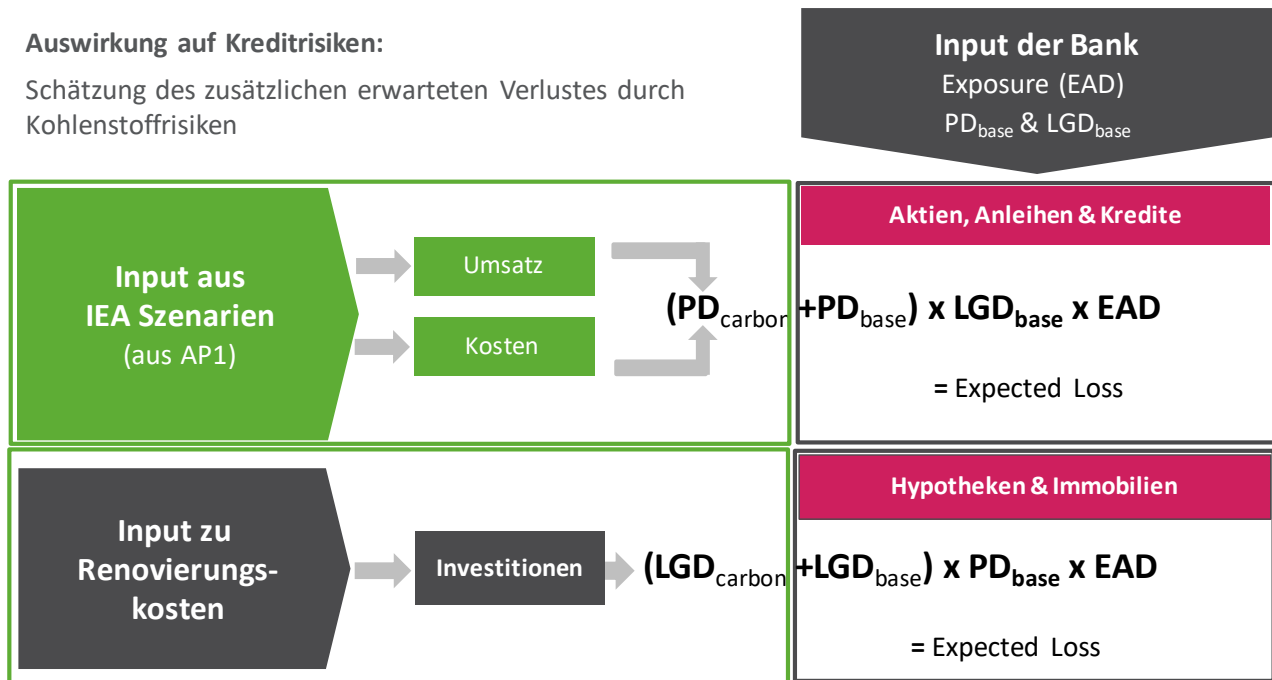
Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

Der Klimarisikoscanner konzentriert sich auf das Kreditrisiko, wobei für jede Anlageklasse ein **erwarteter Verlust berechnet wird**. Die Quantifizierung des erwarteten Verlustes ist für Banken gängige Praxis. Darüber hinaus nutzt auch der Bericht "Extending Our Horizons" (UNEP FI, 2018), der darauf abzielt, methodische Leitlinien für die Bewertung von Transitionsrisiken und Chancen für Banken zu liefern, den erwarteten Verlust für seine Portfolio-Folgenabschätzungen.

Der Erwartete Verlust ist der Wert eines möglichen Verlustes multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit, dass dieser Verlust eintritt, d. h. der erwartete Verlust (Expected Loss -EL) eines Kreditportfolios entspricht der Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Default - PD) multipliziert mit der Forderungshöhe bei Ausfall (Exposure at Default - EAD) und der Verlustquote (Loss given Default - LGD).

Der Klimarisikoscanner ermittelt den zusätzlich erwarteten Verlust aufgrund von Kohlenstoffrisiken, wie in Abbildung 3-2 dargestellt. Bei Aktien, Krediten sowie Unternehmens- und Staatsanleihen ermittelt es eine zusätzliche Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Default - PD), die mit einem Anstieg der Kohlenstoffrisikotreiber zunimmt: z. B. Kostensteigerung (CO₂-Preis) und Umsatzrückgang. Bei Hypotheken ermittelt es eine zusätzliche Verlustquote (Loss Given Default – LGD), welche mit dem Anstieg der energetischen Sanierungskosten zunimmt.

Abbildung 3-2: Berechnung des erwarteten Verlusts im Klimarisikoscanner



EAD = exposure at default (in €); PD = Probability of default (%); LGD = Loss given default (%)

Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

LGD wird bei der Berechnung der Eigenkapitalvorschriften verwendet.

Die finanziellen Auswirkungen pro Anlageklassen werden in Form eines **Delta im erwarteten Verlust (EL)** gemessen, der durch den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft verursacht wird.

Der erwartete Verlust aufgrund des Transitionsrisikos ist definiert als:

Erwarteter Verlust Transitionsrisiko = (erwarteter Verlust inklusive Transitionsrisiko – Ursprünglicher Erwarteter Verlust)

$$EL_{transition\ risk} = EL_{base\ incl\ transition\ risk} - EL_{base}$$

Für jede Anlageklasse werden drei Analyseschritte durchgeführt:

- ▶ Schritt 1: Ermittlung des erwarteten Verlustes ohne Transitionsrisiko unter Verwendung von Industriedaten oder einzelnen Bankdaten.
- ▶ Schritt 2: Ermittlung des zu **erwartenden Verlustes inklusive Transitionsrisiko**, Verwendung von Daten aus unterschiedlichen Klimaszenarien (Umsatzänderungen, Kosten oder Vermögenswerte pro Sektor und Sanierungskosten für Gebäude).
- ▶ Schritt 3: Bestimmung des **Deltas im erwarteten Verlust (EL)**, abgeleitet aus Schritt 1 und Schritt 2.

3.2.2 Beispielrechnungen

Zur Illustration des Carbon Risk Scan Tools nutzen wir das Portfolio aller deutschen Banken als Beispiel-Portfolio, um das kohlenstoffbedingte Risiko zu berechnen.

Wie aufgeführt, hält das Aggregat aller deutschen Banken nach Angaben der Deutschen Bundesbank (2017a) 4.223 Mrd. Euro an Krediten gegenüber nicht-Finanzinstituten (Non-MFIs), davon:

- ▶ **147 Mrd. Euro an Krediten und Anleihen gegenüber dem Stromsektor.**

Für Kredite an den Stromsektor gehen wir davon aus, dass sich alle Kredite und Anleihen im nicht erneuerbaren Stromsektor befinden. Wir übernehmen eine PD von 3 % und ein LGD von 40 %. Wir gehen davon aus, dass die Kosten- und Einnahmeausfälle zu einer höheren Ausfallquote führen. Der Verlust bei Ausfall (LGD) bleibt gleich.

Schritt 1: Ermittlung des erwarteten Verlustes

$$EL = 147 \text{ Mrd. Euro} * 3 \% * 40 \% = 1,764 \text{ Mrd. Euro}$$

Schritt 2: Ermittlung des erwarteten Verlustes in einem schnellen Transitionsszenario

Angesichts des IEA 2 °C-Szenarios liegt die Gewinnänderung bei -49,8 % und die Kosten der Transition (bezogen auf Scope 1, Scope 2 und Scope 3 Emissionen), führen zu einem zusätzlichen Schock für diesen Sektor in Höhe von -40,5 %. Die Kosten- und Umsatzentwicklungen werden separat betrachtet, um dem Nutzer eine bessere Unterscheidung der Ursache der Gewinnveränderung zu ermöglichen. Darüber hinaus beträgt die geschätzte historische Sensitivität zwischen Gewinn und der absoluten Änderung des Ausfalls 0,54 %.

Daher wird folgende Anpassung des PD-Rate abgeleitet: (-49,8 % (Gewinnschock) - -40,5 % (Kostenschock)) x (-1) x 100 x 0,54 % = **5,049 %**

EL transition = EAD x PD x LGD (transition) = 147 Mrd. Euro * (3 % + 5,049 %) * 40 % = 4,732 Mrd. Euro

$$\text{Delta EL} = EL \text{ transition} - EL = 4,732 - 1,764 \text{ Mrd. Euro} = \mathbf{2,968 \text{ Mrd. Euro}}$$

2,968 Mrd. Euro entsprechen 2 % des Gesamtwerts der Darlehen für den Stromsektor (147 Mrd. Euro).

Bei Hypotheken nehmen wir eine Ausfallwahrscheinlichkeit (PD) (notleidende Kredite im Basis- und Übergangsszenario) in Höhe von 3 % und LGD in Höhe von 10 % an. Wir gehen davon aus, dass die Ausfallwahrscheinlichkeit (PD) für beide Szenarien gleichbleibt. Wir gehen auch davon aus, dass im Übergangsszenario alle Gebäude saniert werden müssen, um eine Reduzierung des Energieverbrauchs um 40 % zu erreichen. Daher haben alle Hypotheken einen niedrigeren Marktwert (abhängig von den erforderlichen Investitionen für die Renovierung) und daher erhöht sich Ihr Verlust bei Ausfall (Loss Given Default - LGD).

Schritt 1: Ermittlung des erwarteten Verlustes:

$$EL = EAD \times PD \times LGD = 526 \text{ Mrd. Euro} * 3 \% * 10 \% = 1,578 \text{ Mrd. Euro}$$

Schritt 2: Ermittlung des erwarteten Verlustes in einem schnellen Transitionsszenario.

Mit dem Ziel den Energieverbrauch in Gebäuden um 40 % im Jahr 2030 zu senken und durchschnittlichen Sanierungskosten von 19.700 Euro pro Einheit (à 100m²) und durchschnittlich ausstehenden Darlehen von 150.000 Euro, belaufen sich die Sanierungskosten auf 5,25 % (=7.880 Euro/ 150.000) des Wertes und damit einer Erhöhung des Verlusts bei Ausfall (LGD) um 5,25 %.

EL transition = EAD x PD x LGD (transition) = 526 Mrd. Euro * 3 % * (10 % + 5,25 %) = 2,406 Mrd. Euro

Delta EL = EL transition - EL = 2,406 – 1,578 Mrd. Euro = **0,827 Mrd. Euro**

0,827 Mrd. Euro entspricht 0,15 % des Gesamtwerts von Hypothekendarlehen (526 Mrd. Euro).

Bei **Staatsanleihen** wird das Rating des Landes als Grundlage für die Berechnung verwendet. Anhand des Beispiels von Deutschland wird ein LGD von 20 % (für Staatsanleihen mit einem A Rating) und eine einjährige Ausfallwahrscheinlichkeit von 0,0149 % (Quelle: Bloomberg) zu Grunde gelegt.

Schritt 1: Ermittlung des erwarteten Verlustes:

$EL = EAD \times PD \times LGD = 0,014886 \% * 20 \% * 20 \text{ Mrd. Euro} = 595.440 \text{ Euro}$

Schritt 2: Ermittlung des erwarteten Verlustes in einem schnellen Transitionsszenario.

Hierfür muss die Transformationsfähigkeit des Landes und die mögliche Veränderung der theoretischen PD bestimmt werden. Der „climate change performance index“⁴¹ von Germanwatch wird als Indikator für die Transformationsfähigkeit eines Landes verwendet. Deutschland hat einen Wert von 56,58 (von 60 Punkten). Basierend auf Daten von Bloomberg zum Verhältnis von einer Änderung im BIP des Landes zur Veränderung der Ausfallwahrscheinlichkeit, erhalten wir eine Sensitivität des Ratings von 0,0038 % pro 1 % GDP Veränderung. Die durchschnittlichen Kosten für das Land wurden mit Hilfe von IEA- und IPCC-Daten ermittelt: Es wird von Kosten zwischen 0,15 % und 0,52 % des globalen BIP ausgegangen. Dieser Bereich wird als Proxy für die Kosten für die verschiedenen Länder verwendet.

Dies führt zu einer Veränderung des PD Wertes von: **0,014886 %** auf **0,014964 %** (siehe Dokumentation des Carbon Risk Scan Tools für eine genauere Beschreibung).

EL transition = **0,014964 %** * 20 % * 20 Mrd. = 598.560 Euro

Delta EL = 598,560 – 595,440 = 3.120 Euro

Das Risiko für deutsche Staatsanleihen wird somit als sehr gering eingeschätzt.

Eine separate Dokumentation des **Carbon Risk Scan Tools** stellt weitere Details zu den Annahmen und Berechnungen für alle Anlageklassen, welche hinter diesen Berechnungen stehen, zur Verfügung.

3.3 Exposition deutscher Finanzinstitute

Die vorangegangene Analyse veranschaulichte das Design und die Methodik des **Klimarisikoscaners, der von Finanzinstituten genutzt werden kann**, um mehr Einblicke in ihre Exposition gegenüber Transitionsrisiken zu gewinnen. Die Wirtschaftssektoren wurden auf der Grundlage des Operator Carbon Risk Tools (Kapitel 2) ausgewählt. Neben den Expositionen gegenüber den im Rahmen des Operator Carbon Risk Tools identifizierten Wirtschaftssektoren werden auch Expositionen durch andere Finanzanlagen wie Hypotheken und Staatsanleihen berücksichtigt.

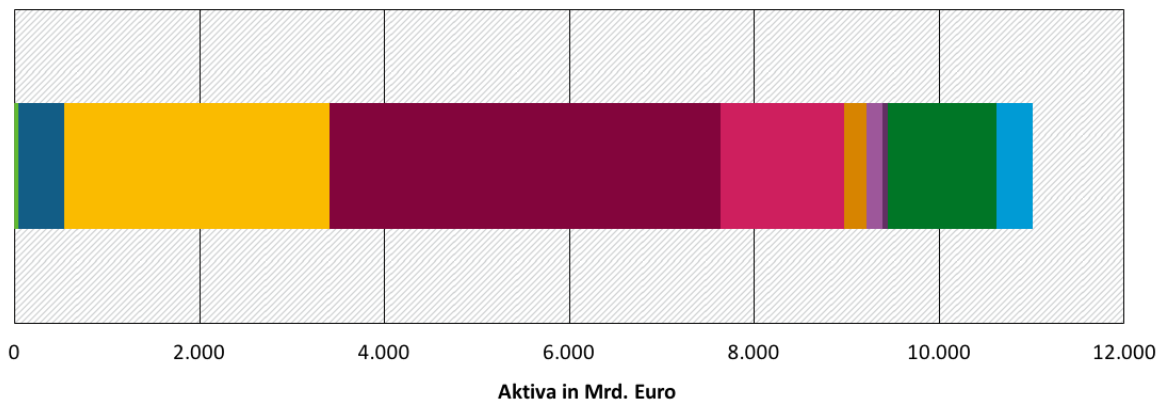
In diesem Kapitel werden die Expositionen deutscher Finanzinstitute gegenüber verschiedenen Anlageklassen und Wirtschaftssektoren untersucht.

3.3.1 Vermögenstruktur deutscher Banken, Pensionsfonds und Versicherer

Bevor man die Exposition gegenüber klimabezogenen Sektoren analysiert, ist es entscheidend zu verstehen, durch welche Finanzinstrumente diese Exposition entstehen kann. Bei einer näheren Betrachtung der Finanzanlagen deutscher Institute wird deutlich, dass Banken vor allem über Fremdkapitalbeteiligungen (Kredite an Haushalte und Firmen sowie Staats- und Unternehmensanleihen) exponiert sind und Investmentfonds und Pensionsfonds hingegen stärker über Eigenkapitalbeteiligungen (direkt oder indirekt) exponiert sind.

⁴¹ <https://www.climate-change-performance-index.org/>

Abbildung 3-3: Vermögensseite der Bilanz deutscher Banken in 2016 (aggregiert)

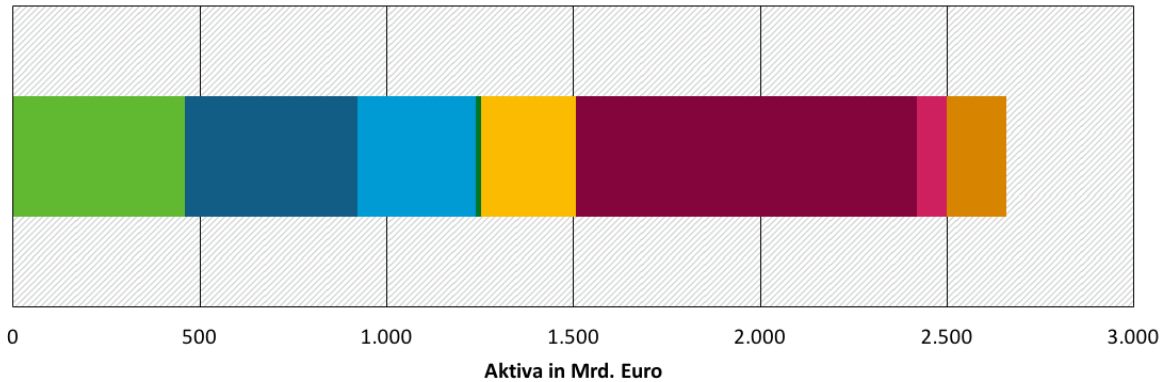


- Kassenbestand
- Wechsel
- Buchforderungen an Nicht-Banken
- Aktien und nicht-festverzinsliche Wertpapiere
- Treuhandvermögen
- Sonstige Aktiva
- Guthaben bei Zentralbanken
- Buchforderungen an Banken
- Schuldverschreibungen und festverzinsliche Wertpapiere
- Beteiligungen
- Derivate

Quelle: Bankenstatistik der Deutschen Bundesbank, 2016.

Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

Abbildung 3-4: Vermögensseite der Bilanz von deutschen Pensionsfonds und Versicherer in 2016 (aggregiert)



- Bargeld und Einlagen bei Banken (MFIs)
- Kredite (einschl. Depotforderungen)
- Nicht notierte Aktien & Anteile
- Anteile der Rückversicherer an Bruttorestellungen
- Schuldverschreibungen (einschl. Finanzderivate)
- Börsennotierte Aktien
- Investmentfondsanteile
- Sonstige Aktiva

Quelle: Statistik über Versicherungen und Pensionseinrichtungen der Deutschen Bundesbank, 2016.

Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

Abbildung 3-3 zeigt die Vermögensaufteilung deutscher Banken auf verschiedene Anlageklassen (aggregiert)⁴². Hierbei ist hervorzuheben, dass das deutsche Bankensystem eine sehr heterogene Struktur vorweist. Es gibt einen großen Anteil an Landesbanken, Sparkassen und Genossenschaften, die durch unterschiedliche Strukturen der Vermögensanlagen gekennzeichnet sind. Dies unterstreicht, dass deutsche Banken überwiegend Kredite an Banken und Nichtbanken sowie Anleihen und andere festverzinsliche Wertpapiere halten, während die Exposition gegenüber Eigenkapital im Vergleich zum Rest der Vermögenswerte gering ist. Kreditbanken und Großbanken halten einen erheblichen Teil ihrer Bilanz in Form von verschiedenen Arten von Derivaten und Krediten an andere Banken, welche nicht in den Anwendungsbereich dieses Projekts fallen. Diese Instrumente können jedoch, wie eingangs erwähnt, zu einem wichtigen Multiplikator von Erstrundenrisiken werden.

Abbildung 3-4 zeigt Beteiligungen deutscher Versicherungs- und Pensionsfonds über mehrere Finanzinstrumente hinweg und unterstreicht die Tatsache, dass die wichtigsten Vermögenswerte für Versicherungen und Pensionsfonds die Anteile an Investmentfonds sind. Daher ist es für die Aufdeckung der Exposition der Versicherungs- und Pensionsfonds gegenüber klimarelevanten Sektoren von entscheidender Bedeutung, ihre Aktien und ihre Investmentfonds-Beteiligungen zu analysieren.

3.3.2 Kredite und Aktien in emissionsintensiven Sektoren

Banken sind die größten deutschen Finanzinstitute und Kredite das wichtigste Finanzinstrument. Deshalb wird im Folgenden die Exposition verschiedener deutscher Banken gegenüber klimasensiblen Sektoren skizziert.

Daten über Bankkredite sind in der Regel nicht öffentlich zugänglich, daher nutzen wir die "Millionenkreditmeldungen" der Deutschen Bundesbank (eine Kreditdatenbank, welche Kredite und Anleihen über 1 Mio. Euro bis Ende 2015 berücksichtigt). Diese Zahlen sollten als Schätzung verstanden werden, da der Kreditdatensatz nur Kredite und Anleihen über 1 Mio. Euro und nur Sektoren auf aggregierter Ebene (2-steller Ebene) berücksichtigt. Die für den Zweck dieses Projekts identifizierten Sektoren wurden teilweise auf 2- und 4-stelliger Ebene ausgewiesen. Subsektoren wurden daher dem übergeordneten Sektor zugeordnet (siehe Legende in Abbildung 3-5). Dies führt dazu, dass die Anzahl der Sektoren geringer ausfällt als in Kapitel 2. Dies zeigt gleichzeitig auf, dass die Kreditdatenbank insofern verbessert werden sollte, dass eine genauere Betrachtung der Kreditvergabe auf Sub-Sektorebene ermöglicht wird.

Eine erste Schätzung von Dombret (2018) hat gezeigt, dass deutsche Finanzinstitute ausstehende Kredite im Bereich der Energieversorgung in Höhe von **157 Mrd. Euro** haben (sowie 840 Mio. Euro im Kohlenbergbau und 20 Mrd. in der Gewinnung und Verarbeitung fossiler Brennstoffe). Unsere Untersuchung der Kredite und Anleihen deutscher Finanzinstitute bestätigt diese Schätzung: Der größte Anteil (ca. **145,6 Mrd. Euro**) der Darlehen und Anleihen werden im **Strom- und Gassektor** (WZ 35) im In- und Ausland gehalten (siehe Abbildung 3-5).

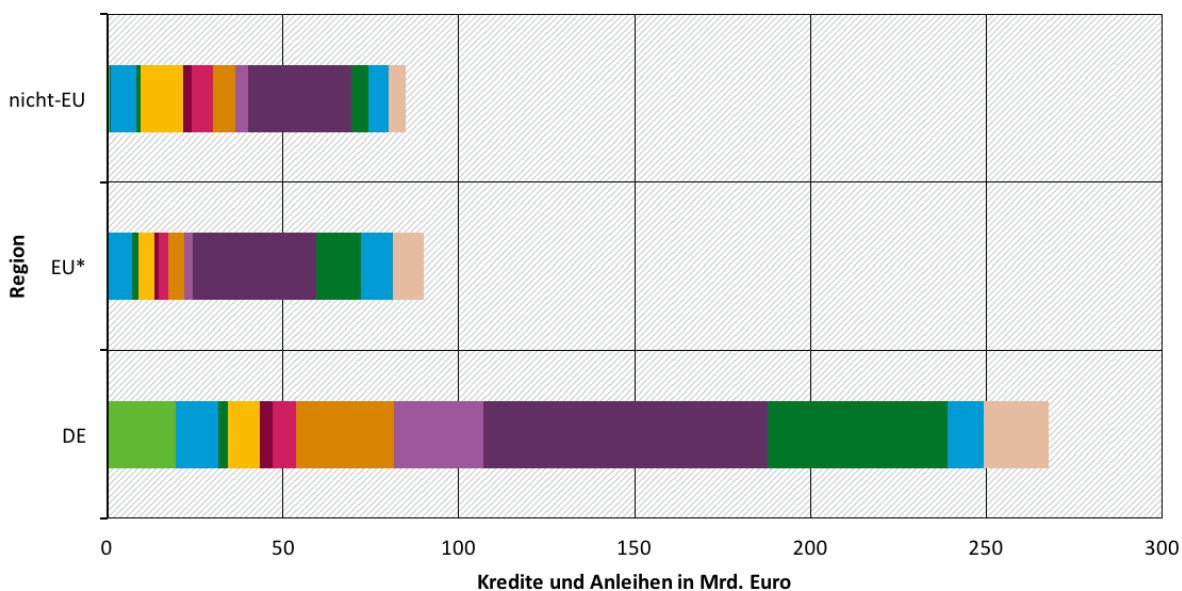
Darüber hinaus betrachtet dieser Bericht noch weitere Sektoren (siehe Kapitel 2), die von der Transformation betroffen sein können. Zum einen sind dies weitere Sektoren mit einem erhöhten Kohlenstoffrisiko, die jedoch einen geringeren Anteil an der Kreditvergabe deutscher Banken zeigen: **Kohlenbergbau** (mit 685 Mio. Euro), **Glas, Zement und Kalk** (mit 7,7 Mrd. Euro), **Eisen und Stahl** (Metallerzeugung mit 15,3 Mrd. Euro), sowie die **Tierhaltung** (mit 20,6 Mrd. Euro). Die Anteile an der Kreditvergabe an diesen Sektoren summieren sich auf ca. **44,3 Mrd. Euro** und sind in Abbildung 3-5 zu finden.

⁴² Wir unterteilen Finanzinstrumente in Anleihen und andere festverzinsliche Wertpapiere, Bargeld, Einlagen in der Zentralbank, Derivate, Eigenkapital und andere nicht-festverzinsliche Wertpapiere, Beteiligungen an angeschlossenen Unternehmen, Darlehen an MFI (MFI steht für monetäre Finanzinstitutionen (z. B. Banken)), Darlehen an nicht-MFIs, zu zahlende Schuldscheine, sonstige festverzinsliche Vermögenswerte, Schatzanleihen sowie Immobilien.

Zum anderen sind dies Sektoren, die zwar emissionsintensiv sind, aber entsprechend der Untersuchung als anpassungsfähiger in der Transformation betrachtet werden (niedriges Kohlenstoffrisiko): der **Bausektor** mit 68 Mrd. Euro, der **Maschinenbau** mit 38,6 Mrd. Euro, der **Fahrzeugbau** mit 31,5 Mrd. Euro, sowie das **Lagerwesen** mit 32 Mrd. Euro und der **Landverkehr und Pipelines** mit 25,5 Mrd. Euro, **Nahrungsmittel und Getränke** mit 25,7 Mrd. Euro, sowie der **Chemiesektor** mit 25,5 Mrd. Euro. Die Anteile an der Kreditvergabe an diesen Sektoren summieren sich auf ca. **221,3 Mrd. Euro** und sind in Abbildung 3-5 zu finden. Diese Sektoren sind dieser Analyse zufolge jedoch weniger stark von Transitionsrisiken betroffen.

Zusätzlich (allerdings nicht in der Abbildung enthalten) liegen die Expositionen via Darlehen und Anleihen gegenüber dem **Immobiliensektor**⁴³ in Deutschland in der Größenordnung von 371 Mrd. Euro und weitere 155 Mrd. Euro im Ausland. Dies unterstreicht die Bedeutung einer separaten Betrachtung von Hypotheken im Klimarisikoscanner.

Abbildung 3-5: Bankkredite und Anleihen deutscher Banken und Versicherungen in emissionsintensiven Sektoren in Deutschland, der EU und nicht-EU Ländern (in Mrd. Euro)



- Tierhaltung
- Zellstoff & Papier
- Metallherzeugung**
- Energieversorgung
- Lagerwesen
- Kohlenbergbau
- Chemie
- Maschinenbau
- Hochbau, Tiefbau, Abbruch & Ausbau
- Nahrungsmittel, Getränke, Tabak
- Glas, Zement, Kalk, etc.
- Kraftwagen
- Landverkehr***

* EU ohne DE, **inkl. Eisen & Stahl, Aluminium, Nichteisenmetalle, *** inkl. Rohrfernleitung, Straßengüterverkehr

Quelle: Millionenevidenz der Deutschen Bundesbank, 4. Quartal 2015.

Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

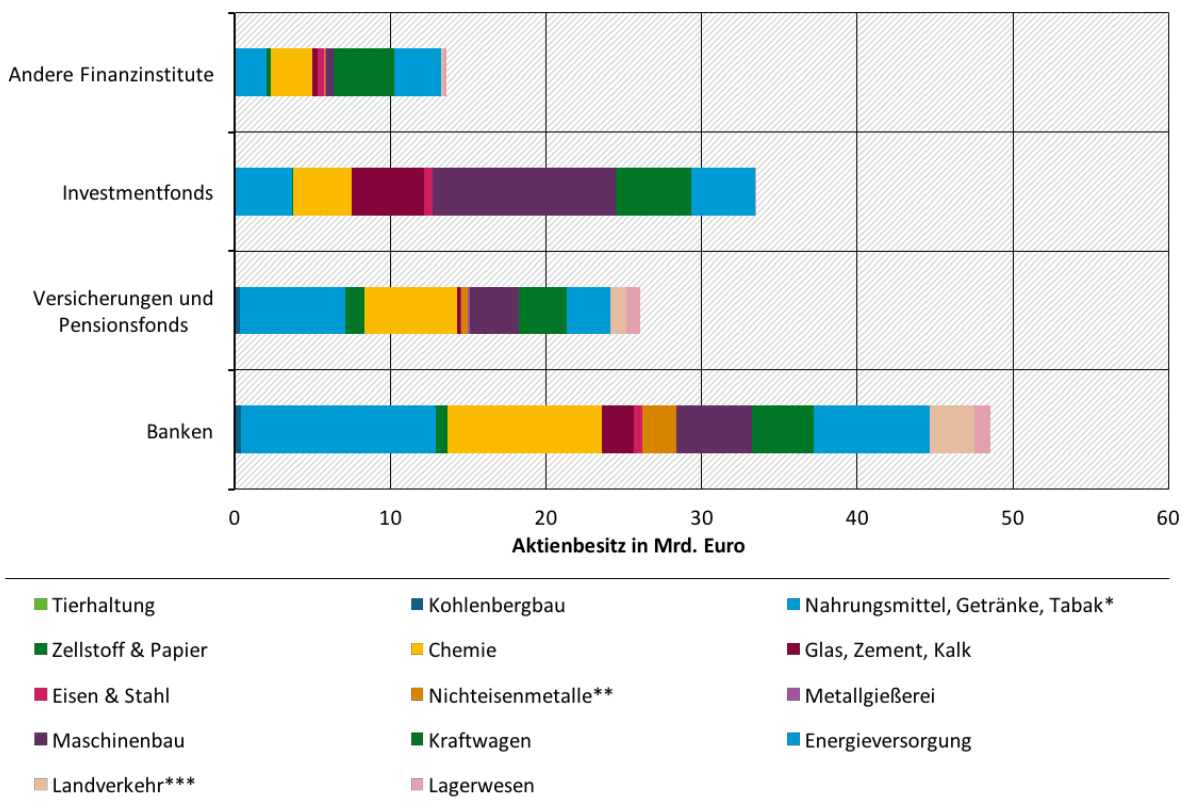
Wie in Kapitel 3.3.1 hervorgehoben wird, sind Eigenkapitalbeteiligungen (direkt und indirekt) das wichtigste Finanzinstrument für Versicherer und Pensionsfonds. Deshalb geben wir zusätzliche Einblicke in die Exposition verschiedener deutscher Finanzmarktakteure gegenüber den emissionsintensiven Sektoren über ihre Beteiligungen. Die verwendeten Daten basieren auf der Bureau Van Dijk Orbis

⁴³ Da das Kreditvolumen für Wohnimmobilien in der Regel unter 1 Mio. Euro liegt, berücksichtigt die Kreditdatenbank einen großen Teil der Immobilienkredite nicht. Auf der anderen Seite gehören zu den Immobilienaktivitäten unter anderem alle Tätigkeiten, die mit dem Kauf, Verkauf und der Verwaltung von Grundstücken und Gebäuden verbunden sind, sowie deren Vermietung, Vermietung und Vermittlung.

Datenbank, welche alle börsennotierten Unternehmen und deren öffentlich ersichtlichen Anteilseigner umfasst. Die Auswahl der Sektoren entspricht weitestgehend denen in Kapitel 2. Subsektoren wurden dem übergeordneten Sektor zugeordnet (siehe Legende in Abbildung 3-6).

Abbildung 3-6 zeigt die Exposition verschiedener Akteure gegenüber emissionsintensiven Sektoren über ihre Eigenkapitalbeteiligungen. Die Ergebnisse zeigen, dass **Versicherungen und Pensionsfonds mit 26 Mrd. Euro (ca. 16 % der Beteiligungen) in emissionsintensive Sektoren investiert sind, wogegen Banken mit 48 Mrd. Euro (ca. 20 % der Beteiligungen) und Investmentfonds mit 33 Mrd. Euro (ca. 28 % der Beteiligungen) in emissionsintensive Sektoren investiert sind.** Die wichtigsten Sektoren sind die Stromerzeugung, Nahrungsmittelproduktion, Chemische Produktion, Maschinenbau sowie der Fahrzeugbau. Die Größenordnung ist vergleichbar mit Southpole (2016), welche Aktienfonds in Deutschland untersucht haben, hier aber für den gesamten Aktienmarkt in Europa.

Abbildung 3-6: Aktienbesitz deutscher Finanzinstitute in emissionsintensiven Sektoren in 2016



* inkl. Milchverarbeitung, ** inkl. Aluminium, *** inkl. Straßengüterverkehr

Quelle: Bureau van Dijk Orbis Datenbank (2016).

Quelle: Eigene Darstellung, Global Climate Forum.

Aus der Betrachtung der Kredite und Aktien an emissionsintensive Sektoren lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- ▶ **Der wichtigste emissionsintensive Wirtschaftszweig**, gemessen an Fremdkapital- und Eigenkapitalbeteiligungen, ist die **Stromversorgung**, welche gleichzeitig ein hohes Kohlenstoffrisiko hat. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass der Stromsektor sowohl Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen sowie aus fossilen Quellen enthält. In einer näheren Betrachtung muss dies unterschieden werden, da das Risiko sonst überschätzt wird.
- ▶ Weitere wichtige Sektoren sind der **Maschinenbau, das Baugewerbe, die Fahrzeugindustrie sowie die chemische Industrie**, welche ein niedrigeres Kohlenstoffrisiko haben. Auch hier

ist eine genauere Betrachtung der eingesetzten Technologien und Ressourcen für die Bewertung des finanziellen Risikos von Bedeutung.

- ▶ Die Fremdkapital- sowie Eigenkapitalbeteiligungen im **Kohlesektor**, welcher ein sehr hohes Kohlenstoffrisiko trägt, sind allerdings gering und damit für den Finanzmarkt in Deutschland von geringerer Bedeutung.
- ▶ **Ein weiterer wichtiger Sektor, gemessen an den Fremdkapitalbeteiligungen, ist der Immobiliensektor.** Dies unterstreicht die Bedeutung einer separaten Betrachtung von Hypotheken im Klimarisikoscanner.

Die Größenordnung der Ergebnisse entspricht denen von Wejzig et al (2016) und Schotten (2016), Soutpole (2016), sowie Battiston (2017), und Dombret (2018). Jedoch deckt die vorliegende Studie alle wichtigen Anlageklassen und Finanzakteure ab.

4 Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten

Kohlenstoffrisiken können erhebliche Auswirkungen auf die Profitabilität von Investitionen haben.

Jedoch werden diese Kohlenstoffrisiken und die damit verbundenen finanziellen Auswirkungen noch immer unzureichend verstanden und unzureichend in die Investitionsentscheidungen von Finanzinstituten eingebunden. Dabei gibt es viele Instrumente, die Regulierern zur Verfügung stünden, um die Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten voranzutreiben.

Im Folgenden Kapitel wird eine Rezension bestehender Instrumente vorgenommen, die zur Integration von Kohlenstoffrisiken in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten eingesetzt werden können. Neben der Rezension werden alle untersuchten Instrumente detailliert bewertet, um schließlich Empfehlungen zur Verbesserung der Integration von Kohlenstoffrisiken in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten abzuleiten. Der Fokus liegt auf Deutschland, wobei immer auch auf andere Länder (insbesondere die der EU) eingegangen wird, sofern dies der Analyse hilft.

4.1 Ambitionen hin zu einem nachhaltigen Finanzsystem

4.1.1 Ambitionen auf Europäischer Ebene

Im Mai 2018 hat die Kommission ihre Verordnungsvorschläge für ein einheitliches Klassifizierungssystem von nachhaltigen Investitionen, für Offenlegungspflichten von Klima- und Nachhaltigkeitsrisiken sowie für Benchmarks sogenannter klimafreundlicher und klimaschonender Investitionen (European Commission, 2018b) vorgelegt.

Zudem hat die EU auch um Stellungnahmen hinsichtlich möglicher Änderungen der MiFID II Direktive gebeten, um das Thema Nachhaltigkeit (inklusive Klimarisiken) zukünftig besser in Anlagegespräche einzubinden (European Commission, 2018b). Im Laufe der Beratungen, will die von der EU beauftragte Technical Expert Group (TEG) sich auch mit anderen finanzmarktrelevanten EU Direktiven auseinandersetzen, um die Klimarisiken für Vermögensverwalter, Versicherer oder Investmentfonds zu bewerten und entsprechend anzugehen (European Commission, 2018b).

4.1.2 Ambitionen auf Deutscher Ebene

Im November 2016 hat die deutsche Bundesregierung den Klimaschutzplan 2050 als deutsche Langfriststrategie zur Umsetzung des Pariser Übereinkommens verabschiedet. Der Klimaschutzplan enthält sektorenspezifische Minderungsziele (2030) für alle treibhausgasemittierenden Sektoren (Energie, Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft) gemäß dem Quellprinzip, also der Zuordnung der Emissionen zu ihrem Entstehungsort.

4.2 Bedarf an weiteren Maßnahmen

Um den Klimaschutz in die Entscheidungen des Finanzmarkts vollständig einzubeziehen (2° II & UNEP Inquiry 2016), ist ein "systemischer Ansatz, der die Gestaltung und Funktionsweise der Finanz- und Kapitalmärkte effektiver an die Bedürfnisse des Übergangs zu einer integrativen und grünen Wirtschaft anpasst" (UNEP Inquiry 2015a), erforderlich. Um die Effizienz und Widerstandsfähigkeit des Finanzsystems zu gewährleisten (EU HLEG 2017), müssen diejenigen Charakteristiken des Finanzsystems neugestaltet werden, die Finanzintermediäre bei Investitions- und Kreditentscheidungen beeinflussen (IPCC, 2018). Zur besseren Integration von Klima- und Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten und einer Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit sollten vor allem die folgenden Fehlansetzungen der Finanzmärkte angegangen werden:

- ▶ **Zeithorizont:** Das Finanzsystem ist in einer "kurzfristigen und relativ engen Sicht auf das finanzielle Risiko" gefangen und kann langfristige Probleme, die sich aus dem Klimawandel ergeben, nicht berücksichtigen (EU HLEG 2017). Es gibt Unterschiede zwischen "langfristigen Projekten, langfristigen Verkörperungen von Risiken" und "kurzfristigen Marktverbindlichkeiten", die für die Fehlansetzung von Geschäftsmodellen verantwortlich sind (EU HLEG 2017). Dieser Aspekt wird aktuell wieder verstärkt adressiert, so zum Beispiel vom EU-Aktionsplan zur Finanzierung nachhaltigen Wachstums.
- ▶ **Konzeptionierung von Risiken:** Die größten Schwierigkeiten bei der Entwicklung eines adäquaten Risikomodells sind u. a. die Ungewissheit, die mit der Dekarbonisierung der Wirtschaft verbunden ist, der Mangel an Daten und die langfristige Natur der Risiken. Niveau und Qualität von Offenlegungen sind unzureichend, um ein adäquates Bild von Risiken und Performance zu reflektieren, "nachhaltige Finanzströme" auf nationaler und internationaler Ebene zu bewerten und so "informierte Entscheidungsfindung und Aufsicht" zu unterstützen (EU HLEG 2017). Die Transparenz leidet auch unter einem Mangel an gemeinsamen Definitionen und Metriken. Darüber hinaus bleiben das Niveau der Nachhaltigkeitskompetenz und -expertise "entlang der Investitions- und Kreditkette" unbefriedigend (E3G 2017). Genauer: die "Mainstream-Risikobewertung und -Verwaltung" versäumt es immer noch, Kohlenstoffrisiken richtig zu integrieren (2° ii 2015b).
Bisher wurde im Wesentlichen die Schuldenseite der Bilanz auf klimabedingten Finanzrisiken untersucht, während die Vermögensseite durch etablierte Finanzpraktiken schlecht analysiert bleibt (2° II 2015b). Um Klimarisiken jedoch in Ihrer Gänze zu erfassen, müssen Schulden sowie auch aktive und passive Vermögenswerte in Klimarisikoszenarien miteinbezogen werden (UN PRI 2018; Beyond Ratings 2019)
- ▶ **Marktstruktur:** Die Tiefe und Stärke von Finanzmärkten (z. B. Anleihemärkte) sowie die Größe und Rolle der öffentlichen und finanziellen Institutionen können unter Umständen nicht ausreichen, um Innovationen zu fördern und die Dekarbonisierung zu tragen (UNEP-Untersuchung 2015a). Verschiedene Experten sehen den „Hang“ für kurzfristige Risikobewertungen an den Kapitalmärkten als eines der größten Hindernisse für ein effektives Klimarisikomanagement (Thomä und Chenet 2017). Zudem gibt es eine Entwicklung hin zu mehr Fremdkapitalfinanzierung, was laut OECD kurzfristige Denkweisen im Markt begünstigt, und somit langfristiges Klimarisikomanagement behindern könnte (OECD 2011).

Die vorliegende Studie baut auf der UNEP Analyse *UNEP Inquiry into the Design of a Sustainable Financial System* (UNEP Inquiry 2015b) auf. Die UNEP-Untersuchung wurde eingerichtet, um das Potenzial für Finanz- und Währungspolitik, Regulierungen und Standards zu untersuchen, als Treiber für nachhaltige Entwicklung zu dienen. Die UNEP kam zu dem Schluss, dass das Einführen von Nachhaltigkeitskriterien die Widerstandsfähigkeit des gesamten Finanzsektors stärken kann. Zudem wurde festgestellt, dass deren Einführung momentan vor allem an fehlendem politischen Willen scheitert. Im

Rahmen dieser Analyse haben sich die Autoren deshalb dafür entschieden, 21 Instrumente zu untersuchen, die aus beobachteten Anwendungen stammen und sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene eingesetzt werden könnten (UNEP Inquiry 2015a). Ziel ist es, ein nachhaltiges Finanzsystem zu schaffen, das durch ein neues Gleichgewicht zwischen Risiko, Entlohnung und sozialer Verantwortung gekennzeichnet ist und ein "Mainstreaming" von "nachhaltigen Finanzkonzepten und -praktiken im gesamten Finanzsystem" gestattet (Caldecott 2017).

4.3 Relevanz für den deutschen Finanzsektor

Der deutsche Finanzplatz ist durch die innereuropäische und globale Vernetzung des Finanzsystems ähnlichen Risiken ausgesetzt wie andere Länder auch. Der Deutsche Finanzmarkt setzt sich vor allem aus Finanzinstituten, Pensionskassen und Versicherungen sowie offenen Investitionsfonds zusammen (Holtz, S., Germanwatch, 2010). Im Jahre 2015 wurden über 60 % der Finanzanlagen in Deutschland von Banken gehalten (South Pole, 2016). Es ist auch wichtig zu betonen, dass im deutschen Bankensektor Aktiengesellschaften eine weniger dominante Stellung innehaben als dies im europäischen Ausland der Fall ist. Landesbanken und Sparkassen, oft in kommunaler Hand, machen einen wichtigen Teil des deutschen Bankwesens aus (Bundesverband deutscher Banken, 2017). Dies ist insoweit wichtig, da sich die Regeln in Sachen Treuhandpflicht oder Berichterstattung normalerweise an börsennotierte Unternehmen richten.

Die ausgeprägte Vielseitigkeit sowie die Mehrstufigkeit des deutschen Finanzsektors ergeben sich hauptsächlich aus der föderalen Struktur der Bundesrepublik (Hellenkamp, 2015). Trotz der Präsenz von großen Universalbanken, Versicherern und Anlageunternehmen, ist der deutsche Finanzsektor sehr viel heterogener als seine europäischen oder transatlantischen Gegenstücke (Hellenkamp, 2015). Klimarisiken auf Landesebene oder Regionalebene wirken sich anders aus als etwa auf Großbanken, die von der BaFin reguliert werden. Da jedoch Sparkassen, Volksbanken, Raiffeisenbanken und Landesbanken einen gewichtigen Teil der Darlehen oder Unternehmensanleihen von Mittelständischen Unternehmen halten (Hellenkamp, 2015), müssen Klimarisikoplanalysen variabel und flexibel genug sein, um den unterschiedlichen Risikofaktoren und Marktgegebenheiten genügend Rechnung zu tragen.

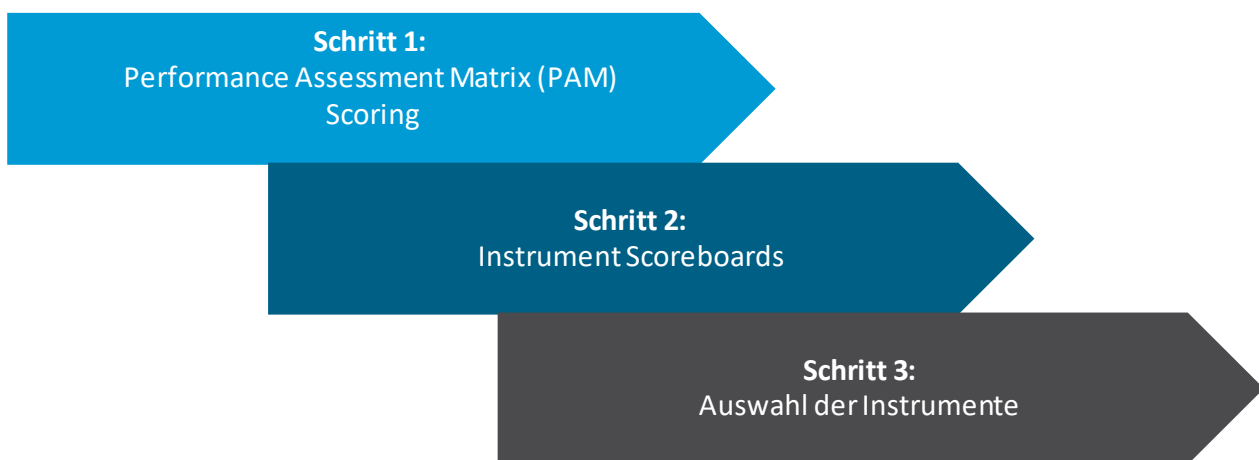
Neue Regulierungen und ein Mangel an Transparenz oder Bewusstsein diesem Thema gegenüber sind auch für den deutschen Finanzsektor bedeutende Risiken. Dies ist insbesondere von Bedeutung, da die meisten Impulse im Bereich der Regulierung von Klimarisiken von der EU (z. B. EU-Richtlinie zur nichtfinanziellen Berichterstattung oder Aktionsplan für ein nachhaltiges Finanzwesen) oder dem Europäischen Ausland (z. B. England oder Frankreich) ausgehen (WWF, Germanwatch, 2015; UN PRI, 2016), während es am deutschen Finanzplatz an einer adäquaten Handhabung dieses Themas bisher mangelt. Auch wenn die Bundesregierung verschiedene Initiativen in Sachen erhöhter Transparenz und Informationspflicht verfolgt (Baerbock, A. et al., 2016), so sind es im Wesentlichen die Bundesländer, die die Standards für nachhaltige Anlagestrategien in Deutschland vorantreiben. In Baden-Württemberg hat die grün-schwarze Regierung eine „Divest“-Strategie für die Landesbank im Koalitionsvertrag verankert. Die Stadt Berlin hat sich inzwischen ebenso zu diesem Schritt entschieden (Zdii, 2016b). Nordrhein-Westfalen hat ebenfalls eine Strategie für nachhaltige Finanzpolitik erstellt, die haushaltsspezifische Maßnahmen wie erhöhte Transparenz, langfristige Entwicklungsperspektiven und die Ausgabe von Nachhaltigkeitsanleihen beinhaltet (NRW, 2018). Hessen hat ebenfalls ein eigenes Konzept für eine nachhaltigere Finanzpolitik erarbeitet. Dieses beinhaltet zum Beispiel die Schaffung einer Task Force, die Klimaindikatoren und -ziele festgelegt hat, die periodisch aktualisiert werden (Hessen, 2018). Auch die Deutsche Bundesbank und die BaFin haben davor gewarnt, Klimarisiken zu unterschätzen und streben ein international harmonisiertes regulatorisches Rahmenwerk an (BaFin, 2018a and 2018b; Deutsche Bundesbank, 2017).

4.4 Methodik zur Bewertung von Instrumenten zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten

Um Instrumente zu evaluieren, die zur Integration von Kohlenstoffrisiken in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten eingesetzt werden können, wurde ein Methodendesign entwickelt, das mehreren Punkten Rechnung trägt: Genauigkeit, Einfachheit, Wiederholbarkeit, Vollständigkeit und Anpassungsfähigkeit an die Bedürfnisse der jeweiligen Kunden (z. B. Institutionelle Anleger, Endanleger, Kreditinstitute).

Die Methodik unterteilt sich dabei in drei wesentliche Schritte, welche nachfolgend beschrieben werden: (1) Performance Assessment Matrix (PAM), (2) Instrument Scoreboard und (3) Auswahl der Instrumente (siehe Abbildung 4-1).

Abbildung 4-1: Schritte zur Bewertung von Instrumenten zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten



Quelle: Eigene Darstellung, Oxford University.

4.4.1 Schritt 1: Performance Assessment Matrix (PAM)

Im ersten Schritt werden Kriterien zur Bewertung von regulatorischen Instrumenten zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten definiert und quantitativ bewertet. Die Kriterien werden in einer sogenannten Performance Assessment Matrix (PAM) zusammengefasst.

Es wird bewertet, inwieweit das Instrument leicht umzusetzen ist und eine fundierte und effiziente Kapitalallokation für bestehende und neue kohlenstoffarme Investitionsmöglichkeiten unterstützt. Die angewandten Kriterien wurden in Anlehnung an diverse existierende Bewertungsverfahren gewählt, die von Ratingagenturen, Wirtschaftsprüfungsgesellschaften und Finanzinstituten verwendet werden, um Kohlenstoffrisiken effizient zu messen und zu integrieren. In Tabelle 6-3 im Annex 6.7 werden die Kriterien, die bei der Bewertung jedes Instruments verwendet werden, illustriert.

Die Auswahl der Kriterien wurde durch die spezifischen Eigenschaften des deutschen Finanzsektors geleitet. Es werden grundsätzliche Charakteristiken aller Instrumente betrachtet, zudem wird auf der Mikroebene auch auf Aspekte geschaut, die z. B. Landes- oder Regionalbanken viel stärker betreffen als etwa national agierende Universalbanken. Während Banken unter BaFin Aufsicht oder mit signifikanten Investmentbanking zum Beispiel mehr Wert auf marktrelevante Preissignale oder die Schaffung von breitgefächerten Risikomanagementprodukten legen, sind Einfachheit, Schnelligkeit und Kosten der Umsetzung für kleinere Banken von oberster Priorität.

Die Kriterien werden für jedes Instrument auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche analysiert, die sich im Wesentlichen mit Aspekten beschäftigt, die für den deutschen Finanzmarkt von Relevanz

sind, wobei die EU und globale Entwicklungen miteinbezogen wurden. Abschließend wurden alle Kriterien auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet, wobei 5 die höchste Punktzahl darstellt. Eine ausführliche Erläuterung der quantitativen Bewertung der Instrumente zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten und die detaillierten Ergebnisse werden in Annex 6.8 aufgeführt.

4.4.2 Schritt 2: Instrument Scoreboards

Im zweiten Schritt werden sogenannte Scoreboards je Instrument erstellt. Diese enthalten eine Zusammenfassung und Interpretation der Punktzahl aus dem vorigen Schritt, eine Zusammenfassung der Charakteristiken des jeweiligen Instruments (einschließlich der beteiligten Stakeholder) sowie Empfehlungen. Die Scoreboards helfen dabei, das Potenzial eines Instruments zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten verständlich aufzubereiten.

Die Visualisierung der Bewertung des Potenzials erfolgt anhand eines Ampel-Systems/Heat Map (rot = geringes Potenzial, Orange = mittleres Potenzial, grün = hohes Potenzial).

Ein *hohes Potenzial* bedeutet, dass mit Hilfe dieses Instruments Kohlenstoffrisiken kostengünstig in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten integriert werden können, und dass die Umsetzbarkeit des Instrumentes positiv zu bewerten ist. Dieses Instrument wurde oder könnte ohne große Verzögerung in deutsche regulatorische oder institutionelle Rahmenwerke integriert werden.

Die Kategorie *mittleres Potenzial* bedeutet, dass es noch bestimmte offene Fragen oder Grenzen hinsichtlich der Fähigkeit des Instruments gibt, Kohlenstoffrisiken kostengünstig in die Entscheidungsfindung zu integrieren und/oder hinsichtlich seiner aktuellen Umsetzbarkeit in Deutschland. Mit relativ geringen Entwicklungen, Anpassungen durch Regulierer oder Institutionen und/oder in Kombination mit anderen Instrumenten könnte dieses Instrument jedoch in naher bis mittelfristiger Zukunft eine gute Option darstellen.

Instrumente mit *geringem Potenzial* werden sehr wahrscheinlich mit erheblichen regulatorischen Barrieren oder administrativen Hindernissen zu rechnen haben und/oder eine begrenzte Wirksamkeit beim Aufbau eines nachhaltigen Finanzsystems aufweisen. Nur tiefgreifende strukturelle Veränderungen können ihr Potenzial erhöhen.

Dieses Bewertungssystem ermöglicht eine schnelle visuelle Auswertung des Instruments. Ein solches Schema wird auch von mehreren Rating-Agenturen in den Bereichen Umwelt, Soziales und Corporate Governance (ESG) und in Klimarisiko-Sektoren verwendet. Durch das Aufbrechen des Systems in drei Ebenen verwenden wir das gängige Heat Map Tool und reduzieren gleichzeitig die Abstufungen auf drei, um eine sofortige Identifizierung des Potenzials jedes Instruments zu ermöglichen.

Neben den Charakteristiken des Instruments wird sich im Rahmen der Scoreboards auch zu der Fähigkeit eines Instruments geäußert, das Kohlenstoffrisiko effektiv in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten zu integrieren. Wenn das Instrument über Potenzial verfügt, aber derzeit kein Kohlenstoffrisiko effektiv integriert, werden Empfehlungen gegeben, wie seine Wirksamkeit verbessert werden kann.

4.4.3 Schritt 3: Auswahl der Instrumente

Im dritten und letzten Schritt werden aus einer Liste von insgesamt 21 Instrumenten, die aus der Untersuchung der UNEP I entnommen wurden, die Instrumente mit dem zuvor ermittelten höchsten Potenzial (i. e. höchste Punktzahl) zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten ausgewählt. Diese werden als prioritäre Instrumente bezeichnet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse für jedes der 21 Instrumente über die drei definierten Schlüsselkriterien – i. e. (1) Unterstützung des Kohlenstoffrisikomanagements in Finanzinstituten, (2) Implementierbarkeit und (3) Auswirkungen auf den Klimaschutz.

Tabelle 4-1: Zusammenfassung der gewichteten Instrument-Bewertung^{44,45}

Instrumente	1) Unterstützt das Kohlenstoffrisikomanagement (Potenzial)	2) Implementierungsmachbarkeit (Potenzial)	3) Auswirkungen auf den Klimaschutz (Potenzial)	Finale Bewertung
Treuhänderische Aufgaben institutioneller Investoren und Vermögensverwalter	Mittel	Hoch	Hoch	Grün
Scanning von Kohlenstoffrisiken	Mittel	Hoch	Mittel	Grün
Finanzielle Offenlegung und Berichterstattung	Hoch	Hoch	Hoch	Grün
Taxonomien, Etiketten und Standards	Hoch	Mittel	Hoch	Grün
CO ₂ -Steuer (Kohlenstoff-Preisgestaltung)	Hoch	Mittel	Hoch	Grün
EU Emissions Trading Scheme (Kohlenstoff-Preisgestaltung)	Mittel	Hoch	Hoch	Grün
Anreize für Investitions-/Finanzberater und Vermögensverwalter	Mittel	Mittel	Mittel	Orange
Kapitalanforderungen	Mittel	Mittel	Mittel	Orange
Rechnungslegungsstandards (IAS und IFRS)	Hoch	Mittel	Hoch	Grün
Indizes und Ranking	Hoch	Mittel	Hoch	Grün
Kredit- und Nachhaltigkeits-Ratings	Hoch	Hoch	Hoch	Grün
Steuergutschriften	Mittel	Mittel	Mittel	Orange
Nachhaltigkeitsmandate	Mittel	Mittel	Mittel	Orange
Grüne Investmentbanken	Mittel	Hoch	Hoch	Grün
Zentralbank-Mandate	Mittel	Niedrig	Mittel	Orange
Ausweitung der gesetzlichen Haftungsregelungen für Investoren	Niedrig	Mittel	Niedrig	Rot
Prioritäre Sektor-Darlehen	Niedrig	Niedrig	Mittel	Rot

⁴⁴ Es gilt zu beachten, dass die Klassifizierung der Bewertungen in Hohes, Mittleres und Niedriges Potenzial auf gewichteten numerischen Bewertungen beruhen, die vollständig im Annex aufgeführt sind.

⁴⁵ Bewertungen Rot = Niedriges Potenzial; Orange = Mittleres Potenzial; Grün = Hohes Potenzial | Hellbeige = Prioritäre Instrumente. Für nähere Erläuterungen zur Methodik, bitte siehe Anhang.

Instrumente	1) Unterstützt das Kohlenstoffrisikomanagement (Potenzial)	2) Implementierungsmachbarkeit (Potenzial)	3) Auswirkungen auf den Klimaschutz (Potenzial)	Finale Bewertung
Gezielte sektorale Investitionsverbote	Hoch	Niedrig	Hoch	
Aufbau von Verbraucher- und Regulatorkapazitäten	Mittel	Hoch	Hoch	
Verhaltenskodizes und nicht-finanzielle Leitlinien	Niedrig	Hoch	Hoch	
Engagement	Niedrig	Niedrig	Niedrig	

Quelle: Eigene Darstellung, Oxford University.

Es wurden sechs prioritäre Instrumente auf Grundlage der erwarteten Auswirkungen, der vorhandenen Literatur und vor allem zusätzlicher Rückmeldungen von Regulierungsbehörden, politischen Entscheidungsträgern und Branchenvertretern wie institutionellen Investoren ausgewählt.

- ▶ **Treuhänderische Aufgaben institutioneller Investoren und Vermögensverwalter:** Klarstellung, dass die Pflichten für Kunden (einschließlich der Verwaltung) Nachhaltigkeitsfaktoren beinhalten. Diese beinhaltenen Anforderungen an sektorenspezifische Expertise und Ausbildung bzgl. Nachhaltigkeit, um treuhänderische Verantwortung übernehmen zu können.
- ▶ **Scanning von Kohlenstoffrisiken:** Entwicklung von Szenarien, um die Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Vermögenswerte und Geschäftsmodelle zu testen. Einführung von Anforderungen (d. h. Kriterien der TCFD-Szenarioentwicklung), um für die Finanzindustrie nutzbare Szenarien zu entwickeln, die die Auswirkungen der Transition hin zu klimafreundlichen Geschäftsmodellen auf Vermögenswerte untersuchen.
- ▶ **Finanzielle Offenlegung und Berichterstattung:** Einführung von Anforderungen für die Berichterstattung über Nachhaltigkeitsperformance und Risiken durch die Umsetzung beispielsweise der TCFD-Empfehlungen und proaktive Einbindung des im Mai 2018 vorgelegten EU-Vorschlags für eine Verordnung über die Offenlegung von Informationen über nachhaltige Investitionen und Nachhaltigkeitsrisiken. Dazu könnte die Einführung einer obligatorischen Offenlegung gehören, entweder auf der Grundlage der TCFD-Empfehlungen oder ohne nähere Angabe der erforderlichen Methode (wie in Art. 173 des französischen Energiewendegesetzes).
- ▶ **Taxonomien, Labels und Standards:** Förderung von mehr Transparenz bei "grünen" Finanzprodukten. Dazu könnte die Einführung einer obligatorischen Anwendung eines bestimmten Standards wie etwa Green Bond Principles und/oder Climate Bond Principles und/oder die Einführung einer obligatorischen Anwendung einer bestimmten Taxonomie wie der chinesischen Taxonomie (Best in Class Approach) gehören.
- ▶ **CO₂-Steuer (Kohlenstoff-Preisgestaltung):** Kohlenstoff-Preisgestaltung durch steuerliche Maßnahmen wie die Einführung einer CO₂-Komponente in der Energiesteuer (z. B. die deutsche „Ökosteuern“).
- ▶ **EU Emissions Trading Scheme (Kohlenstoff-Preisgestaltung):** Einführung einer Befehls- und Kontrollverordnung zur Errichtung eines CO₂-Mindestpreises.

4.5 Assessment der Instrumente

Im Folgenden wird die Bewertung der genannten sechs Instrumente ausführlich dargestellt.

4.5.1 Treuhänderische Aufgaben institutioneller Investoren und Vermögensverwalter

Zusammenfassung

Definition

Treuhänderische Pflichten werden einer Person oder Organisation auferlegt, die im Interesse einer anderen Person eine gewisse Ermessensbefugnis ausübt und zwar unter Bedingungen, die zu einem Vertrauensverhältnis führen.

Sie sind in Beziehungen mit asymmetrischer Information von besonderer Bedeutung. Dies sind Situationen, in denen es zu Ungleichgewichten im Fachwissen kommt und in denen der Begünstigte nur begrenzte Möglichkeiten hat, die Handlungen des in Ihrem Interesse handelnden Unternehmens zu überwachen und zu prüfen.

Darüber hinaus ist die Entwicklung von Verpflichtungen zur Anpassung der treuhänderischen Pflichtauslegungen besonders für Praktiker wie Vermögensigentümer und Vermögensverwalter relevant. In diesen Fällen werden treuhänderische Aufgaben geändert, um Überlegungen bzgl. Nachhaltigkeit als finanzielles Materialrisiko in die Investitionsentscheidung einzubeziehen.

Treuhänderische Verpflichtungen institutioneller Investoren und Vermögensverwalter führen zu einer direkten Exposition gegenüber rechtlichen Risiken. Diese würden die Einbeziehung von Nachhaltigkeits- und Klimafaktoren als neuen Standard unterstützen. Die Tatsache, dass klimabezogene Rechtsstreitigkeiten (zuvor abstrakte Klimarisiken) zunehmend zu konkreten Risiken - auch für Investoren - werden, ist ein wichtiger Grund dafür, dass ein Handeln im Einklang mit treuhänderischen Pflichten eine explizite Berücksichtigung von Klimarisiken bedeutet.

→ *Schritte mit hoher Priorität:* Anpassung von nationalen Bestimmungen treuhänderischer Verpflichtungen in mehreren gesetzlichen Rahmenbedingungen wie dem VAG, BRSg, VersRückIG, KAGB oder KWG⁴⁶ zur Implementierung von Kohlenstoffrisiken und ESG-Faktoren in bestehende treuhänderische Regelwerke. Dies kann erreicht werden, indem Elemente aus dem BaFin MaRisk, dem Deutschen Corporate Governance-Index und dem EU-Aktionsplan (EU-AP-Maßnahmen 7 & 8, s. 8-9) als Vorlagen miteinbezogen werden. Eine strikte Auslegung und ehrgeizige Umsetzung der nichtfinanziellen Berichterstattungs-Richtlinie 2014/95/EU auf EU-Ebene würde die Offenlegungs- und Transparenzregeln stärken. Deutschland hat die Richtlinie in großem Umfang umgesetzt, ohne wesentliche Änderungen im "CSR-Richtlinien-Umsetzungsgesetz" vorzunehmen, das Raum für strengere Bestimmungen lässt.

→ *Schritte von mittlerer Priorität:* eine Ausweitung der gesetzlichen Haftungsregeln im Falle eines Verstoßes gegen klimabedingte Loyalitäts-, Betreuungs- und Offenlegungspflichten könnte durch gesetzliche Regeln erreicht werden. Dies würde dazu beitragen, die Asymmetrien der Rechtsmittel zwischen Management und Aktionären/zivilgesellschaftlichen Akteuren zu verringern.

→ *Schlüsselmerkmale:* notwendig; geeignet für die Umsetzung durch die Bundesregierung; effektiv.

Wer setzt das Instrument um?

Finanzinstitute, Investoren.

Wer profitiert von der Umsetzung?

Investoren, Treugeber.

Wer trägt die Kosten der Implementierung?

Finanzinstitutionen, Investoren.

Pro- und Kontra-Argumente

(+) Die Anpassung der treuhänderischen Aufgaben ist ein besonders starkes Mittel, um ein umfassendes und aktives Kohlenstoffrisikomanagement zu schaffen.

⁴⁶ Abkürzungen: VAG (Versicherungsaufsichtsgesetz), BRSg (Bundesdatenschutzgesetz), VersRückIG (Versorgungsrücklagegesetz), KAGB (Kapitalanlagegesetzbuch), KWG (Kreditwesengesetz).

(+) Viele Initiativen auf verschiedenen internationalen, regionalen und nationalen Ebenen bieten zahlreiche Vorlagen für die regulatorische Umsetzung.

(+) Wird es Einzelpersonen wie Pensionssparern ermöglichen, Investitionsentscheidungen zu treffen, die zukünftige Risiken widerspiegeln.

(+) Das Instrument steht in der Regel im Einklang mit dem von der PRI geförderten *Prudent Person Principle*, welches bereits von einer Vielzahl institutioneller Investoren und Finanzinstitute unterstützt wird.

(-) Bereits für mehrere Branchen/Fälle implementiert, aber aktuell keine konkrete Verbindung zu Kohlenstoffemissionen oder Klimawandel.

(-) Erfordert Revisionen rechtlicher Rahmenbedingungen, die kurzfristig schwer umzusetzen sein könnten.

Empfehlungen

Die treuhänderischen Aufgaben sollten um spezifische Verweise auf Klimawandel und Kohlenstoffrisiken ausgeweitet werden.

Die Auseinandersetzung mit Konflikten mit kurzen Zeithorizonten in aktuellen Unternehmensentscheidungen und damit verbundenen langfristigen Leistungsrisiken wird nicht nur Aktionären zu Gute kommen, sondern letztlich das Finanzsystem stärken, indem Kerninteressen der Finanzinstitutionen in Bezug auf klimabedingte Risiken definiert werden.

4.5.2 Scanning von Kohlenstoffrisiken

Zusammenfassung

Definition

Tools zum Scannen von Kohlenstoffrisiken wie Stresstests für Finanzinstitute können auf verschiedenen Ebenen eingesetzt werden: Offenlegung der Risikoexposition für Vermögenswerte/Unternehmen/Sektoren; Bewertung des erforderlichen Kapitals und der Risikomaterialität auf der Portfolio-/Bilanz-/Vermögensebene; und die Beurteilung systemischer Risiken.

Stresstests sind im Finanzsystem üblich und können kurzfristig umgesetzt werden. Stresstests können in-house durchgeführt werden, was potenzielle Kosten reduziert. Scanning von Klimarisiken ist Bestandteil des Prozesses, der zur Offenlegung führt.

Das Scannen von Kohlenstoffrisiken durch Unternehmen, Finanzinstitute und Aufsichtsbehörden ermöglicht die Messung von Kohlenstoffrisiken, die eine Voraussetzung für das Management dieser Risiken darstellt. Die internationale Zusammenarbeit ist eine Voraussetzung, um Stresstest-Designs und Stresstest-anwendungen zu verbessern sowie Initiativen und Ansätze zu standardisieren. Wichtig ist hierbei auch, die Datenqualität der emittierenden Unternehmen zu verbessern, da diese Daten die Grundlage für die Stress Tests liefern. Die Qualität der Stresstests hängt von der Offenlegung der Institutionen der Realwirtschaft ab. Eine von Deutschland geführte Arbeitsgruppe, zu der beispielsweise die Bank for International Settlement und der Financial Stability Board sowie weitere Finanzinstitutionen gehören, die für die Schaffung wichtiger Standards zuständig ist, könnte sich mit diesen Fragen befassen.

→ *Schritte mit hoher Priorität:* in Übereinstimmung mit dem EU-Verordnungsvorschlag 2016/1011 über "Low Carbon Benchmarks" sollten eventuelle von Deutschland angeführte Initiativen die EU-Regulierungsbehörden über Ansätze zur klimabezogenen Szenarienanalyse und zu Stresstests im Einklang mit der EU HLEG Schlüssel-Empfehlung 8 (s. 41) informieren, insbesondere die Europäische Zentralbank (EZB), die europäische Bankenaufsichtsbehörde (EBA) und den Europäischen Ausschuss für Systemrisiken (ESRB).

→ *Schritte mit mittlerer Priorität:* Koordinierung mit der deutschen Regulierungsbehörde BaFin und der KfW, um in ihren Stresstest-Frameworks Kohlenstoffrisiken einzubauen.

→ *Schlüsselmerkmale:* schnelles Arbeiten (hocheffektiv); effizient.

Wer setzt das Instrument um?

Finanzinstitute/Zentralbanken/Versicherungen/Regulierer

Wer profitiert von der Umsetzung?

Die Gesellschaft durch bessere finanzielle Widerstandsfähigkeit.

Wer trägt die Kosten für die Umsetzung?

Regulierer/Finanzinstitute

Pro- und Kontra-Argumente

(+) Stresstests sind für das deutsche heterogene und vernetzte Finanzsystem von hoher Relevanz.

(+) Stresstests haben das Potenzial, die Transparenz und die Integration klimabedingter Risiken (und damit deren Zeithorizont) in aktuelle Offenlegungs- und Transparenzstandards zu erhöhen.

(-) Stresstests leiden unter einem Mangel an Konsistenz/Transparenz bezüglich Ihrer Annahmen und Eigenschaften (berücksichtigte Risiken, Szenario/Schock-Typen und Impact-Bewertungsansatz: Top-Down oder Bottom-up-Ansatz), was zu einer Fehleinschätzung des Kohlenstoffrisikos führen kann.

Empfehlungen

Internationale Zusammenarbeit ist eine Voraussetzung, um Stresstest-Konzepte und -anwendungen zu verbessern sowie Initiativen und Ansätze zu standardisieren. Es ist von entscheidender Bedeutung, die globalen Offenlegungs- und Transparenzstandards anzupassen und globale Zusammenhänge zwischen

Institutionen und systemischen Risiken zu berücksichtigen. Die Genauigkeit der Stresstest-Ergebnisse hängt von der Qualität und dem Grad der Offenlegung von Institutionen und Unternehmen ab.

Eine Task Force, zu der beispielsweise die *Bank for International Settlements* und der Finanzstabilitätsrat sowie andere wichtige Standards und Finanzinstitutionen gehören, könnte sich mit diesen Fragen befassen.

4.5.3 Finanzielle Offenlegung und Berichterstattung

Zusammenfassung

Definition

Die Offenlegung ist das Ergebnis eines zugrundeliegenden Prozesses, wie zum Beispiel einer Klimarisiko-Prüfung oder der Durchführung eines Stresstests. Weitere spezifische Kernpunkte sind „grünes/braunes“ Kapital, der CO₂-Fußabdruck und zukunftsweisende Strategien für eine kohlenstoffarme Gesellschaft. Die TCFD-Empfehlungen heben vier konkrete Bereiche hervor, zu denen Unternehmen materielle Risiken offenlegen müssen: Unternehmensführung, Unternehmensstrategie, Risikomanagement, und Metrik sowie Zielvorgaben (TCFD 2017).

Die finanzielle Offenlegung und Berichterstattung verstärken die Einbindung von Kohlenstoffrisiken im Finanzsektor, und helfen fachliche Expertise aufzubauen. Berichterstattungsstandards sollten an die TCFD-Empfehlungen für Unternehmen und Finanzinstitute angepasst werden, d. h. bei der Transparenz von Klimarisiken sowie bei der strategischen Herangehensweise an die Dekarbonisierung ansetzen. Die Berichterstattung sollte zukunftsweisend sein und die Ergebnisse von klimabezogenen Stresstests berücksichtigen, also die Auswirkungen einer Erhöhung der CO₂-Preise und der Emissionsminderung im Einklang mit dem Paris Agreement explizit offenlegen. Die Einführung von Reporting-Richtlinien sollte aufgrund bestehender (freiwilliger) Strukturen und Initiativen relativ kosteneffizient und schnell erfolgen. Die Überwachung der Art und Weise, wie Klimarisiken in Investitionsentscheidungen und Risikomanagement integriert werden, könnte jedoch höhere Kosten mit sich bringen. Offenlegung ist in allen Anlageklassen erforderlich und entscheidend für die Verbesserung der Effektivität aller anderen Instrumente. Die Offenlegungspolitik sollte darauf ausgerichtet sein, die Anwendbarkeit von Klimaschutz-Faktoren sowie die Berücksichtigung langfristiger Zeithorizonte durchzusetzen. Ansätze müssen sicherstellen, dass eine Erweiterung und Vertiefung der Offenlegung die Bank- und Finanzvorschriften nicht beeinträchtigt oder die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit der Märkte sowie ihre Innovationsfähigkeit nicht verschlechtert.

→ *Schritte mit hoher Priorität*: Eine von Deutschland angeführte internationale Arbeitsgruppe sollte den im Mai 2018 vorgelegten EU-Vorschlag für eine *Verordnung über die Offenlegung von Informationen über nachhaltige Investitionen und Nachhaltigkeitsrisiken* (2018/0179) evaluieren, der die Richtlinie (2016/2341) ändern würde. Zudem sollte Deutschland die Konvergenz und breitere Einführung der Offenlegung innerhalb eines obligatorischen internationalen aufsichtsrechtlichen Frameworks fördern, der die EU-Verordnungsvorschläge oder die TCFD-Empfehlungen der FSB berücksichtigt. Die Ergebnisse der Studie zum Rechtsvergleich zwischen der Bundesrepublik und Frankreich in Hinblick auf Art 173 des französischen Energiewendegesetzes sollten Berücksichtigung finden.

→ *Schritte von mittlerer Priorität*: Entitäten auf Bundesländerebene könnten Änderungen an ihren jeweiligen Landesbankengesetzen erarbeiten, um die TCFD-Empfehlungen und die EU-AP-Maßnahmen 9 (s. 10) umzusetzen.

→ *Schlüsselmerkmale*: notwendig; geeignet für die Umsetzung durch die Bundesregierung; effektiv; effizient.

Wer setzt das Instrument um?

Primär:

Unternehmen, Finanzinstitute, Zentralbanken, Regulierer, Ratingagenturen, Börsen und Investoren.

Sekundär:

Unternehmensvertreter, NGOs, Arbeitsgruppen und "Gesellschaft insgesamt".

Wer profitiert von der Umsetzung?

Erhebliche Vorteile für alle Akteure im Finanzsektor, vor allem für Investoren durch einen zuverlässigeren Zugang zu entscheidungsrelevanten Informationen.

Wer trägt die Kosten für die Umsetzung?

Unternehmen, Finanzinstitute, Zentralbanken, Regulierer, Ratingagenturen, Börsen und Investoren.

Pro- und Kontra-Argumente

(+) Die Berichterstattung ist der Schlüssel zur Erleichterung informierter Kapitalallokationen und Anlageentscheidungen. Effiziente Märkte setzen auf Informationen, um das aufsichtsrechtliche Management von Risiken in der gesamten Anlage-/Lieferkette zu ermöglichen und Verantwortung zu übernehmen.

(+) Deutschland hat bereits begonnen, sich für eine Verbesserung der Offenlegungsverordnungen einzusetzen (z. B. das Versicherungsaufsichtsgesetz von 2002 und der deutsche Nachhaltigkeitskodex von 2011).

(-) Es gibt unterschiedliche Offenlegungs-Bestimmungen über verschiedene Länder und Lieferketten hinweg, die ein unvereinbares und vieldeutiges regulatorisches Umfeld zur Folge haben.

(-) Es kann schwierig sein, die Qualität von Offenlegungen zu überwachen.

Empfehlungen

Die Anwendung von Richtlinien in der Berichterstattung sollte aufgrund bestehender (freiwilliger) Strukturen und Initiativen relativ kosteneffizient und schnell erfolgen. Die Überwachung der Art und Weise, wie Klimarisiken in Investitionsentscheidungen und Risikomanagement integriert werden, könnte jedoch teuer sein.

Wir empfehlen die Schaffung einer von Deutschland angeführten internationalen Task Force, die eingerichtet werden sollte, um die Konvergenz und breitere Einführung von Offenlegungen innerhalb eines obligatorischen internationalen aufsichtsrechtlichen Framework zu fördern, der auf den finalen Empfehlungen der TCFD des FSB oder dem französischen Energiewende-Gesetz (Art. 173) basiert.

4.5.4 Taxonomien, Labels und Standards

Zusammenfassung

Definition

Taxonomien sind eine "Kernreferenz für Produktstandards", da sie alle geeigneten Definitionen von "Nachhaltigkeit" erfassen und die zugrundeliegenden nachhaltigen Vermögenswerte (Ziele und Sektoren) auflisten, in die durch ein nachhaltiges Produkt investiert werden kann. Labels bieten den Anlegern die Zusicherung, dass die Bestimmungen eines bestimmten Produktstandards (z. B. *Novethic Green Fund Label*, *French Green* und *Luxflag ESG Label*) oder eines Prozesses (z. B. das französische öffentliche *Sri Label* und *Luxflag ESG Label*) durch ein bestimmtes Produkt erfüllt werden. Darüber hinaus beweist die Einhaltung von Produktstandards, dass ein Finanzprodukt bestimmte Kriterien erfüllt (z. B. die Zuweisung eines Aktienfonds zu Unternehmen, die bestimmte Merkmale im Hinblick auf „grüne“ Aktivitäten erfüllen). Schließlich stellt die Einhaltung von Prozessstandards sicher, dass bestimmte Verfahren (bezüglich ESG-Kriterien) während des gesamten Anlageprozesses angewendet wurden. Taxonomien, Labels und Standards sind bei der Gestaltung der Merkmale von sowohl "grünen" als auch "braunen" Anlageklassen von entscheidender Bedeutung, da sie die notwendige Transparenz herstellen und die Transaktionskosten senken.

Taxonomien, Labels und Standards sind von entscheidender Bedeutung, um die Interessen von Investoren, Industrie und Regierungen auf das Scaling-Up kohlenstoffarmer Investitionen auszurichten. Eine bessere Informationslage würde das Vertrauen der Investoren in die Märkte stärken; Kapital für die nachhaltige Wirtschaft freisetzen; Risikobewusstsein erhöhen; Ansporn für Innovation geben; das Risiko-/Rendite-Profil verbessern; neue Geschäftsmöglichkeiten generieren und Anpassungen an zukünftige Regularien abmildern. Eine bessere Informationslage könnte auch die Transaktionskosten von Due-Diligence-Prozessen senken, die Kosten für Prüfer oder Versicherungsanbieter eliminieren und administrative Vorgänge beschleunigen. Die globale Zusammenarbeit zwischen den Ausschüssen ist dabei von entscheidender Bedeutung, um Vergleichbarkeit und Konsistenz auf globaler Ebene zu gewährleisten.

→ *Schritte von hoher Priorität*: Die Entwicklung der gemeinsamen Taxonomie auf EU-Ebene (EU-AP-Aktion 1 & 2, s. 4-5) sollte auf Basis der Vorschläge über die *Einrichtung eines Rahmens („Taxonomie“)* zur *Erleichterung nachhaltiger Investitionen* (2018/0178 (COD)) und *Änderung der Verordnung (EU) 2016/1011 in Bezug auf Referenzwerte für CO₂-arme Investitionen und Referenzwerte („Benchmarks“)* für *Investitionen mit günstiger CO₂-Bilanz* (2018/0180 (COD)) von Deutschland aktiv unterstützt werden. Dies sollte in Partnerschaft mit Branchenführern in Bezug auf ESG-Prinzipien wie den G20-FSB, die UN PRI und MSCI erfolgen.

→ *Schritte von mittlerer Priorität*: Zusammenarbeit mit Industrieakteuren wie der Deutschen Börse und ESG-Analysten zur Verfeinerung und Ergänzung der Vorschläge der technischen EU-Expertengruppe für nachhaltige Finanzen zur Entwicklung der Taxonomie von Klimaschutzmaßnahmen und -anpassungen und anderen Umweltaktivitäten.

→ *Schlüsselmerkmale*: notwendig (= Taxonomien und Standards); zusätzlich (= Label); effektiv; effizient.

Wer setzt das Instrument um?

Primär:

Emittenten und Investoren.

Sekundär:

Politische Akteure und NGOs.

Wer profitiert von der Umsetzung?

Finanzinstitute, Investoren, Regulierungsbehörden und die Gesellschaft, da sie Zugang zu einheitlichen Definitionen und Standards erhält.

Wer trägt die Kosten für die Umsetzung?

Finanzinstitute, Regulierer, Investoren.

Pro- und Kontra-Argumente

(+) Die Europäische Kommission wird von der HLEG ermutigt, zu einer einheitliche EU-Klassifizierung nachhaltiger Vermögenswerte beizutragen und glaubwürdige EU-Labels und Qualitätsstandards festzulegen, um die Erreichung der umweltpolitischen EU-Ziele zu fördern. Ein solches Klassifizierungs-, Kennzeichnungs- und Normungssystem ist von entscheidender Bedeutung, um die Interessen von Investoren, Industrie und Regierungen für das Scaling-Up kohlenstoffarmer Investitionen in Einklang zu bringen.

(-) Verschiedene Taxonomien, Label und Etiketten wurden von führenden Industrien, Verbänden, öffentlichen Institutionen und Mitgliedstaaten erstellt; ohne jegliche Kontrolle durch Marktaufsichtsbehörden, Branchenverbände oder öffentliche Regulierungsbehörden. Das erzeugt Unsicherheit am Markt.

(-) Es können neue Kosten entstehen (z. B. Ausgabekosten, Label/Standard-Anwendung & Produktionskosten und Opportunitätskosten), diese sind voraussichtlich jedoch niedrig.

Empfehlungen

Über einen kurz- bis mittelfristigen Horizont sind noch zusätzliche Anstrengungen erforderlich, um die Eigenschaften dieser Instrumente sowie deren Verwendung zu erweitern, zu vertiefen und zu kontrollieren. Eine bessere Informationslage über diese Instrumente würde das Vertrauen der Investoren in die Märkte stärken; Kapital für eine nachhaltige Wirtschaft freisetzen; Risikobewusstsein erhöhen; Ansporn für Innovation liefern; Risiko-/Rendite-Profile verbessern; neue Geschäftsmöglichkeiten generieren und Anpassungen an zukünftige Regularien abfedern. Eine verbesserte Informationslage könnte auch die Transaktionskosten von Due-Diligence-Prozessen und Registrierungskosten senken; die Kosten für Prüfer oder Versicherungsanbieter eliminieren und administrative Prozesse beschleunigen. Eine globale Zusammenarbeit ist hierbei unerlässlich, um Vergleichbarkeit und Konsistenz auf globaler Ebene zu ermöglichen.

4.5.5 CO₂-Steuer (Kohlenstoff-Preisgestaltung)

Zusammenfassung

Definition

Ein Kohlenstoffpreis kann in Form einer Steuer aufgelegt werden. Diese wird oft als CO₂-Steuer, Energiesteuer oder Ökosteuern bezeichnet. Durch die Verhängung einer Steuer auf jede emittierte Tonne CO₂ stellt eine CO₂-Besteuerung ein politisches Steuerinstrument dar, das sich auf kohlenstoffintensive Vermögenswerte und Investitionen konzentrieren würde.

CO₂-Preisgestaltung über eine CO₂-Steuer (Kohlenstoffsteuer) ist eines der effizientesten Instrumente, da ein im Sinne des Klimaschutzes sinnvolles Preissignal Investitionsentscheidungen antreiben und direkt an dem Hauptproblem, den CO₂-Emissionen, ansetzen würde. Die Preisgestaltung in Form einer wirksamen CO₂-Steuer stellt ein starkes Investitionssignal dar. Preissignale benötigen dabei einen vorhersehbaren stetigen Anstieg⁴⁷.

→ *Schritte von hoher Priorität:* CO₂-Besteuerung ist eines der effizientesten und effektivsten Instrumente eines Kohlenstoffrisikomanagements, da die Kosten für braune Vermögenswerte erhöht und für grüne Vermögenswerte ein Level-Playing-Field hergestellt wird. Letztere haben aufgrund ihrer höheren Kosten oftmals Wettbewerbsnachteile. Obwohl Deutschland keine reine CO₂-Steuer besitzt, ist die deutsche Ökosteuern ein Konzept, das seit 1999 mit dem "Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform" auf mehrere bestehende Steuern in Deutschland angewendet wird. Das Gesetz gilt für Energiesteuern (d. h. es führt zu einer Änderung des Energiesteuer-Gesetzes (EnergieSTG) und führte die deutsche Stromsteuer (StromSTG) ein. Zusätzlich könnten weitere Ansätze der CO₂ Bepreisung, wie die EU ETS, mitberücksichtigt werden. Die Energiesteuersätze sollten insgesamt stärker an der CO₂-Intensität der Energieträger ausgerichtet werden, so dass insgesamt alle Ansätze gleichgerichtet weiterentwickelt werden.

→ Schlüsselmerkmale: geeignet für die Umsetzung durch die Bundesregierung; wirksam.

Wer setzt das Instrument um?

Staatliche Steuer- und Umweltbehörden, Unternehmen, und Investoren.

Wer profitiert von der Umsetzung?

Die Gesellschaft als Ganzes, die Regierung als Empfänger von CO₂-Steuereinnahmen.

Wer trägt die Kosten für die Umsetzung?

Unternehmen und Investoren.

Pro- und Kontra-Argumente

- (+) Die CO₂-Steuer ist durch Aufnahme in eine bestehende Steuerordnung leicht umzusetzen.
- (+) Effizient und neutral über die gesamte Wirtschaft hinweg, da reine Kohlenstoffemissionen besteuert werden.
- (+) Geringe administrative und regulatorische Anpassungen erforderlich.
- (+) Steuereinnahmen könnten zur Finanzierung anderer nachhaltiger Entwicklungen verwendet werden.
- (-) Kohlenstoffpreise sind unbeliebt, da sie eine zusätzliche Form der Besteuerung darstellen.
- (-) In vielen Ländern müssen Steuern eine gesetzliche Zustimmung erhalten, während Regulierungsmaßnahmen wie Anpassung des Emissionshandel durch „Befehl und Kontrolle“ hauptsächlich von der Exekutive beschlossen werden können. Steuerrechtliche Anpassungen müssen auf europäischer Ebene bspw. einstimmig im Rat beschlossen werden, während der EU ETS mit qualifizierter Mehrheit beschlossen werden konnte.

⁴⁷ Anstieg bspw. in Anlehnung an die Empfehlungen der High-Level Economic Commission on Carbon Prices - beginne heute bei 30 USD pro t CO₂e, steige dann auf 60-80 USD pro t CO₂e im Jahr 2020 und auf 80-100 USD pro t CO₂e im Jahr 2030.

Empfehlungen

CO₂-Besteuerung ist eines der effizientesten und effektivsten Instrumente des CO₂-Risikomanagements, da die Kosten für braune Vermögenswerte erhöht werden und somit für grüne Vermögenswerte ein Level-Playing-Field geschaffen wird. Obwohl Deutschland keine reine CO₂-Steuer besitzt, ist die deutsche Ökosteuer ein Konzept, das seit 1999 mit dem "Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform" auf mehrere bestehende Steuern in Deutschland angewendet wird. Das Gesetz gilt für Energiesteuern, d. h. es führt zu einer Änderung des Energiesteuer-Gesetzes (EnergieSTG) und führte die deutsche Stromsteuer (StromSTG) ein. Die Energiesteuersätze sollten insgesamt stärker an der CO₂-Intensität der Energieträger ausgerichtet werden.

4.5.6 EU Emissions Trading Scheme (Kohlenstoff-Preisgestaltung)

Zusammenfassung

Definition

Emissionshandelssysteme (Emissions Trading Schemes - ETS), auch als "Cap-and-Trade"-Systeme bekannt, sind ein Instrument, um ein definiertes Emissionsminderungsziel treffsicher und zu möglichst geringen Kosten zu erreichen. Während die Kohlenstoffbesteuerung einen festen Mindestpreis pro emittierter Tonne CO₂ setzt, unterscheidet sich der EU ETS davon dadurch, dass hier die Gesamtzahl der Emissionen für einen bestimmten Zeitraum (in der Regel jährlich) bestimmt werden, und sich damit der CO₂-Mindestpreis, basierend auf der Entwicklung des Angebots und der Nachfrage nach Emissions-Zertifikaten, entwickelt. Unternehmen können diese Zertifikate handeln, was dazu führt, dass emissionsintensive Akteure Zertifikate von emissionsärmeren Akteuren kaufen, falls ihre zugeteilten Zertifikate ihre Emissionen nicht abdecken sollten. In Übereinstimmung mit den politischen CO₂-Reduktionszielen setzt die Regulierungsbehörde die maximale Zahl an Emissionszertifikaten fest. In Abhängigkeit der Knappheit verfügbarer Berechtigungen werden entsprechende Anreize für Unternehmen geschaffen, ihren CO₂-Fußabdruck zu reduzieren.

CO₂-Preisgestaltung über den EU ETS (Kohlenstoffpreis) ist eines der effizientesten Instrumente, da eine im Sinne des Klimaschutzes sinnvolle CO₂-Emissionsmengenanpassung über den Markt zu einem effizienten Preissignal für CO₂ führt. Investitionsentscheidungen werden hierdurch angetrieben, wobei direkt an dem Hauptproblem, den CO₂-Emissionen, angesetzt wird. Eine Verfeinerung des EU ETS würde zu einem höheren CO₂-Preis führen.

→ *Schritte von hoher Priorität:* Ungeachtet der politischen Präferenz für marktbasierende Mechanismen zur Ermittlung eines Kohlenstoffmindestpreises sind ETS in ihrer jetzigen Form aufgrund der administrativen Komplexität oder mangelnder Rigidität der Zertifikatsallokationen oftmals ineffizient. Im Moment ist der EU ETS angesichts der erheblichen Anstrengungen, die in den letzten Jahrzehnten bereits unternommen wurden, ohne Alternative. Damit dieser sein volles Potenzial entfalten kann, muss der EU ETS jedoch auf alle kohlenstoffintensiven Industrien ausgedehnt werden und die Höhe der jährlichen Zertifikatsallokationen durch die Mitgliedstaaten reduziert werden, um den CO₂-Preis anzuheben. Deutschland sollte seinen politischen Einfluss nutzen, um die europäischen Entscheidungsträger und Partner bei der Überarbeitung des EU ETS-Systems zu beeinflussen und sich kontinuierlich auf europäischer Ebene für eine Anhebung des Ambitionsniveaus im EU ETS in der Phase 4 (2021-2030) einzusetzen.

→ Schlüsselmerkmale: ausreichend; geeignet für die Umsetzung durch die Bundesregierung; wirksam.

Wer setzt das Instrument um?

Regulierungsbehörden und Investoren.

Wer profitiert von der Umsetzung?

Die Gesellschaft und Volkswirtschaft durch effektive und gleichzeitig effiziente Emissionsreduktionen.

Wer trägt die Kosten für die Umsetzung?

Staat (Regulierungsbehörden) und Investoren.

Pro- und Kontra-Argumente

(+) Effizientes Instrument für CO₂-Risikomanagement, da die CO₂-Emissionsobergrenze, i. e. das Cap, sukzessive an politische und wissenschaftliche Faktoren angepasst werden kann und gleichzeitig flexibel in den Unternehmen entschieden werden kann, wo die kostengünstigsten Minderungsoptionen ergriffen werden können.

(+) Festgelegte jährliche CO₂-Emissionsobergrenze, innerhalb derer frei gehandelt werden kann und somit bei treffsicherer Zielerreichung mehr Flexibilität ermöglicht als andere Formen der CO₂-Preisgestaltung (wie CO₂-Besteuerung).

(+) Höhere Akzeptanz in der Öffentlichkeit als steuerliche Maßnahmen einschließlich CO₂-Steuern. Steuerrechtliche Anpassungen müssen auf europäischer Ebene einstimmig beschlossen werden, während der EU ETS mit qualifizierter Mehrheit beschlossen werden konnte.

- (-) Hoher Verwaltungsaufwand für die gesamte Umsetzung und den Betrieb des Systems.
- (-) EU ETS blieb bislang unterhalb seiner Möglichkeiten, da Überallokation von Emissionszertifikaten. Jüngste Reformen haben aber wichtige strukturelle Verbesserungen gebracht, die sich bereits in einem starken Preisanstieg für Emissionszertifikate niederschlagen hat, was langfristig dem ETS eine bedeutendere Rolle zukommen lässt.

Empfehlungen

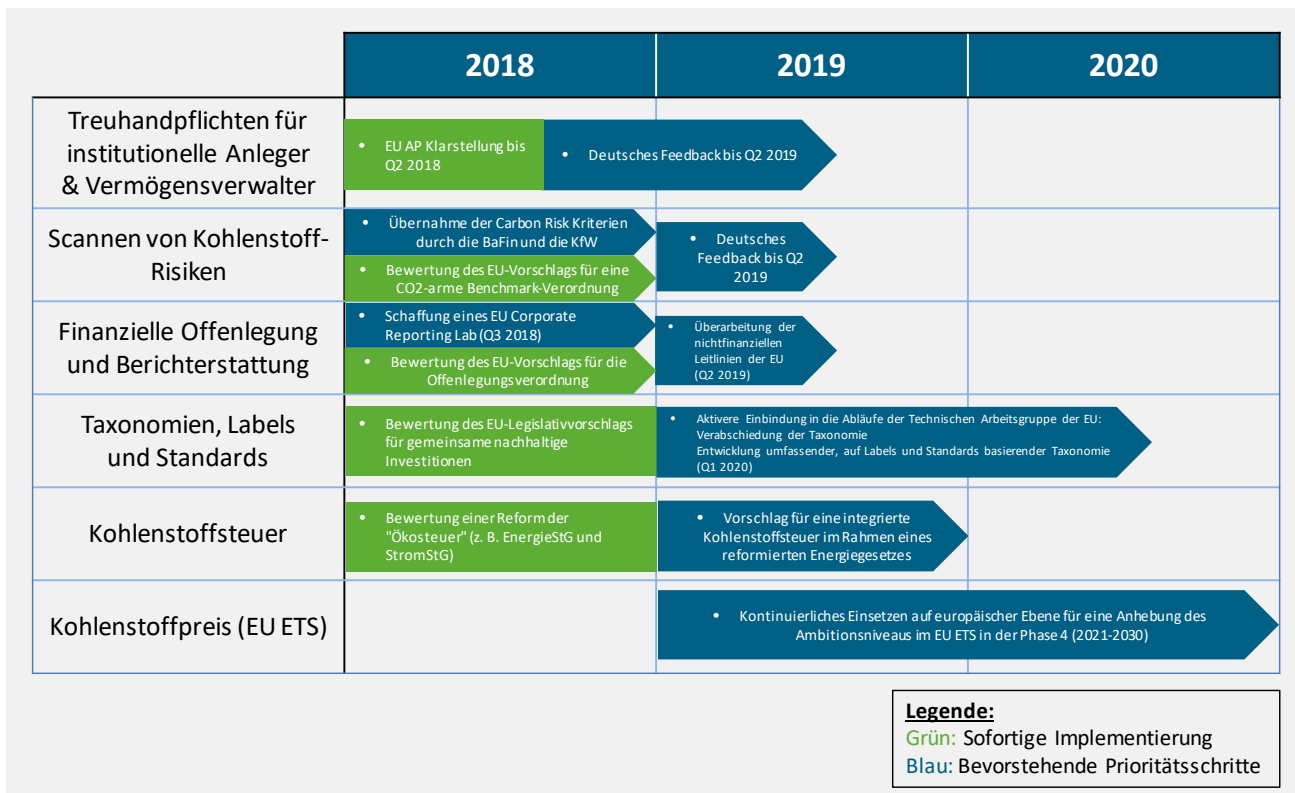
Ungeachtet der politischen Präferenz und der wirtschaftswissenschaftlichen Argumente für marktba-
sierte Mechanismen zur Ermittlung eines Kohlenstoffmindestpreises, schöpfen Emissionshandelssysteme
aufgrund mangelnder Rigidität der Zertifikatsallokationen häufig ihr Potenzial als Klimaschutzinstrument
nicht aus⁴⁸. Der mangelnde politische Wille zu ambitionierten Emissionsobergrenzen begrenzt allerdings
auch gleichermaßen die alternative Festsetzung einer lenkungswirksamen CO₂-Besteuerung. Angesichts
der erheblichen Anstrengungen, die in den letzten Jahrzehnten bereits unternommen wurden, ist der EU
ETS ohne Alternative. Damit dieser sein volles Potenzial entfalten kann und ambitionierte Minderungs-
ziele erreicht werden können, muss die Höhe der jährlichen Zertifikatsallokationen durch die Mitglied-
staaten reduziert werden. Deutschland sollte seinen politischen Einfluss nutzen, um die europäischen
Entscheidungsträger und Partner bei der Überarbeitung des EU ETS-Systems zu beeinflussen und sich
kontinuierlich auf europäischer Ebene für eine Anhebung des Ambitionsniveaus im EU ETS in der Phase 4
(2021-2030) einsetzen.

⁴⁸ https://www.ieta.org/resources/Resources/3_Minute_Briefings/phase%203%20eu%20ets_final.pdf

4.6 Empfehlungen für die Bundesregierung

Der Bundesregierung wird empfohlen, die sechs ausgewählten prioritären Instrumente zur Integration von Kohlenstoffrisiken in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten auf folgende Weise voranzutreiben (siehe Abbildung 4-2).

Abbildung 4-2: Empfohlene Zeitachse zur Umsetzung der Instrumente zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten



Quelle: Eigene Darstellung, Oxford University.

5 Fazit & Ausblick

Die Analyse der Kohlenstoffrisiken in Deutschland und ihre Auswirkungen auf die deutsche Wirtschaft haben gezeigt, dass es von den 23 ausgewählten Sektoren fünf Sektoren gibt, die durch eine Dekarbonisierung im Einklang mit dem 2 °C Klimaszenario der IEA von 2015 bis 2030 sehr wahrscheinlich unter einem erheblichen Anpassungsdruck stehen:

- ▶ Kohlenbergbau
- ▶ Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips
- ▶ Nicht-erneuerbare Elektrizitätsversorgung
- ▶ BF/BOF Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen und
- ▶ Tierhaltung

Basierend auf den Annahmen des 2 °C Klimaszenarios der IEA werden diese Sektoren von 2015 bis 2030 durch die sinkende Wirtschaftsleistung aufgrund einer geringeren Nachfrage (z. B. weniger Kohlebedarf in der Wirtschaft) und/oder steigender Emissionskosten bzw. Emissionsminderungskosten durch höhere CO₂-Marktpreise und Emissionsgrenzwerte betroffen sein.

Es ist von entscheidender Bedeutung zu verstehen, dass die Kohlenstoffrisiken dieser Sektoren nicht nur Unternehmen betreffen werden, die in diesen Sektoren tätig sind, sondern auch alle Finanzinstitute, die in diese Sektoren investiert sind. Die Analysen im Rahmen dieses Projekts haben gezeigt, dass die Exposition des Finanzsektors gegenüber diesen Sektoren nach wie vor beträchtlich ist. Finanzinstitute, die Finanzierungen wie Eigenkapital, Unternehmensanleihen/Kredite, Staatsanleihen oder Hypotheken für emissionsintensive Aktivitäten in diesen Sektoren bereitstellen, werden daher sehr wahrscheinlich mit steigenden Risiken für ihre Vermögenswerte konfrontiert sein (z. B. durch höhere Ausfallwahrscheinlichkeiten).

Sollte die Finanzindustrie keine klaren und effektiven Maßnahmen ergreifen, könnte dies zu einer Kohlenstoffblase auf den Finanzmärkten führen, die die deutschen und internationalen Finanzmärkte in Zukunft negativ beeinträchtigen könnte. Es ist also Zeit zu Handeln.

Das Carbon-Bubble-Projekt hat für die Akteure der Finanzwirtschaft ein Tool mit dem Namen Klimarisikoscanner entwickelt, mit dem sie einen schnellen Überblick über die Kohlenstoffrisiken in ihrem Portfolio erhalten können. Dieses Tool muss in Zukunft weiterentwickelt, verfeinert und jeweils an interne Prozesse des Risikomanagements angepasst werden. Ebenfalls muss in Stakeholder-Formaten der Dialog zwischen den Akteuren der Finanzwirtschaft, der Politik sowie NGOs vorangetrieben werden. Mehrere Methoden zur Analyse von Vulnerabilitäten im Portfolio sind in den letzten Monaten und Jahren entwickelt worden – diese müssen in strukturierter Form (Vor-/Nachteile, Anwendbarkeit, usw.) vermittelt und diskutiert werden.

Für ein effektives Adressieren der Kohlenstoffrisiken, sollte die Bundesregierung neue Regulierungsinstrumente für den Finanzmarkt einführen oder bestehende reformieren, welche für eine Implementierung in den deutschen Finanzmarkt am geeignetsten sind. Unsere Analyse und aktive Zusammenarbeit mit Regulatoren, Branchenvertretern und Finanzanalysten ergab, dass es eine Reihe von vorrangigen Instrumenten gibt, die die deutsche Regierung kurz- und mittelfristig angehen sollte, um die Widerstandsfähigkeit des Finanzsektors gegenüber den negativen Auswirkungen von Kohlenstoff-Vermögensrisiken zu erhöhen. Zusammengefasst lauten die vorrangigen Instrumente und Kernempfehlungen:

- ▶ **Treuhänderische Pflichten institutioneller Investoren und Vermögensverwalter:** Deutschland sollte die Treuhandpflichten erweitern bzw. präzisieren, um konkrete Auswirkungen einer Investition auf Klimawandel/Klimaschutz und eine angemessene Berücksichtigung von Kohlenstoffrisiken aufzunehmen.

- ▶ **Kohlenstoffrisiko-Scanning:**
Deutschland sollte sich Initiativen anschließen, die klimabezogene Szenarioanalysen und Stresstests insbesondere über die Europäische Zentralbank (EZB) (inklusive dem Europäischen Ausschuss für Systemrisiken (ESRB)) und die europäische Bankenaufsichtsbehörde (EBA) untersuchen und diese aktiv vorantreiben.
- ▶ **Finanzielle Offenlegung und Berichterstattung:**
Deutschland sollte eine internationale Arbeitsgruppe initiieren und auf konkrete Ergebnisse hinwirken, um die Konvergenz und breitere Annahme der Offenlegung innerhalb eines obligatorischen internationalen aufsichtsrechtlichen Rahmens zu fördern. Die TCFD-Empfehlungen und die Vorschläge der EU-Offenlegungsverordnung (EC, 2018/0179 (COD)) sollten als Hauptvorlagen dienen.
- ▶ **Taxonomien, Labels und Standards:**
Deutschland sollte die Entwicklung einer gemeinsamen Taxonomie auf EU-Ebene (EU-AP Aktion 1 & 2) vorantreiben.
- ▶ **Kohlenstoffsteuer:**
Deutschland sollte die deutsche(n) „Öko-Steuer(n)“ in einem gemeinsamen Rahmenwerk bündeln, den Klimazielen anpassen und ausweiten, um eine Hebelwirkung auf den Finanzsektor zu entfalten und so die gleichen Resultate wie eine reine Kohlenstoffsteuer zu erzielen.
- ▶ **EU Emission Trading Scheme & Kohlenstoffpreis:**
Deutschland sollte seinen politischen Einfluss nutzen, um die europäischen Entscheidungsträger und Partner bei der Überarbeitung des EU ETS-Systems anzuspornen, und sich kontinuierlich auf europäischer Ebene für eine Anhebung des Ambitionsniveaus im EU ETS in der Phase 4 (2021-2030) einsetzen.

6 Annex

6.1 Mathematische Herleitung des Operator Carbon Risk

Um das Operator Carbon Risk auf Sektorebene zu berechnen, d. h. den finanziellen Verlust eines Wirtschaftssektors aufgrund der Materialisierung von Kohlenstoffrisiken, wurde die folgende Gewinnfunktion eines Sektors entwickelt.

Die untenstehenden Formeln erläutern die Entwicklung der Gewinnfunktion für einen beispielhaften Sektor und gilt für einen Zeitpunkt t (z. B. heute $t = 2015$ und $t + 1 = 2030$). Für jeden Sektor wurde eine eigene Gewinnfunktion aufgestellt.⁴⁹

Eine allgemeine sektorale Gewinnfunktion setzt sich aus Einnahmen (R) und Kosten (C) zusammen:

$$\text{Gewinn} = \text{Einnahmen} - \text{Kosten}$$

$$\pi_t = R_t - C_t$$

Die Kosten können weiter zwischen fixen Kosten und variablen Kosten unterschieden werden; erstere sind unabhängig vom Niveau des Sektoroutputs während letztere davon beeinflusst werden:

$$\text{Gewinn} = \text{Einnahmen} - \text{fixe Kosten} - \text{variable Kosten}$$

$$\pi_t = R_t - C_t^F - C_t^V$$

Variable Kosten können weiter in Emissionskosten, Emissionsminderungskosten (Minderungskosten genannt) und übrige variablen Kosten aufgeteilt werden:

Gewinn = Einnahmen – fixe Kosten – [Emissionskosten + Minderungskosten + übrige variable Kosten]

$$\pi_t = R_t - C_t^F - [C_t^E + C_t^A + C_t^O]$$

Die Emissionskosten können weiter aufgeteilt werden in direkte Scope-1-Emissionskosten sowie indirekte (nachgelagerte) Scope-2- und Scope-3-Emissionskosten⁵⁰.

Die Emissionsminderungskosten könnten theoretisch ebenfalls in Scope-1-, 2- oder 3-Kosten weiter aufgeteilt werden. Aufgrund von methodischen Beschränkungen und eingeschränkt verfügbaren Daten werden jedoch nur Emissionsminderungskosten für den direkten Emissionsausstoß berücksichtigt, d. h. die Minderungskosten eines Sektors zur Verringerung seiner unmittelbaren Scope-1-Emissionen wie etwa Emissionen aus dem Gasverbrauch. Es ist zu beachten, dass die Minderungskosten maximal dem Produkt des Emissionsminderungsvolumens und dem CO₂-Preis entsprechen können, da Sektoren Emissionszertifikate erwerben können, anstatt Emissionen zu verringern, wenn dies wirtschaftlich vorteilhafter ist. Wenn beispielsweise die Emissionsminderung teurer ist als der einfache Kauf von Emissionszertifikaten, wird ein Sektor stets den Erwerb von Zertifikaten präferieren:

$$\text{Gewinne} = \text{Einnahmen} - \text{fixe Kosten}$$

$$- [(\text{Scope-1-Emissionen} \times \text{CO}_2\text{-Preis} + \text{Scope-2-Emissionen} \times \text{CO}_2\text{-Preis} + \text{Scope-3-Emissionen} \times \text{CO}_2\text{-Preis}) + (\text{Scope-1-Minderungen} \times \text{CO}_2\text{-Preis}) + \text{übrige variable Kosten}]$$

$$\pi_t = R_t - C_t^F - \left[\begin{array}{l} E_t^1 \times P_t^E + E_t^2 \times P_t^E + E_t^3 \times P_t^E \\ + (A_t^1 \times P_t^E) \\ + C_t^O \end{array} \right]$$

$$\text{wobei } A_t^1 = E_{t-1}^1 - E_t^1$$

⁴⁹ Genau genommen, müsste in den Formeln nicht nur ein Index „t“ sondern auch ein Index „i“ angeführt sein, der für einen einzelnen Sektor steht. Zur Vereinfachung der Verständlichkeit wird „i“ jedoch nicht explizit in der Formel angegeben.

⁵⁰ Es ist zu beachten, dass nur vorgelagerte Scope 3 Emissionskosten durch die Methodik abgedeckt sind. Alle nachgelagerten Scope-3-Emissionen können aufgrund von methodischen Einschränkungen und der eingeschränkten Verfügbarkeit von Daten nicht abgedeckt werden.

Bei der Berechnung der Minderungskosten muss bekannt sein, wieviel ein Sektor zwischen zwei Perioden (hier zwischen 2015 und 2030) reduzieren muss. Diese Informationen stammen aus Klimaszenarien unter Zuhilfenahme von Daten der IEA.

Da die Gewinnfunktion weitgehend von sektorenspezifischen Besonderheiten abhängt, ist es wichtig, sektorenspezifische Merkmale zu berücksichtigen, die die Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf die Einnahmen oder Kosten eines Sektors direkt abschwächen oder verschärfen können. Diese werden in Kapitel 2 erläutert. Um diese sektorenspezifischen Merkmale zu berücksichtigen, ist es notwendig, die obige Funktion weiter auszubauen⁵¹:

$$\begin{aligned} \text{Gewinne} &= \text{Einnahmen} \times (1 - \text{gefährdete Einnahmen}) - \text{fixe Kosten} \\ &- [(\text{Scope-1-Emissionen} \times \text{CO}_2\text{-Preis} \times (1 - \text{eigene Pass-Through Ability}) + \text{Scope-2-Emissionen} \times \\ &\text{CO}_2\text{-Preis} \times (\text{Pass-Through Ability von Zulieferern}) + \text{Scope-3-Emissionen} \times \text{CO}_2\text{-Preis} \times (\text{Pass-} \\ &\text{Through Ability von Zulieferern}) + (\text{Scope-1-Minderungen} \times \text{CO}_2\text{-Preis} \times (1 - \text{Abatement Capa-} \\ &\text{bility}) + \text{Scope-2-Minderungen} \times \text{CO}_2\text{-Preis}) + \text{übrige variable Kosten}] \\ \pi_t &= R_t \times \gamma - C_t^F - \left[\begin{array}{l} E_t^1 \times P_t^E \times (1 - \alpha^{E1}) + E_t^2 \times P_t^E \times \beta^{E2} + E_t^3 \times P_t^E \times \beta^{E3} \\ + ((A_t^1 \times P_t^E \times (1 - \theta^{E1})) \\ + C_t^O \end{array} \right] \end{aligned}$$

Da wir daran interessiert sind, die Entwicklung des heutigen Gewinns von heute ($t = 2015$) bis zur Zukunft abzuschätzen ($t + 1 = 2030$), müssen wir eine Sektor-Gewinnfunktion für 2030 (mit den Werten von 2015 als Ausgangspunkt) entwickeln. Daher müssen wir Informationen über die wirtschaftlichen Veränderungen, die Änderungen von Emissionen usw. für den Zeitraum von 2015 (t) bis 2030 ($t+1$) berücksichtigen. Diese Informationen stammen aus Klimaszenarien unter Zuhilfenahme von Daten der IEA.

$$\begin{aligned} \pi_{t+1} &= R_{t+1} \times \gamma - C_{t+1}^F \\ &- \left[\begin{array}{l} E_{t+1}^1 \times P_{t+1}^E \times (1 - \alpha^{E1}) + E_{t+1}^2 \times P_{t+1}^E \times \beta^{E2} + E_{t+1}^3 \times P_{t+1}^E \times \beta^{E3} \\ + (A_{t+1}^1 \times P_{t+1}^E \times (1 - \theta^{E1})) \\ + C_{t+1}^O \end{array} \right] \\ &\text{with } R_{t+1} = (1 + \Delta_{IEA}^Q) \times R_t; \\ &\text{with } C_{t+1}^F = C_t^F \\ &\text{with } E_{t+1}^1 = (1 + \Delta_{IEA}^{E1}) \times E_t^1; \\ &\text{with } E_{t+1}^2 = (1 + \Delta_{IEA}^{E2}) \times E_t^2; \\ &\text{with } E_{t+1}^3 = (1 + \Delta_{IEA}^{E3}) \times E_t^3; \\ &\text{with } P_{t+1}^1 = \text{given by IEA} \\ &\text{with } A_{t+1} = (1 + \Delta_{IEA}^Q) \times E_t^1 - (1 + \Delta_{IEA}^{E1}) \times E_t^1; \\ &\text{with } C_{t+1}^O = (1 + \Delta_{IEA}^Q) \times C_t^O; \end{aligned}$$

Die endgültige Sektorengewinnfunktion für 2030 wird somit durch die folgende Formel dargestellt⁵²:

⁵¹ Weitere Erläuterungen zu den sektorenspezifischen Merkmalen finden Sie in Kapitel 2.1.

⁵² Beachten Sie, dass die blauen Variablen ökonomische Variablen, die orange Variablen Emissionsvariablen und die grauen Variablen sektorenspezifische Merkmale angeben.

$$\pi_{t+1} = (1 + \Delta_{IEA}^Q) \times R_t \times \gamma - C_t^F - \left[(1 + \Delta_{IEA}^{E1}) \times E_t^1 \times P_{t+1}^E \times (1 - \alpha^{E1}) + (1 + \Delta_{IEA}^{E2}) \times E_t^2 \times P_{t+1}^E \times \beta^{E2} + (1 + \Delta_{IEA}^{E3}) \times E_t^3 \times P_{t+1}^E \times \beta^{E3} \right] + \left[((1 + \Delta_{IEA}^Q) \times E_t^1 - (1 + \Delta_{IEA}^{E1}) \times E_t^1) \times P_{t+1}^E \times (1 - \alpha^{E1}) + (1 + \Delta_{IEA}^Q) \times C_t^O \right]$$

Es ist zu beachten, dass der CO₂-Preis exogen vorgegeben ist und aus Klimaszenarien unter Zuhilfenahme von Daten der IEA stammt.

6.2 Erforderliche Daten für die Modellierung des Operator Carbon Risk

Um eine Sektorengewinnfunktion aufzustellen, werden viele Dateninputs aus unterschiedlichen Quellen benötigt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten benötigten Daten.

Tabelle 6-1: Erforderliche Dateninputs für die Modellierung des Operator Carbon Risk

	Name		Beschreibung/ Berechnung	Datenquelle
Ökonomische Daten	Wirtschaftliche Veränderung (%)	Δ_{IEA}^Q	Wirtschaftliche Veränderung ist die prozentuale Veränderung des Outputs basierend auf dem IEA-Szenario.	IEA ETP
	Einnahmen	R_t	Einnahmen werden nicht in P und Q aufgeteilt, sondern als ein Parameter in den Statistiken angegeben.	Eurostat/ Destatis
	Fixe Kosten	C_t^F	Fixe Kosten werden durch Multiplikation des Fixkostenanteils aus den Statistiken mit den Gesamteinnahmen berechnet.	Destatis
	Übrige variable Kosten	C_t^O	Übrige variable Kosten entsprechen der Differenz aus totalen Kosten und fixen Kosten.	Destatis
	Scope-1-Emissionen	E_t^1	Scope-1-Emissions entsprechen den direkten Treibhausgasemissionen aus den Statistiken.	Destatis, EUTL
	Scope-2-Emissionen	E_t^2	Scope-2-Emissionen basieren auf Strom- und Wärmeverbrauch aus den Statistiken.	Destatis
	Vorgelagerte Scope-3-Emissionen	E_t^3	Vorgelagerte Scope-3-Emissionen basieren auf den gekauften Inputs der Input-Output-Tabellen und den Scope-1-Emissionen der jeweiligen Zulieferer.	Destatis
Emissionsdaten	Veränderung Scope-1-Emissionen (%)	Δ_{IEA}^{E1}	Die Veränderung von Scope-1-Emissionen ist die Veränderung der direkten Treibhausgasemissionen entsprechend dem IEA 2 °C Klimaszenario.	IEA ETP
	Veränderung Scope-2-Emissionen (%)	Δ_{IEA}^{E2}	Die Veränderung der Scope-2-Emissionen ist die Änderung der indirekten Treibhausgasemissionen aus Strom und Wärme entsprechend dem IEA 2 °C Klimaszenario.	IEA ETP
	Veränderung vorgelagerte Scope-3-Emissionen (%)	Δ_{IEA}^{E3}	Die Veränderung der vorgelagerten Scope-3-Emissionen basiert auf den gekauften Inputs (Input-Output-Tabellen) und der Veränderung der Scope-1-Emissionen der jeweiligen Zulieferer.	IEA ETP/ Destatis

	Name		Beschreibung/ Berechnung	Datenquelle
Sektorenspezifische Merkmale	Gefährdete Einnahmen (%)	γ	Der Anteil gefährdeter Einnahmen ist der Anteil der Einnahmen, die ein Sektor in Sektoren mit einem hohen Kohlenstoffrisiko erwirtschaftet. Er basiert auf Input-Output-Tabellen.	Navigant/ Destatis
	Eigene Pass-Through Ability (%)	α^{E1}	Die eigene Pass-Through Ability wird näherungsweise durch den Anteil der sektorenspezifischen kostenlosen EU ETS-Zertifikate ausgedrückt. Ein Sektor, der aufgrund eines geringen carbon leakage risk nur wenige kostenlose Zertifikate erhält, ist eher in der Lage, steigende Emissionskosten weiterzureichen.	Navigant
	Pass-Through Ability von Zulieferern (%)	$\beta^{E\gamma}$	Die Pass-Through Ability von Zulieferern basiert auf den gekauften Inputs (Input-Output-Tabellen), den Scope-1-Emissionen von Zulieferern und der Pass-Through Ability der Zulieferer.	Destatis/ Navigant
	Abatement Capability (%)	∂^{E1}	Die Abatement Capability gibt einen Hinweis darauf, inwieweit ein Sektor die Emissionen billiger als der CO ₂ -Preis senken kann. Sie basiert auf MACC ⁵³ Kurven.	Literatur über MACC/ Navigant Expertenbewertung

6.3 Erläuterungen zu den IEA Klimaszenarien

6.3.1 Analytischer Ansatz

Mit dem *Energy Technology Perspectives 2016* (ETP 2016) Modell analysiert die IEA, wie sich saubere Energietechnologien und -strategien (z. B. CO₂-Preise) entwickeln müssen, um die Erderwärmung auf einen bestimmten Temperaturanstieg zu begrenzen.

Dabei wendet sie eine Kombination aus Backcasting und Prognose in Form dreier Szenarien von jetzt bis 2050 an. Die Analyse und Modellierung zielt darauf ab, den wirtschaftlichsten Weg für die Gesellschaft zu finden, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen, aber aus einer Vielzahl von Gründen spiegeln die Szenarienergebnisse nicht notwendigerweise die kostengünstigste Option wider. Viele Feinheiten lassen sich nicht in einem Kostenoptimierungs-Framework erfassen: politische Präferenzen, machbare Anfahrquoten, Kapitalbeschränkungen und öffentliche Akzeptanz. Für die Endnutzungssektoren (Gebäude, Verkehr und Industrie) ist es schwierig und nicht immer sinnvoll, eine reine Kostenanalyse durchzuführen. Langfristige Projektionen enthalten unweigerlich erhebliche Unsicherheiten, und viele der Annahmen, die der Analyse zugrunde liegen, werden sich wahrscheinlich als ungenau erweisen. Ein weiterer wichtiger Vorbehalt bei der Analyse ist, dass Sie keine sekundären Effekte wie etwa Anpassungskosten berücksichtigt, die sich aus dem Klimawandel ergeben. Durch die Kombination unterschiedlicher Modellierungsansätze, die die Realitäten der gegebenen Branchen widerspiegeln, sowie einer umfassenden Expertenberatung erhält ETP robuste Ergebnisse und vertiefte Einblicke.

6.3.2 ETP-Modell

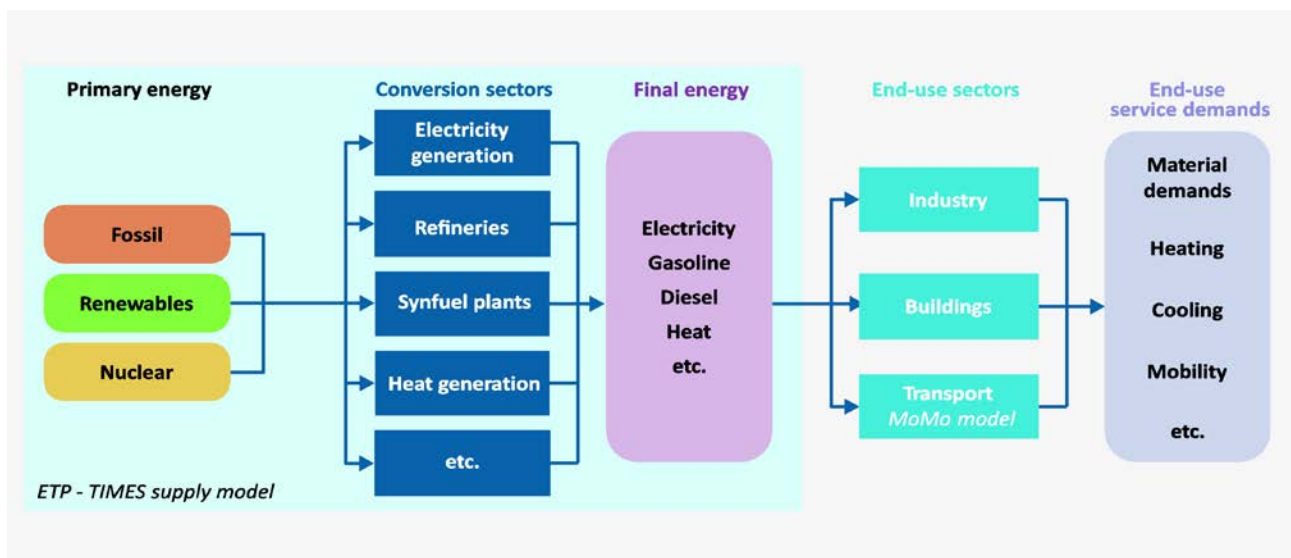
Das ETP-Modell, das wichtigste Analysewerkzeug, welches in ETP 2016 verwendet wird, unterstützt die Integration und Manipulation von Daten aus vier soft-linked Modellen:

⁵³ d. h. Grenzvermeidungskostenkurven.

- ▶ Energieumwandlung
- ▶ Industrie
- ▶ Transport
- ▶ Gebäude (Wohnen und Gewerbe/Dienstleistungen).

Somit betrachtet das Modell die Energieversorgung (mit dem Energie-Umwandlungs-Modell) und die drei Sektoren, die den größten Bedarf und damit die größten Emissionen haben (mit Modellen für Industrie, Verkehr und Gebäude). Das folgende Schema veranschaulicht das Zusammenspiel dieser Elemente in den verschiedenen Prozessen, durch die Primärenergie in Endenergie umgewandelt wird (die dann für diese nachfrageseitigen Sektoren verwertbar ist):

Abbildung 6-1: Schematische Abbildung des ETP-Modells



Anmerkung: TIMES = The Integrated MARKAL-EFOM System; MoMo = Mobility Model.

Quelle: IEA ETP.

6.3.3 IEA Szenarien

Die Szenarien, die mit einem bestimmten Temperaturanstieg verbunden sind, werden oft als Klimaszenarien bezeichnet.

Die IEA analysiert jährlich die folgenden drei Klimaszenarien:

- ▶ Das 2 °C Szenario (2DS) bildet das Kernstück der *Energy Technology Perspectives*. Das 2DS legt einen Einsatzpfad für das Energiesystem und eine Emissionsentwicklung fest, die mindestens eine Chance von 50 % hat, den durchschnittlichen globalen Temperaturanstieg auf 2 °C zu begrenzen. Das 2DS begrenzt den gesamten verbleibenden kumulierten energiebedingten CO₂-Ausstoß zwischen 2015 und 2100 auf 1.000 Gt CO₂. Das 2DS reduziert den CO₂-Ausstoß (einschließlich Verbrennungs-, Prozess- und Rohstoffemissionen in der Industrie) um fast 60 % bis 2050 (im Vergleich zu 2013), wobei der CO₂-Ausstoß nach 2050 bis zum Erreichen der CO₂-Neutralität voraussichtlich zurückgehen wird.
- ▶ Das 4 °C Szenario (4DS) berücksichtigt die jüngsten Zusagen der Länder, Emissionen zu begrenzen und ihre Energieeffizienz zu verbessern, die dazu beitragen, den langfristigen Temperaturanstieg auf 4 °C zu begrenzen. In vielerlei Hinsicht ist das 4DS bereits ein ehrgeiziges Szenario, das erhebliche Veränderungen in Politik und Technologien erfordert. Darüber hinaus erfordert die Deckelung des langfristigen Temperaturanstiegs auf 4 °C erhebliche zusätzliche Emissionsreduktionen in der Zeit nach 2050.

- ▶ Das 6 °C Szenario (6DS) ist weitgehend eine Erweiterung der aktuellen Trends. Der Primärenergiebedarf und der CO₂-Ausstoß würden um etwa 60 % wachsen mit etwa 1.700 GtCO₂ kumulierten Emissionen. In Ermangelung von Bemühungen, die atmosphärische Konzentration an Treibhausgasen zu stabilisieren, wird der durchschnittliche globale Temperaturanstieg über dem vorindustriellen Niveau voraussichtlich langfristig fast 5,5 °C und zum Ende des Jahrhunderts fast 4 °C erreichen.

Beachten Sie, dass kürzlich ein neues Klimaszenario von der IEA entwickelt wurde mit einem Temperaturanstieg, der den Vereinbarungen des Pariser Klimaabkommens entspricht, also unter 2 °C liegt und Bemühungen berücksichtigt, dies globale Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Das Szenario ist unter dem Namen below 2 °C Szenario (B2DS) bekannt.

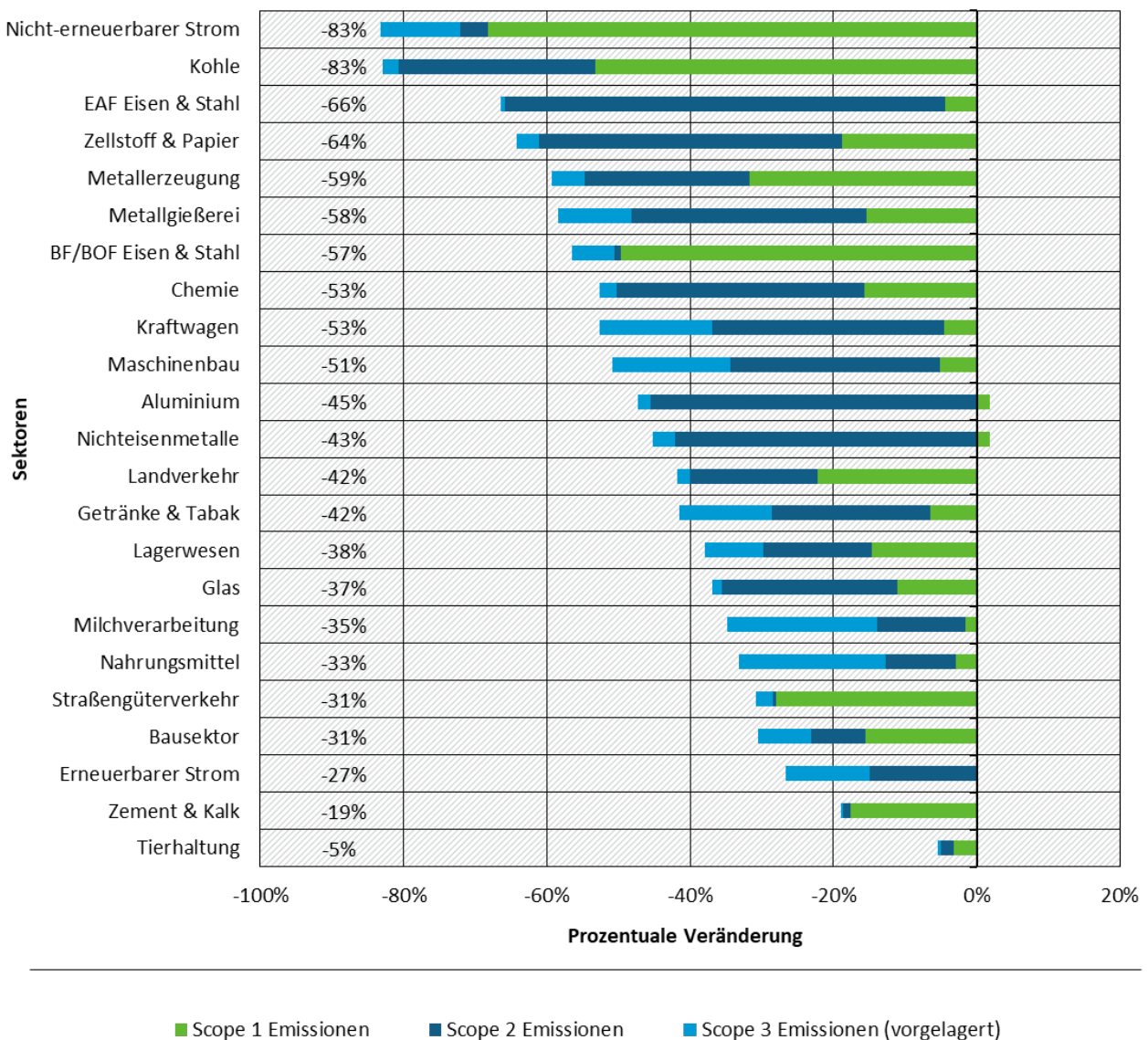
Es ist wichtig zu erwähnen, dass die IEA Szenarien die EU nicht explizit in alle Mitgliedstaaten unterteilt, sondern die EU so behandeln, als wäre Sie ein Land.

6.4 Auswirkungen von Kohlenstoffrisiken auf Wirtschaftssektoren in DE unter dem 1,5 °C Klimaszenario der IEA

6.4.1 Emissionsentwicklung

Abbildung 6-2 zeigt die Änderung der Scope 1, Scope 2 und vorgelagerten Scope 3 Emissionen des Jahres 2015 gegenüber dem Jahr 2030 im Rahmen des 1,5 °C IEA Klimaszenarios (B2DS). Die Sektoren mit den signifikantesten Emissionsreduktionen sind der Nicht-erneuerbare Stromversorgungssektor (-83 %), der Kohlesektor (-83 %), die EAF Eisen & Stahl Route (-66 %) und der Zellstoff & Papiersektor (-64 %).

Abbildung 6-2: Emissionsentwicklung (Scope 1, Scope 2 und vorgelagerte Scope 3 Emissionen) im Rahmen des 1,5 °C IEA Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

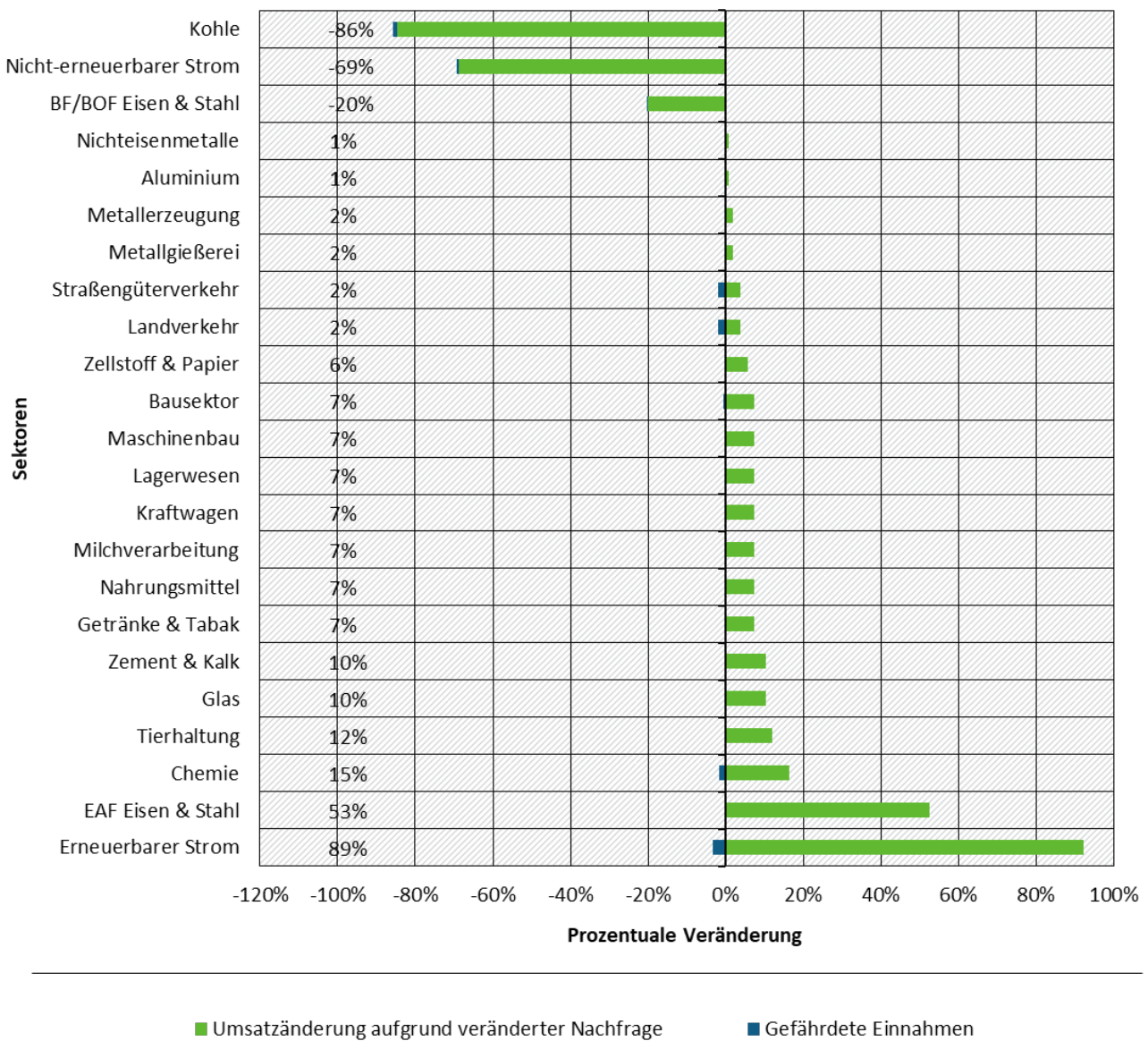
6.4.2 Gewinnentwicklung

Der Stranded Asset Indikator Gewinnentwicklung wird nachfolgend analysiert. Zunächst werden die den Gewinn bestimmenden Variablen – Umsatz- und Kostenentwicklung – je Sektor illustriert und beschrieben. Abschließend wird die sich daraus ergebene Veränderung des Gewinns je Sektor untersucht.

6.4.2.1 Umsatzentwicklung

Abbildung 6-3 zeigt die Umsatzentwicklung im Rahmen des 1,5 °C IEA Klimaszenarios (B2DS). Verglichen wird das Jahr 2015 mit dem Jahr 2030. Die Sektoren mit den signifikantesten Umsatzreduktionen sind der Kohlesektor (-86 %), der Nicht-erneuerbare Stromversorgungssektor (-69 %) und die BOF Eisen & Stahl Route (-20 %).

Abbildung 6-3: Umsatzentwicklung im Rahmen des 1,5 °C IEA Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



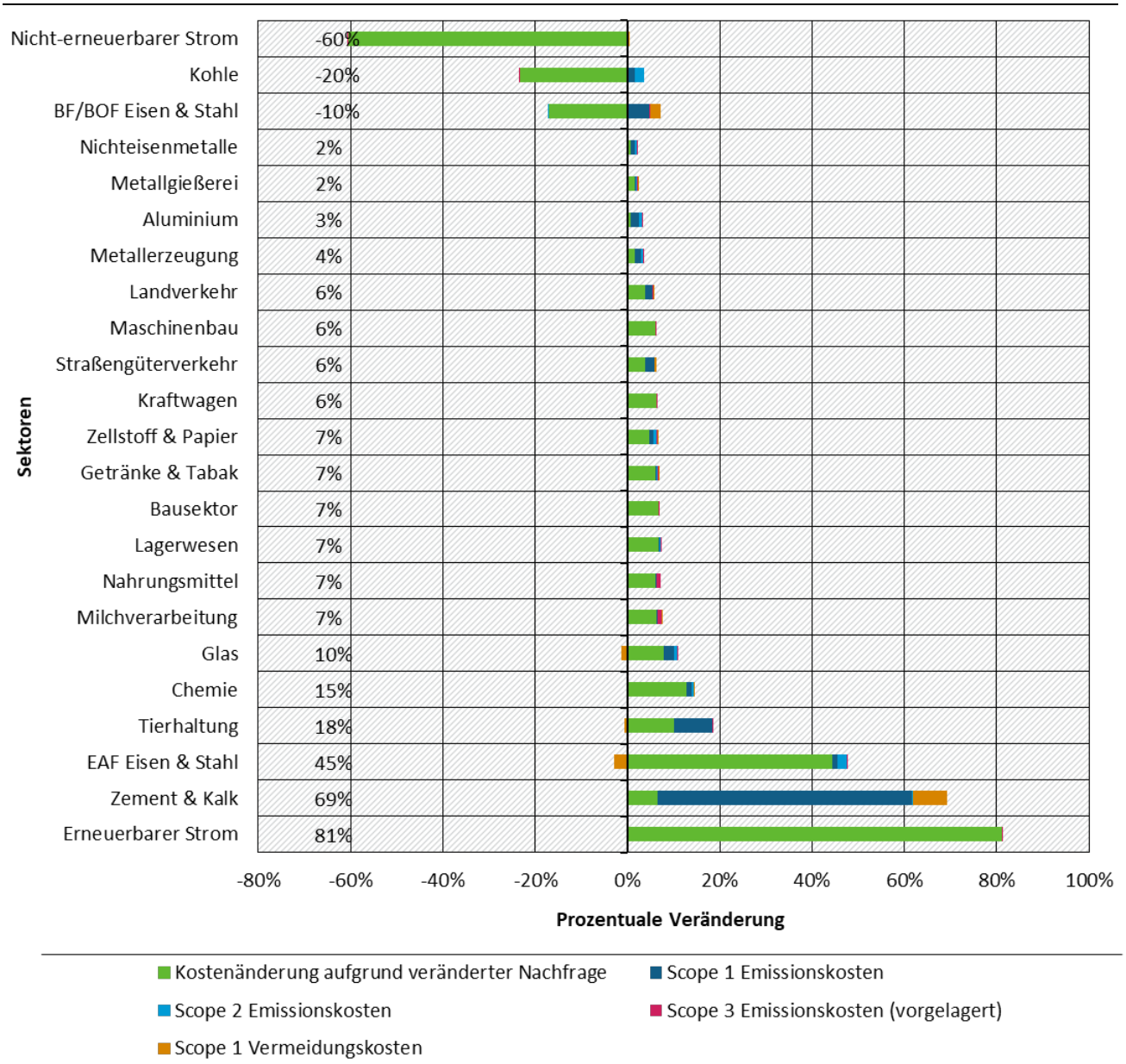
Quelle: Eigene Darstellung.

Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

6.4.2.2 Kostenentwicklung

Abbildung 6-4 zeigt die Kostenentwicklung im Rahmen des 1,5 °C Klimaszenarios der IEA (B2DS). Verglichen wird das Jahr 2015 mit dem Jahr 2030. Die Sektoren mit den signifikantesten Kostensenkungen sind der Nicht-erneuerbare Stromversorgungssektor (-60 %), der Kohlesektor (-20 %) und die BOF Eisen & Stahl Route (-20 %). Die Sektoren mit den signifikantesten Kostensteigerungen sind die EAF Eisen & Stahlroute (45 %), der Zement & Kalksektor (69 %) und der erneuerbare Stromversorgungssektor (81 %).

Abbildung 6-4: Kostenentwicklung im Rahmen des IEA 1,5 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich

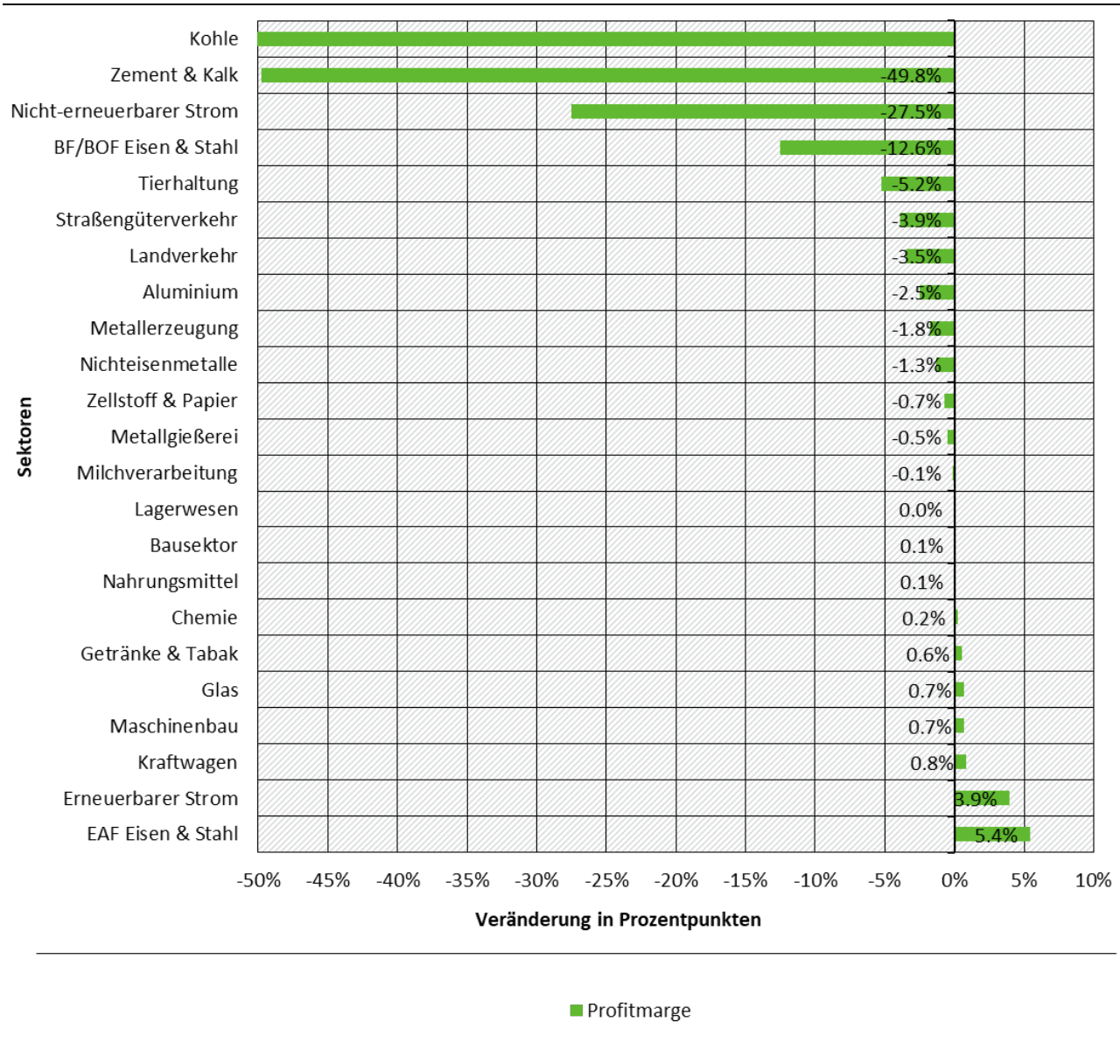


Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

6.4.2.3 Profitmargenentwicklung

Abbildung 6-5 zeigt die Veränderung der Profitmargen (in Prozentpunkten) im Rahmen des 1,5 °C Klimaszenarios der IEA (B2DS). Verglichen wird das Jahr 2015 mit 2030. Die Sektoren mit den signifikantesten Profitmargenrückgängen sind der Kohlesektor, der Zement & Kalksektor (-49,8 %) und der Nicht-erneuerbare Stromversorgungssektor (-27,5 %).

Abbildung 6-5: Entwicklung der Profitmarge in Prozentpunkten im Rahmen des IEA 1,5 °C Klimaszenarios, 2015 und 2030 im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung, Navigant - A Guidehouse Company.

6.5 Exkurs zu Kohlenstoffrisiken in der Düngemittelindustrie

Dünger.⁵⁴ Aufgrund der Nichtverfügbarkeit von Daten wurde der Düngemittel-Sektor, der ein Teilsektor des Chemiesektors ist, in keiner der oben genannten Analysen berücksichtigt. Da es sich aber um einen Sektor handelt, der ebenfalls mit hohen Kohlenstoffrisiken



In 2015
6 Mt CO₂-eq Total emissions
1.5 billion Gross value added

konfrontiert sein dürfte, möchten wir zumindest einige kurze Einblicke in diesen Sektor geben. Die Düngemittelindustrie emittierte im Jahr 2015 eine signifikante Menge an Emissionen, fast 6 Mt. CO₂e. Der wichtigste Treiber für die Emissionen in diesem Sektor ist die Ammoniak-Produktion (NH₃) mit

⁵⁴ The fertilizer production sector was not included because of a lack of available and reliable data.

einem durchschnittlichen Ausstoß von 1,95 t CO₂/t NH₃ in einer europäischen Anlage. Die Gesamtenergienutzung der Europäischen Produktionsanlagen beträgt im Durchschnitt 35 GJ/t NH₃. Für bestehende Anlagen ist der größte Hebel bei der Emissionsreduzierung die Reduzierung des Energieverbrauchs durch Energieeffizienzmaßnahmen. Das Energieeinsparpotenzial für Europäische Anlagen wird auf 3 GJ/tNH₃ bis 2030 geschätzt. Durch den Austausch aller bestehenden Anlagen durch modernste Produktionsanlagen würde der durchschnittliche Energieverbrauch noch weiter reduziert, bis auf 27 GJ/tNH₃.

Die theoretische minimale Energienutzung, die für die Ammoniak-Produktion erforderlich ist, beträgt 18 GJ/tNH₃ (basierend auf dem aktuellen Wasserstoff-Herstellungprozess, d. h. Dampfreformation aus Kohlenwasserstoffen). Dieser Wert kann angesichts der aktuellen Produktionsprozesse und -bedingungen nicht weiter reduziert werden. In Zukunft könnte grüner Wasserstoff aber ein Hebel sein, um den verbleibenden Energieverbrauch weiter zu dekarbonisieren. Eine Alternative wäre die grüne Wasserstoffproduktion über Elektrolyse, die heute noch nicht wettbewerbsfähig gegenüber konventionellen Produktionsprozessen ist. Allerdings gewinnt grüner Wasserstoff aus Elektrolyse an Dynamik, da die Stromkosten der Entwicklung erneuerbarer Energien weiter abnehmen.⁵⁵

6.6 Existierende regulatorische Initiativen

Einige Länder haben eine Agenda für Nachhaltigkeit in Finanzpolitik und Regulierung initiiert, darunter die Identifizierung klimabedingter Transitionsrisiken sowie Maßnahmen zur Umverteilung von Investitionen, die für den Übergang zu einer kohlenstoffarmen und nachhaltigen Wirtschaft benötigt werden. Konkrete Regulierungsinitiativen bleiben hingegen in einem frühen Stadium.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine beispielhafte Liste solcher Initiativen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

Tabelle 6-2: Beispiele regulatorischer Initiativen

Länder	Initiativen
Europa	<p>Die vom Europäischen Parlament gegründete Green European Foundation hat eine Analyse der möglichen Auswirkungen einer Kohlenstoffblase auf das EU-Finanzsystem beantragt (Grüne Europäische Stiftung 2014).</p> <p>Die <i>European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)</i> hat 2014 die Initiative <i>Investment Climate and Governance Initiative (ICGI)</i> ins Leben gerufen, um Regierungen, Konzernen und Investoren dabei zu helfen, Transparenz und gute Regierungsführung zu verbessern sowie einen gesunden Wettbewerb in Klimafragen anzustoßen (EBWE 2014). Die ICGI soll die Auswirkungen des EBRD-Politikreformdialogs im Bereich der wirtschaftspolitischen Steuerung verstärken, die den privaten Sektor direkt betreffen.</p> <p>Die Richtlinie 2014/95/EU verlangt von Unternehmen, die über 500 Mitarbeiter haben, jährlich Informationen über "Strategien, Risiken und Ergebnisse in Bezug auf Umweltfragen, soziale und Angestelltenaspekte, die Achtung der Menschenrechte, Korruptions- und Bestechungsfragen und Vielfalt in ihrem Verwaltungsrat " zu veröffentlichen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014).</p> <p>Im September 2015 hat die Europäische Kommission den <i>Capital Market Union (CMU) Action Plan</i> für die "Schaffung von mehr Möglichkeiten für Investoren, die Vernetzung der Finanzen mit der Wirtschaft im allgemeinen, Förderung eines stärkeren und widerstandsfähigeren Finanzsystems und Vertiefung von Integration und zunehmender Konkurrenz "(2° II & UNEP-Untersuchung 2016) formell festgelegt.</p>

⁵⁵ Ecofys (2017). Green hydrogen - Can low-cost renewable electricity bring us closer to a carbon neutral fuel?

Länder	Initiativen
	<p>Die Europäische Kommission hat im Dezember 2015 eine öffentliche Konsultation zum Thema "langfristige und nachhaltige Investitionen" ins Leben gerufen, um die europäische Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und die politischen Ziele der EU zur Verbesserung der "ökologisch und sozial nachhaltigen Wertschöpfung" zu erreichen (Europäische Kommission 2016a).</p> <p>Im Dezember 2016 wurde auf EU-Ebene die neue <i>Institutions for Occupational Retirement Provision Directive</i> (IORP II) verabschiedet, um das Management von CO₂-Risiken zu verbessern (Amtsblatt der Europäischen Union 2016).</p> <p>Große öffentliche Finanzinstitute (z. B. die <i>European Investment Bank</i> (EIB)) sind führend bei der Überprüfung von kohlenstoffintensiven Investitionen (2° II & UNEP-Untersuchung 2016).</p> <p>Der Europäische Ausschuss für Systemrisiken hat auf Anfrage der EZB eine Bewertung (ESRB 2016) über die Auswirkungen einer Dekarbonisierung der Wirtschaft auf systemische Risiken veröffentlicht.</p> <p>Die Europäische Kommission hat eine hochrangige Expertengruppe (High Level Expert Group - HLEG) aufgestellt, die ihren vorläufigen Bericht (EU High Level Expert Group on Sustainable Finance 2017) vorgelegt hat, der insbesondere Folgendes vorschlägt: die Klassifizierung nachhaltiger Vermögenswerte; ein europäischer Standard und ein europäisches Etikett für grüne Anleihen und andere "grüne" Produkte; Rechnungslegungsstandards für Energieeffizienz; eine verstärkte treuhänderische Pflicht und Offenlegung, die Nachhaltigkeit einschließt; und die Neupositionierung der Europäischen Aufsichtsbehörden zur Nachhaltigkeit.</p> <p>Basierend auf diesem Bericht hat die EU Kommission im März 2018 dann einen <i>Action Plan on Financing Sustainable Growth</i> vorgestellt, der aus den zahlreichen Empfehlungen 10 Prioritätsthemen herausgefiltert hat (European Commission, 2018). Diese bilden nun die Grundlage für präzise Umsetzungen und Initiativen auf EU-Ebene. Die ersten konkreten Regulierungsvorschläge hat die EU in den Bereichen <i>Taxonomie</i>, <i>Offenlegungspflichten</i> und <i>Benchmarks</i> vorgelegt (European Commission, 2018b).</p>
Frankreich	<p>Der französische öffentliche Investor FRR hat ein Projekt (Fonds de Réserve des Retraites 2009) initiiert, um Anlagestrategien mit einem breiteren Umweltschwerpunkt (Klima, fossile Brennstoffe, Biodiversität und Wasser) zu definieren.</p> <p>Das Gesetz über die Energiewende (Artikel 173) wurde im August 2015 verabschiedet und zwingt Finanz- und nicht-Finanzunternehmen, ihre Exposition gegenüber Klimarisiken zu veröffentlichen, sowie Finanzinstitute ihre klimafreundlichen und finanzierten Emissionen offenzulegen (Ministere de la Transition Ecologique et Solidaire 2015). Vor allem Banken und Kreditinstitute müssen regelmäßige Stresstests durchführen. Die ersten vorläufigen Auswertungen der 2017 Jahresberichte konstatieren lediglich einen geringen Anstieg klimarelevanter Risikoanalysen und Offenlegung dieser (FourTwentySeven, 2018).</p>
G20	<p>Unter der chinesischen G20-Präsidentschaft wurde 2016 eine <i>Green Finance Study Group</i> eingerichtet, die von China und dem Vereinigten Königreich gemeinsam mitgeleitet und vom UN-Umweltprogramm (UNEP-Anfrage 2016) unterstützt wird. Sie soll die Herausforderungen des Übergangs hin zu einem klimafreundlichen Wirtschafts- und Finanzsystem erforschen und darüber berichten. Der <i>G20 Green Finance Synthesis Report</i> (G20 Green Finance Study Group 2017) fasst die in dieser Hinsicht geleistete Arbeit zusammen.</p>

Länder	Initiativen
	<p>Das <i>Financial Stability Board</i> (FSB) der G20 hat eine Task Force on Climate-related Financial Disclosure (TCFD 2017) unter der Leitung von Mark Carney und Michael Bloomberg ins Leben gerufen, die darauf abzielt, die Berichterstattung über die finanziellen Auswirkungen von Klimarisiken zu verbessern (das beinhaltet die Berichterstattung der Klimapolitik), um abrupte Marktkorrekturen zu vermeiden. Diese hat im Juni 2017 ihren finalen Report vorgelegt. Dieser beinhaltet die bisher umfassendste Bestandaufnahme von potenziellen Klimarisiken und vor allem Empfehlungen, wie diese ins globale Finanzsystem eingespeist und in den Offenlegungspflichten verankert werden können.</p>
Deutschland	<p>2001 wurde der deutsche Rat für nachhaltige Entwicklung („Nachhaltigkeitsrat“) gegründet, um die Regierung bezüglich "ihrer Politik der nachhaltigen Entwicklung" zu beraten (Deutscher Rat für nachhaltige Entwicklung 2001).</p> <p>Das Versicherungsaufsichtsgesetz von 2002 schreibt deutschen Fonds vor, gegenüber Begünstigten offenzulegen, ob und - wenn ja - wie sie ethische, soziale und ökologische Interessen in ihren Anlagestrategien berücksichtigen (2° II & UNEP-Untersuchung 2016).</p> <p>Am 14. November 2016 genehmigte die Regierung den deutschen <i>Klimaschutzplan 2050</i>, indem Maßnahmen zur Unterstützung der Energiewende (Amelang et al. 2016) dargelegt werden.</p> <p>Vier Bundesländer planen, sich von Vermögenswerten mit nachteiligen Klimafolgen zu trennen (Energiewende & Die globale Energiewende 2016).</p>
Schweden	<p>Der Minister für Finanzmärkte, Per Bolund, hat Unterstützung von den Finanzmärkten für die Eindämmung des Klimawandels eingefordert (Regierungsbehörden von Schweden 2015). Im Februar 2016 berichtete die schwedische Finanzaufsichtsbehörde der Regierung über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Finanzmarktstabilität (schwedische Finanzaufsichtsbehörde 2016).</p>
Vereinigtes Königreich	<p>Im Jahr 2012 hat das Vereinigte Königreich die erste grüne Investmentbank der Welt gegründet (UNEP-Untersuchung 2016). Der heutige Name der Bank lautet Green Investment Group.</p> <p>Auf Einladung des Ministeriums für Umwelt, Ernährung und ländliche Angelegenheiten im Rahmen des britischen Climate Change Act von 2008 hat die Aufsichtsbehörde die Ergebnisse von langfristig ausgerichteten Klimastresstests des britischen Versicherungssektors veröffentlicht (Prudential Regulierungsbehörde 2015), die physische sowie Transitions- und Haftungsrisiken umfassen (von Parteien, die vom Klimawandel betroffen sind). Dieser Bericht war Teil eines Anpassungsberichts, der unter anderem dem 2017 veröffentlichten <i>UK Climate Change Risk Assessment Report</i> als Vorlage diente.</p> <p>Die britische Regierung unterstützte die City of London Corporation bei der Gründung der Green Finance Initiative (Green Finance Initiative 2016).</p>
UN	<p>Die <i>UNEP Finance Initiative</i> wurde ins Leben gerufen, um als Plattform zu fungieren, die die Vereinten Nationen und den Finanzsektor weltweit miteinander verbindet. Durch sein Netzwerk, die Veröffentlichung von Forschungsberichten, die Organisation von Konferenzen und Schulungsseminaren trägt UNEP FI dazu bei, die Annahme der "UNEP FI-Statements" durch Finanzinstitutionen zu fördern. Diese Arbeit umfasst Bemühungen zur Entwicklung eines nachhaltigen Finanzsystems (http://www.unepfi.org/about/UNEP-FI-Statement/).</p>

Länder	Initiativen
	Die Vereinten Nationen und das <i>Carbon Disclosure Project</i> (CDP) förderten die Gründung der <i>Portfolio Decarbonisation Coalition</i> , um gegenwärtige und zukünftige Vorbilder bei der Dekarbonisierung (das berücksichtigt auch Investoren) zu katalysieren und dokumentieren und Regierungen im Vorfeld der COP21 darüber zu berichten (UNEP FI 2015).

6.7 PAM Kategorien zur Bewertung von Instrumenten

Tabelle 6-3: PAM Kategorien zur Bewertung von Instrumenten, die zur Integration von Kohlenstoffrisiken in die Entscheidungsfindung von Finanzinstituten eingesetzt werden können

Kategorie	Sub-Kategorie	Beschreibung
1) Unterstützung des Kohlenstoffrisikomanagements in Finanzinstituten	1.1) Risiken für Finanzinstitute aufdecken	Verbessert das Instrument den Zugang zu Kohlenstoffrisikodaten oder -analysen oder zu vordergründigen Kohlenstoffrisiken für Finanzinstitute?
	1.2) Preissignal für Risiken, denen Finanzinstitute ausgesetzt sind	Schafft das Instrument Preise für Kohlenstoffrisiken in Einklang mit gängigen Klimaszenarien?
	1.3) Schaffung alternativer Investments, Deckungsgeschäfte oder Risikomanagement-Produkte für Finanzinstitute	Unterstützt das Instrument das Risikomanagement durch Diversifizierung, Hedging oder Versicherungsmöglichkeiten?
	1.4) Werkzeuge oder Fähigkeiten, um Finanzinstituten zu helfen, Risiken zu managen	Erleichtert das Instrument das Management von Kohlenstoffrisiken?
2) Implementierbarkeit	2.1) Einfachheit und Schnelligkeit der Umsetzung	Kann das Instrument einfach und schnell umgesetzt werden?
	2.2) Bisherige Erfahrungen mit der Umsetzung	Ist das Instrument bereits implementiert und ist diese Erfahrung für die aktuelle Umsetzung relevant?
	2.3) Kosten für die Umsetzung und die Frage: Wer trägt die Kosten?	Wie hoch sind die Kosten für die Umsetzung und wer trägt diese Kosten? Privatwirtschaft, öffentlicher Sektor, etc.?
	2.4) Konsistenz und im Einklang mit internationalen Bemühungen	Hat das Instrument Potenzial, Angleichung und Standardisierung zu unterstützen?
	2.5) Im Einklang mit deutschen Wirtschafts-, Rechts- und Finanzsystemen	Wie kompatibel ist das Instrument mit dem deutschen wirtschaftlichen Kontext oder dem rechtlichen Rahmen?
	2.6) Politische Machbarkeit	Inwieweit ist eine politische Umsetzung des Instruments möglich?
3) Auswirkungen auf den Klimaschutz	3.1) Ultimative Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und die Kosten von Kapital für "braune" und "grüne" Investitionen	Reduziert (erhöht) das Instrument die Kapitalkosten für "grüne" ("braune") Investitionen oder erhöht (reduziert) es die Verfügbarkeit von Kapital/Liquidität für "grüne" ("braun") Investitionen? Inwieweit tut es das?

Kategorie	Sub-Kategorie	Beschreibung
	3.2) Unterstützung systemischer Veränderungen und "Kippunkte"	Unterstützt das Instrument systemische Veränderungen oder die Annahme grüner Praktiken durch Spillover-Effekte?

6.8 Erläuterungen und Ergebnisse der quantitativen Bewertung von Instrumenten zur Integration von Kohlenstoffrisiken an den Finanzmärkten

Die Ergebnisse in Kapitel 4.4.3 des Berichts basieren auf einer quantitativen Auswertung, bei der gewichtete numerische Werte durch hoch, mittel niedrig ersetzt wurden. Diese werden nachfolgend aufgeführt.

Klassifizierung der Subkategorien

1. Unterstützt das Kohlenstoffrisikomanagement in Finanzinstituten (50 %)

>2 = Hoch

>1 und 2< = Mittel

≤1 = Niedrig

2. Implementierungs-machbarkeit (30 %)

>1 = Hoch

>0.7 und 1≤ = Mittel

≤0.6 = Niedrig

3. Auswirkungen auf den Klimaschutz (20 %)

≥0.7 = Hoch

≥0.5 und 0.6< = Mittel

≤0.4 = Niedrig

Tabelle 6-4: Zusammenfassung der gewichteten Instrument-Bewertungen in numerischen Werten⁵⁶

Instrumente	1) Unterstützt das Kohlenstoffrisikomanagement (50 %)	2) Implementierbarkeit (30 %)	3) Auswirkungen auf den Klimaschutz (20 %)	Gesamte PAM-Bewertung	Finale Bewertung
	Subtotal I	Subtotal II	Subtotal III		
Treuhänderische Aufgaben institutioneller Investoren und Vermögensverwalter	1,375	1,15	1	3,525	

⁵⁶ Bewertungen 0-2,49 = rot [niedriges Potenzial]; 2,5-3,49 = orange [mittleres Potenzial]; 3,5-5 = grün [hohes Potenzial]/ Blau = Prioritäre Instrumente

Instrumente	1) Unterstützt das Kohlenstoffrisikomanagement (50 %)	2) Implementierbarkeit (30 %)	3) Auswirkungen auf den Klimaschutz (20 %)	Gesamte PAM-Bewertung	Finale Bewertung
	Subtotal I	Subtotal II	Subtotal III		
Scanning von Kohlenstoffrisiken	1,75	1,25	0,6	3,57	
Finanzielle Offenlegung und Berichterstattung	2,25	1,35	1	4,60	
Taxonomien, Etiketten und Standards	2,375	0,95	1	4,325	
Kohlenstoff-Preisgestaltung (Steuern)	2,33	0,8	1	4,13	
Kohlenstoff-Preisgestaltung (EU ETS)	1,625	1,1	0,8	3,525	
Anreize für Investitions-/Finanzberater und Vermögensverwalter	1,25	0,95	0,6	2,8	
Kapitalanforderungen	1,5	0,85	0,5	2,85	
Rechnungslegungsstandards (IAS und IFRS)	2,125	0,95	0,7	3,775	
Indizes und Ranking	2,125	1	0,7	3,825	
Kredit- und Nachhaltigkeits-Ratings	2,125	1,05	0,9	4,175	
Steuergutschriften	1,25	0,75	0,5	2,5	
Nachhaltigkeitsmandate	1,5	0,8	0,6	2,9	
Grüne Investmentbanken	1,625	1,35	0,8	3,775	
Zentralbank-Mandate	1,75	0,6	0,6	2,95	
Ausweitung der gesetzlichen Haftungsregelungen für Investoren	1,17	0,65	0,4	2,22	
Prioritäre Sektor-Darlehen	1	0,6	0,5	2,1	
Gezielte sektorale Investitionsverbote	2	0,45	0,9	3,35	
Aufbau von Verbraucher- und Regulatorkapazitäten	1,5	1,35	0,8	3,48	
Verhaltenskodizes und nicht-finanzielle Leitlinien	1,15	1,15	0,8	3,12	
Engagement	1	0,55	0,4	1,95	

7 Quellenverzeichnis

- 2 Degree Investing Initiative et al., 2016. Measuring Energy Transition (ET) risk for Investors: Developing an Energy Transition Assessment Framework, Available at: http://2degrees-investing.org/IMG/pdf/et_risk_summary-3.pdf.
- 2 Degree Investing Initiative, 2016b, Der Finanzsektor als Brücke zum 2°Klimaziell, Available at <http://degreesilz.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/04/Der-Finanzsektor-als-Br%C3%BCcke-zum-2%C2%B0Klimaziell-Perspektiven-%C3%BCr-den-deutschen-und-internationalen-Finanzmarkt-2016.pdf>
- 2 Degrees Investing Initiative & UNEP Inquiry, 2016. Building a Sustainable Financial System in the European Union, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/04/Building_a_Sustainable_Financial_System_in_the_European_Union.pdf.
- 2 Degrees Investing Initiative et al., 2014. Developing Sustainable Energy Investment (SEI) Metrics, Benchmarks, and Assessment Tools for the Financial Sector, Available at: http://2degrees-investing.org/IMG/pdf/sei_metrics_summary-3.pdf.
- 2 Degrees Investing Initiative, 2014. Carbon risk for financial institutions: a perspective on stress-testing and related risk management tools, Available at: http://2degrees-investing.org/IMG/pdf/2ii_stress_testing_v0.pdf.
- 2 Degrees Investing Initiative, 2015a. Equity markets, benchmark indices and the transition to a low-carbon economy, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/05/Equity_markets_benchmark_indices_and_the_transition_to_a_low-carbon_economy.pdf.
- 2 Degrees Investing Initiative, 2015b. Financial Risk and the Transition to a low-carbon economy, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2015/10/2dii_risk_transition_low-carbon_workingpaper_jul2015.pdf.
- 2 Degrees Investing Initiative, 2016. Investor Climate Disclosure: Stitching together Best Practices, Available at: http://2degrees-investing.org/IMG/pdf/2ii_fi_disclosure_v0.pdf.
- 2°ii (2015) Financial Risk and the Transition to a Low-Carbon Economy. Towards a Carbon Stress Testing Framework, p. 6.
- 2°ii (2017) The Transition Risk-O-Meter. Reference Scenarios for Financial Analysis. Report for Public Consultation.
- Amelang, S., Wehrmann, B. & Wettengel, J., 2016. Germany's Climate Action Plan 2050. Clean Energy Wire. Available at: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-climate-action-plan-2050>.
- Asset Owners Disclosure Project, 2017. Global Climate Index 2017 - Rating the World's Investors on Climate Related Financial Risk, Available at: http://aodproject.net/wp-content/uploads/2017/04/AODP-GLOBAL-INDEX-REPORT-2017_FINAL_PRINT.pdf.
- Austrian Financial Market Authority, Federal Act on the Establishment, Administration and Supervision of Pensionskassen, Available at: http://www.vaioe.at/fileadmin/user_upload/tax_legal/Klassische_Fonds/Pensionskassengesetz/PKG-engl.pdf.
- AXA Group (2016). Award on Investor Climate-related disclosure.
- Baerbock, A., Bütikofer, R., Cavazzini, A., Kössler, G., Bothe, C., 2016, Finanzwende: Reformagenda für Klimaschutz, wirtschaftliche Transformation, Stabilität und Nachhaltigkeit, Available at <https://reinhardbuetikofer.eu/wp-content/uploads/2016/11/Finanzwende-Folder-A5-4C-final.pdf>
- BaFin, 2018a, Umwelt- und Klimarisiken, Available at https://www.bafin.de/DE/PublikationenDaten/Jahresbericht/Jahresbericht2017/Kapitel2/Kapitel2_11/kapitel2_11_node.html
- BaFin, 2018b, Nachhaltige Finanzwirtschaft: Veränderungen in Umwelt und Gesellschaft - Umgang der BaFin mit Risiken, Available at https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Fachartikel/2018/fa_bj_1805_nachhaltige_Finanzwirtschaft.html
- BaFin, Insurance undertakings & pension funds, https://www.bafin.de/EN/Aufsicht/VersichererPensionsfonds/versicherer-pensionsfonds_artikel_en.html, accessed on 27.07.17.
- BaFin, Insurance undertakings and Pensionsfonds under BaFin's supervision, https://www.bafin.de/EN/PublikationenDaten/Jahresbericht/Jahresbericht2016/Kapitel7/Kapitel7_1/Kapitel7_1_2/kapitel7_1_2_node_en.html, accessed on 27.07.17.
- BaFin, Supervision of institutions for occupational retirement provision, https://www.bafin.de/EN/Aufsicht/VersichererPensionsfonds/Einrichtungen_bAV/Besonderheiten/aufsicht_ueber_ebav_artikel_en.html, accessed on 27.07.17."
- Bardoscia, M., Battiston, S., Caccioli, F., & Caldarelli, G. (2016). Pathways towards instability in financial networks. Nature Communications.

- Barker, S., 2018. Directors' Liability and Climate Risk: Australia - Country Paper, pp. 33-34, Available at <https://ccli.ouce.ox.ac.uk/wp-content/uploads/2018/04/CCLI-Australia-Paper-Final.pdf>
- Barucca, P., Bardoscia, Caccioli, F., D'Errico, M., Visentin, G., Caldarelli, G., Battiston, S., Network Valuation in Financial Systems. (2016), ssnr 2795583.
- Batten, S. and Sowerbutts, R. and Tanaka, M., Let's Talk About the Weather: The Impact of Climate Change on Central Banks (May 20, 2016). Bank of England Working Paper No. 603. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2783753>
- Battiston, S. et al., 2017. A climate stress-test of the financial system. *Nature Climate Change*, 7(4), pp.283–288.
- Battiston, S., Gatti, D. D., Gallegati, M., Greenwald, B. C. N. & Stiglitz, J. E. Liaisons Dangereuses: Increasing Connectivity, Risk Sharing, and Systemic Risk. *J. Econ. Dyn. Control* 36, 1121–1141 (2012).
- Battiston, S., Mandel, A., Monasterolo, I., Schütze, F. & Visentin, G. (2017). A climate stress-test of the financial system. *Nature Climate Change* 7. 283–288. (2017). doi:10.1038/nclimate3255
- Battiston, S., Puliga, M., Kaushik, R., Tasca, P. & Caldarelli, G. DebtRank: Too Central to Fail? Financial Networks, the FED and Systemic Risk. *Sci. Rep.* 2, 541 (2012).
- Battiston, S., Roukny, T., Stiglitz, J., Caldarelli, G. & May, R. The Price of Complexity in Financial Networks. *PNAS* (2016). <http://www.pnas.org/content/113/36/10031.full>
- Battiston, Stefano, et al. "Leveraging the network: a stress-test framework based on DebtRank." *Statistics & Risk Modeling* 33.3-4 (2016): 117-138.
- BBC News, 2015. Green Investment Bank privatisation "threat to green identity." Available at: <http://www.bbc.co.uk/news/uk-politics-35138659>.
- Beyond Ratings, 2015. Latest Highlights. Available at: <http://www.beyond-ratings.com/>.
- Beyond Ratings, 2019. Climate Transition: an unpriced risk?. Available at <https://beyond-ratings.com/publications/climate-transition-an-unpriced-risk/>
- BIS (Bank for International Settlements), 2018. Andreas Dombret: Greener finance - better finance? How green should the financial world be?, Available at <https://www.bis.org/review/r180314d.htm>
- BlackRock, 2015. The Price of Climate Change, Global Warming's Impact on Portfolios, Available at: <https://www.blackrock.com/corporate/en-ch/literature/whitepaper/bii-pricing-climate-risk-international.pdf>.
- BlackRock, 2016. Adapting portfolios to climate change Implications and strategies for all investors, Available at: <https://www.blackrock.com/investing/literature/whitepaper/bii-climate-change-2016-us.pdf>.
- Blanco, C., Caro, F. & Corbett, C.J., 2016. The state of supply chain carbon footprinting: analysis of CDP disclosures by US firms. *Journal of Cleaner Production*, 135, pp.1189–1197. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616308095>.
- Bloomberg (2013). Bloomberg Carbon Risk Valuation Tool. White Paper. November 2013.
- BNP Paribas (2016). Stress-testing equity Portfolios for Climate Change Impacts: The Carbon Factor.
- Bonini, S., and Caivano, G. (2014) "Development of a LGD Model Basel2 Compliant: A Case Study." *Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance*. Springer International Publishing, 2014. 45-48.
- Borio, C. (2003). Towards a macroprudential framework for financial supervision and regulation? *CESifo Economic Studies*, 49(2):181-215.
- Boston Common Asset Management, 2014. Financing Climate Change: Carbon Risk in the Banking Sector, Available at: <https://www.prnewswire.com/news-releases/financing-climate-change-carbon-risk-in-the-banking-sector-267149851.html>.
- Brock, W. A., Hommes, C. H., and Wagener, F. O. O. (2009). More hedging instruments may destabilize markets. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33(11): 1912.
- Bundesbank (2017a). Aktiva und Passiva der Monetären Finanzinstitute. Aktualisierte Tabellen zum Statistischen Teil des Monatsberichts:

Bundesbank (2017b) Aktiva und Passiva der Versicherungsunternehmen. Aggregierte Bilanzdaten der Versicherungen und Pensionsinstitutionen in Deutschland:

Bundesbank, 2017a. Behind the curve? The role of climate risks in banks' risk management, Available at https://www.bundesbank.de/Redaktion/EN/Reden/2017/2017_10_02_dombret.html

Bundesbank, 2017b. Die Rolle von Notenbanken in einem nachhaltigen Finanzsystem, https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Reden/2017/2017_10_23_wuermeling.html

Bundesverband deutscher Banken, 2017, Zahlen, Daten, Fakten der Kreditwirtschaft, Available at https://bankenverband.de/media/publikationen/16112017_Zahlen_und_Fakten_web.pdf

Burritt, R.L., Schaltegger, S. & Zvezdov, D., 2011. Carbon Management Accounting: Explaining Practice in Leading German Companies. *Australian Accounting Review*, 21(1), pp.80–98. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1835-2561.2010.00121.x/abstract>.

Caccioli, F., Farmer, J. D., Foti, N., and Rockmore, D. (2013). How Interbank Lending Amplifies Overlapping Portfolio Contagion.

Caisse des Depots Group, 2015. A Committed Investor in the Sustainable, Low-Carbon Economy, Available at: http://www.caissedesdepots.fr/fileadmin/PDF/03._developpement_durable/Dep.ANGengagements_financiersvWeb.pdf.

Caldecott, B. & Robins, N. Greening China's Financial Markets: The Risks and Opportunities of Stranded Assets. Briefing Paper 129 (Smith School et Enquête du PNUE, 2014).

Caldecott, B., 2017. Mainstreaming Sustainable Finance: Moving out of the Echo Chamber. E3G. Available at: <https://www.e3g.org/library/mainstreaming-sustainable-finance-moving-out-of-the-echo-chamber>.

California Department of Insurance, 2016. California Insurance Commissioner Dave Jones calls for insurance industry divestment from coal. Available at: <http://www.insurance.ca.gov/0400-news/0100-press-releases/2016/statement010-16.cfm>.

Cambridge Centre for Sustainable Finance (2016). Environmental risk analysis by financial institutions: a review of global practice. Cambridge, UK: Cambridge Institute for Sustainability Leadership.

Camera, 2005. Disciplina delle forme pensionistiche complementari, Available at: <http://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/05252dl.htm>.

Carbon Market Watch, 2017a. Beyond the EU ETS : Strengthening Europe's Carbon Market Through National Action. Available at : <https://carbonmarketwatch.org/wp/wp-content/uploads/2017/12/CMW-BEYOND-THE-EU-ETS-STRENGTHENING-EUROPE%E2%80%99S-CARBON-MARKET-THROUGH-NATIONAL-ACTION.pdf>

Carbon Market Watch, 2017b. Pricing carbon to achieve the Paris goals. Available at : <https://carbonmarketwatch.org/wp/wp-content/uploads/2017/12/CMW-BEYOND-THE-EU-ETS-STRENGTHENING-EUROPE%E2%80%99S-CARBON-MARKET-THROUGH-NATIONAL-ACTION.pdf>

Carbon Pricing Leadership Coalition , 2017. Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Available at: https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf

Carbon Tracker Initiative (2015). The \$2 trillion stranded assets danger zone: How fossil fuel firms risk destroying investor returns. November 2015. Retrieved at: http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2015/11/CAR3817_Synthesis_Report_24.11.15_WEB2.pdf

Carbon Tracker, 2014. Unburnable Carbon - Are the world's financial markets carrying a carbon bubble?, Available at: <http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2014/09/Unburnable-Carbon-Full-rev2-1.pdf>.

Carney, M. Breaking the tragedy of the horizon. Climate change and financial stability Lloyd's (29 September 2015); <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Pages/speeches/2015/844.aspx>

CDP et al., Science Based Targets. Available at: <http://sciencebasedtargets.org/> [Accessed November 18, 2017].

CDP, 2014. The A List: The CDP Climate Performance Leadership Index 2014, Available at: <https://europa.eu/capacity4dev/public-environment-climate/document/cdp-climate-performance-leadership-index-2014>.

- CDP, 2016a. CDP Climate Change Report 2016. Available at: <https://b8f65cb373b1b7b15feb-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/001/233/original/CEE-edition-climate-change-report-2016.PDF?1478599986>.
- CDP, 2016b. Out of the Starting Blocks: Tracking Progress on Corporate Climate Change, London. Available at: <https://www.cdp.net/en/research/global-reports/tracking-climate-progress-2016>.
- CDSB, 2015. UNEP Inquiry on aligning the financial system with sustainable development: A contribution from the CDSB, Available at: https://www.cdsb.net/sites/cdsbnet/files/cdsb_contribution_to_unep_inquiry_on_aligning_the_financial_system_with_sustainable_development_may_2015.pdf.
- Ceres (2015). Carbon Asset Risk: From Rhetoric to Action.
- CFA, 2015. Environmental, Social, and Governance Issues in Investing, Available at: <https://www.cfainstitute.org/learning/products/publications/ccb/Pages/ccb.v2015.n11.1.aspx>.
- CISL (2015). Unhedgeable Risk: Stress Testing Sentiment in a Changing Climate, <http://www.cisl.cam.ac.uk/publications/publication-pdfs/unhedgeable-risk.pdf>.
- Citi (2015). Energy Darwinism II. Why a Low Carbon Future doesn't have to cost the Earth.
- Clean Energy Finance Corporation, 2014. Annual Report 2013-2014, Available at: www.cleanenergyfinancecorp.com.au/reports/annual-reports/files/annual-report-2013-14/performance/cefcs-budgeted-outcome-and-key-performance-indicators.aspx.
- Climate Bonds Initiative, 2017a. Climate Bonds Standard & Certification Scheme, Available at: <https://www.climatebonds.net/files/files/CBI-Conference-CBSandCSbrochure-pdf.pdf>.
- Climate Bonds Initiative, 2017b. German Green Bonds Update and Opportunities, Available at: https://www.climatebonds.net/files/files/Germany_GreenBondsReport_MAY2017.pdf.
- Climate Bonds Initiative, 2017c. Green Covered Bonds: building green cover pools, Available at: https://www.climatebonds.net/files/files/March17_CBI_Briefing_Covered_Bonds.pdf.
- Climate Bonds Initiative, Climate Bonds Standard. Available at: [https://www.climatebonds.net/files/files/Climate Bonds Standard v2_0 - 2Dec2015 \(1\).pdf](https://www.climatebonds.net/files/files/Climate Bonds Standard v2_0 - 2Dec2015 (1).pdf) [Accessed November 19, 2017].
- ClimateHome, 2018. 11 key themes as countries take stock of Paris Agreement progress, Available at <http://www.climatechange-news.com/2018/05/01/11-key-themes-countries-take-stock-paris-agreement-progress/>
- CO-Firm et al., 2006. Assessing Corporate Value at Risk from Carbon - Carbonizing Valuation, Available at: http://assets.wwf.org.uk/downloads/carbonizing_valuation.pdf.
- Corporate Knights, 2015. Measuring Sustainability Disclosure: Ranking the World's Stock Exchanges 2015,
- Council on Foreign Relations, 2015. The Credit Rating Controversy. Available at: <https://www.cfr.org/backgrounder/credit-rating-controversy>.
- Curran, M.M. & Moran, D., 2007. Impact of the FTSE4Good Index on firm price: An event study. *Journal of Environmental Management*, 82(9), pp.529–537. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479706000892>.
- D'Errico, M., Battiston, S., Tuomas, P., & Scheicher, M. (2017). Passing the hot potato: how does risk flow in the CDS market? *Journal of Financial Stability* (in press)
- Danielsson, J., Shin, H. S., and Zigrand, J.-P. (2012). Endogenous and Systemic Risk. In *NBER Chapters*, pages 73{94. National Bureau of Economic Research, Inc.
- Department for Business - Energy & Industrial Strategy - UK, Green Investment Bank & Claire Perry MP, 2017. UK government's sale of Green Investment Bank completed. Available at: <https://www.gov.uk/government/news/uk-governments-sale-of-green-investment-bank-completed>.
- Deutsche Bundesbank, 2015. Financial Stability Review 2015, Available at: https://www.bundesbank.de/Redaktion/EN/Downloads/Publications/Financial_Stability_Review/2015_financial_stability_review.html.

- Deutsche Bundesbank, 2016. Monatsbericht; IV. Banken; Aktiva und Passiva der Monetären Finanzinstitute (ohne Deutsche Bundesbank) in Deutschland, Available at: https://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Banken_und_andere_finanzielle_Institute/Banken/Tabellen/tabellen.html.
- Deutsche Bundesbank, 2017, Dombret: Klimarisiken für Finanzbranche nicht unterschätzen, Available at https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Themen/2017/2017_10_05_klimarisiken.html?nsc=true&https=1
- Dietz, S., Bower, A., Dixon, C. & Gradwell, P. Climate value at risk of global financial assets. Nat. Clim. Change 6, 676679 (2016).
- Dombret (2018) Die Rolle der Finanzwirtschaft im Übergang zu mehr Nachhaltigkeit. In "Greening Finance".
- Dutch Central Bank, 2016. Time for Transition. An exploratory study of the transition to a carbon-neutral economy. Occasional Studies Vol.14-2, Available at: https://www.dnb.nl/en/binaries/tt_tcm47-338545.pdf?2017031414.
- Dutch Central Bank, 2017. Waterproof? An exploration of climate-related risks for the Dutch financial sector, Available at: https://www.dnb.nl/en/binaries/Waterproof_tcm47-363851.pdf?2017100609.
- E3G, 2017. Missing in Action: The lack of ESG capacity at leading investors, Available at: https://www.e3g.org/docs/E3G_-_Missing_in_action_-_the_lack_of_ESG_capacity_at_leading_investors.pdf.
- EBRD, The EBRD's Investment Climate and Governance Initiative. Available at: <http://www.ebrd.com/what-we-do/sectors-and-topics/ebd-icg-initiative.html> [Accessed November 18, 2017].
- Ecofys (2017). Green hydrogen - Can low-cost renewable electricity bring us closer to a carbon neutral fuel?
- Economist Intelligence Unit (2015). The cost of inaction: Recognising the value at risk from climate change.
- Eisenberg, Larry, and Thomas H. Noe. "Systemic risk in financial systems." Management Science 47.2 (2001): 236-249.
- Elliott, L., The Guardian, 2017. World Bank to end financial support for oil and gas extraction. Available at <https://www.theguardian.com/business/2017/dec/12/uk-banks-join-multinationals-pledge-come-clean-climate-change-risks-mark-carney>
- Energy Transition & The Global Energiewende, 2016. Four German states already planning divestment. Saxony-Anhalt and Bremen could follow soon. Available at: <https://energytransition.org/2016/11/four-german-states-already-planning-divestment-saxony-anhalt-and-bremen-could-follow-soon/>.
- Equator Principles, Equator Principles Association Members & Reporting. Available at: <http://www.equator-principles.com/index.php/members-reporting> [Accessed March 14, 2016].
- Ernst & Young & Boston College Center for Corporate Citizenship, 2016. Value of sustainability reporting, Available at: http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Value_of_sustainability_reporting/%24FILE/EY-Value-of-Sustainability-Reporting.pdf.
- Ernst & Young, 2014. Sustainability reporting - the time is now,
- ESRB Advisory Scientific Committee (2016). Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk. Reports of the Advisory Scientific Committee, No. 6/February 2016, www.esrb.europa.eu.
- ESRB, 2016. Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk, Available at: https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/asc/Reports_ASC_6_1602.pdf.
- EU High-Level Expert Group on Sustainable Finance, 2017. Financing a Sustainable European Economy, Interim Report, Available at: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/170713-sustainable-finance-report_en.pdf.
- EU High-Level Expert Group on Sustainable Finance, 2018. Financing a Sustainable European Economy, Final Report, Available at: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/180131-sustainable-finance-final-report_en.pdf
- European Banking Authority, 2015. SMEs and SME Supporting Factor, Available at: <https://www.eba.europa.eu/documents/10180/1153414/EBA-DP-2015-02+Discussion+Paper+on+SME.pdf>.
- European Climate Foundation, 2016. Energiewende: the German Low-Carbon Transition, Berlin. Available at: <https://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2016/09/ECF-Germany-Flyer.pdf>.
- European Commission, 2011. Staff working paper Budget for Europe 2020: the current system of funding, the challenges ahead, the results of stakeholders' consultation and different options on the main horizontal and sectoral issues, Available at: http://ec.europa.eu/budget/library/biblio/documents/fin_fwk1420/SEC-868_en.pdf.

- European Commission, 2016a. Public consultation on long-term and sustainable investment. Available at: http://ec.europa.eu/justice/newsroom/civil/opinion/151211_en.htm.
- European Commission, 2016b. Public consultation on non-financial reporting guidelines. Available at: http://ec.europa.eu/finance/consultations/2016/non-financial-reporting-guidelines/index_en.htm.
- European Commission, 2017. "SOLVENCY II": Frequently Asked Questions (FAQs), Available at: http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/solvency/solvency2/faq_en.pdf.
- European Commission, 2017b. Capital Markets Union: Creating a stronger and more integrated European financial supervision, Available at http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-3322_en.htm
- European Commission, 2018. Action Plan: Financing Sustainable Growth, Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0097&from=EN>.
- European Commission, 2018b. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on disclosures relating to sustainable investments and sustainability risks and amending Directive (EU) 2016/2341 (2018/0179 (COD)). Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018PC0354&from=DE>
- European Commission, Strategy documents. Available at: http://ec.europa.eu/atwork/key-documents/index_en.htm [Accessed November 18, 2017].
- European Council, 2017. Capital requirements for the banking sector. Available at: <http://www.consilium.europa.eu/en/policies/banking-union/single-rulebook/capital-requirements/>.
- European Investment Bank, 2015. Delivering EU Finance for Climate Action: VP Taylor and Commissioner Moscovici explore the options ahead. Available at: <http://www.eib.org/infocentre/press/releases/all/2015/2015-290-delivering-eu-finance-for-climate-action-vp-taylor-and-commissioner-moscovici-explore-the-options-ahead.htm>.
- European Mortgage Federation & European Covered Bond council, 2016. EMF - ECBC Energy Efficient Mortgages Action Plan, Available at: <https://hypo.org/app/uploads/sites/3/2017/01/2016-00073.pdf>.
- European Parliament & Council of the European Union, 2014. Directive 2014/95/EU of the European Parliament and of the Council. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0095>.
- European Parliament, 2014. Financing for Development Post-2015: Improving the Contributions of Private Finance, Available at: <http://eurodad.org/files/pdf/1546190-financing-for-development-post-2015-improving-the-contribution-of-private-finance.pdf>.
- Fatica, S., Hemmelgarn, T. & Nicodème, G., 2012. The Debt-Equity Tax Bias: consequences and solutions, Available at: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/economic_analysis/tax_papers/taxation_paper_33_en.pdf.
- FCA, 2016. Code of Conduct, Available at <https://www.fca.org.uk/publication/corporate/code-of-conduct.pdf>
- FESSUD, 2014. Financial Market Regulation in Germany - Capital Requirements of Financial Institutions, Available at: http://fessud.eu/wp-content/uploads/2013/04/FESSUD_Working-Paper-Capital-Requirements-working-paper-26.pdf.
- FitchRatings, 2017. Green Bonds - Fitch Ratings and Market Overview, Available at: <http://www.comfin.mx/comunicados/fitch/25fitch.pdf>.
- Fleischman, L., Cleetus, R., Deyette, J., Clemmer, S. & Frenkel, S. Ripe for retirement: an economic analysis of the US coal fleet. *Electr. J.* 26, 5163 (2013).
- Flores, Jesus Alan Elizondo, Tania Lemus Basualdo, and Ana Regina Quintana Sordo. (2010) Regulatory Use of System-wide Estimations of PD, LGD and EAD: FSI Award 2010 Winning Paper. Financial Stability Inst., Bank for Internat. Settlements, 2010.
- Fonds de Réserve des Retraites, 2009. How should the environment be factored into FRR's investment policy?, Available at: http://www.fondsdereserve.fr/documents/FRR_working_document_environment-2.pdf.
- Fortune, 2017. ExxonMobil Gives in to Shareholders on Climate Risk Disclosure, Available at <http://fortune.com/2017/12/12/exxon-mobil-climate/>
- FSA, 2017. Finalization of Japan's Stewardship Code (Revised version), Available at <https://www.fsa.go.jp/en/refer/councils/stewardship/20170529.html>
- Furfine, C. (2003). Interbank exposures: Quantifying the risk of contagion. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 35(1):111–128.

- G20 Green Finance Study Group, 2017. G20 Green Finance Synthesis Report, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2017/07/2017_GFSG_Synthesis_Report_EN.pdf.
- G7 Summit, 2015a. Investments Global Temperature Increase. Available at: https://www.g7germany.de/Content/DE/_Anlagen/G8_G20/2015-06-01-investments-global-temperature-increase.pdf.
- G7 Summit, 2015b. Leaders' Declaration, Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/7320LEADERS_STATEMENT_FINAL_CLEAN.pdf.
- Galhau, F.V. de, 2015. Climate change - the financial sector and pathways to 2°C - Speech by Mr François Villeroy de Galhau, Governor of the Bank of France, at the Conference COP21, Paris, 30 November 2015, Available at: <https://www.bis.org/review/r151229f.pdf>.
- GCP (Global Canopy Programme), 2016. Sleeping giants of deforestation: the companies, countries and financial institutions with the power to save forests, Available at https://forest500.org/sites/default/files/sleeping_giants_of_deforestation_-_2016_forest_500_results.pdf
- German Council for Sustainable Development, 2012. The German Sustainability Code, Available at: https://www.nachhaltigkeitsrat.de/fileadmin/_migrated/media/RNE_The_German_Sustainability_Code_GSC_text_No_41_January_2012.pdf.
- German Council for Sustainable Development, 2017, Available at https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/2017/12/20170629_Living_document_RNE_Sustainable_Finance_EN.docx
- German Council for Sustainable Development, The Council. Available at: <https://www.nachhaltigkeitsrat.de/en/the-council/> [Accessed November 18, 2017].
- Germanwatch, 2016. The Climate Change Performance Index - Results 2016, Available at: <https://germanwatch.org/en/download/13626.pdf>.
- Germanwatch, 2017. Historic breakthrough with global impact in "climate lawsuit", Available at <https://germanwatch.org/en/14795>
- Germanwatch, 2018. Climate Risk Index, Available at <https://germanwatch.org/en/cri>
- GIZ, UNEP FI & NCF (2017). Drought Stress Testing. Making Financial Institutions More Resilient to Environmental Risks.
- Glasserman, Paul, and H. Peyton Young. "Contagion in financial networks." *Journal of Economic Literature* 54.3 (2016): 779-831.
- Glasserman, Paul, and H. Peyton Young. "How likely is contagion in financial networks?" *Journal of Banking & Finance* 50 (2015): 383-399.
- Global Climate Action, About NAZSCA. Available at: <http://climateaction.unfccc.int/about> [Accessed November 18, 2017].
- Global Commission on the Economy and Climate, 2014. Better Growth, Better Climate: The New Climate Economy Report,
- Global Footprint Network, 2014. Climate Change and Stranded Assets - A proposed methodology for evaluating the exposure of national economies, Available at: <http://geneva-summit-on-sustainable-finance.ch/papers/grunewald.pdf>.
- Global Initiative for Sustainability Ratings, 2014. Sustainability & Ratings: Charting the Future. Chatham House Briefing. Notes from 11 June 2014,
- Global Sustainable Investment Alliance, 2014. Global Sustainable Investment Review, Available at: http://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2015/02/GSIA_Review_download.pdf.
- Global Economy and Development Program, 2016. Financing Low-Carbon, Climate Resilient Infrastructure: The Role of Climate Finance and Green Financial Systems, Available at: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/09/global_20160920_climate_finance.pdf.
- Government Offices of Sweden, 2015. The sustainability revolution in finance. Available at: <http://www.government.se/opinion-pieces/2015/12/the-sustainability-revolution-in-finance/>.
- Green European Foundation, 2014. The Price of Doing Too Little Too Late The impact of the carbon bubble on the EU financial system, Available at: <http://reinhardbuetikofer.eu/wp-content/uploads/2014/03/GND-Carbon-Bubble-web1.pdf>.
- Green Finance Initiative, Who we are. Available at: <http://greenfinanceinitiative.org/about/who-we-are/> [Accessed November 18, 2017].

- Green Finance Task Force, 2015. Establishing china's green financial system, Available at: <https://www.cbd.int/financial/privatesector/china-Green Task Force Report.pdf>.
- Greenpeace, 2014. Locked in the Past: Why Europe's Big Energy Companies Fear Change, Available at: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2015/Energy-Revolution-2015-Full.pdf>.
- GRI, 2012. Focus on Germany: the uptake of sustainability disclosure measures by Europe's largest economy. Available at: <https://www.globalreporting.org/information/news-and-press-center/Pages/Focus-on-Germany-the-uptake-of-sustainability-disclosure-measures-by-Europes-largest-economy.aspx>.
- GRI, 2013. Regulating for a more sustainable future: New Norwegian CSR regulation entered into force. Available at: <https://www.globalreporting.org/information/news-and-press-center/Pages/Regulating-for-a-more-sustainable-future-New-Norwegian-CSR-regulation-entered-into-force.aspx>.
- GTDT (Getting the Deal Through), 2018. Shareholder Activism & Engagement: Germany, Available at <https://gettingthedealthrough.com/area/84/jurisdiction/11/shareholder-activism-engagement-2017-germany/>
- Gunther, M., 2012. Corporate sustainability: Who's up, who's down, who cares? Available at: <http://www.marcgunther.com/corporate-sustainability-by-the-numbers-whos-up-whos-down-who-cares/>.
- GVces / FGV-EAESP, 2014. The Brazilian financial system and the green economy - Alignment with sustainable developmeny, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2015/10/brazilianfinancialsystemgreeneconomy_febrabangvces_april2015.pdf.
- Hedberg, C.-J. & von Malmborg, F., 2003. The Global Reporting Initiative and Corporate Sustainability Reporting in Swedish Companies. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 10(3), pp.153–164. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/csr.38/abstract>.
- High-Level Expert Group on Sustainable Finance (2017). Interim report to advice on developing a comprehensive EU strategy on sustainable finance. 13 July 2017. Retrieved at: https://ec.europa.eu/info/publications/170713-sustainable-finance-report_en
- Holtz, S., Germanwatch, 2010, Anleger und Klimarisiken: Rechtliche Ansprüche auf dem Finanzmarkt am Beispiel von Aktien- und Investment Gesellschaften, Available at <https://germanwatch.org/de/download/2240.pdf>
- https://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Banken_und_andere_finanzielle_Institute/Banken/Tabellen/tabellen.html
- https://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Banken_und_andere_finanzielle_Institute/Versicherungen_und_Pensions-einrichtungen/Tabellen/tabellen.html
- ICBC (2016) Impact of Environmental Factors on Credit Risk of Commercial Banks.
- ICMA, 2017. The Green Bond Principles, Available at: <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/GreenBondsBrochure-JUNE2017.pdf>.
- IEA (2015). World Energy Outlook 2015. Released on 10 November 2015. Retrieved at: <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2015/>
- IEA, 2014. World Energy Investment Outlook, Paris, France: IEA. Available at: www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEIO2014.pdf.
- IEA, 2015. Medium-term Renewable Energy Market Report, Available at: <http://www.iea.org/publications/medium-termreports/>.
- IEA, 2017. Renewables Information 2017, Renewables Information. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/renew-2017-en>
- IETA, 2011, The EU Emissions Trading System, Available at: https://www.ieta.org/resources/Resources/3_Minute_Briefings/phase%203%20eu%20ets_final.pdf
- IFRS, Germany. Available at: <http://www.ifrs.org/use-around-the-world/use-of-ifrs-standards-by-jurisdiction/germany/> [Accessed November 18, 2017a].
- IFRS, Who we are. Available at: <http://www.ifrs.org/about-us/who-we-are/> [Accessed November 18, 2017b].
- IIGCC, 2015. Climate Change Investment Solutions: A guide for asset owners, Available at: http://www.iigcc.org/files/publication-files/Climate-Change-Investment-Solutions-Guide_IIGCC_2015.pdf.

- IMF, 2016. Germany - Financial Sector Assessment Program - Stress Testing the Banking and Insurance Sectors, Available at: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/scr/2016/cr16191.pdf>.
- Imug, 2018. Imug Rating, Available at <https://www.imug.de/imug-rating/>
- Institut für nachhaltige Kapitalanlagen, 2017, Klimakriterien bei der Kapitalanlage deutscher Versorgungseinrichtungen, Available at <http://nk-institut.de/wp-content/uploads/2017/06/NKI-Research-Klimakriterien-und-Altersvorsorge.pdf>
- Institute of Directors Southern Africa, 2009. King Code of Governance for South Africa 2009, Available at: <http://www.ecgi.org/codes/documents/king3.pdf>.
- IoDSA, 2016. KingIV Report on Corporate Governance, Available at https://c.yimcdn.com/sites/www.iodsa.co.za/resource/resmgr/king_iv/King_IV_Report/IoDSA_King_IV_Report_-_WebVe.pdf
- IPCC, 2014. Climate Change 2014 - The Fifth Assessment Report, Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/>.
- IPE, 2017. Swiss pension funds, insurers offered 2°C climate alignment tests. Available at: <https://www.ipe.com/news/esg/swiss-pension-funds-insurers-offered-2c-climate-alignment-tests/10018733.article>.
- ISS-Oekom, 2018. Oekom carbon risk rating, Available at http://www.oekom-research.com/index_en.php?content=carbon_risk_rating
- Kepler-Cheuvreux (2014) Stranded assets, fossilized revenues. USD 28 trn of fossil revenues at risk in a 450-ppm world.
- Kerber, R., 2010. Analysis: Sustainability indexes lack own transparency | Reuters. Reuters. Available at: <https://www.reuters.com/article/us-indexes-transparency-analysis-idUSTRE68F56420100916>.
- KfW, 2015. Third quarter 2015: Demand for KfW promotion still rising. Available at: https://www.kfw.de/KfW-Group/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen/Pressemitteilungen-Details_309312.html.
- KfW, 2017. Green Bonds, Available at: <https://www.kfw.de/PDF/Investor-Relations/Pdf-Dokumente-Investor-Relations/Green-Bond-Präsentation-KfW-Vorlage-04-07-2014.pdf>.
- KfW, KfW Green Bond Portfolio. Available at: <https://www.kfw.de/nachhaltigkeit/KfW-Konzern/Nachhaltigkeit/Nachhaltige-Unternehmensprozesse/Nachhaltiges-Investment/KfW-Green-Bond-Portfolio/> [Accessed November 19, 2017].
- Kiat, Liew Choon, and Dileep Kumar. "Case-Study: Credit risk scoring models: A best practice approach for effective risk management in a Malaysian Bank."
- KPMG et al., 2013. Carrots and Sticks: Sustainability Reporting Policies Worldwide - Today's Best Practice, Tomorrow's Trend, Available at: www.globalreporting.org/resourcelibrary/Carrots-and-Sticks.pdf.
- KPMG, 2015. Currents of change: The KPMG Survey of Corporate Responsibility Reporting, Available at: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/02/kpmg-international-survey-of-corporate-responsibility-reporting-2015.pdf>.
- Leaton, J. Unburnable Carbon: are the World's Financial Markets Carrying a Carbon Bubble 136 (Carbon Tracker Initiative, 2012).
- Matikainen, S., 2017. Green doesn't mean risk-free: why we should be cautious about a green supporting factor in the EU, Available at <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/news/eu-green-supporting-factor-bank-risk/>
- Mayer Brown, 2014. Brazilian Central Bank Publishes Guidelines for the Social and Environmental Responsibility Policies of Financial Institutions. Available at: <https://www.mayerbrown.com/brazilian-central-bank-publishes-guidelines-for-the-social-and-environmental-responsibility-policies-of-financial-institutions-05-06-2014/>.
- McGlade, C. & Ekins, P. The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C. Nature 517, 187190 (2015).
- Meinshausen, M. et al. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. Nature 458, 11581162 (2009).
- Mercer (2015) Investing in a time of climate change. Retrieved at: <https://www.mercer.com/our-thinking/investing-in-a-time-of-climate-change.html>
- Mercer, 2015. Investing in a Time of Climate Change, Mercer. Available at: <https://www.mercer.com/our-thinking/investing-in-a-time-of-climate-change.html>.
- Ministere de la Transition Ecologique et Solidaire, 2015. Law on Energy Transition, Available at: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte>.

Ministry of Corporate Affairs India, 2012. Companies Bill, Available at: http://www.mca.gov.in/Ministry/pdf/The_Companies_Bill_2012.pdf.

Moody's (2015a). Moody's Approach to Assessing the Credit Impacts of Environmental Risks. Investor service, sector in-depth. (November 2015)

Moody's (2015b). Heat Map Shows Wide Variations in Credit Impact Across Sectors. Investor service, sector in-depth. (November 2015)

Moody's Investors Service, 2015. Moody's: Credit impact from environmental issues varies widely across sectors globally. Available at: https://www.moodys.com/research/Moodys-Credit-impact-from-environmental-issues-varies-widely-across-sectors--PR_339980.

Moody's Investors Service, 2016. Moody's To Analyse Carbon Transition Risk Based On Emissions Reduction Scenario Consistent with Paris Agreement, Available at: https://www.eenews.net/assets/2016/06/29/document_cw_01.pdf.

Moody's, 2016. How Moody's Assesses the Physical Effects of Climate Change on Sovereign Issuers, Available at: <https://www.eti-canews.it/wp-content/uploads/2017/01/Moodys-climate-change-and-sovereigns-November-7.pdf>.

MSCI, 2015. Beyond Divestment: Using Low Carbon Indexes, Available at: <https://www.msci.com/documents/10199/031bf397-5920-4fef-b743-0c879ae46610>.

New Climate Economy & OECD, 2017. Green Investment Banks: Innovative Public Financial Institutions Scaling up Private, Low-carbon Investment, Available at: <http://greenbanknetwork.org/portfolio/green-investment-banks-innovative-public-financial-institutions-scaling-up-private-low-carbon-investment/>.

NRW.Bank, 2016. Sustainability Report 2016, Available at: <https://www.nrwbank.com/export/sites/nrwbank/en/downloads/press/publications/financial-report/Sustainability-Report-2016.pdf>.

NY Green Bank, 2013. Introducing the New York Green Bank, Available at: [https://www3.dps.ny.gov/W/PSCWeb.nsf/96f0fec0b45a3c6485257688006a701a/%0Ab6a97b434191050d85257be90047f6af/\\$FILE/Introducing NY Green Bank.%0Apdf](https://www3.dps.ny.gov/W/PSCWeb.nsf/96f0fec0b45a3c6485257688006a701a/%0Ab6a97b434191050d85257be90047f6af/$FILE/Introducing%20NY%20Green%20Bank.pdf).

OECD, 2011. Financial Stability, Fiscal Consolidation and Long-Term Investment after the Crisis. Available at <https://www.oecd.org/finance/financial-markets/48609330.pdf>

OECD, 2014. The Evolution of Corporate Reporting for Integrated Performance, Available at: [https://www.oecd.org/sd-roundtable/papersandpublications/The Evolution of Corporate Reporting for Integrated Performance.pdf](https://www.oecd.org/sd-roundtable/papersandpublications/The%20Evolution%20of%20Corporate%20Reporting%20for%20Integrated%20Performance.pdf).

OECD, 2015a. Green Investment Banks - Policy Perspectives, Available at: <https://www.oecd.org/environment/cc/Green-Investment-Banks-POLICY-PERSPECTIVES-web.pdf>.

OECD, 2015b. Mapping Channels to Mobilise Institutional Investment in Sustainable Energy, Green Finance and Investment,

OECD, 2015c. Overcoming Barriers to International Investment in Clean Energy, Green Finance and Investment,

OECD, 2015d. Policy Guidance for Investment in Clean Energy Infrastructure: Expanding Access to Clean Energy for Green Growth and Development, Available at: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264212664-en>.

OECD, 2016. Green Investment Banks Scaling up Private Investment in Low-carbon, Climate-resilient Infrastructure, Available at: http://www.oecd-ilibrary.org/finance-and-investment/green-investment-banks_9789264245129-en.

OECD, 2017. Mobilising Bond Markets for a Low-Carbon Transition, Available at: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/mobilising-bond-markets-for-a-low-carbon-transition/a-quantitative-framework-for-analysing-potential-bond-contributions-in-a-low-carbon-transition_9789264272323-6-en.

Official Journal of the European Union, 2012a. Consolidated Version of the Treaty on European Union, Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:12012M/TXT>.

Official Journal of the European Union, 2012b. Consolidated Version of the Treaty on the Functioning of the European Union, Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:12012E/TXT>.

Official Journal of the European Union, 2016. Directive (EU) 2016/2341 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2016 on the Activities and Supervision of Institutions for Occupational Retirement Provision (IORPs), Available at: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.354.01.0037.01.ENG&toc=OJ:L:2016:354:TOC.

- Orens, R. & Lybaert, N., 2010. Determinants of sell-side financial analysts' use of non-financial information. *Accounting and Business Research*, 40(1), pp.39–53. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00014788.2010.9663383>.
- Overheid, Pensioenwet. Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0020809/2015-01-01/1#Hoofdstuk6> [Accessed November 18, 2017].
- Patzelt, F. and Pawelzik, K. (2013). An inherent instability of efficient markets. *Sci.Rep.*, 3:2784.
- Prof. Dr. Henry Schäfer, 2017. Green Finance and the German banking system, Available at: https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/9234/1/BF7_GreenFinance_Banks_Germany_2017.pdf.
- Prudential Regulation Authority (2015). The impact of climate change on the UK insurance sector. A Climate Change Adaptation Report by the Prudential Regulation Authority.
- Prudential Regulation Authority, 2015. The impact of climate change on the UK insurance sector, Available at: <http://www.bankofengland.co.uk/pru/Documents/supervision/activities/pradefra0915.pdf>.
- REN21, 2015. Renewables 2015: Global Status Report. Available at: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf.
- Richard, C., 2017. Green Investment Group makes first non-UK investment. *Wind Power Monthly*. Available at: <https://www.windpowermonthly.com/article/1449538/green-investment-group-makes-first-non-uk-investment>.
- Robins, N., Keen, A. & Night, Z. Coal and Carbon Stranded Assets: Assessing the Risk (HSBC, 2012).
- Robins, N., Sweatman, P. & Degen, A., 2016. How green tags could boost finance for energy efficiency. *Environmental Finance*. Available at: <https://www.environmental-finance.com/content/analysis/how-green-tags-could-boost-finance-for-energy-efficiency.html>.
- Rochet, J.-C., 2016. Banking Regulation and Sustainable Finance. In *Swissquote Conference on the Future of Banking*, EPFL. pp. 1–24. Available at: https://sfi.epfl.ch/files/content/users/257708/files/Swissquote2016_slides/04 Jean-Charles Rochet %28Bank Regulation and Sustainable Finance%29.pdf.
- Rogers, Leonard CG, and Luitgard AM Veraart. "Failure and rescue in an interbank network." *Management Science* 59.4 (2013): 882-898.
- Rust, S., 2016. Initiative develops shareholder-engagement guidelines for Germany, Available at <https://www.ipe.com/countries/germany/initiative-develops-shareholder-engagement-guidelines-for-germany/10014405.fullarticle>
- S&P (2015). How Environmental And Climate Risks Factor Into Global Corporate Ratings. Standard & Poors Ratings Direct
- SASB & CDSB, 2017. Converging on Climate Risk: CDSB, the SASB, and the TCFD, Available at: https://www.cdsb.net/sites/default/files/sasb_cdsb-tcfd-convergingonclimaterisk-091317-web.pdf.
- SASB (2016). Climate Risk. Technical Bulletin #: TB001-10182016. Sustainability Accounting Standards Board
- SASB, 2016. Climate risk - Technical Bulletin, Available at: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.environment.051308.084029>.
- Schotten, G., van Ewijk, S., Regelink, M., Dicou, D., and Kakes, J. (2016) Time for Transition. An exploratory study of the transition to a carbon-neutral economy. Dutch Central Bank. Occasional Studies Vol.14-2.
- SEB, 2017. The Green Bond, Available at: https://sebgroup.com/siteassets/large_corporates_and_institutions/our_services/markets/fixed_income/green_bonds/seb-the-green-bond_august2017.pdf.
- ShareAction, 2017. Banking on a Low-Carbon Future, Available at <https://shareaction.org/wp-content/uploads/2017/12/BankingRanking2017.pdf>
- Slager, R., 2012. The FTSE4Good Index: Engagement and Impact, Nottingham University Business School, UK.: International Centre for Corporate Social Responsibility, Available at: <https://www.business-school.ed.ac.uk/sbi/publication/the-ftse4good-effect-evidence-of-the-impact-of-responsible-investment-indices-on-environmental-management/>.
- South Pole Group, 2016. Potential Impact of Climate Change on Financial Market Stability, Zurich. Available at: <https://www.southpole.com/de/veroeffentlichungen/potential-impact-of-climate-change-on-financial-market-stability-de>.

- South Pole, 2016, Schlussbericht: Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Finanzmarktstabilität. Available at <https://yoursri.com/media-new/download/20161021-bmf-final-deutsch.pdf>
- Southpole (2016) Potential Impact of Climate Change on Financial Market Stability.
- SSEE et al., 2017. Asset-level Data Initiative (ADI), Available at: <https://assetleveldata.org/>.
- SSEI, About the Sustainable Stock Exchanges (SSE) initiative. Available at: <http://www.sseinitiative.org/about/> [Accessed November 20, 2017].
- Staker, A. and Garton, A., 2017. Directors' Liability and Climate Risk: United Kingdom - Country Paper, Available at <https://cli.ouce.ox.ac.uk/wp-content/uploads/2018/04/CCLI-UK-Paper-Final.pdf>
- Standard & Poor's Ratings Services, 2013. What A Carbon-Constrained Future Could Mean For Oil Companies' Creditworthiness, Available at: https://www.tias.edu/docs/default-source/documentlibrary_fsinsight/report-s-p-and-carbon-tracker.pdf.
- Standard & Poor's Ratings Services, 2014a. Carbon Constraints Cast A Shadow Over The Future Of The Coal Industry, Available at: <https://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2014/09/2014-07-21-SP-Carbon-Constraints-Cast-A-Shadow-Over-The-Future-Of-The-Coal-Industry3.pdf>.
- Standard & Poor's Ratings Services, 2014b. Climate Change is a Global Mega-trend for sovereign risk, Available at: <http://www.maalot.co.il/publications/GMR20140518110900.pdf>.
- Standard & Poor's Ratings Services, 2014c. Guide to Credit Rating Essentials, Available at: https://www.spratings.com/documents/20184/760102/SPRS_Understanding-Ratings_GRE.pdf/298e606f-ce5b-4ece-9076-66810cd9b6aa.
- Standard & Poor's Ratings Services, 2015. How Environmental And Climate Risks Factor Into Global Corporate Ratings, Available at: [https://www.environmental-finance.com/assets/files/How Environmental And Climate Risks Factor Into Global Corporate Ratings Oct 21 2015 \(2\).pdf](https://www.environmental-finance.com/assets/files/How Environmental And Climate Risks Factor Into Global Corporate Ratings Oct 21 2015 (2).pdf).
- Stiglitz, J. E. (2010). Risk and Global Economic Architecture: Why Full Financial Integration May Be Undesirable. *American Economic Review*, 100(2):388-392.
- Sustainability Accounting Standards Board, 2016. Climate Risk: Technical Bulletin, Available at: <https://library.sasb.org/climate-risk-technical-bulletin/>.
- SustainAbility, 2010. Rate the Raters: Phase One- Look Back and Current State., London: SustainAbility. Available at: http://www.brevolutionconsulting.com/assets/SustainAbility_ratethe_raters11.pdf.
- SustainAbility, 2011. Rate the Raters: Phase Three - Uncovering Best Practices, London. Available at: http://sustainability.com/wp-content/uploads/2016/09/rtr_phase_3_report.pdf.
- Sustainable Stock Exchanges Initiative, About.
- Sustainable Stock Exchanges Initiative, Deutsche Börse. Available at: <http://www.sseinitiative.org/fact-sheet/db/> [Accessed November 19, 2017b].
- Sustainalytics, 2018. Sustainalytics Launches its New Carbon Risk Ratings, Available at <https://www.sustainalytics.com/press-release/sustainalytics-launches-its-new-carbon-risk-ratings/>
- Swedish Financial Supervisory Authority, 2016. The effects of climate change on financial stability, with particular reference to Sweden, Available at: <http://www.fi.se/contentassets/df3648b6cbf448ca822d3469eca4dea3/climat-change-financial-stability-swe-den.pdf>.
- TCFD (2017). Final Report: Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures (June 2017). Retrieved at <https://www.fsb-tcf.org/publications/final-recommendations-report/>
- TCFD, 2017. Recommendations of the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, Available at: <https://www.fsb-tcf.org/wp-content/uploads/2017/06/FINAL-TCFD-Report-062817.pdf>.
- The Secretary of State for Work and Pensions UK, 2005. The Occupational Pension Schemes (Investment) Regulations, Available at: http://www.legislation.gov.uk/uksi/2005/3378/pdfs/uksi_20053378_en.pdf.
- Thomä, J. and Chenet, H., 2017. Transition risks and market failure: a theoretical discourse on why financial models and economic agents may misprice risk related to the transition to a low-carbon economy, *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 7:1, 82-98, DOI: 10.1080/20430795.2016.1204847

- Tripoli, S., 2011. Ceres, Tellus Unveil Global Initiative for a Standardized, Comprehensive Corporate Sustainability Rating Standard. Available at: http://www.csrwire.com/archive/our_pick/689.
- UBA, 2013. Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr. Empfehlungen des Umweltbundesamtes. Dessau: Umweltbundesamt, Available at: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_umweltkosten_0.pdf.
- UK Green Investment Bank Plc, 2015. Annual Report 2014-2015, Available at: www.greeninvestmentbank.com/about-us/2015-annual-review/.
- UN Environment (2016). Financing the Future. Report of the Italian National Dialogue on Sustainable Finance. Retrieved at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2017/02/Financing_the_Future_Summary_EN.pdf
- UN Environment, 2016. Financing the Future. Report of the Italian National Dialogue on Sustainable Finance, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2017/02/Financing_the_Future_Summary_EN.pdf.
- UN PRI, 2016, Treuhänderische Pflicht im 21sten Jahrhundert: Roadmap für Deutschland, Available at <https://www.unpri.org/download?ac=2959>
- UN PRI, 2018. Integrating climate-related risks and opportunities. Available at <https://www.unpri.org/climate-change/integrating-climate-related-risks-and-opportunities-into-investment-processes/3282.article>
- UNCTAD, 2014. World Investment Report 2014 - Investing in SDGs, Available at: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2014_en.pdf.
- UNEP FI, 2012. CARBON ASSET RISK: Discussion Framework WRI and UNEP-FI Portfolio Carbon initiative.
- UNEP FI, 2018. Extending our Horizons: Assessing Credit Risk and Opportunity in a Changing Climate. Part I: Transition-related risks and opportunities.
- UNEP Inquiry, 2015a. The Financial System We Need Aligning the Financial System with Sustainable Development, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2015/11/The_Financial_System_We_Need_EN.pdf.
- UNEP Inquiry, 2015b. The Role of Policy-Driven Institutions in Developing National Financial Systems for Long-Term Growth, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2015/04/The_Role_of_Policy-Driven_Institutions_in_Developing_National_Financial_Systems_for_Long-Term_Growth.pdf.
- UNEP Inquiry, 2016. The United Kingdom: Global Hub, Local Dynamics, Available at: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2015/10/UK_Global_Hub_Local_Dynamics.pdf.
- UNEP Inquiry, 2017. On the Role of Central Banks in Enhancing Green Finance, Available at http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2017/02/On_the_Role_of_Central_Banks_in_Enhancing_Green_Finance.pdf
- UNEP Inquiry, G20 Green Finance Study Group Document Repository. Available at: <http://unepinquiry.org/g20greenfinancerepositoryeng/> [Accessed November 18, 2017].
- UNEP, S&P, S., 2006. Tomorrow's Value The Global Reporters 2006 Survey of Corporate Sustainability Reporting, Available at: <http://www.unep.fr/scp/publications/details.asp?id=WEB/0121/PA>.
- UNEP-FI, 2013. Portfolio Carbon: Measuring, Disclosing and Managing the Carbon Intensity of Investments and Investment Portfolios, Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/climatechange/UNEP_FI_Investor_Briefing_Portfolio_Carbon.pdf.
- UNEP-FI, About United Nations Environment Programme – Finance Initiative. Available at: <http://www.unepfi.org/about/> [Accessed November 18, 2017a].
- UNEP-FI, Portfolio Decarbonisation Coalition - About. Available at: <http://unepfi.org/pdc/> [Accessed November 18, 2017b].
- UNEP-FI, PSI Signatories Companies. Available at: <http://www.unepfi.org/psi/signatory-companies/> [Accessed March 14, 2016c].
- UNEP-FI, WRI & 2 Degrees Investing Initiative, 2015. Climate Strategies and Metrics: Exploring Options for Institutional Investors, Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/climate_strategies_metrics.pdf.
- UNFCCC, 2016. Implementation of the framework for capacity-building in developing countries, Available at <https://unfccc.int/resource/docs/2016/sbi/eng/04.pdf>
- UNGC, 2018. Governance, Available at <https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/our-work/governance>

- University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership & ClimateWise, 2015. Has enough attention been paid to collective financial exposure to climate risk? Available at: <https://www.cisl.cam.ac.uk/business-action/sustainable-finance/climatewise/news/has-enough-attention-been-paid-to-collective-financial-exposure-to-climate-risk>.
- University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership, 2014. Stability and Sustainability in Banking Reform: Are Environmental Risks Missing in Basel III?, Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/StabilitySustainability.pdf>.
- UNPRI, 2015. Fiduciary Duty in the 21st Century: Germany Roadmap, Available at <https://www.unpri.org/download?ac=1388>
- UNPRI, 2016. Global guide to responsible investment regulation: Policy and Regulation - Executive Summary. Available at <https://www.unpri.org/policy-and-regulation/global-guide-to-responsible-investment-regulation/207.article>
- UNPRI, PRI Signatory Directory, Available at: <https://www.unpri.org/directory/> [Accessed March 14, 2016].
- Upper, C. and Worms, A. (2004). Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is there a Danger of Contagion? *European Economic Review*, 48(4):827- 849.
- Visentin, G., D’Errico, Battiston, S., M., Rethinking Financial Contagion. (2016). Ssrn 2831143
- Ward, A., *Financial Times*, 2018. Coal chief warns against ‘green’ failure to back industry, Available at <https://www.ft.com/content/3775522a-13f2-11e8-9376-4a6390adb44>
- WBG (World Bank Group), 2015. State and Trends of Carbon Pricing 2017, Available at https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28510/wb_report_171027.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Weyzig, F. et al., 2014. The price of doing too little too late: the impact of the carbon bubble on the European financial system. *Green New Deal Series*, 11, pp.1–69. Available at: <http://reinhardbuetikofer.eu/wp-content/uploads/2014/03/GND-Carbon-Bubble-web1.pdf>.
- Weyzig, F., Kuepper, B., van Gelder, J.W. & Van Tilburg, R. The Price of Doing Too Little Too Late Tech. Rep. 169 (Green European Foundation, 2014).
- White & Case, 2017. Greenhouse gas emissions trading schemes: A global perspective 24. Available at <https://www.whitecase.com/sites/whitecase/files/greenhouse-gas-emissions-trading-schemes-global-perspective.pdf>
- World Bank, 2014a. Global Financial Development Report 2014: Financial Inclusion, Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16238>.
- World Bank, 2014b. World Bank Group President Jim Yong Kim Remarks at Davos Press Conference. Available at: <http://www.worldbank.org/en/news/speech/2014/01/23/world-bank-group-president-jim-yong-kim-remarks-at-davos-press-conference>.
- World Resource Institute and UNEP FI Carbon Asset Risk Discussion Framework Tech. Rep. 167 (2015).
- WRI & UNEP-FI, 2015. Carbon Asset Risk: Discussion Framework, Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/carbon_asset_risk.pdf http://www.wri.org/sites/default/files/carbon-asset-risk-discussion-framework-ghgp_0.pdf.
- Wright, L.A., Kemp, S. & Williams, I., 2011. “Carbon footprinting”: towards a universally accepted definition. *Carbon Management*, 2(1), pp.61–72. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4155/cmt.10.39?journalCode=tcmt20>.
- WWF, Germanwatch, 2015, Klimarisiken für den Finanzsektor und ihre Bearbeitung, Available at <http://germanwatch.org/en/download/13381.pdf>
- WWF, Kopp, M., 2018. “Greened” Finance Roadmap, Available at http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Finance_Roadmap.pdf