

Im Auftrag von:

Schlussbericht

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Finanzmarktstabilität

Zürich, 21. Oktober 2016

Auftraggeber:

Bundesministerium der Finanzen

Auftragnehmer:

South Pole Carbon Asset Management Ltd. (South Pole Group)

Technoparkstrasse 1 · 8005 Zürich · Schweiz
thesouthpolegroup.com

Autoren:

Viola Lutz, Consultant
Martin Stadelmann, Practice Leader Climate Finance

Kontaktperson:

Maximilian Horster, Partner Financial Industry
m.horster@thesouthpolegroup.com

Konsortiumspartner:

CSSP (Christoph Dreher, Oliver Oehri)
Universität Hamburg (Prof. Dr. Alexander Bassen, Prof. Dr. Hermann Held)

Netzwerkpartner:

Munich Re (Prof. Dr. Peter Höppe)

Beratungsgremium

- Prof. Dr. Peter Höppe, Munich Re
- Prof. Dr. Wolfgang Härdle, Humboldt-Universität zu Berlin
- Prof. Dr. Oliver Schenker, Frankfurt School of Finance & Management
- Axel Wilhelm, Concordia Versicherungs-Gesellschaft
- Prof. Andreas Levermann, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
- Dr. Daniela Jacob, Climate Service Center Germany
- Prof. Hermann Lotze-Campen, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK),
- Prof. Dr. Valerio Lucarini, Universität Hamburg

Details zu den Mitgliedern des Beratungsgremiums finden sich im Anhang.

Haftungsausschluss:

Dieser Bericht ist ausschließlich für die Nutzung des **Bundesministeriums der Finanzen** vorgesehen. Weder der Bericht noch ein Teil davon dürfen zitiert, verteilt oder für Dritte vervielfältigt werden ohne vorherige schriftliche Einverständniserklärung durch South Pole Carbon Asset Management Ltd.

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	10
Detaillierte Zusammenfassung	11
1 Einführung	18
1.1 Zielsetzung der Studie	18
1.2 Übersicht über die Studie und beantwortete Fragen	18
2 Übersicht Klimarisiken und Finanzmarktstabilität	20
2.1 Typologisierung	20
2.2 Auswirkungskreise	22
2.3 Definition von Finanzmarktstabilität und Indikatoren für Instabilität	24
2.4 Definition der Fristigkeiten und Wahrscheinlichkeiten	25
3 Physische Auswirkungen und Risiken des Klimawandels	27
3.1 Einleitung	27
3.2 Physische Risiken global	30
3.2.1 Direkter Einfluss (insbesondere auf Versicherungen)	30
3.2.2 Indirekter Einfluss (Zweitrundeneffekte)	36
3.2.3 Nicht-Linearität bei physischen Risiken	40
3.3 Physische Risiken für den Finanzmarkt in Deutschland	41
3.3.1 Direkte Auswirkungen in Deutschland	41
3.3.2 Indirekte Auswirkungen für den deutschen Finanzmarkt	44
3.4 Schlussfolgerungen	47
4 Transitionsrisiken	49
4.1 Stichprobe Aktienfondsmarkt Deutschland	50
4.1.1 Repräsentativität der Stichprobe für den deutschen Finanzmarkt	51
4.1.2 Exponierung zu Öl, Gas und Kohle	53
4.1.3 Weitere von Transitionsrisiken betroffene Industrien	59
4.1.4 Gesamtausmaß der Transitionsrisiken	61
4.2 Übertragbarkeit auf den gesamten Finanzsektor	62
4.2.1 Investmentfondsmarkt	62
4.2.2 Globale Betrachtung der Transitionsrisiken in Deutschland	63
4.2.3 Gesamtbetrachtung des deutschen Finanzmarkts	69
4.3 Auswirkungen auf die Finanzmarktstabilität	70
4.4 Schlussfolgerungen	73
5 Einpreisung von Klimarisiken	75

5.1	Einleitung	75
5.2	Betroffene Sektoren, Aktiva und Laufzeiten	75
5.2.1	Sektoren	75
5.2.2	Fristigkeiten und Laufzeiten	77
5.2.3	Anlageklassen	78
5.3	Einpreisen in die Investitionsbewertungen	80
5.3.1	Verschiedene Methoden für die Einpreisung	80
5.3.2	Herausforderungen in der Praxis	81
5.3.3	Fallbeispiel: Einpreisung von Klimarisiken im Fall eines Wasserkraftwerks	81
5.3.4	Übersicht zur möglichen Einpreisung (Fokus und Methode)	82
5.4	Bestehende Einpreisung	83
5.4.1	Einpreisen von Transitionsrisiken	84
5.4.2	Einpreisen von physischen Risiken	87
5.5	Fallstudie Katastrophenanleihen und Klimawandel	88
5.6	Schlussfolgerungen	91
6	Informationsbedarf von Investoren	93
6.1	Benötigte Informationen	93
6.1.1	Finanzmarktakteure	93
6.1.2	Typologisierung benötigter Informationen	94
6.2	Bestehende Datenquellen und Informationsangebote	96
6.2.1	Ebene der Physischen Anlagen / Projekte	97
6.2.2	Ebene der Wertpapiere	97
6.2.3	Portfolioebene	99
6.2.4	Sektorebene	99
6.3	Herausforderungen und Datenlücken	99
6.3.1	Anlageklasse, Aggregationsebene und Methoden	100
6.3.2	Harmonisierung der Daten und Prozesse zur Datennutzung	101
6.4	Schlussfolgerungen	101
7	Schlussfolgerungen	103
8	Literaturverzeichnis	106
Annex I		116
Annex II		117
Annex III		118
	Liste analysierter Aktienfonds	118
	Methode: Finanzierte Emissionen	122

Investitionen der untersuchten Stichprobe in die Öl- & Gasindustrie	123
Carbon Underground 100 Öl und Gas	123
Carbon Underground 100 Kohle	128
Untersuchte Unternehmen im Rahmen des Kapitels 4	131
Untersuchte Szenarien im Rahmen des Kapitels 4	131
Berechnungen zu Emissionen von Wohnungsbaukrediten und potentiell resultierenden Kosten	132

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Benötigte Informationen für Investoren	16
Tabelle 2: Übersicht Auswirkungskanäle von Klimarisiken	23
Tabelle 3: Übersicht Auswirkungskanäle von Klimarisiken	26
Tabelle 4: Mögliche Anpassungsstrategien von Erst- und Rückversicherer auf verschiedene physische Auswirkungen des Klimawandels.....	33
Tabelle 5: Top 5 Unternehmen gemäß potentiell riskanten CAPEX Investitionen	57
Tabelle 6: Klimarisiken nach Fristigkeiten und Sektoren.....	83
Tabelle 7: Klimabezug verschiedener Naturkatastrophen im Katastrophenanleihen-Markt	89
Tabelle 8: Benötigte Informationen nach Anlageklasse	96
Tabelle 9: Öl- und Gasindustrie Subsektoren mit Portfoliogewichtung und assoziierten finanzierten Emissionen	123
Tabelle 10: Investitionen der untersuchten Stichprobe in die Carbon Underground 100 Öl und Gas.....	123
Tabelle 11: Investitionen der untersuchten Stichprobe in die Carbon Underground 100.....	128
Tabelle 12: Top 5 "Intergrated Oil & Gas" Unternehmen gemäß investierter Gesamtsumme ...	131
Tabelle 13: Potentielle Aktienpreisentwicklungen – Szenarienübersicht	131
Tabelle 14: Datengrundlage der potentiellen Kosten eines CO ₂ -Preises auf mit Wohnungsbaukrediten assoziierten Emissionen	132
Tabelle 15: Berechnungen der potentiellen Kosten eines CO ₂ -Preises auf mit Wohnungsbaukrediten assoziierten Emissionen	133

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Klimarisiken und möglichen Auswirkungskanälen.....	11
Abbildung 2: Wichtigste mögliche Auswirkungen physischer Risiken für die Finanzmarktstabilität (breite Umrandung: Auswirkungen auf den Finanzmarkt; ohne Darstellung der Drittrundeneffekte)	13
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Klimarisiken und Auswirkungskanälen	24
Abbildung 4: Bewertung möglicher Auswirkungen physischer Risiken für die Finanzmarktstabilität (breite Umrandung: Auswirkungen auf den Finanzmarkt).....	29
Abbildung 5: Langfristige Schadensrelevanz der Klimaänderung für einzelne Versicherungszweige	31
Abbildung 6: Effekt eines vollständig versicherten Ereignisses auf das Wirtschaftswachstum ...	38
Abbildung 7: Karte der politikrelevanten möglichen Kippunkte im Klimasystem	41
Abbildung 8: Mögliche mittlere Änderung der mittleren Windgeschwindigkeit Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990)	43
Abbildung 9: Struktur des deutschen Finanzmarkts (Anteile der einzelnen Akteure und Investitionsfondsarten in%).....	52
Abbildung 10: Anzahl an <i>CU100 Öl und Gas</i> und <i>CU100 Kohle</i> Unternehmen in der Stichprobe Aktienfondsmarkt Deutschland	55
Abbildung 11: Aktienpreisentwicklungen für verschiedene Ölpreisszenarien (100% = keine Veränderung)	59
Abbildung 12: Prozent der Investitionen und finanzierten CO ₂ -Emissionen pro Industrie	60
Abbildung 13: Treibhausgasemissionen Deutschland 2014 (links) und weltweit 2010 (rechts)...	64
Abbildung 14: Klimakosten (Scope 3, Nutzungsphase) Automobilhersteller pro 1 000 EUR Gewinn (Jahr 2013).....	65
Abbildung 15: Bedeutung verschiedener Weltregionen für den deutschen Handel	69
Abbildung 16: Effekt einer 100% Abwertung der Aktieninvestitionen der fünfzig größten börsennotierten Banken in der EU in Unternehmen in klimasensitiven Sektoren in Prozent des Aktienkapitals der Banken (*Die Werte unterliegen einer Unsicherheitsspanne von +/- 0,1-0,45%.).....	73
Abbildung 17: Größte deutsche CO ₂ -Emittenten 2014 (in Millionen Tonnen CO ₂ e)	76
Abbildung 18: Erwartete Lebensdauer verschiedener physischer Anlagen	78
Abbildung 19: Auswirkungen des Klimawandels auf die mittlere jährliche Rendite verschiedener Anlageklassen in den nächsten 35 Jahren; 4-Grad-Szenario „Fragmentation (Tiefe Schäden)“.....	79
Abbildung 20: Auswirkungen des Klimawandels auf die mittlere jährliche Rendite verschiedener Anlageklassen in den nächsten 35 Jahren; 2-Grad-Szenario „Transformation“	79
Abbildung 21: Einpreisung von Klimarisiken in den Kapitalwert eines fiktiven Wasserkraftwerkes	82
Abbildung 22: DAX-Firmen, die interne CO ₂ -Preise verwenden (nach Sektor)	85
Abbildung 23: Verteilung der Bruttoversicherungsbeiträge 2014 von Schadens-/Unfallversicherungen (links) sowie Rückversicherungen (rechts), die unter Bundesaufsicht stehen	88
Abbildung 24: Entwicklung des Marktes für Katastrophenanleihen	90
Abbildung 25: Marktanteil deutscher Firmen am Bookrunning 1997-2014 (links) und ausstehende Katastrophenanleihen Ende 2015 (rechts).....	90

Akronyme und Abkürzungen

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie – Agentur für Umwelt und Energiemanagement (Frankreich)
BaFIN	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
CAPEX	Kapitalinvestitionen (Capital Expenditure)
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CISL	Cambridge Institute for Sustainability Leadership
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ e	Kohlendioxid-Äquivalente
COP21	2015 United Nations Climate Change Conference
CU	Carbon Underground
EBIT	Earnings Before Interest & Tax
EC	Europäische Kommission
ECB	European Central Bank
EEA	European Economic Area
ETF	Exchange Traded Fund
EU	Europäische Union
EUR	Euro
EWK	Europäischer Wirtschaftsraum
EZB	Europäische Zentralbank
FFI	Fossil Fuel Indices
FSB	Financial Stability Board
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kg	Kilogramm
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NPV	Net Present Value
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
ROV	Real Options Valuation (oder ROA - Real Options Analysis)
t	Tonne
TCFD	Task Force on Climate-related Financial Disclosure
THG	Treibhausgase
UBA	Umweltbundesamt
UNEP-FI	United Nations Environment Programme Finance Initiative
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
US	United States
USA	United States of America

USD	US Dollar
VfU	Verein für Unternehmensführung
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wide Fund for Nature

Executive Summary

Klimarisiken haben das Potenzial, sich auf die Finanzmärkte auszuwirken. Die Erreichung des 1,5 bis 2 Grad Celsius-Limits bedeutet, dass Anlagen in fossile Energien zum Teil stark an Wert verlieren können. Öfter auftretende Naturkatastrophen können zu bedeutenden Wertverlusten und Versicherungsschäden führen. Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, ob sich hieraus Risiken für die Finanzmarktstabilität ergeben. Dazu wurden primär die von deutschen Aktienfonds finanzierten CO₂-Emissionen analysiert und eine Reihe von Experteninterviews durchgeführt. Der Fokus lag auf potentiellen kurz- bis mittelfristigen Risiken. Es wird zwischen physischen Risiken (z.B. verstärkten Unwetterschäden) und Transitionsrisiken (z.B. die Einführung einer Regulierung, die den Verbrauch fossiler Energien massiv einschränkt) unterschieden. Haftungsrisiken werden nicht betrachtet.

Physische Risiken scheinen kurz- bis mittelfristig eine sehr geringe Gefahr für die Finanzmarktstabilität in Deutschland darzustellen. Transitionsrisiken sind dahingegen deutlich relevanter. So würde eine abrupte Anpassung von CO₂-Preisen oder andere abrupte regulative Eingriffe auf den Finanzmarkt zu bedeutenden Verlusten führen. Im Zusammenspiel mit anderen Risiken könnte dies zu einer Destabilisierung des Finanzmarktes führen. Deshalb ist ein geordneter Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft mit klaren, längerfristigen Signalen der Politik aus Sicht der Finanzmarktstabilität erstrebenswert. Es besteht allerdings weiterer Analyse- und Forschungsbedarf etwa hinsichtlich der Konzentrationsrisiken einzelner Akteure, Risiken für Anlageklassen jenseits von Aktien und Ansteckungskanälen vor allem innerhalb des Finanzsektors.

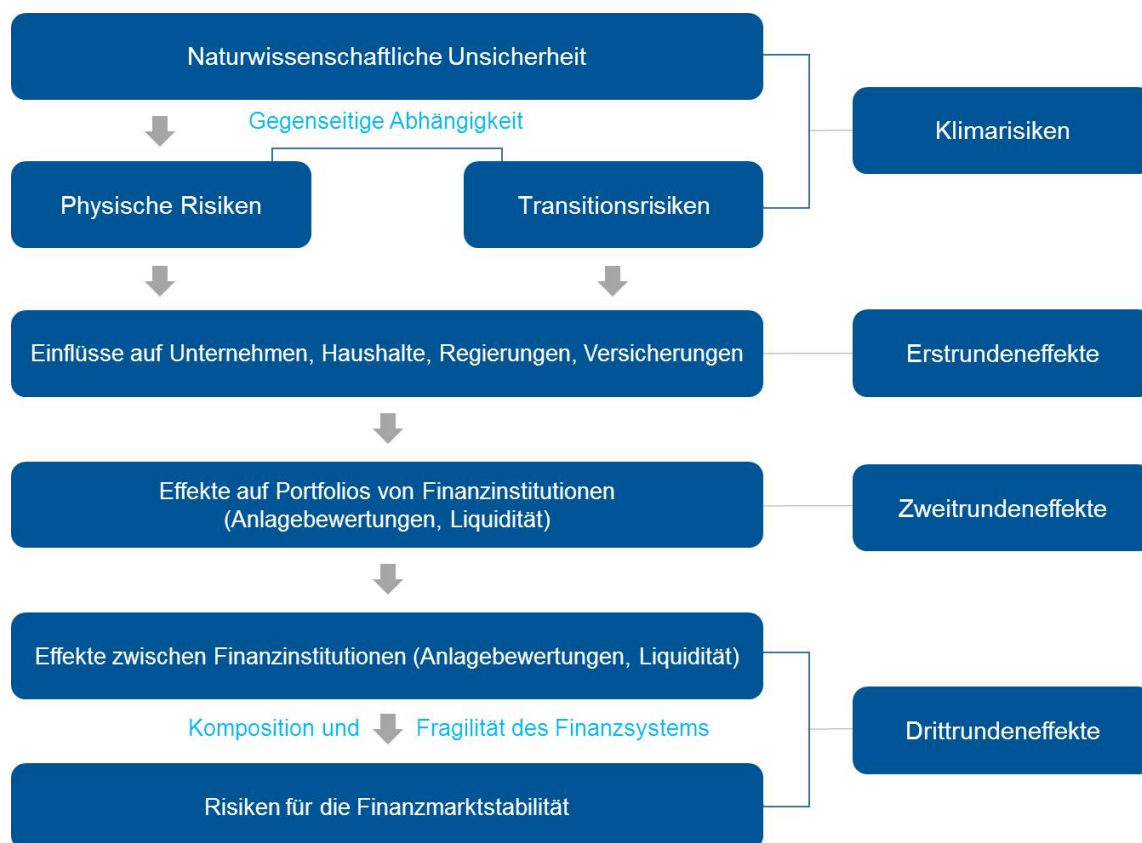
Detaillierte Zusammenfassung

Klimarisiken haben das Potenzial, sich auf die Finanzmärkte auszuwirken. Die Erreichung des 1,5 bis 2 Grad Celsius-Limits bedeutet, dass Anlagen in fossile Energien zum Teil stark an Wert verlieren können. Öfter auftretende Naturkatastrophen können zu bedeutenden Wertverlusten und Versicherungsschäden führen. Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, ob sich hieraus Risiken für die Finanzmarktstabilität in Deutschland (und Europa) ergeben. Der Fokus lag hierbei auf potentiellen kurz- bis mittelfristigen Risiken. Es wird zwischen physischen Risiken (z.B. verstärkten Unwetterschäden) und Transitionsrisiken (z.B. die Einführung einer Regulierung, die den Verbrauch fossiler Energien massiv einschränkt) unterschieden. Haftungsrisiken werden nicht betrachtet.

Zusammenhang zwischen Klimarisiken und Finanzmarkt

Sowohl physische Risiken als auch Transitionsrisiken¹ können sich direkt auf den Finanzmarkt auswirken (Erstrundeneffekte), indirekt über Investitionen von Finanzmarktakteuren in betroffene Finanzanlagen (Zweitrundeneffekte) oder noch indirekter durch Investitionen in betroffene Finanzmarktakteure (Drittrundeneffekte), siehe Abbildung 1.

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Klimarisiken und möglichen Auswirkungskanälen



Die Studie betrachtet vier Themenbereiche: Physische Risiken, Transitionsrisiken, Einpreisung von Risiken und von Investoren benötigte Informationen für einen sinnvollen Umgang mit diesen Risiken.

¹ Haftungsrisiken sind kein separater Bestandteil der Studie.

Physische Risiken des Klimawandels

Physische Folgen des Klimawandels wie extreme Wetterereignisse bergen für den Finanzmarkt einerseits direkte Risiken in Form von höheren und variableren Schadenssummen für die Versicherungswirtschaft und möglichen operationellen Risiken wie Schließung von Bankfilialen bei Extremereignissen. Unerwartete, historisch noch nie aufgetretene Extremereignisse könnten systemisch relevante Versicherungen finanziell in Bedrängnis bringen. Andererseits bergen extreme Wetterereignisse indirekte Risiken in Form von nicht-versicherten Schäden oder nicht-bezahlten Versicherungsschäden in der Realwirtschaft, welche die Finanzwirtschaft über unerwartete Abschreibungen, höheres Ausfallrisiko von Krediten und im Extremfall über die Herabstufung der Kreditwürdigkeit von Firmen und Staaten treffen könnte, siehe Abbildung 2.

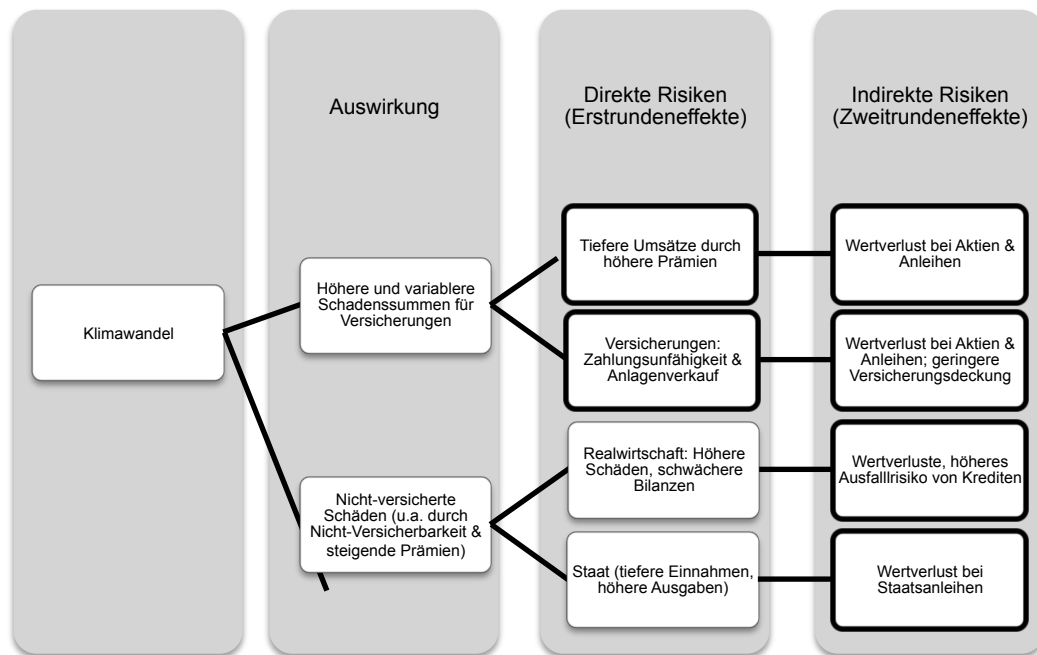
Kurz- und mittelfristig ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich allein aufgrund der physischen Auswirkungen des Klimawandels ein Risiko für die Finanzmarktstabilität in Deutschland und Europa entwickeln könnte. Die Versicherungswirtschaft kann sich auf direkte Risiken relativ gut einstellen, da Versicherungsprämien meist jährlich und das Risikokapital laufend angepasst werden können. Ein gewisses Risiko für die Versicherungswirtschaft besteht darin, dass sich veränderte Wahrscheinlichkeiten von Extremereignissen mit sehr hohen Schäden nicht unmittelbar, sondern aufgrund der Verwendung von historisch-statistischen Daten leicht verzögert in den Versicherungsmodellen niederschlagen. Dieses Risiko besteht auch ohne Klimawandel, wird durch diesen aber möglicherweise verstärkt.

Stark steigende Schäden aufgrund des Klimawandels könnten dazu führen, dass gewisse Unwetterrisiken nicht mehr versichert werden, da Prämien zu teuer werden oder (weniger wahrscheinlich) gewisse Risiken nicht mehr versicherbar sind. Damit steigen die indirekten Risiken für den Finanzmarkt (Zweitundeneffekte) durch nicht-versicherte Schäden, welche Wertverluste bei Firmen und größeres Ausfallrisiko von Krediten zur Folge haben können. Zum Teil könnte auf diese Wertverluste mit staatlichen Hilfsprogrammen reagiert werden, welche aber wiederum die Staatsfinanzen belasten würden. Massive indirekte Risiken durch nicht versicherte Schäden, wie z.B. die einer Herabstufung der Kreditwürdigkeit eines Staates, bestehen aber nur in gewissen ärmeren und kleineren Ländern und daher nicht für den deutschen Finanzmarkt, der kaum in Anleihen und Aktien gefährdeter Länder investiert hat.

Physische Auswirkungen des Klimawandels jenseits von Extremereignissen stellen aufgrund der graduellen Entwicklung gerade im Vergleich mit extremen Tagesverlusten am Aktienmarkt kurz- und mittelfristig kaum Risiken für die Finanzmarktstabilität dar. Allerdings sind extremere Veränderungen längerfristig nicht auszuschließen, da gerade bei einer Erwärmung jenseits von zwei bis drei Grad Celsius große Unsicherheiten bestehen; das politisch gesetzte 1,5-2-Grad-Limit dient also auch primär der Vorsorge gegenüber solchen Szenarien.

Finanzielle Auswirkungen aus physischen Risiken können sich durch die internationale Verflechtung der deutschen Wirtschaft, u.a. hinsichtlich der Wertschöpfungsketten und Absatzmärkte, verstärken. Diese Effekte sind aber kaum untersucht.

Abbildung 2: Wichtigste mögliche Auswirkungen physischer Risiken für die Finanzmarktstabilität (breite Umrandung: Auswirkungen auf den Finanzmarkt; ohne Darstellung der Drittrundeneffekte)



Transitionsrisiken

Erstrundeneffekte sind aufgrund der geringen eigenen Emissionen von Finanzmarktakteuren nur marginal von Relevanz; Transitionsrisiken wirken sich primär durch die Investitionen von deutschen Finanzmarktakteuren in betroffene Unternehmen auf den Finanzmarkt aus (Zweitrundeneffekte). Unternehmen können beispielsweise durch stärkere Bepreisung von CO₂ und anderen Treibhausgasemissionen, schärfere Regulierung bezüglich ihrer Energieeffizienz oder einen Rückgang der Nachfrage nach emissionsintensiven Produkten (z.B. Autos mit klassischem Verbrennungsmotor) betroffen sein. Die mögliche Größenordnung von Transitionsrisiken kann mit Hilfe von CO₂-Preisszenarien oder Annahmen über die generelle Abwertung von Investitionen in bestimmte Industrien in Ansätzen abgeschätzt werden.

Die quantitative Analyse im Rahmen der Studie fokussiert auf eine Analyse der finanzierten Emissionen einer Stichprobe deutscher Aktienfonds. Finanzierte Emissionen weisen den Investoren die von Unternehmen jährlich verursachten Emissionen anteilig an ihrem Investitionsanteil zu. Besitzt ein Investor 10% der Marktkapitalisierung, so werden ihm 10% der jährlichen Emissionen des Unternehmens als finanzierte Emissionen zugeteilt.

Müssten die untersuchten Aktienfonds ihre finanzierten Emissionen (Scope 1 und 2) in den Sektoren Öl und Gas, Energieversorgung, Rohstoffe und Industrie tragen, so könnte dies zu Kosten von bis zu 4 Milliarden Euro führen, was 4,5% der Investitionen in diese Sektoren und 1,2% der Gesamtinvestitionssumme entspricht (Annahme von 99 EUR pro Tonne CO₂ nach Mittelwert des UBA²). Scope 3 Emissionen würden eine weitere wichtige Analyseperspektive darstellen, wurden im Rahmen dieser Studie allerdings nicht spezifisch untersucht. Aktienfonds stellen zudem nur einen Teil des Finanzmarktes dar. Trifft man die Annahme, dass ausgehend von einer hohen Verflechtung des Finanzmarkts mit der generellen volkswirtschaftlichen Entwicklung die ökonomischen Kosten des Klimawandels von ca. 2 - 5% des BIP

² Im Rahmen dieser Studie wird zur Abschätzung der möglichen CO₂-Preise der Ansatz der volkswirtschaftlichen Kosten genutzt. Dieser beruht auf den vom UBA (2012b) empfohlenen Werten für die Klimafolgekosten von 80 EUR/tCO₂e im Jahr 2010, allerdings interpoliert für das Jahr 2014. Dies entspricht 99 EUR/tCO₂e (basierend auf den empfohlenen Werten für 2010 und 2030).

(Größenordnung sowohl für Deutschland als auch global, ökonomische Kosten nach 3 Szenarien des UBA) auf den deutschen Finanzmarkt übertragbar sind, so würde dies Verlusten von EUR 262 - 655 Milliarden pro Jahr entsprechen. Einzelne Firmen und Sektoren können allerdings weit stärker betroffen sein. Bei sechs Energie- und Industriefirmen im DAX könnten beispielsweise die CO₂-Kosten bei voller Einpreisung nach UBA (2012b) 10% des Ertrags übersteigen.³ Die Streuung der Effekte eines CO₂-Preises auf Unternehmen ist also potentiell groß.

Die Analyseergebnisse unterliegen einer Reihe von Einschränkungen: Eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens der Transitionsrisiken und wie plötzlich ein derartiger Schock auftreten könnte ist schwer möglich, da dies unter anderem von der Wahrscheinlichkeit und Vorhersehbarkeit der Regulierung in Deutschland und anderen Ländern abhängt.⁴ Die 2-5% stellen zudem einen einmaligen Verlust dar und berücksichtigen keine Anpassungsmaßnahmen. Die oben genannten Zahlen repräsentieren somit die grobe Abschätzung eines Extremszenarios. Zudem ermöglicht die Stichprobe des deutschen Aktienfondsmarkts keine akteurspezifische Betrachtung von Konzentrationsrisiken und daraus folgenden Ansteckungskanälen.

Transitionsrisiken von maximal 2 - 5% des Finanzmarktes stellen alleine sehr wahrscheinlich ein geringes Risiko für die Finanzmarktstabilität dar, wenn man historische Volatilitäten betrachtet: Sogar bei einem Wertverlust von 5% an einem Tag durch massive klimapolitische Eingriffe würde keiner der 10 stärksten Tagesverluste des DAX in den letzten 30 Jahren erreicht werden.

Die betrachteten Zweitrundeneffekte können aber – abhängig von den strukturellen Eigenschaften des Finanzsystems, etwa dessen Vernetzung und generelle Stabilität – über Drittrundeneffekte zu problematischen Auswirkungen führen. Zudem können die Effekte pro Sektor und Unternehmen sehr stark streuen. Diese Effekte wurden anhand von Literaturrecherche und Experteninterviews untersucht, allerdings im Rahmen der Studie nicht quantifiziert.

Einpreisung von Klimarisiken

Transitionsrisiken und physische Risiken lassen sich theoretisch in bestehende Investitions-Bewertungsverfahren (z.B. Kapitalwert-Methode, Kapital-Einpreisungs-Modell oder Realoptionsanalyse) integrieren. In der Praxis lassen aber fehlende Daten und die große Unsicherheit bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels und regulatorischer Eingriffe eine vollständige Einpreisung nicht zu.

Die heutige CO₂-Einpreisung im deutschen Finanzmarkt – und somit die Einpreisung von Transitionsrisiken – konzentriert sich auf längerfristige Anlagen sowie Akteure mit hohen CO₂-Emissionen, vor allem im Energieversorgungs- und Industriesektor. Aus Sicht der Finanzmarktstabilität sollte sich die Einpreisung der Transitionsrisiken primär an realistischen Erwartungen hinsichtlich zukünftiger, regulatorisch beeinflusster CO₂-Preise orientieren. Ob die heutige Einpreisung sich an zukünftigen CO₂-Preisen orientiert, kann nicht abschließend beurteilt werden, da es keine standardisierten Szenarien zukünftiger Regulationen gibt. Die heutige Einpreisung orientiert sich (wenn sie überhaupt stattfindet) eher an heutigen CO₂-Marktpreisen und ist also deutlich tiefer als die ökonomischen Kosten des CO₂-Austoßes, welche eine mögliche Zielmarke für zukünftige Regulationen sein könnten. Daraus ergibt sich ein mögliches Risiko für die Finanzmarktstabilität: Wenn die Politik die CO₂-Preise in kurzer Zeit

³ Eigene Berechnung basierend auf Datenbank von South Pole Group (CO₂-Emissionen Scope 1&2 und Ertrag per Firma im Jahre 2014) und UBA (2012b) für CO₂-Kosten (Interpolation für das Jahr 2014, basierend auf Werten für 2010 und 2030)

⁴ Dies ist wichtig, da es zu „Carbon Leakage“ kommen kann, also dem Effekt, dass beispielsweise Unternehmen ihre Produktion aus Ländern mit strikten Regulierungen in solche mit geringeren Auflagen verlagern.

den ökonomischen Kosten annähern würde, so könnte ein „Transitionsschock“ entstehen, da die neuen, politisch festgelegten CO₂-Preise in der Investitionsbewertung von Anlagen nicht berücksichtigt wurden und daher viele Anlagen massiv an Wert verlören.

Ein direktes Einpreisen von physischen Schäden findet außerhalb der (Rück-) Versicherungswirtschaft aufgrund der Komplexität und den noch nicht massiv gestiegenen Schäden kaum statt. Allerdings sind die physischen Risiken bei versicherten Unternehmen über die Versicherungsprämien mit eingepreist. Finanzinstitutionen und kleinere Versicherer verlassen sich laut Interviews auf das Wissen sowie die Einpreisung durch größere Akteure, insbesondere Rückversicherer.

Vom Finanzmarkt benötigte Informationen

Die Analysen zu physischen Risiken und Transitionsrisiken haben sich vor allem aus Gründen der Datenverfügbarkeit und Belastbarkeit der Aussagen auf Erst- und Zweitrundeneffekte des Klimawandels sowie Scope-1- und Scope-2-Emissionen von Aktienfondsinvestitionen konzentriert. Für eine umfassende Aufdeckung möglicher systemweiter Finanzmarktrisiken sowie von Risiken für einzelne Akteure müssten aber weitere Informationen vorliegen, wie z.B. Informationen zu Drittrundeneffekten, CO₂-Daten für Anlageklassen über Aktienfondsinvestitionen hinaus, Daten zu Scope-3-Emissionen, also Emissionen der gesamten Wertschöpfungskette, sowie Analysen der Rendite von Unternehmen für verschiedene Klimaszenarien. Auch die Analyse zur heutigen Einpreisung führte zu einem Mangel an Informationen für Finanzmarktakteure, insbesondere zu zukünftigen CO₂-Preisen. Dies zeigt, dass Bedarf an umfassenderen Informationen und weitergehenden Analysen besteht, damit Investoren Klimarisiken besser und umfassender einpreisen können und somit die Risiken des Klimawandels für die Finanzmarktstabilität reduziert werden.

In der Theorie bestehen dabei klare Vorstellungen, welche Informationen benötigt würden, damit Investoren die Risiken auf Unternehmensebene im Zusammenhang mit dem Klimawandel korrekt einschätzen und einpreisen können und somit eine effiziente Allokation von finanziellen Ressourcen durch Marktakteure stattfindet (siehe Tabelle 1). Eine Reihe von Investoren schätzt den Klimawandel bereits als Risiko ein und bezieht Klimawandelaspekte zur Risikobeschränkung in Investitionsanalysen mit ein (siehe beispielsweise Portfolio Decarbonization Coalition). In der Praxis stehen allerdings nicht alle benötigten Informationen zur Verfügung, entweder da sie nicht oder nicht in genügend standardisierter Qualität vorhanden sind.

Generell besteht eine große Unsicherheit bezüglich zweier Kerninformationen: den längerfristigen physischen Auswirkungen des Klimawandels und der Wahrscheinlichkeit und Ausgestaltung von 2 Grad-kompatiblen regulatorischen Eingriffen. Auch das Pariser Abkommen⁵ hat keine Klarheit bezüglich zukünftiger CO₂-Preise geschaffen; viele Investoren gehen heute nicht davon aus, dass das 2-Grad-Ziel politisch umgesetzt wird. Falls diese Einschätzung nicht korrekt ist und die Politik sehr abrupte regulatorische Eingriffe zur Einhaltung des Pariser Abkommens trifft, so ergibt sich ein mögliches Risiko für die Finanzmarktstabilität.

Für Aktien und Unternehmensanleihen gibt es eine zunehmend breite Datenlage bezüglich CO₂-Emissionen und potenziell aus Klimarisiken resultierenden Wertverlusten, aber diese ist durch einen hohen Grad an Fragmentierung gekennzeichnet. Es fehlt an einheitlichen Standards sowohl für die von Unternehmen zur Verfügung gestellten Daten als auch für die Analyse der finanziellen Auswirkungen verschiedener Szenarien. Zudem stehen vertiefende Analysen, beispielsweise zum Ausmaß von durch Klimawandel gefährdeten Gewinnmargen und Strategien

⁵ 195 Regierungen verabschiedeten die Schlussvereinbarung der UN-Weltklimakonferenz COP21 am 12.12.2015 mit dem Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur zu begrenzen (deutlich unter 2 Grad Celsius) und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen (UNFCCC, 2015).

zum Umgang mit möglichen zukünftigen Risiken und Schocks, vielfach nur im Rahmen maßgeschneiderter Projekte zur Verfügung.

Datenstandards könnten die Integration der Daten in bestehende Investitionsprozesse und IT-Systeme vereinfachen, und die Erarbeitung einheitlicher Szenarien zur Durchführung von Szenario-Analysen würde Vergleichbarkeit schaffen. Obwohl es eine wachsende Anzahl an Analyseperspektiven gibt, münden bislang wenige davon in eine explizite Quantifizierung des *finanziellen* Risikos.

Tabelle 1: Benötigte Informationen für Investoren

Art des Klimarisikos	Aggregationsebene	Datenpunkte
Physische Risiken	Physische Anlage	- Anlagespezifischer Umsatz und Standort - Klimasensitivität der Anlage und vorgelagerter / nachgelagerter Anlagen
	Wertpapier/ Schuldner, Land	- Versicherungsniveau und Risikominderungsstrategien - Dies umfasst auch Banken etc., also Finanzmarktakteure
	Portfolio	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien
	Sektor	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien
Transitionsrisiken	Physische Anlage / Land	- Produktionskosten und -umsatz, Standort - Größe / Kapazität / Produktion - Emissionsintensität
	Wertpapier / Schuldner, Land	- Kapitalinvestitionsplan - Klimabezogene Forschungs- & Entwicklungs-Ausgaben - Marktpositionierung - Emissionsintensität
	Portfolio	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien - Emissionsintensität
	Sektor	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien - Emissionsintensität

Quelle: Eigene Darstellung, Aspekt Datenpunkte basierend auf 2° Investing Initiative (2016a, 2016b)

Empfehlungen

Zum Management von physischen Risiken empfiehlt sich:

- Die Förderung des Dialoges zwischen Versicherungswirtschaft, Finanzmarkt und Aufsicht zum Umgang mit sehr unwahrscheinlichen, aber äußerst schadensintensiven Extremereignissen.
- Die Diskussion auf internationaler Ebene (z.B. im Rahmen des Financial Stability Board) über Möglichkeiten und den Wert einer abgestimmten, standardisierten Messung des Umgangs mit physischen Risiken des Klimawandels durch die Versicherungs- und Realwirtschaft.

Zum Management von Transitionsrisiken empfiehlt sich aufgrund der Ergebnisse dieser Studien:

- Verlässliche Politiksignale zu Zeitraum und Ausgestaltung des geplanten Übergangs zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft. Ein abrupter Wechsel von klimapolitischen Signalen ist zu vermeiden.

- Unterstützung des Aufbaus von öffentlich verfügbaren Daten und Messmethoden für Anlagenklassen jenseits von Aktien, insbesondere für Anleihen, Kredite und Immobilien.
- Diskussion auf internationaler Ebene (z.B. im Rahmen des Financial Stability Board) über Möglichkeiten und Wert von abgestimmten, standardisierten Szenario-Analysen von Transitionsrisiken.

Um wesentliche Forschungslücken zu Klimarisiken zu schließen, empfehlen sich außerdem:

- Vertiefte Analyse möglicher Netzwerkeffekte zwischen Finanzmarktakteuren, die direkt oder indirekt von Klimarisiken betroffen sind.
- Studien zu wenig untersuchten Anlageklassen, für die Klimarisiken von Bedeutung sind, vor allem Unternehmensanleihen, Staatsanleihen, Kredite und Immobilien/Hypotheken.
- Studien zu Sektoren mit bedeutenden Emissionen in der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette.
- Vertiefte Studien zur Verflechtung der deutschen Real- und Finanzwirtschaft mit physischen Risiken und deren politischen und ökonomischen Folgen in stärker vom Klimawandel betroffenen Regionen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass physische Risiken kurz- bis mittelfristig eine sehr geringe Gefahr für die Finanzmarktstabilität in Deutschland darstellen. Transitionsrisiken sind dahingegen deutlich relevanter. So könnte eine abrupte Anpassung von CO₂-Preisen auf den Finanzmarkt zu starken Verlusten führen. Im Zusammenspiel mit anderen Risiken könnte dies zu einer Destabilisierung des Finanzmarktes führen. Deshalb ist ein geordneter Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft mit klaren, längerfristigen Signalen der Politik aus Sicht der Finanzmarktstabilität erstrebenswert. Es besteht allerdings weiterer Analyse- und Forschungsbedarf etwa hinsichtlich der Konzentrationsrisiken einzelner Akteure und Ansteckungskanäle vor allem innerhalb des Finanzsektors.

1 Einführung

1.1 Zielsetzung der Studie

Der aktuelle IPCC-Bericht (IPCC 2014) macht deutlich, dass eine massive Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen notwendig ist, um das im Pariser Abkommen festgelegte politische Ziel zu erreichen, die durchschnittliche Erwärmung der globalen Temperatur längerfristig auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu begrenzen und sogar eine Limitierung auf 1,5 Grad anzustreben (UNFCCC 2015). Gleichzeitig gibt es eine zunehmende Anzahl von Studien, die darauf hindeuten, dass in Folge des Klimawandels mehr und intensivere Extremereignisse vorkommen und die versicherten Schäden zunehmen (GDV 2011b; Arent et al., 2014; Barthel und Neumayer, 2012)

Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels hinsichtlich der deutschen Finanzmarktstabilität sollen nun erstmals in dieser Studie detailliert ermittelt und offene Fragen aufgezeigt werden. Inhalt der Studie ist die Analyse der Wahrscheinlichkeit und des Ursprungs von Klimarisiken für die Finanzmarktstabilität, insbesondere Transitionsrisiken, also beispielsweise die These, dass Investitionen in emissionsintensive Industrien (z.B. Zement) oder solche mit hohen Emissionen in der Wertschöpfungskette (z.B. Automobil) bei einer abrupten Einführung von CO₂-Preisen massiv an Wert verlieren könnten. Ebenso werden auch die Entwicklung spezieller Risikoverbriefungen und Informationsbedürfnisse von Investoren im Hinblick auf den Klimawandel untersucht.

Für diese Studie wird Finanzmarktstabilität als Status des Finanzsystems definiert, in dem es seine makroökonomischen Funktionen erfüllt, wie z.B. die effiziente Allokation finanzieller Ressourcen, auch im Fall von unvorhergesehenen Ereignissen oder Stresssituationen (Deutsche Bundesbank 2015a). Durch den Klimawandel ergeben sich mehrere mögliche Schocks und Ungleichgewichte zum Beispiel bei massiven Wertverlusten von Anlagen durch abrupte regulatorische Eingriffe (Transitionsrisiken) oder durch extreme Naturkatastrophen, welche massive Verluste für die Finanz- und Versicherungswirtschaft bedeuten können (physische Risiken). Solche Schocks können die Fähigkeiten des Finanzsystems schwächen, eine effiziente Allokation von finanziellen Ressourcen sicherzustellen.

South Pole Group und CSSP haben diesen Bericht in einer Arbeitsgemeinschaft mit der Universität Hamburg als internem akademischem Gutachter und der Munich Re als Netzwerkpartner erstellt. Zusätzlich wurde die Studie von einem Beratungsgremium begleitet, bestehend aus Experten aus Natur- und Wirtschaftswissenschaft sowie Finanz- und Versicherungswirtschaft, u.a. Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Frankfurt School of Finance & Management, Humboldt-Universität zu Berlin, Climate Service Center Germany (GERICS) und der Concordia-Versicherung (siehe detaillierte Zusammensetzung im Annex I).

1.2 Übersicht über die Studie und beantwortete Fragen

Dieser Bericht ist wie folgt gegliedert:

- **Kapitel 2** beinhaltet eine **Übersicht und eine Typologisierung der Klimarisiken**, eine Darstellung der möglichen Auswirkungen auf die Finanzmarktstabilität und die für diese Studie verwendeten **Definitionen** von Finanzmarktstabilität, Zeiträumen und Wahrscheinlichkeiten.
- **Kapitel 3** beantwortet folgende Fragen zu **physischen Klimarisiken**: Wie wahrscheinlich ist es, dass sich auf der Grundlage aktueller IPCC-Klimaszenarien in Deutschland / Europa ein Risiko für die Finanzmarktstabilität entwickeln könnte? Inwiefern könnte dies geschehen, z.B. (a) indirekt durch Schäden in der Realwirtschaft, die den Finanzsektor beeinflussen, wie z.B. unerwartete Abschreibungen von Krediten,

oder (b) durch direkte Einflüsse, z.B. Versicherungsschäden oder operationelle Risiken im Finanzmarkt?

- **Kapitel 4** beantwortet folgende Fragen zu **Transitionsrisiken**: Falls die global gesetzten Klimaziele konsequent eingehalten werden (1,5° bis 2°-Limit), könnte dann ein großer Teil der Vorkommen an Erdöl, Erdgas und Kohle überhaupt noch nutzbar gemacht werden („Carbon Bubble“)? Oder würde ein Großteil der Vermögenswerte in den energieintensiven Industrien, aber auch in nachgelagerten Industriezweigen plötzlich wertlos werden („Stranded Assets“)? Ergäben sich aufgrund eines solchen Szenarios erhöhte Risiken für die Finanzmarktstabilität?
- **Kapitel 5** beantwortet folgende Fragen zur **Einpreisung von Klimarisiken**: Was könnten Möglichkeiten sein, um das Risiko, das aus dem Klimawandel entsteht, richtig einzupreisen, v.a. im Hinblick auf langfristige Investitionen? Welche Sektoren, Aktiva und Laufzeiten sind wie stark betroffen? Wie entwickeln sich die Auslagerungen von Katastrophenrisiken der Versicherer/Rückversicherer durch spezielle Verbriefungen? In welchen Sektoren, Aktiva und Laufzeiten gibt es möglicherweise bereits eine „angemessene“ Einpreisung von Klimarisiken?
- **Kapitel 6** beantwortet folgende Frage: Welche **Informationen** benötigen Investoren, um Klimarisiken hinreichend beurteilen zu können?
- **Kapitel 7** zieht **Schlussfolgerungen** aus der Studie und gibt erste **Empfehlungen** an das Bundesfinanzministerium.

Für Kapitel 3 bis 6 wurden neben der Analyse von Daten und Literaturrecherchen auch semi-strukturierte Experteninterviews mit Anlageverwaltern, Versicherungen und Nachhaltigkeitsbeauftragten in der Finanzwirtschaft geführt. Eine Liste der konsultierten Experten findet sich in **Annex II**.

2 Übersicht Klimarisiken und Finanzmarktstabilität

In diesem Kapitel werden die Klimarisiken typologisiert, deren mögliche Auswirkung auf die Finanzmarktstabilität schematisch aufgezeigt und Finanzmarktstabilität, Fristigkeit sowie Aussagen zur Wahrscheinlichkeit genauer definiert.

2.1 Typologisierung

Es gibt verschiedene Systematisierungen von Klimarisiken, die allerdings überwiegend ähnliche Elemente aufweisen. Die Portfolio Carbon Initiative (2015), eine Initiative geleitet von der United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP-FI) und dem World Resources Institute (WRI) führt physische Risiken und Kohlenstoffrisiken auf und setzt den Fokus auf letztere. Die Bank of England (Prudential Regulation Authority 2015) verfolgt eine ähnliche Einteilung, ebenso wie ein Überblick über Klimarisiken für Finanzmärkte der Universität Oslo (Hjort 2016).

Diese Studie lehnt sich an die Begrifflichkeiten des Financial Stability Board (2015) an:

- **Physische Risiken** bezeichnen direkte physikalische Einflüsse auf ökonomische Wertschöpfungsketten (z.B. Schäden an Gebäuden und Produktionsanlagen, geringere Schneemengen in Tourismusgebieten, veränderte landwirtschaftliche Produktivität) durch längerfristige Klimaänderungen und wetterbedingte Ereignisse, deren Intensität und Frequenz durch den Klimawandel zunehmen werden.
- **Transitionsrisiken** bezeichnen Risiken, welche durch die Transition zu einer kohlenstoffärmeren Wirtschaft entstehen und zu einer Neubewertung von Kapitalanlagen führen.

Die Untersuchung von oftmals separat genannten Haftungsrisiken ist nicht Bestandteil der Studie. Diese bezeichnen die Möglichkeit, dass Kompensationsforderungen an Akteure gestellt werden, welche für den Klimawandel für verantwortlich gehalten werden. Die Materialität solcher Risiken wurde bislang nicht im Detail untersucht, und es gibt daher kaum Literatur, auf die sich eine Untersuchung stützen könnte, unter anderem da es zu diesem Zeitpunkt nur Einzelfälle gibt, welche nur eine eingeschränkte Einschätzung der Größe und Wahrscheinlichkeit von Haftungsrisiken zulassen (2° Investing Initiative 2013).⁶

Beide Risikotypen werden in diesem Bericht als Klimarisiken bezeichnet. Risiko ist hierbei die Bewertung von Ereignissen nach ihrer Häufigkeit und Auswirkung sowie die potentielle Abweichung von einem Zielwert. Die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses kann also quantifiziert werden.

Physische Risiken und Transitionsrisiken stehen zudem miteinander im Zusammenhang. Es ist etwa eine negative Korrelation möglich – je stärker etwa die Politik Maßnahmen ergreift, um den Klimawandel abzuschwächen, was mit größeren Umstellungen für emissionsintensive Industrien und somit Transitionsrisiken verbunden ist, desto geringere physische Risiken sind zu erwarten. Dies unter der Annahme, dass sich Vermeidungsmaßnahmen ohne unerwünschte Nebeneffekte umsetzen lassen. Gleichzeitig ist auch eine positive Korrelation denkbar – so könnte ein extremes physisches Schadensereignis zu plötzlichen starken Maßnahmen der Politik führen.

Physische Risiken sind zudem von Unsicherheiten innerhalb der Klimaforschung beeinflusst – es bestehen sowohl Unsicherheiten zum Ausmaß des Klimawandels, inklusive der Möglichkeit von Kipppunkten (Tipping Points) als auch zu den Auswirkungen des Klimawandels und der

⁶ Das Sabin Center for Climate Change Law der Columbia Law School (Columbia Law School 2016) etwa sammelt Prozesse im Zusammenhang mit dem Klimawandel.

Anpassungsfähigkeit der Wirtschaft, der Bevölkerung und der Ökosysteme (IPCC, 2014). Ebenso besteht auch Unsicherheit zum Ausmaß der Transitionsrisiken – diese hängen von verschiedenen Faktoren ab, wie der Wahrscheinlichkeit und dem Ausmaß von politischen Maßnahmen.

Die Risikogruppen können wie folgt in Unteraspekte gegliedert werden: **Physische Risiken** zeigen sich in (1) akuten extremen Wetterereignissen, wie beispielsweise Überflutungen, Dürren und Wirbelstürmen, und in (2) chronischen Änderungen, wie zum Beispiel erhöhten Durchschnittstemperaturen, veränderten Niederschlagsmustern und dem Anstieg des Meeresspiegels. Ein dritter Aspekt sind (3) Kipppunkte, also Umbrüche im Klimasystem, welche sowohl extreme Wetterereignisse als auch chronische Änderungen verstärken können. Sowohl Extremereignisse als auch chronische Änderungen können zu Schäden in der Realwirtschaft führen (Arent et al. 2014). Ein Beispiel für einen Kipppunkt könnte sein, dass ab einer bestimmten Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre die arktische Eiskappe oder das Grönlandeis abschmelzen, womit sich durch die Veränderung der Albedo⁷ der Klimawandel beschleunigt.

Transitionsrisiken beinhalten (1) Gesetzgebung und umweltpolitische Regulation auf internationaler, europäischer, nationaler und sub-nationaler Ebene, welche auf die Reduktion des Klimawandels abzielen und (2) Technologierisiken wie die Entwicklung von kohlenstoffarmen Technologien und deren Verbreitung. Hierdurch ändern sich Branchenstandards und Produktionskosten. Ein Beispiel ist das Aufkommen erneuerbarer Energien, welche über den Merit-Order-Effekt⁸ tendenziell die im Betrieb kostenintensiven Gaskraftwerke vom Markt drängen. (3) Veränderungen des Absatzmarkts und der Volkswirtschaft als Reaktion und Folge der Transition zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft. Beispiele sind Veränderungen der Öl- und Gasnachfrage und Reputationsschäden klimaschädlicher Unternehmen.

Die Bewertung von Klimarisiken hängt entscheidend von dem betrachteten Zeitraum ab. Folgen des Klimawandels treten schon heute auf, werden aber vor allem mittel- bis langfristig⁹ stärkere Bedeutung erlangen, sowohl durch die verstärkte Akkumulation an Treibhausgasen in der Atmosphäre, als auch aufgrund der verzögernden Wirkung auf die Weltmeere. Aufgrund der natürlichen Variabilität des Klimas sind Extremereignisse heute oft nicht eindeutig ursächlich auf den Klimawandel zurückzuführen; die Zuordnung zum Klimawandel dürfte sich längerfristig bei massiven Veränderungen aufgrund der klareren Differenz zu Szenarien ohne Klimawandel vereinfachen. Haftungsrisiken werden im Zusammenhang mit den physischen Risiken gesehen und somit langfristig erwartet, wenn erste physische Auswirkungen des Klimawandels in großem Umfang zu beobachten sind¹⁰. Vom Auftreten von Transitionsrisiken wird schon innerhalb kürzerer Zeithorizonte ausgegangen, basierend auf Handlungen und Handlungssignalen der Politik.

⁷ Die Albedo ist ein Maß für das Rückstrahlvermögen des Lichts von reflektierenden Oberflächen, also ein Maß für die Helligkeit eines Körpers. Wasser hat eine deutlich tiefere Albedo als Schnee und Eis (Climate Service Center 2012), daher wird geschmolzenes Eis in Form von Wasser deutlich mehr Strahlung absorbieren.

⁸ Merit-Order bezeichnet die Praxis, zunächst die Energiequellen mit den geringsten Grenzkosten zur Nachfragebefriedigung zu nutzen. Da erneuerbare Energiequellen in der Regel geringe Grenzkosten haben (eine Ausnahme sind etwa Biogasanlagen, welche allerdings derzeit einen kleinen Anteil an erneuerbaren Energiequellen ausmachen), da sie keine Brennstoffe zur Energieerzeugung benötigen, werden diese – wenn möglich – stärker zur Energiegewinnung genutzt.

⁹ Für eine Definition der Zeithorizonte siehe Kapitel 2.4.

¹⁰ Haftungsrisiken sind vor allem dann besonders hoch, wenn entsprechende Verträge vorliegen, in denen sich Firmen zur Übernahme von Folgekosten ihrer Produkte verpflichten, oder wenn Gesetze Firmen für Umweltschäden verantwortlich machen.

2.2 Auswirkungskreise

Die zwei Risikotypen im Zusammenhang mit dem Klimawandel können sich über verschiedene Kanäle auf Finanzmarktakteure und somit das Finanzsystem auswirken. Die Klassifizierung dieser Auswirkungskreise basiert auf eigenen Analysen und der Arbeit von Battiston et al. (2016).

Der erste Auswirkungskreis sind Erstrundeneffekte, bei denen sich ein Risiko direkt auf die operative Geschäftstätigkeit eines Unternehmens auswirkt. Versicherungen sind etwa durch direkte physische Risiken betroffen, sofern entsprechende Verträge vorliegen.

Zweitrundeneffekte bezeichnen die Auswirkungen von Klimarisiken auf die Kapitalanlagen von Finanzinstitutionen über den Weg der Erstrundeneffekte. Es handelt sich also um indirekte Auswirkungen. Ein Beispiel ist die Einführung einer CO₂-Steuer für die gesamte Privatwirtschaft, welche sich negativ auf den Aktienkurs eines emissionsintensiven Unternehmens auswirkt, in das ein Investor investiert ist.

Drittrundeneffekte umfassen alle Effekte, durch welche sich Zweitrundeneffekte (als z.B. negative Auswirkungen auf die Anlagen eines Finanzmarktteilnehmers) auf die Anlagen weiterer Finanzinstitutionen auswirken. Dies kann über „Marktpreiskanäle“ und „Informationskanäle“ geschehen, wie in einem 2016 vom European Systemic Risk Board veröffentlichten Dokument dargelegt (Clerc 2016).

Marktpreiskanäle bezeichnen Effekte, bei denen die Veränderung des Marktpreises einer Anlage sich auf alle Akteure mit einer Exponierung zu dieser Anlage auswirkt. Wie sich etwa die Abwertung von Aktien emissionsintensiver Unternehmen über Marktpreiskanäle auswirken könnte, untersucht eine Studie der Universität Zürich (Battiston et al. 2016).

Informationskanäle beschreiben den Effekt, bei dem sich negative Auswirkungen von einer Finanzinstitution auf eine andere übertragen, ohne dass die tatsächliche Höhe der Exponierung eine Rolle spielt. Hierbei handelt es sich um Informations-Spillover-Effekte. Ein Beispiel: Bank A verliert signifikant an Wert, da sie hohe Abschreibungen auf ihre emissionsintensiven Anlagen tätigen muss. Über Informationskanäle können nun zwei Effekte resultieren: (1) Bank B ist exponiert zu Bank A und verliert daher, unabhängig von der Höhe ihrer direkten Investitionen in CO₂-intensive Firmen oder ihrer Zahlungsfähigkeit ebenfalls an Wert. (2) Bank C verliert an Wert, ohne dass sie gegenüber Bank A exponiert ist. Dies kann verschiedene Gründe haben. Bank C könnte etwa ein ähnliches Geschäftsmodell besitzen oder aber den gleichen Typ von Produkten anbieten. Ein Beispiel für diesen zweiten Effekt ist wie folgt: Bank A bietet Aktienfonds an, ebenso wie Bank C. Da Bank A an Wert verloren hat, ziehen sich Kunden nicht nur aus den Aktienfonds von Bank A zurück, sondern aus Aktienfonds im Allgemeinen und somit auch aus denen von Bank C.¹¹

Diese indirekten Effekte, welche im Rahmen dieses Berichtes als Drittrundeneffekte bezeichnet werden, gelten als entscheidend für die Entwicklung von lokalen und kleinen Schocks zu größeren, systemischen Problemen (Clerc 2016). Problematisch wird es insbesondere, wenn systemisch relevante Finanzmarktakteure betroffen sind. Die genauen Effekte hängen von den Netzwerkbeziehungen zwischen den Akteuren ab, welche sich zudem dynamisch entwickeln.

¹¹ Dies kann verschiedene Gründe haben, etwa eine generelle Wahrnehmung von erhöhten Risiken von Aktienfonds aufgrund mangelnder Transparenz hinsichtlich tatsächlich bestehender Risiken.

Die Erstrunden-, Zweitrunden- und Drittrundeneffekte sind für physische und transitorische Risiken in Tabelle 2 aufgezeigt.

Tabelle 2: Übersicht Auswirkungskanäle von Klimarisiken

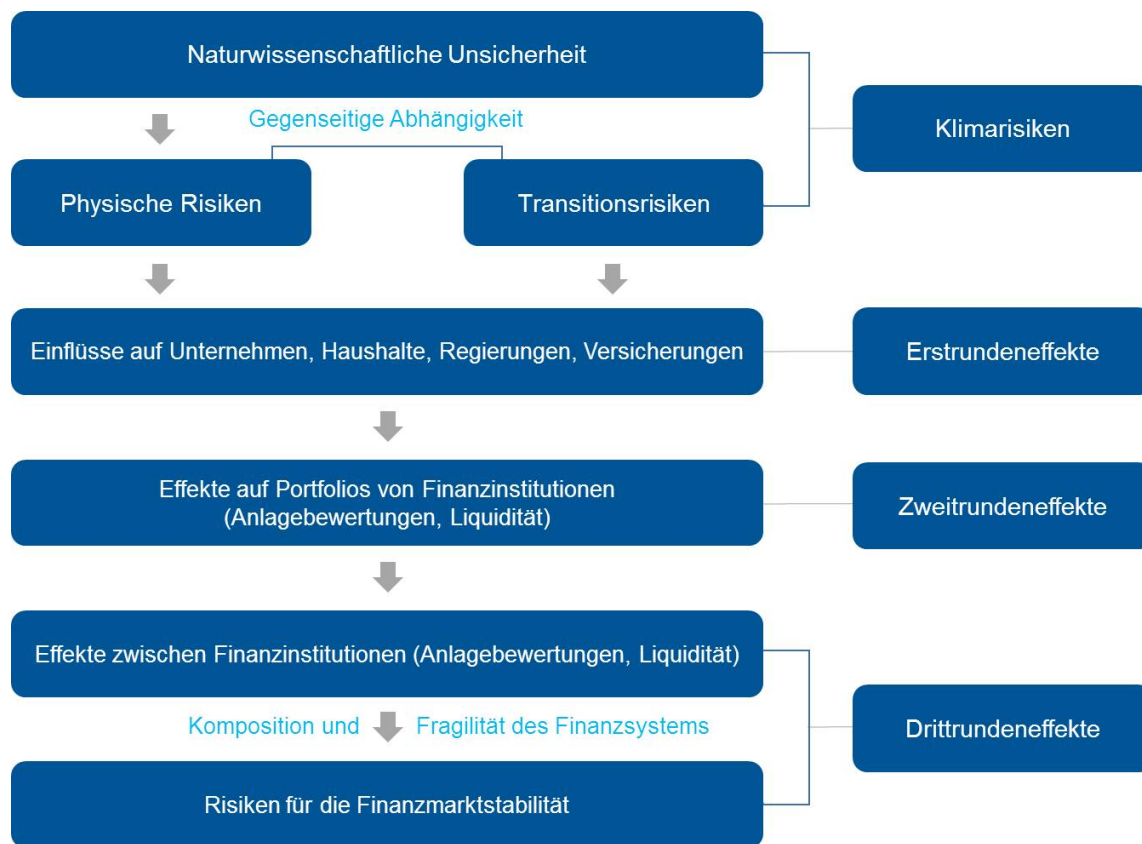
Risikotyp	Primäreffekt (Sektoren)	Zweitrundeneffekt (Portfolios)	Drittrundeneffekt / Spillover zw. Finanzmarktteilnehmern
Physische Risiken	Versicherungen, Landwirtschaft, Gesundheits-sektor, Tourismus, Energiesektor, Wassersektor, Infrastruktur	Alle Finanzmarktteilnehmer abhängig von der Exponierung zu von physikalischen Risiken betroffenen Industrien	Alle Finanzmarktteilnehmer, abhängig von der Exponierung zu betroffenen Finanzmarktteilnehmern
Transitionsrisiken	Emissionsintensive Industrien	Alle Finanzmarktteilnehmer, abhängig von der Exponierung zu emissionsintensiven Industrien (z.B. Zement) und Industrien mit hohen Emissionen in der Wertschöpfungskette (z.B. Automobil)	Alle Finanzmarktteilnehmer, abhängig von der Exponierung zu betroffenen Finanzmarktteilnehmern

Quelle: Eigene Darstellung

Der Zusammenhang zwischen Klimarisiken und den verschiedenen Auswirkungskanälen (Erstrunden-, Zweitrunden- und Drittrundeneffekte) ist in Abbildung 3 dargestellt. Klimarisiken wirken sich über Erst-, Zweit- und Drittrundeneffekte auf den Finanzmarkt aus. Abhängig von der Komposition und Fragilität des jeweiligen Finanzsystems, also beispielsweise dem Verschuldungsgrad einzelner Institutionen und der Zentralität betroffener Akteure, kann dies zu Risiken für die Finanzmarktstabilität führen.

In den folgenden Kapiteln zu physischen Risiken und Transitionsrisiken werden wir uns auf Erstrunden- und Zweitrundeneffekte fokussieren. Drittrundeneffekte werden allerdings am Rand ebenfalls diskutiert sowie in den Schlussfolgerungen wieder aufgenommen.

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Klimarisiken und Auswirkungskanälen



Quelle: Eigene Darstellung, zum Teil basierend auf Bowen und Dietz (2016)

2.3 Definition von Finanzmarktstabilität und Indikatoren für Instabilität

Für diese Studie wird Finanzmarktstabilität definiert als der Zustand des Finanzsystems, in dem es seine makroökonomischen Funktionen erfüllt. Dies beinhaltet vor allem die effiziente Allokation finanzieller Ressourcen, auch im Fall von unvorhergesehenen Ereignissen oder Stresssituationen (Deutsche Bundesbank 2015a).

Eine effiziente Allokation von finanziellen Ressourcen ist nicht gegeben, solange die **externen Kosten¹² von Treibhausgasemissionen bei Investitionen nicht eingepreist** werden. Eine mangelhafte Einpreisung ergibt selber noch keine Instabilität des Finanzsystems, aber kann eine Grundlage für die Entstehung von **Schocks und Ungleichgewichten** bilden, welche die Finanzmarktstabilität in Frage stellen. Beispiele solcher Schocks sind das Platzen einer CO₂-Blase durch regulatorische Eingriffe (Transitionsrisiken) oder verstärkte und stärker über die Zeit schwankende Unwetterschäden, welche die Versicherbarkeit von Klimarisiken reduzieren sowie im Extremfall sogar die Zahlungsfähigkeit einzelner Unternehmen in Frage stellen können (physische Risiken).

Eine fehlende Einpreisung der externen Kosten als mögliche Ursache von Finanzmarktinstabilität wird im Rahmen von Kapitel 5 untersucht. Die Frage nach der Einpreisung externer Kosten stellt aber nicht den primären Fokus der Studie dar, da die heutigen CO₂-Marktpreise (ca. 5-10 EUR/tCO₂, siehe EEX (2016)) klar aufzeigen, dass die externen Kosten des Klimawandels (ca. 40-120 EUR pro Tonne CO₂, siehe UBA (2012b)) nicht voll

¹² Externe Kosten sind ökonomische Kosten, die nicht in Marktpreisen internalisiert werden.

eingepreist sind¹³. Die Frage nach möglichen, durch den Klimawandel ausgelösten Schocks und Ungleichgewichten ist hingegen nicht geklärt und steht deswegen im Zentrum dieser Studie.

Dabei geht diese Studie von einem die Finanzmarktstabilität gefährdenden Schock oder Ungleichgewicht aus, sobald aufgrund des Klimawandels einer oder mehrere der folgenden Indikatoren einen bestimmten Grenzwert überschreiten.

Der erste Indikator dieser Studie für Finanzmarktinstabilität ist eine **erhöhte Volatilität**. Volatilität ist ein klarer Indikator für Instabilität, da hohe Preissprünge die Nervosität des Marktes widerspiegeln. Volatilität wird auch von sämtlichen Notenbanken als Indikator für Finanzmarktinstabilität verwendet (Gadanecz und Kaushik 2009). Normalerweise wird die Volatilität von einzelnen Aktientiteln gemessen, für diese Studie wird der VIX-Index als aggregierter Index für erwartete Volatilität im Gesamtmarkt verwendet. Der Finanzmarkt wird als volatil angesehen, sobald der **VIX einen Wert von über 50** erreicht, einen Wert, den der VIX an 56 Handelstagen seit 1990 erreichte (CBOE, 2016). Hohe kurzfristige Volatilität könnte im Falle des Klimawandels auftreten, falls Regierungen unerwartete massive klimapolitische Maßnahmen ankündigen, aber innerhalb weniger Tage die Aussagen abschwächen, um Anleger zu beruhigen.

Der zweite Indikator ist **Preisverfall am Aktienmarkt**. Ein Schockszenario wäre zum Beispiel ein Wertverlust von mindestens 7% am Finanzmarkt an einem Tag durch das Einbrechen von Titeln, die von Klimarisiken betroffen sind; ein solcher Tag würde unter die 11 Tage des DAX seit 1959 mit den größten Wertverlusten fallen (Statista 2016) und unter die 20 Tage des Dow Jones mit den größten Wertverlusten seit über 100 Jahren (Wall Street Journal 2011). Massive Preisverfälle mit Bezug zum Klimawandel könnten zum Beispiel auftreten, falls unerwartete massive regulatorische Eingriffe zur Senkung der CO₂-Emissionen angekündigt würden.

Der dritte Indikator ist **Illiquidität von Kapital**. Im Falle der Insolvenz von Lehman Brothers im Jahre 2008 war die Liquidität von Kapital nicht mehr gegeben, da der **Interbankenhandel** nicht mehr funktionierte. Auch große Divergenzen zwischen angebotenen und nachgefragten Wertschriften können ein Indikator für fehlende Liquidität sein. Dies könnte sich im Zusammenhang mit dem Klimawandel ereignen, wenn etwa massive Verluste durch Zweit- und Drittrundeneffekte zur Illiquidität eines Akteurs führen und der Interbankenhandel zusammenbricht, da unklar ist, welche weiteren Akteure in welchem Ausmaß von den gleichen Risiken betroffen sind.

Der vierte Indikator ist die **Zahlungsunfähigkeit systemrelevanter Akteure**. Falls global systemrelevante Banken (von allen deutschen Finanzinstituten nur die Deutsche Bank, siehe FSB (2015)), oder anderweitig systemrelevante Banken (16 Banken in Deutschland, siehe BaFin (2016)) oder global systemrelevante Versicherungen (von allen deutschen Versicherungen nur die Allianz, siehe FSB (2015)) aufgrund von Klimaschocks nicht mehr zahlungsfähig sind, wird die Finanzmarktstabilität als Ganzes in Frage gestellt.

2.4 Definition der Fristigkeiten und Wahrscheinlichkeiten

Diese Studie spricht von kurzfristigen Risiken bei einer Betrachtung bis zum Jahr 2020, von mittelfristigen Risiken bei einer Betrachtung für den Zeitraum von 2020 bis 2030 und langfristigen Risiken bei Betrachtung des Zeitraums ab 2030.

Bei der Aussage zu Wahrscheinlichkeiten orientiert sich die Studie an der Begrifflichkeit des IPCC (2014), siehe Tabelle 3:

¹³ Es bleibt zu erwähnen, dass die externen Kosten sehr schwierig einzuschätzen sind und massiv von der Möglichkeit von sehr unwahrscheinlichen, aber äußerst extremen Unwetterkatastrophen („tail risks“) beeinflusst werden. Solche Ereignisse sind gerade infolge des Klimawandels sehr schwierig einzuschätzen und können daher für die Betrachtung externer Kosten wichtiger sein als die häufig diskutierte Diskontrate (Weitzman 2009).

Tabelle 3: Übersicht Auswirkungskanäle von Klimarisiken

Englisch	Deutsch	Entsprechende Wahrscheinlichkeit
Virtually certain	So gut wie sicher	99–100%
Extremely likely	Extrem wahrscheinlich	95–100%
Very likely	Sehr wahrscheinlich	90–100%
Likely	Wahrscheinlich	66–100%
About as likely as not	Etwa gleich wahrscheinlich wie unwahrscheinlich	33–66%
Unlikely	Unwahrscheinlich	0–33%
Very unlikely	Sehr unwahrscheinlich	0–10%
Extremely unlikely	Extrem unwahrscheinlich	0–5%
Exceptionally unlikely	Äußerst unwahrscheinlich	0–1%

Quelle: IPCC (2014)

3 Physische Auswirkungen und Risiken des Klimawandels

3.1 Einleitung

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die europäische Wirtschaft schätzen der Weltklimarat IPCC in seinem fünften Sachstandsbericht (Arent, et al. 2014, Kovats, et al. 2014) sowie weitere Studien (jeweils zitiert, falls keine IPCC-Quellen) wie folgt ein:

- Für die meisten Wirtschaftssektoren wird der Klimawandel relativ geringe direkte Auswirkungen haben im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren, wie z.B. Bevölkerungswachstum oder technologische Innovation.
- Stärkere Auswirkungen werden in folgenden Sektoren erwartet: Energieversorgung¹⁴, Wasserversorgung, Transportsysteme, Tourismus, Landwirtschaft, Infrastrukturen und Gesundheitssektor.
- Der Klimawandel wird den *Versicherungssektor* über erhöhte Wetter-Schadensfälle und Variabilität betreffen. Gerade in Deutschland sind die versicherten wetterbedingten Schäden zwischen 1980 und 2008 bereits um ca. 2,5% pro Jahr gestiegen (wobei unklar bleibt, inwiefern diese Zunahme auf den Klimawandel zurückzuführen ist)¹⁵ und für Europa sowie Deutschland werden erhöhte Schäden durch Schneestürme, Hagel und Überschwemmungen prognostiziert¹⁶.
- Extreme Naturkatastrophen infolge des Klimawandels könnten sich auf die *Kreditwürdigkeit der Staaten* auswirken¹⁷.
- Der Klimawandel wird mit hoher Wahrscheinlichkeit das allgemeine Wachstums- und Produktivitätsniveau senken, aber die Größe des Effektes wird noch nicht gut verstanden. Die *totalen* ökonomischen Kosten dürften bei einer Erwärmung um zwei bis drei Grad ungefähr 0-3% des BIP betragen (*mittlere Evidenz, mittlere Übereinstimmung*) (Arent, et al. 2014). Bei stärkerer Erwärmung, wie sie heute ohne zukünftige starke politische Eingriffe zu erwarten ist, dürften die ökonomischen Kosten deutlich höher liegen, auch wenn die Kosten aufgrund der Divergenz zum heutigen Klimasystem sehr schwierig abzuschätzen sind (Stern 2013, OECD 2015).
- Europa ist generell in ähnlichen Sektoren vom Klimawandel betroffen wie andere Kontinente (Kovats, et al. 2014). Der Klimawandel wird in der europäischen Wirtschaft Schäden über verstärkte Starkniederschläge und steigenden Meeresspiegel sowie Extremtemperaturen Schäden verursachen. Vor allem in Südeuropa wird die mittlere Wasserverfügbarkeit abnehmen. Der Klimawandel kann in Nordeuropa auch zu positiven wirtschaftlichen Folgen, u.a. im Tourismus, in der Land- und Forstwirtschaft führen (Kovats, et al. 2014).

¹⁴ Primär Kühlwasser (Verfügbarkeit/Temperatur) und Strom-Verteilungsfragen (Leitungsfähigkeit und Unwetterschäden), außerdem Unwetterschäden im Betrieb (Cortekar und Groth 2014). Im Zeitraum 2031-2050 könnte die europäische Elektrizitätserzeugungskapazität im Sommer durch den erhöhten Kühlbedarf um 6-19% sinken (van Vliet, et al. 2012).

¹⁵ Studie von Barthel und Neumeyer (2012) basierend auf Daten des NatCatService von MunichRe. Beim gemessenen Effekt wird auf Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum sowie Versicherungsdeckung kontrolliert.

¹⁶ Neben dem IPCC erwartet auch der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft diese Entwicklungen (GDV 2011b)

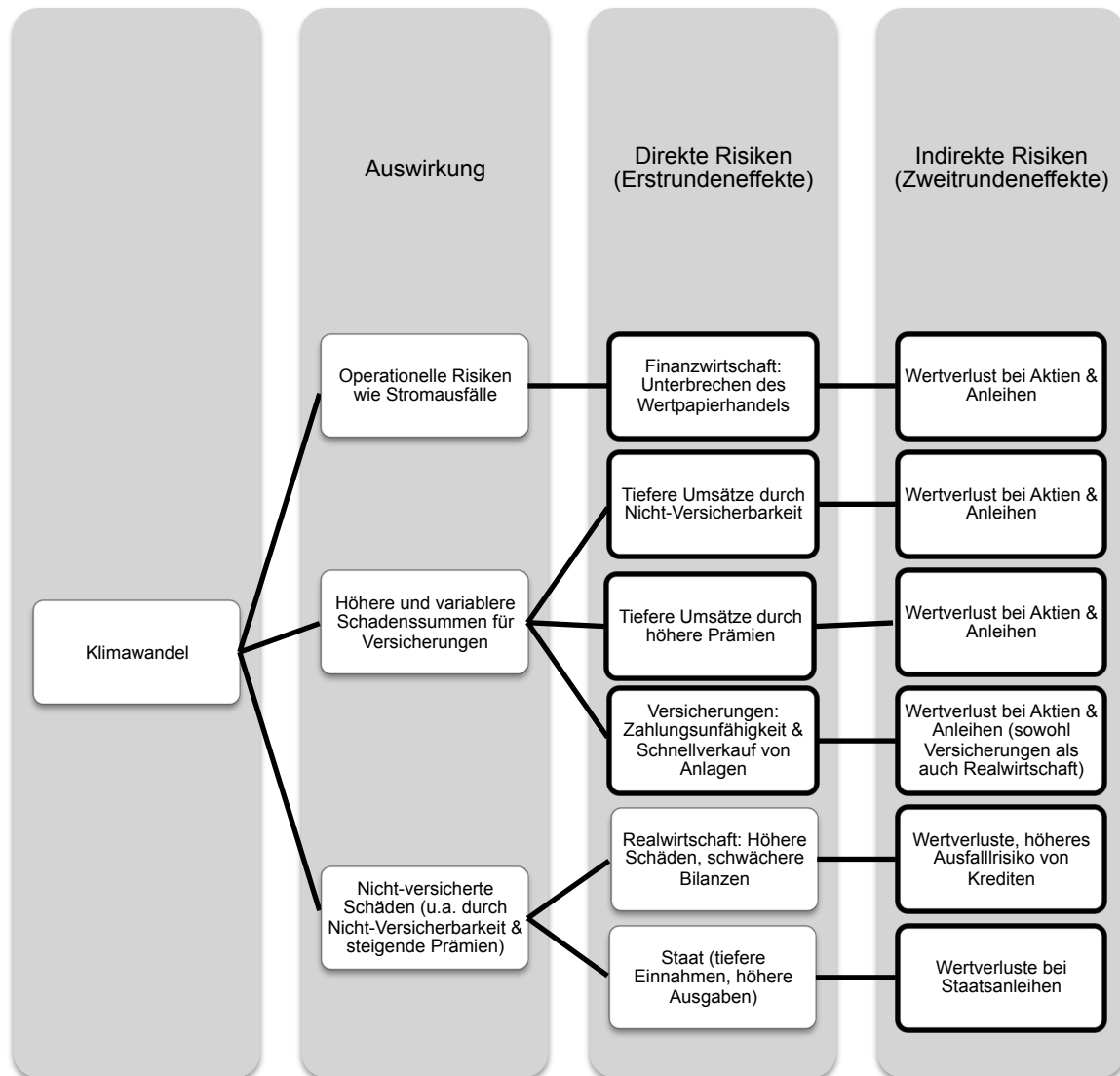
¹⁷ Im Falle von Grenada und Neuseeland hatten Naturkatastrophen (Hurrikan bzw. Erdbeben) durch kurzfristige wirtschaftliche Schäden eine Herabstufung der Kreditwürdigkeit des Landes zur Folge (Munich Re, 2013). Auch wenn diese Naturkatastrophen nur teilweise bzw. gar nicht mit dem Klimawandel zusammenhängen, zeigen sie die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Kreditwürdigkeit durch Extremereignisse. Mehrere Studien von zeigen auf, wie der Klimawandel die Wahrscheinlichkeit einer Herabstufung erhöht.

Neuere Übersichtspublikationen zum Klimawandel und dessen Auswirkungen (World Bank 2014) bestätigen weitgehend die Ergebnisse der letzten IPCC-Berichte: Die Welt steuert auf eine Erwärmung von 4 Grad Celsius zu, und beim Einfrieren der heutigen Treibhausgas-Konzentrationen würde die Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius ansteigen (Cortekar und Groth 2014). Die von Staaten im Rahmen des Pariser Klimaabkommens angekündigten Maßnahmen werden die globale Temperaturerwärmung nur auf etwa 2,7 Grad Celsius beschränken (Gütschow et al. 2015). Daher sind die Klimaszenarien des letzten IPCC-Berichtes, die von einer Erwärmung zwischen 1 und 4 Grad Celsius bis 2100 ausgehen, immer noch eine stabile Basis, um die physischen Auswirkungen des Klimawandels abzuschätzen.

Es ergeben sich aus der Literatur zwei mögliche Folgen des Klimawandels, aus denen Risiken für die Finanzmarktstabilität entstehen könnten (siehe auch Abbildung 4):

- **Direkte physische Risiken (Erstrundeneffekte laut Klassifikation in Kapitel 2)** für die Finanzmarktstabilität, wie z.B. operationelle Risiken in der Finanzwirtschaft und gestiegene oder schwierig prognostizierbare Schäden für die Versicherungswirtschaft. Falls ein Extremereignis eintritt, für das die Versicherungen nicht genügend Rückstellungen haben, so müssten diese kurzfristig Kapital aufnehmen und Anlagen verkaufen und könnten dementsprechend an Kreditwürdigkeit und im Extremfall sogar an Zahlungsfähigkeit verlieren. Solche Erstrundeneffekte ergeben sich primär aus Extremereignissen wie Fluten, Hagel, Windstürmen oder Wirbelstürmen.
- **Indirekte physische Risiken (Zweitrundeneffekte)** für die Finanzmarktstabilität durch physische Risiken und Schäden in der Realwirtschaft (v.a. Energie-, Wasser-, Landwirtschaft-, Tourismus- und Gesundheitssektor), die nicht versichert sind und die den Finanzsektor beeinflussen (z.B. Wertänderungen und Abschreibung von Anlagen nach Unwetterkatastrophen, Herabstufung der Kreditwürdigkeit). Indirekte Risiken bestehen auch für den Fall, dass die Versicherungswirtschaft die versicherten Schäden bei einem absoluten Extremereignis nicht mehr vollständig decken kann, massive Anlagenverkäufe tätigt oder aufgrund des Klimawandels die Prämien erhöht und gewisse Risiken nicht mehr versichert, womit die Versicherungsdeckung abnimmt. Solche Zweitrundeneffekte ergeben sich sowohl aus Extremereignissen als auch aufgrund chronischer Veränderungen (Temperatur, Meeresspiegel).

Abbildung 4: Bewertung möglicher Auswirkungen physischer Risiken für die Finanzmarktstabilität (breite Umrandung: Auswirkungen auf den Finanzmarkt)



Quelle: Eigene Darstellung

Sowohl bei direkten und indirekten Einflüssen auf den Finanzmarkt stellt sich nicht nur die Frage nach **graduellen, absehbaren Einflüssen des Klimawandels (chronischen Änderungen)**, auf welche sich Finanzmärkte und die Versicherungswirtschaft aufgrund der besseren Prognostizierbarkeit und der graduellen Änderungen relativ gut einstellen können¹⁸. Vielmehr stellt sich insbesondere auch die Frage der Risiken von **abrupten, schwierig vorhersehbaren Einflüssen des Klimawandels auf den Finanzmarkt** (z.B. Extremsthochwasser oder -stürme), welche die größte Gefahr für die Versicherungswirtschaft darstellt (Standard & Poor's 2014).

Das folgende Kapitel ist wie folgt aufgebaut: Zuerst werden die direkten physischen Risiken für den Finanzmarkt diskutiert (insbesondere Versicherungsrisiken), danach die indirekten Risiken über Investitionen in geschädigte Unternehmen. Diese Diskussionen erfolgen jeweils zuerst

¹⁸ Ein Beispiel für solche erwarteten, versicherbaren Einflüsse ist die zunehmende, absehbare Wasserknappheit in gewissen Weltregionen. Die Finanz- und Versicherungswirtschaft kann sich darauf einstellen, u.a. wurde kürzlich ein Tool erarbeitet, um Wasserrisiken in die Bewertung von Unternehmensobligationen miteinzubeziehen, siehe VfU (2016).

global und dann bezogen auf den deutschen Finanzmarkt. Ein Schlussfolgerungskapitel fasst die Erkenntnisse zusammen.

3.2 Physische Risiken global

Im Folgenden werden die globalen physischen Risiken, also die potentiell aus physischen Ereignissen resultierenden Implikationen für den globalen Finanzmarkt, betrachtet. Es gibt nur wenig Literatur zu den physischen Effekten des Klimawandels im Zusammenhang mit dem Finanzmarkt. Die folgende Zusammenfassung stützt sich insbesondere auf den IPCC-Sachstandsbericht 2014 (Arent et al. 2014, Kovats et al. 2014), die Turn-Down-the-Heat-Publikationen des PIK für die Weltbank (World Bank 2014), Veröffentlichungen von Regulatoren (Carney 2015, Prudential Regulation Authority 2015, Batten et al. 2016), die UBA-Studie „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“ (adelphi et al. 2015), das BMBF-Projekt „Mainstreaming von Klimarisiken und -chancen im Finanzsektor“ (Germanwatch, et al. 2009) sowie neuere Studien, die den Einfluss des Klimawandels auf Vermögenswerte (Dietz et al. 2016, EIU 2015, Mercer 2015) und die Kreditwürdigkeit (Standard & Poor's 2015b, 2015c, 2015d) untersuchen. Dabei werden sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf den Finanzmarkt durch physische Schäden und Veränderungen diskutiert sowie der Einfluss von Nicht-Linearitäten¹⁹ auf die Bedeutung von physischen Risiken.

Sowohl für direkte als auch indirekte Effekte gilt die schwierige Prognostizierbarkeit von Schäden: Es ist aufgrund historisch-statistischer Daten nur beschränkt möglich, Prognosen zu zukünftigen Auswirkungen auf die Finanzmarktstabilität zu erstellen und zwar aus mehreren Gründen: das zukünftige Klimasystem wird nicht genauso aussehen wie das heutige, gerade im Fall von Erwärmungen jenseits von 3-4 Grad (Stern 2013). Auch in der Finanzwirtschaft können massive Änderungen geschehen, siehe die Finanzmarktkrise 2008/2009 (Germanwatch et al. 2009), und generell ist die Anpassungsfähigkeit sozio-ökonomischer Systeme nicht einfach zu prognostizieren. Daher können Wahrscheinlichkeiten von bestimmten Risiken für den Finanzmarkt nicht rein objektiv aufgrund historisch-statistischer Daten vorausgesagt werden; auch die subjektive Einschätzung von Experten, z.B. bezüglich des zukünftigen Klimawandels, ist von Bedeutung (Germanwatch et al. 2009). Deshalb wurde im Rahmen dieser Studie ein Austausch mit einer Reihe von Experten durchgeführt (Liste der konsultierten Experten in Annex II), insbesondere zu Fragen des Managements von physischen Risiken durch Investoren und der Möglichkeiten in der Versicherungswirtschaft, mit den physischen Risiken des Klimawandels umzugehen.

3.2.1 Direkter Einfluss (insbesondere auf Versicherungen)

3.2.1.1 Arten von direkten Einflüssen

Bezüglich der direkten Einflüsse des Klimawandels auf die Finanzwirtschaft fokussiert die Literatur Risiken für die Versicherungswirtschaft über eine Veränderung der Versicherungsschäden. Die Literatur zu anderen direkten Einflüssen, wie z.B. **‘operationellen Risiken’** (physische Schäden in Gebäuden der Finanzwirtschaft²⁰ oder Beschädigung der vom

¹⁹ Eine Nicht-Linearität ist eine nicht-lineare Abhängigkeit zwischen einer abhängigen Variablen Y von einer unabhängigen Variablen X, also zum Beispiel, dass sich Y bei einer proportionalen Änderung von X über- oder unterproportional verändert.

²⁰ Die UBA-Studie Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel (adelphi et al. 2015) betrachtet die Risiken für die Filialen der Finanzwirtschaft nicht separat, sondern nur integriert in die Risiken für den Gebäudepark im Generellen. Batten et al. (2016) erwähnen die Möglichkeit eines rasch ansteigenden Vorsorge-Bedarfs nach Liquidität im Falle der Schließung von Bankfilialen und Geldautomaten bei Großereignissen, zitieren aber keine empirischen Quellen für dieses Risiko.

Finanzmarkt genutzten Kommunikations-Infrastruktur²¹), erwähnt keine einschneidenden Risiken für die Finanzmarktstabilität durch solche *direkten* operationellen Risiken. Auch der letzte IPCC-Bericht (Arent et al. 2014) sieht innerhalb des Finanzsektors vor allem die Versicherungen als vom Klimawandel betroffen. Es werden **höhere Versicherungsschäden und Prämien prognostiziert**²².

Aufgrund der Tatsache, dass direkte physische Risiken für die Versicherungswirtschaft deutlich wichtiger als für die sonstige Finanzwirtschaft sind, wird im Folgenden ein Fokus auf die Versicherungswirtschaft gelegt.

3.2.1.2 Betroffenheit und Anpassungsstrategien von Versicherungen

Der Klimawandel betrifft über veränderte Wahrscheinlichkeiten von Schäden aus Wetterereignissen **sowohl Erst- als auch Rückversicherer**. Sich durch den Klimawandel ändernde Wettermuster und dadurch teilweise entstehende häufigere oder höhere Schäden sind für Versicherer langfristig für verschiedene Versicherungszweige schadensrelevant, zumeist durch höhere prognostizierte Schäden (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Langfristige Schadensrelevanz der Klimaänderung für einzelne Versicherungszweige

Schadenrelevanz der Klimaänderung für einzelne Versicherungszweige – langfristig (10-30 Jahre)

Munich RE 

	Überschwemmung, Sturmflut	Unwetter, Sturzflut	Hitze, Dürre	Kälte, Frost
Sach (Privat, Gewerbe, Industrie)	mittel	hoch	mittel	positiv
Technik (Bauwesen, Montage)	hoch	hoch	niedrig	positiv
Transport	mittel	hoch	niedrig	positiv
Agrar (Ernte, Tier, etc.)	mittel	mittel	hoch	positiv
Autokasko	mittel	hoch	niedrig	positiv
Luft- und Raumfahrt	niedrig	mittel	mittel	kein Einfluss
Sonderrisiken (Veranstaltungsausfall, etc.)	hoch	hoch	mittel	hoch
Kranken	niedrig	niedrig	mittel	positiv
Leben	niedrig	niedrig	mittel	positiv

Quelle: Munich Re

6

Quelle: Munich Re (2016c)

Die Versicherungswirtschaft verfügt über mehrere **Anpassungsstrategien** bei veränderten Schäden (siehe Tabelle 4). Bei im mehrjährigen Trend steigenden Schäden können **Erstversicherer** die Versicherungsprämien erhöhen, was durch die branchenüblichen Kurzzeitverträge (oft jährliche Anpassung der Prämien möglich) vereinfacht wird (Arent, et al.

²¹ Extremereignisse können zwar wichtige kommunikationsrelevante Infrastrukturen zerstören, im Falle von Katrina z.B. Telefonlinien, Mobilfunkantennen und Elektrizitäts-Infrastruktur (Miller 2006), aber es ist zurzeit nicht vorstellbar, dass klimawandelbedingte Extremereignisse die Finanzmarkt-Kommunikation in Europa/Deutschland flächendeckend und über einen längeren Zeitraum beeinträchtigen könnten. Im Falle des 2003 eintretenden "Power Black Outs" in den USA und Kanada, arbeiteten die Finanzmärkte schon am Tag danach wieder normal (Bruch et al. 2011).

²² Bisher kann ein Einfluss des Klimawandels statistisch noch nicht klar beobachtet werden. Die versicherten Schäden sind aufgrund von Unwetterkatastrophen in den 1980er Jahren bis heute gestiegen, inflationsbereinigt von ca. 10 auf 80 Milliarden USD im letzten Jahrzehnt (Prudential Regulation Authority 2015, Munich Re 2016b). Dies wird in der Literatur zumeist allerdings durch das generelle Wirtschaftswachstum und den gestiegenen Anteil der versicherten Werte erklärt (Botzen, van den Bergh und Bouwer 2010). Der Einfluss des Klimawandels wurde nur bei bestimmten Ereignissen (z.B. Super-Sturm Sandy 2012, dessen Schäden sich durch den steigenden Meeresspiegel erhöht haben) zur Erklärung herangezogen (Prudential Regulation Authority 2015).

2014). Außerdem können Versicherer die Versicherungsrisiken über Weiterleitung von Informationen an Versicherte reduzieren. Bei der längerfristigen Erhöhung der Variabilität von Unwetterrisiken (d.h. größere Wahrscheinlichkeit, dass sehr extreme Ereignisse auftreten) bietet sich eine Erhöhung des Risikokapitals (verfügbares Kapital, um unerwartete Verluste zu decken) an. Da bei Unwetterkatastrophen der Ausgleich im Kollektiv (Arent, et al. 2014) für lokal oder regional tätige Erstversicherer aufgrund der geringen räumlichen Diversifikation eingeschränkt ist, fragen diese Rückversicherung nach (oder verfolgen andere Risikominderungsstrategien)²³. Veränderte Unwetterschäden aufgrund des Klimawandels können daher zu einem erhöhten Bedarf nach Rückversicherung bei Erstversicherungen führen.

Rückversicherer selber müssen bei erhöhtem Bedarf an Rückversicherung ihr Risikokapital erhöhen. Darüber hinausgehend können Rückversicherer auf erhöhte und variablere Schäden mit reagieren, indem sie Rückversicherungs-Prämien anpassen (was wiederum zu Prämien erhöhungen bei Erstversicherungen führt), Versicherungsrisiken auslagern (z.B. Katastrophenanleihen) oder vermehrt Informationen zum Klimawandel an Erstversicherer weiterleiten.

Für die Finanzmarktstabilität ist insbesondere von Bedeutung, dass Erst- und Rückversicherungen bei Klimaänderungen ihr Risikokapital anpassen: Die Regulierung Solvency II (EC 2009) verlangt von allen Versicherungen im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) Risikokapital für jährliche Wertverluste (bezogen auf die Gesamtversicherung), die statistisch gesehen nur alle 200 Jahre vorkommen. Wenn also Extremereignisse aufgrund des Klimawandels statistisch zunehmen, so müssen alle Versicherer ihr Risikokapital anpassen.

Die bisher diskutierten Anpassungsmaßnahmen beziehen sich auf Fälle, in denen sich die Höhe von Schäden und deren Variabilität in einem mehrjährigen Trend verändert, und die Versicherungswirtschaft sich daher auf historisch-statistische Daten verlassen kann. Falls jedoch in weniger als einem Jahr mehrere Extremereignisse auftreten, die statistisch sehr selten vorkommen, so können sich Versicherungen kurzfristig kaum anpassen, sie müssen Rücklagen auflösen, Vermögenswerte verkaufen und möglicherweise auch Kapital aufnehmen (siehe letzte Zeile in Tabelle 4). Eine solche Extremsituation kann auch ohne Klimawandel vorkommen, und es ist aufgrund der Längerfristigkeit der Auswirkungen des Klimawandels nicht zu erwarten (und schon gar nicht nachzuweisen), dass sich die Wahrscheinlichkeit einer solchen Extremsituation aufgrund des Klimawandels sehr kurzfristig verändert.

²³ Veränderte Wahrscheinlichkeiten und Intensitäten von Ereignissen können im Hazard-Bereich bei probabilistischen, Exposure-basierten Katastrophenmodellen einbezogen werden.

Tabelle 4: Mögliche Anpassungsstrategien von Erst- und Rückversicherer auf verschiedene physische Auswirkungen des Klimawandels

Klimabedingte Veränderung	Erstversicherer: Anpassungsstrategien	Rückversicherer: Anpassungsstrategien
Beobachtung höherer Schäden (Trend)	Höhere Prämien, höheres Risikokapital und Rückversicherungen, Information an Kunden	Einfach höhere Prämien, höheres Risikokapital, Information an Erstversicherer
Beobachtung variablerer Schäden (Trend)	Höheres Risikokapital und/oder mehr Rückversicherung, höhere Prämien, Information an Kunden	Höheres Risikokapital, evtl. höhere Prämien, Information an Erstversicherer, Ausgabe von Katastrophenanleihen
Kurzfristiges Auftreten mehrerer Extremereignisse, die laut Modellen äußerst unwahrscheinlich sind (Überraschungseffekt)	Anpassung unmöglich, nur Notlösungen: Auflösung von Rückstellungen, Verkauf von Vermögenswerten, kurzfristige Aufnahme von Kapital	Anpassung unmöglich, nur Notlösungen: Auflösung von Rückstellungen, Verkauf von Vermögenswerten, kurzfristige Aufnahme von Kapital

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Arent, et al. (2014), Lloyd's (2015), Prudential Regulation Authority (2015)

Die Auflistung der Anpassungsmöglichkeiten entspricht auch generell der Praxis: Laut Interviews passen alle Versicherer ihre Modelle an, wenn historisch-statistische Daten eine Veränderung der Versicherungsschäden (aufgrund des Klimawandels oder anderer Gründe) aufzeigen, und passen entsprechend Prämien und ihr Risikokapital an. Größere Erst- und Rückversicherer sammeln weltweit Daten zu Extremereignissen und analysieren auch mögliche Szenarien für zukünftigen Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die Versicherungswirtschaft; die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden zum Teil an die kleineren Erstversicherer weitergegeben. Gemäß den durchgeführten Experteninterviews werden Versicherungen nicht nur regulatorisch notwendige Anpassungen vornehmen, sondern sie haben Risikokapital, das weit über das regulatorische Minimum hinausgeht, z.B. im Fall von Munich Re (2015) 1.75mal die jährlichen Wertverluste (bezogen auf die Gesamtversicherung), die statistisch gesehen nur alle 200 Jahre vorkommen.

Aufgrund der bestehenden Katastrophenmodelle, der kurzfristigen Verträge, der Anpassung des Risikokapitals und anderer Möglichkeiten des Risikomanagements (Diversifizierung, Risikotransfer, Anpassung des Deckungsumfanges, Weitergabe von Informationen an Versicherte), sehen Regulatoren (Prudential Regulation Authority 2015, Carney 2015), Wissenschaftler (Bowen und Dietz 2016) und auch die interviewten Experten die Versicherungswirtschaft generell als gut vorbereitet, um die physischen Risiken des Klimawandels kurz- bis mittelfristig zu managen. Auch die hier erstellte Übersicht der Anpassungsmöglichkeiten und der effektiv getroffenen Maßnahmen der Versicherungswirtschaft laut Experteninterviews lassen diesen Schluss zu.

3.2.1.3 Mögliche Herausforderungen für die Versicherungswirtschaft (ab 2030)

Längerfristig (ab 2030) könnten die physischen Risiken des Klimawandels die generell gut vorbereitete Versicherungswirtschaft durch folgende Effekte dennoch vor Herausforderungen stellen:

- Die mögliche zunehmende Volatilität von Wetter und Wasserverfügbarkeit wird zusätzliche Anforderungen an Versicherer in der Risikoidentifikation und -messung stellen (Carney 2015, Prudential Regulation Authority 2015), so z.B. eine Zunahme der Unsicherheit, mit der die Einschätzung der Tail-Risks (Risiken von sehr unwahrscheinlichen, aber äußerst extremen Naturkatastrophen) schon heute behaftet ist, die mit höherer Volatilität des Wetters aber noch zunehmen könnte.
- Falls die Schäden massiv steigen, so könnten sich gewisse Versicherungsverträge sowohl für Eigentums- als auch Lebensversicherungen²⁴ nicht mehr lohnen. Laut Einschätzung von konsultierten Experten könnten Versicherungskunden nicht mehr bereit sein, die erforderlichen Prämien zu bezahlen. Damit würden die Umsätze und Gewinne der Versicherer reduziert.
- Falls Versicherungen gewisse Schäden (z.B. bestimmte Gebäude) aufgrund sehr hoher Risiken nicht mehr versichern und/oder die Prämien massiv erhöhen, könnte dies zu regulativen oder politischen Eingriffen führen. Dies ist zum Beispiel im Fall von Flood Re passiert, einer obligatorischen Rückversicherung in Großbritannien, bei der alle Gebäudeversicherungsnehmer die Prämien von Haushalten mit hohen Flutrisiken mitfinanzieren (Carney 2015, Prudential Regulation Authority 2015). Politische Eingriffe können langfristig auch zum Zusammenbruch des Versicherungsmarktes führen, da sich Versicherer aus dem Markt zurückziehen, wie es das Beispiel der Sturmschadenversicherungen in Florida gezeigt hat (Schenker et al. 2014).
- Schadenverstärkende Effekte: Der Klimawandel könnte die Versicherer in Zukunft verstärkt indirekt über die Realwirtschaft und globale Wertschöpfungsketten treffen. Dies war z.B. bei den Fluten in Thailand 2011 der Fall, die zu Versicherungsfällen (z.B. Betriebsunterbrechungsversicherungen) in den Wertschöpfungsketten globaler Firmen führten (Fujita 2013).

Diese Herausforderungen können zusammengefasst zu drei Risiken für die Versicherungswirtschaft führen, die alle potenziell relevant für die Finanzmarktstabilität sind, da sie sowohl mögliche Wertverluste bei Versicherungen als auch bei bisher versicherten Firmen bedeuten können:

Nichtversicherbarkeit durch zu hohe Unsicherheit: Gewisse Schäden (z.B. Schäden an exponierten Gebäuden) könnten aufgrund sehr hoher Risiken durch Naturkatastrophen oder Unsicherheiten zu Schadenswahrscheinlichkeiten nicht mehr versichert werden (bzw. nur durch Rückstellungen der Versicherungsnehmer bei tiefem Zins), womit die Einnahmen der Versicherer sinken. Laut Interviews ist dieses Risiko aufgrund des Klimawandels kurz- und mittelfristig als äußerst gering einzustufen, daher entsteht daraus zumindest in kurz- und mittelfristiger Sicht kein relevantes Risiko für die Finanzmarktstabilität.

Verlust an Kunden durch steigende Prämien: Die Anpassung der Prämien ist eines der wichtigsten Mittel für Versicherungen, sich an erhöhte Schadenswahrscheinlichkeiten aufgrund des Klimawandels anzupassen, und bei erhöhten Prämien würden tendenziell weniger Kunden Versicherungen abschließen.

²⁴ In unseren Interviews mit Versicherern wurde allerdings eher der Bereich Eigentum auf der Schadensseite genannt. Lebensversicherungen scheinen eher durch die langfristigeren Anlagen vom Klimawandel betroffen.

Laut Interviews ist dieses Risiko eines Verlusts an Kunden durch steigende Prämien für Versicherungen klar bedeutender als das der Nichtversicherbarkeit aufgrund des Klimawandels. Box 1 im Kapitel 3.3.2.1 veranschaulicht exemplarisch für Hagelversicherungen in Deutschland, wie eine Prämienhöhung infolge des Klimawandels zu einer tieferen relativen Versicherungsdeckung führen könnte.

Auch wenn Versicherer aufgrund des Klimawandels Kunden verlieren sollten, so ist nicht zu erwarten, dass daraus ein direktes Risiko für die Finanzmarktstabilität infolge starker Verluste in Versicherungen entstehen sollte, da die Kundenverluste kaum abrupt und nur bei spezifischen Versicherungen geschehen.

Zahlungsausfälle und Konkurse: Bei einem Extremereignis könnten im Extremfall gewisse Versicherer nicht mehr ihren Verpflichtungen nachkommen und müssten unter Umständen in Konkurs gehen. Dies war etwa beim Hurrikan Andrew 1992 in den USA der Fall (McChristian 2012). Durch den Klimawandel könnten solche Extremereignisse wahrscheinlicher werden, und die Versicherer würden das nur zeitverzögert wahrnehmen. Falls Versicherer zahlungsunfähig werden, könnte sich dies über Ausfall von kritischen Versicherungsdienstleistungen oder Störungen im Markt für Wertpapierleihen auf die Finanzmarktstabilität auswirken (Batten et al. 2016).

Ein Risiko für die Finanzmarktstabilität aufgrund von Zahlungsunfähigkeit von Versicherungen ist aus mehreren Gründen sehr unwahrscheinlich. Erstens müssen nach Solvency II heutzutage Versicherungen auf Stufe Gesamtunternehmen Risikokapital für Verluste haben, die statistisch gesehen nur alle 200 Jahre vorkommen, d.h. bei korrekter Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten von Risiken sollte die Wahrscheinlichkeit für zu tiefes Risikokapital in einer bestimmten Institution pro Jahr deutlich unter 0,5% (100% dividiert durch 200 Jahre) liegen. Zweitens ist auch bei Konkurs einer Versicherung (mikroprudentielle Betrachtung) die Finanzmarktstabilität als Ganzes (makroprudentielle Betrachtung) in den meisten Fällen noch nicht in Frage gestellt: es ist unwahrscheinlich, dass alle Versicherer gleichzeitig Konkurs anmelden, und die Allianz zählt als einziger deutscher Versicherer zu den als global systemisch relevant eingestuften Institutionen (FSB 2015)²⁵. Die Wahrscheinlichkeit des Risikos wird als sehr gering und nicht extrem unwahrscheinlich eingeschätzt, da gewisse Studien (Standard & Poor's 2014; Lloyd's 2015) in Frage stellen, ob die Versicherungswirtschaft die Klimarisiken richtig einschätzen (kann), siehe Batten et al. (2016).

Massiver Verkauf von Anlagen: Falls Versicherungen bei Extremereignissen viele Anlagen schnell verkaufen müssen, um ihre Verpflichtungen zu erfüllen, so könnte sich dies zwar nicht direkt über die Versicherungen aber indirekt über den Wert von Anlagen negativ auf die Finanzmarktstabilität auswirken: ein massiver Verkauf von Anlagen durch Versicherungen würde die Anlagepreise drücken und somit die Bilanzen von Banken und anderen Finanzinstitutionen negativ beeinflussen (Batten et al. 2016). Aus diesem Faktor entsteht kein direktes, aber möglicherweise ein indirektes Risiko für die Finanzmarktstabilität.

3.2.1.4 Zusammenfassung

Insgesamt scheint es sehr unwahrscheinlich, dass physische Auswirkungen des Klimawandels die Finanzmarktstabilität kurz- und mittelfristig über direkte Risiken für die Versicherungswirtschaft gefährden, solange davon ausgegangen wird, dass die Versicherungswirtschaft die Schadenswahrscheinlichkeiten gut einschätzen kann.

Allerdings könnte der Klimawandel über Anpassungen in der Versicherungswirtschaft (insbesondere die Erhöhung von Prämien) zu bedeutenderen indirekten Risiken für die Finanzwirtschaft führen. Das nächste Kapitel diskutiert die mögliche Bedeutung solcher indirekter Risiken.

²⁵ Für den deutschen Finanzmarkt sind mehr Versicherungen systemrelevant.

3.2.2 Indirekter Einfluss (Zweitrundeneffekte)

Indirekte Einflüsse für die Finanzmarktstabilität bestehen, wenn Investoren in Firmen oder Staaten investiert haben, die vom Klimawandel betroffen sind.

3.2.2.1 Arten von indirekten Einflüssen

Bei indirekten Einflüssen geht es um Investitionen der Finanzwirtschaft in Firmen und Anlagen, deren Schäden nicht durch Versicherungen gedeckt sind. Fehlende Versicherungsdeckung kann mehrere Gründe haben:

- **Fehlende Nachfrage nach Versicherung auch ohne Klimawandel:** Schon heute ist der Versicherungsschutz fern von umfassend, vor allem in Ländern mit niedrigem Einkommen. Während Versicherungen ca. 37% der direkten Schäden von Naturkatastrophen in reichen Ländern in den Jahren 2008-2011 deckten, waren es nur 4% in Ländern mit mittlerem Einkommen und noch weniger in Ländern mit niedrigem Einkommen (Wirtz et al. 2013). Die deutsche Industrie ist nahezu zu 100% gegen die wichtigsten Naturkatastrophen versichert (Experteninterviews).
- **Zahlungsausfälle:** Bei extremen Verlusten könnten gewisse Versicherungen ihren Forderungen nicht mehr nachkommen, womit die Realwirtschaft (und eventuell der Staat) die Schäden selber decken müsste. Aufgrund der bisherigen Überlegungen ist die Wahrscheinlichkeit von Zahlungsausfällen in einer bestimmten Versicherungsfirma als deutlich geringer als 0,5% pro Jahr einzustufen, solange davon ausgegangen wird, dass Versicherungen für ihr Risikokapital korrekte Annahmen bzgl. Value-at-Risk (Werte im Risiko) treffen²⁶.
- **Nichtversicherbarkeit:** Gewisse Schäden (z.B. bestimmte Gebäude) könnten aufgrund sehr hoher Risiken oder Unsicherheiten durch den Klimawandel nicht mehr versicherbar sein, womit die Realwirtschaft die Schäden selber decken müsste. Laut Interviews ist dieses Risiko zumindest kurz- und mittelfristig als gering einzustufen (siehe oben).
- **Steigende Prämien und dadurch geringere Versicherungsdeckung:** Bei erhöhten Prämien würden tendenziell weniger Versicherungen abgeschlossen, womit Extremereignisse deutlich mehr ungedeckte Schäden in der Realwirtschaft verursachen würden. Dies ist wohl das wahrscheinlichste Szenario für eine sinkende Versicherungsdeckung aufgrund des Klimawandels. Wenn sich zum Beispiel die Prämien gewisser Versicherungen infolge des Klimawandels um 1% erhöhen, so könnte die relative Versicherungsdeckung um 0,1-1% abnehmen (siehe Box 1 in Kapitel 3.3.2).

Im Folgenden wird nicht unterschieden, aufgrund welcher dieser Faktoren die Versicherungsdeckung geringer ausfällt, sondern es wird diskutiert, welche Folgen diese fehlende Versicherungsdeckung für Investoren haben kann. Basierend auf der Literatur (Bansal und Ochoa 2011, Bansal et al. 2015, Standard & Poor's 2015b, 2015c, Hjort 2016) werden zwei Wege diskutiert, durch welche nicht-versicherte Schäden infolge des Klimawandels den Finanzmarkt betreffen:

- Verringerte Werte von Anlagen (direkte Schätzungen und Vergleich mit dem BIP);
- Herabstufung der Kreditwürdigkeit und Abschreibungen bei Anleihen und Krediten.

²⁶ Die Annahme korrekter Einschätzung bezieht sich auch auf alle Risiken einer Versicherungsfirma, nicht nur auf die physischen Risiken.

3.2.2.2 Verringerte Werte von Anlagen bei nicht-versicherungsgedeckten Schäden

Der Klimawandel wird die Börsenwerte gewisser Firmen verringern (Bansal und Ochoa 2011, Bansal et al. 2015) und anderer steigern. Falls Versicherer in Zukunft gewissen Firmen oder Anlagen die Versicherungsdeckung entziehen oder Firmen nicht mehr bereit sind, Prämien zu bezahlen, so kann dies den Wert gewisser Anlagen (Carney 2015) mindern und bei eintretenden Ereignissen auch die effektive Wertschöpfung verringern.

Dietz et al. (2016) schätzen, dass sich globale finanzielle Vermögenswerte ohne Abkehr von den heutigen Emissionspfaden vom Klimawandel um etwa 2% verringern würden. Allerdings ist die Unsicherheit sehr groß: Im 99%-Perzentil der Wahrscheinlichkeitsverteilung sind schon 19% aller Vermögenswerte bedroht. EIU (2015) geht davon aus, dass bei einer Erwärmung von 5 Grad bis 2100 etwa 10% aller Vermögenswerte bedroht sind. Covington und Thamotheram (2015) gehen von bedeutender Unsicherheit bei solchen Schätzungen aus: Je nach Robustheit von Volkswirtschaften (Anpassung, Regulationen und präventiven Maßnahmen) können 1-20% der Vermögenswerte in Gefahr sein, falls die Erwärmung um 2070 etwa 4 Grad Celsius erreicht. Dabei gehen sie von vollständig diversifizierten Portfolios und keinen irreversiblen Schäden aus; falls Portfolios nicht diversifiziert und gewisse Schäden irreversibel sind, könnten die Schäden noch höher sein.

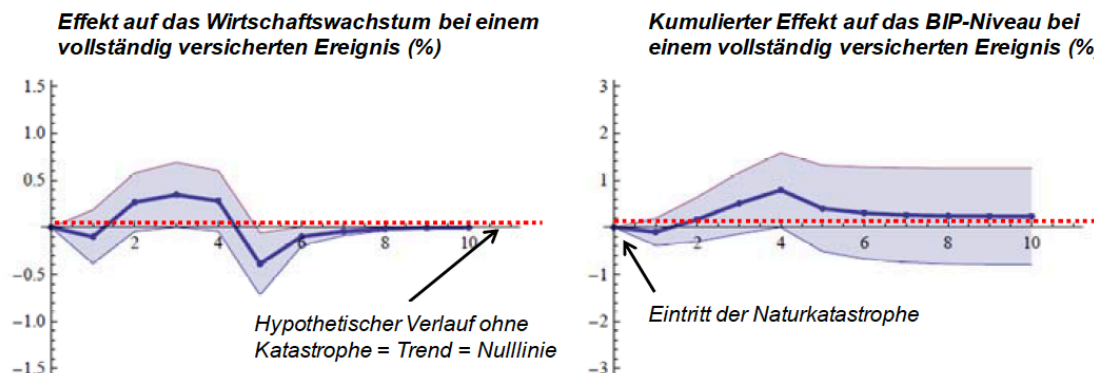
Im Zusammenhang mit den Börsenwerten besteht möglicherweise die Gefahr, dass Anleger die Klima-Exponierung einzelner Firmen nur schwer abschätzen können, da diese nicht transparent bezüglich des Umgangs mit physischen Risiken sind: Laut Sustainability Accounting Standards Board (Rogers 2016) berichten 30% der größten US-Firmen gar nicht zu den physischen Effekten des Klimawandels, 35-40% nutzen standardisierte Textbausteine zu physischen Risiken, 20-25% geben industriespezifische Risiken an, und nur ca. 5% benutzen eine firmenspezifische Risiko-Analyse für ihre eigene Firma.

Verringerte Werte von Anlagen bei Investitionen entlang des Bruttoinlandsprodukts (BIP): Börsenwerte folgen längerfristig der Entwicklung des BIP, auch wenn die Korrelation nicht perfekt ist (MSCI 2010). Daher bietet das BIP eine interessante Annäherung daran, wie sich der Klimawandel auf die Vermögenswerte am Finanzmarkt auswirken könnte. Laut IPCC sind die totalen ökonomischen Kosten der physischen Auswirkungen des Klimawandels schwierig einzuschätzen und dürften bei einer Erwärmung von 2 bis 3 Grad Celsius ca. 0-3% des **globalen BIP** betragen (Arent, et al. 2014); bei stärkerer Erwärmung dürften die Schäden deutlich höher sein. Typische ökonomische Modelle gehen bei einer Erwärmung um 5 Grad Celsius von Schäden von 5-10% des BIP aus. Allerdings sind diese Modelle nicht sehr gut geeignet, um Schäden bei solch massiven Klimaänderungen abzuschätzen, da sie bestimmte Klimarisiken nicht berücksichtigen, u.a. weil es keine historischen Daten für solche Szenarien gibt. Das heißt, sie unterschätzen die effektiven Schäden wohl massiv (Stern 2013). Außerdem würden die Kosten bei sehr unwahrscheinlichen, aber äußerst extremen Katastrophen ('tail risks') massiv steigen (Weitzman 2009), die Möglichkeit solcher Ereignisse ist aber sehr schwierig einzuschätzen.

Bei allen Prognosen muss berücksichtigt werden, dass die effektiven Nettoschäden aufgrund von Anpassungsmaßnahmen tiefer liegen könnten.²⁷ Post-Desaster-Maßnahmen können kurzfristig bis mittelfristig das BIP über Investitionen auch erhöhen (siehe Abbildung 6).

²⁷ Laut IPCC (Chambwera et al. 2014) steht die ökonomische Bewertung von Anpassungsmaßnahmen (auf aggregierter Ebene) noch am Anfang, aber es kann davon ausgegangen werden, dass Anpassungsmaßnahmen die ökonomischen Kosten senken (da es eine Reihe von Maßnahmen gibt, die mehr Nutzen als Kosten haben). Eine neuere EU-Studie findet weniger vorteilhafte Kosten-Nutzen-Verhältnisse in effektiv implementierten Anpassungsmaßnahmen, da bei theoretischen Studien oft die Transaktionskosten ausgeklammert werden (ECONADAPT 2015).

Abbildung 6: Effekt eines vollständig versicherten Ereignisses auf das Wirtschaftswachstum



Quelle: Munich Re (2013)

Die Schäden im Verhältnis zum BIP sind regional sehr unterschiedlich (massiv höher in Afrika und Südasien) und könnten höher als erwartet liegen, da viele Modelle nur die einjährigen, aber nicht die längerfristigen Auswirkungen ökonomischer Schocks einrechnen (Estrada, Tol und Gay-García 2015).

Trotz Unsicherheiten zeigt schon die Größenordnung der zu befürchtenden Verluste, dass von prognostizierten Wertverlusten bei nicht-versicherten Schäden global kaum eine Gefahr für die Finanzmarktstabilität entsteht: Gehen wir in einem Extremszenario von 5 Grad Celsius Erwärmung bis in 100 Jahren und damit verbundenen Wertverlusten von 10% des BIP aus sowie von 100% Nicht-Versicherung der zusätzlichen Schäden als extreme Annahme, so würde dies eine Verringerung der Vermögenswerte bzw. des BIP von ca. 0,1% pro Jahr bedeuten. Das globale BIP, und damit die Vermögenswerte dürften im gleichen Zeitraum deutlich stärker wachsen.

3.2.2.3 Herabstufung der Kreditwürdigkeit und Abschreibung von Krediten

Laut Batten et al. (2016) haben nicht-versicherte Schäden nicht nur geringere Anlagewerte zur Folge, sondern können auch weiterreichende Auswirkungen auf den Kreditmarkt haben: durch weniger starke Bilanzen von Firmen, Haushalten und Staaten erhöht sich das Ausfallrisiko von Krediten und somit tendenziell die Menge an zukünftig verfügbaren Krediten.

Kreditwürdigkeit von Staaten

Im Extremfall könnten sich Naturkatastrophen infolge des Klimawandels auf die *Kreditwürdigkeit* von Staaten und Firmen auswirken, u.a. durch geringere Wertschöpfung und eine höhere staatliche bzw. betriebliche Verschuldung zur Deckung der Schäden. Im Falle von Grenada und Neuseeland hatten bestimmte Naturkatastrophen (Hurrikan bzw. Erdbeben) in der Vergangenheit eine Herabstufung der Kreditwürdigkeit zur Folge (Munich Re 2013). Auch wenn diese Naturkatastrophen nur teilweise bzw. nicht mit dem Klimawandel zusammenhängen, zeigen sie die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Kreditwürdigkeit durch Extremereignisse.

Laut Untersuchungen von Standard & Poor's (2015c, 2015d) besteht die Gefahr, dass die Kreditwürdigkeit gewisser Staaten durch klimabedingte Extremereignisse herabgestuft werden könnten, allerdings nicht in einem Maß, das für die Finanzmarktstabilität relevant wäre (mehrere Stufen (Notches²⁸) auch im Falle von OECD-Ländern). Laut Standard & Poor's (2015c) verstärkt der Klimawandel die Herabstufung der Kreditwürdigkeit eines Landes infolge 250-jähriger

²⁸ Als Hauptstufen der Kreditwürdigkeit gelten AAA, AA+, AA, AA-, A+, A, A-, BBB+, BBB usw. Eine Herabstufung um eine Stufe (Notch) ist z.B. ein Wechsel von AA+ zu AA oder A- zu BBB+.

Extremereignisse²⁹ (Fluten & Hurrikane) im Schnitt um 0,23 Stufen im Falle von Entwicklungs- und Schwellenländern, und um 0,04 Stufen im Falle von Industrieländern. Im Extremfall kann der Klimawandel die Herabstufung der Kreditwürdigkeit um 1,8 Stufen bewirken (Thailand, im Fall einer 250-jährigen Flut) und die Staatsschulden um bis zu 42% des BIP erhöhen (Barbados, Sturm).

Dabei ist zu beachten, dass viele solcher Extremereignisse auch ohne Einwirkungen des Klimawandels zu einer Herabstufung um mehr als 4 Stufen führen (z.B. Fiji, Barbados und Bahamas im Fall eines tropischen Sturms). Im Fall von Westeuropa liegt die Herabstufung der Kreditwürdigkeit infolge 250-jähriger Fluten zwischen 0,08 (Deutschland, Frankreich) und 0,47 (Niederlanden), und die zusätzliche Herabstufung durch den Klimawandel liegt noch tiefer, zwischen 0,01 (Deutschland, Frankreich) und 0,05 (Niederlanden). Winterstürme haben weniger starken Einfluss (Standard & Poor's 2015c). Auch wenn die Untersuchungen von Standard & Poor's (2015c) den gleichen Unsicherheiten unterliegen wie generelle Prognosen im Zusammenhang mit dem Klimawandel, so zeigt schon die Größenordnung (0,04 Stufen im Fall der finanzmarktrelevanten Industrieländer), dass kaum ein Risiko für die Finanzmarktstabilität besteht. Laut einem Experteninterview wäre sogar die Herabstufung eines bedeutenden Industrielandes um eine Stufe noch keine Gefahr für die Finanzmarktstabilität.

Kreditwürdigkeit von Firmen

Klimarisiken können nicht nur die Kreditwürdigkeit von Staaten, sondern auch diejenige von Firmen gefährden: Einerseits wirkt sich die länderspezifische Kreditwürdigkeit auch auf die Kreditwürdigkeit von Unternehmen aus. Andererseits können Naturkatastrophen die Kreditwürdigkeit von Firmen auch direkt über nicht-versicherte Schäden gefährden.

Laut Standard & Poor's (2015b) haben Umwelt- und Klimaereignisse schon 19-mal zu einer Herabstufung einer Firma geführt, u.a. bei der US-Energiefirma Energy X infolge einer höheren Wahrscheinlichkeit von Hurrikanen bzw. Stürmen im Golf von Mexiko. Während Herabstufungen aufgrund von Naturkatastrophen in der Vergangenheit sehr selten waren, könnte der Klimawandel über häufigeres und verstärktes Auftreten von Extremereignissen (in Kombination mit der verstärkten globalen Verflechtung) zu höheren Risiken für die Kreditwürdigkeit von Firmen führen (Standard & Poor's 2015b).

Höheres Ausfallrisiko von Krediten

Eine Herabstufung der Kreditwürdigkeit führt in den allermeisten Fällen noch nicht zu einem Zahlungsausfall der Zinsen oder des Nominalwerts, bedeutet aber ein höheres Ausfallrisiko. Bei höheren Ausfallrisiken von Krediten (via schwächere Bilanzen) würden Banken tendenziell weniger Kredite vergeben (Batten et al. 2016).

Aufgrund mehrerer Faktoren scheint kurz- und mittelfristig das Risiko sehr gering, dass aufgrund von nicht-versicherten Schäden und der Folgen für den Kreditmarkt die Finanzmarktstabilität gefährdet ist. Erstens ist ein großer Teil betroffener Firmen in Industrieländern versichert. Zweitens gibt es nur sehr wenige Fälle einer Herabstufung von Firmen infolge von Unwetterereignissen. Drittens decken Nationalstaaten bei Extremereignissen oft einen Teil der nicht-versicherten Schäden, und daher ist auch bei erhöhter Nicht-Versicherbarkeit (u.a. aufgrund erhöhter Prämien) das Risiko gering, dass Firmen und Privathaushalte zahlungsunfähig werden. Viertens besteht eine extrem geringe Wahrscheinlichkeit einer Herabstufung der Kreditwürdigkeit von Staaten in Industrieländern (erwartete Herabstufung um 0,04 bei einem Ereignis mit Wahrscheinlichkeit von 0,4% pro Jahr), und daher sollten Industrieländer die Risiken von Kreditausfällen auffangen können, wenn der politische Wille dafür vorhanden ist. Aufgrund der Unsicherheit bezüglich politischer Entscheide wird das Risiko

²⁹ 250-jährige Extremereignisse sind Unwetter-Ereignisse, die in dieser Intensität nur alle 250 Jahre auftreten.

für die Finanzmarktstabilität nicht als extrem gering, sondern immerhin als sehr gering (also etwas wahrscheinlicher) eingestuft.

3.2.2.4 Zusammenfassung

Der Klimawandel sollte auch bei Betrachtung von Zweitrundeneffekten, also Investitionen sowohl in Aktien als auch in Unternehmens- und Staatsanleihen vom Klimawandel betroffener Unternehmen und Staaten zu sehr geringen Risiken für die Finanzmarktstabilität führen. Allerdings gehen die heutigen Betrachtungen zumeist von einer Erwärmung von maximal 2 bis 4 Grad aus. Die Risiken verstärken sich allerdings bei zunehmender Erwärmung, insbesondere da Nicht-Linearitäten eine größere Rolle spielen.

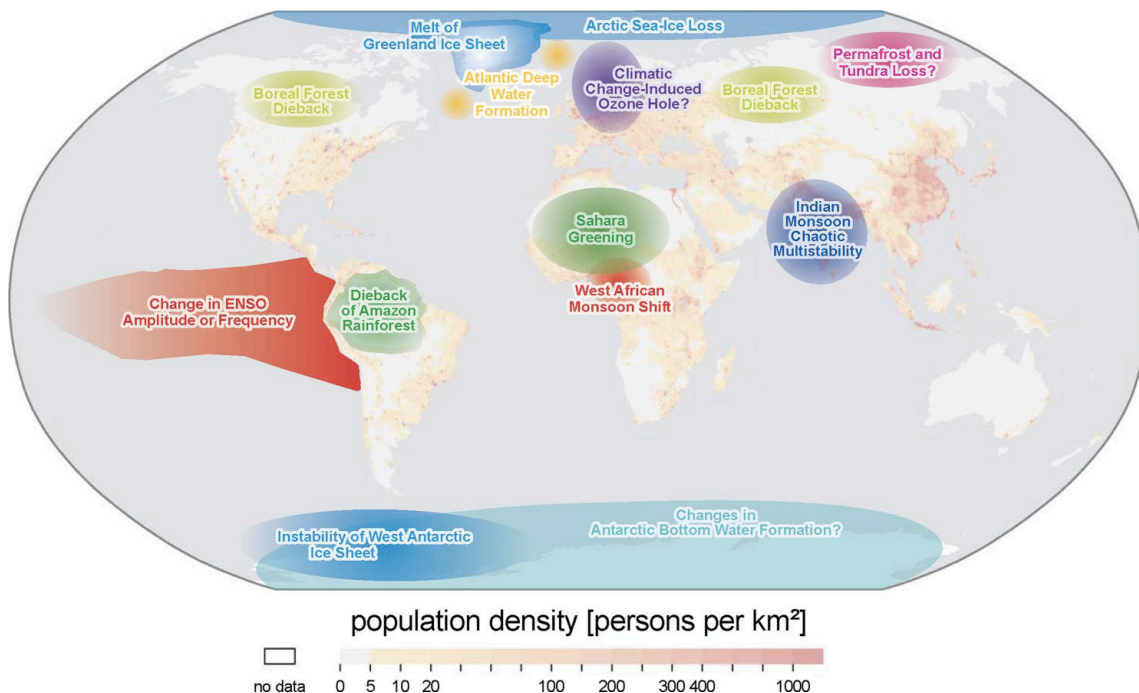
3.2.3 Nicht-Linearität bei physischen Risiken

Die bisherigen Betrachtungen zu physischen Risiken gehen von relativ gut prognostizierbaren, linearen Auswirkungen des Klimawandels aus, d.h. die physischen Risiken würden sich je nach globaler Erwärmung graduell verstärken.

Es gibt eine Reihe von Nicht-Linearitäten bei physischen Risiken, die einen Einfluss auf die Finanzmarktstabilität haben können. Eine Studie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung im Auftrag der Weltbank bespricht u.a. mögliche nicht-lineare Auswirkungen in sozialen Systemen (z.B. Reaktion von Finanzmärkten, Auswanderungswellen), interkorrelierte Auswirkungen und Kaskaden von Auswirkungen (z.B. Auswirkungen in einer Weltregion über Wertschöpfungsketten auf andere Weltregionen).

Die offensichtlichste Nicht-Linearität ist jedoch eine bei stetiger Erwärmung überproportional steigende Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen. Eine überproportionale Verstärkung von Extremereignissen könnte u.a. auftreten, wenn es bei stärkerer Erwärmung zu Nicht-Linearitäten im Klimasystem selber kommt. In den letzten Jahren haben Klimawissenschaftler verstärkt das mögliche Auftreten von Kipppunkten („Tipping Points“) im Klimasystem diskutiert (Lenton, et al. 2008). Ein Kipppunkt wird als kritischer Schwellenwert im Klimasystem (z.B. THG-Konzentration in der Atmosphäre) bezeichnet, bei dem eine kleine Störung den ganzen Status oder die Entwicklung eines Systems qualitativ verändern kann. Abbildung 7 zeigt mögliche Kippelemente im Klimasystem, z.B. das Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes, was über eine geringere Albedo (Rückstrahlungsvermögen) zu einer sich verstärkenden Klimawirkung führen würde. Allerdings ist zu bemerken, dass Kipppunkte eher Phänomene sind, die einen Zeithorizont von Jahrzehnten haben. Daher führen Kipppunkte nicht unmittelbar zu verändertem Auftreten von Extremereignissen, was es den Versicherern erleichtern wird, die Veränderungen durch Beobachtungen in der Naturgefahrenmodellierung abzubilden.

Abbildung 7: Karte der politikrelevanten möglichen Kippunkte im Klimasystem



Quelle: Lenton, et al. (2008)

Die Möglichkeit von Nicht-Linearitäten erschwert die Prognostizierbarkeit von physischen Klimarisiken. In den Experteninterviews kam allerdings klar zum Ausdruck, dass sich die meisten Finanzmarktakteure kaum mit solchen Nicht-Linearitäten befassen. Vielmehr bereiten ihnen bereits die linearen Auswirkungen des Klimawandels Schwierigkeiten. Viele Experten verlassen sich primär auf die Studien der Versicherungswirtschaft bzw. bewerten, ob Unternehmen gegen Katastrophen-Risiken versichert sind. Die größeren deutschen Versicherer selber befassen sich durchaus für längerfristige Szenarien auch mit Nicht-Linearitäten durch Kippunkte, betrachten diese aber als Risiko ohne unmittelbare Auswirkungen auf ihr eigenes Geschäft in kurz- bis mittelfristiger Sicht³⁰.

3.3 Physische Risiken für den Finanzmarkt in Deutschland

3.3.1 Direkte Auswirkungen in Deutschland

Primär sind für die Finanzmarktstabilität die globalen Auswirkungen entscheidend, da deutsche Finanzmarktakteure international investieren und die größeren Versicherer überwiegend Risiken in den USA und anderen europäischen Ländern versichern. Allerdings gibt es eine Reihe von Finanzmarktakteuren, die primär in Deutschland agieren, so z.B. kleinere Erstversicherer und Regionalbanken. Auch bei Krediten als wesentlicher Anlageklasse ist der deutsche Finanzmarkt zu 60% im Inland investiert (Deutsche Bundesbank 2016a). Diese Thematik wird im

³⁰ Die Sicht der größeren Firmen im Versicherungsmarkt, dass Kippunkte kurz- und mittelfristig nicht von Bedeutung sind, ist im Einklang mit der Klimawissenschaft, welche sogar in den konservativsten IPCC-Szenarien eine 2-Grad-Erwärmung erst um ca. 2040 und eine 3-Grad-Erwärmung erst um ca. 2060 erwartet. Bei mittlerer Erwärmung (2-4 Grad Celsius) schätzen 43 befragte Klimawissenschaftler die Wahrscheinlichkeit, dass zumindest einer der Kippunkte eintreffen würde, auf 16% (konservative Schätzung), erst bei einer Erwärmung von mehr als 4 Grad Celsius schätzen sie die Wahrscheinlichkeit auf 56% und mehr.

Zusammenhang mit Transitionsrisiken ebenfalls in Kapitel 4 aufgegriffen. Daher wird die globale um eine deutsche Sichtweise ergänzt.

Auch für Deutschland gibt es keine Studie, welche die *operationellen* Risiken des Klimawandels für die Finanzwirtschaft vertieft untersucht. Das Thema wurde von unseren Interviewpartnern auch nie aufgebracht, wenn sie nach den Klimarisiken für ihre Firmen befragt wurden. Deshalb beschränkt sich dieses Kapitel auf die direkten *physischen Risiken* für die Versicherungswirtschaft.

3.3.1.1 Entwicklung von Schadensereignissen in Deutschland

Allgemein ist in Deutschland ein Anstieg der Schäden von Extremereignissen, die durch den Klimawandel beeinflusst sind, festzustellen. Dieser Anstieg ist sogar dann noch statistisch signifikant, wenn Veränderungen im Bruttosozialprodukt, in der Bevölkerungszahl, im Einkommen pro Kopf und in der Versicherungsdurchdringung berücksichtigt werden (Barthel und Neumayer 2012).

Die Literatur erwartet in diesem Jahrhundert eine weitere durch den Klimawandel bedingte Erhöhung der Versicherungsschäden in Deutschland, primär in Folge von Winterstürmen, Hagelschäden, Hochwasser und möglicherweise dem Anstieg des Meeresspiegels. Da allen Prognosen verschiedene Annahmen zugrunde liegen, die mit hoher Unsicherheit behaftet sind, wird in der Folge die Spannweite der Ergebnisse verschiedener Szenarien angegeben:

- **Winterstürme** (Held et al. 2013): Die Schäden aufgrund von Winterstürmen könnten sich im moderaten IPCC-Szenario A1B³¹ im 10-Jahres-Mittel für die Periode 2011-2040 gegenüber dem langjährigen Mittel (1971-2010) um 6-35% erhöhen (Spannbreite von 3 Szenarien); für die Periode 2071-2100 könnten die Schäden sogar um 40-55% gegenüber der gleichen Basis steigen. Dabei sind keine Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt. Der Versicherungssektor geht davon aus, dass diese Änderungen in bestehenden Versicherungsmodellen berücksichtigt werden können (Held et al. 2013). Die Schäden von Winterstürmen dürften v.a. in Nordwest- und Südwestdeutschland stark zunehmen (GDV 2011b). Die Zunahme der versicherten Wintersturm-Schäden in den letzten 30 Jahren ist statistisch signifikant, sogar bei einer Kontrolle hinsichtlich wichtiger Variablen (Barthel und Neumayer 2012).
- **Hagel/Sommer-Stürme** (GDV 2011b): Die Schäden könnten sich im 10-Jahres-Mittel für die Periode 2011-2040 gegenüber dem langjährigen Mittel (1984-2008) um 7% erhöhen; für die Periode 2041-2070 dürften die Schäden sogar um 28% gegenüber der gleichen Basis steigen. Der (mittlere) Schadensatz (Verhältnis von Schadensumme zur Versicherungssumme) des stärksten Sturms pro Jahr, steigt von 0,35‰ im langjährigen Mittel 1971-2000 auf 0,85‰ in der Periode 2011-2040 und auf über 1,4‰ in der Periode 2041-2070. Was aus Sicht der Finanzmarktstabilität besonders relevant ist: die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen nimmt stark zu; ein 50-Jahr-Ereignis wird neu zum 10-Jahr-Ereignis. Die Sommerstürme dürften v.a. im Osten von Deutschland stark zunehmen.
- **Hochwasser** (GDV 2011a, GDV 2011b): Die Schäden von EUR 0,46 Milliarden / Jahr im Einzugsgebiet der fünf größten deutschen Flüsse (Rhein, Ems, Weser, Elbe, Donau) im Zeitraum 1961-2000 erhöhen sich laut dem extremsten Szenario auf bis zu EUR 1,44 Milliarden / Jahr im Zeitraum 2011-2040 und bis zu 1,51 Milliarden EUR / Jahr im Zeitraum 2071-2100. Auch die Wahrscheinlichkeiten von Extremereignissen erhöhen sich: ein 50-Jahr-Ereignis wird zum 25-Jahr-Ereignis. Die Schäden könnten effektiv noch

³¹ In den letzten Jahren lagen die effektiven CO₂-Emissionen deutlich über den angenommenen Emissionen des Szenario A1B, das Szenario könnte aber durch das Pariser Abkommen langfristig wieder mit den effektiven Emissionen kompatibel werden (E-Mail Kommunikation von Hermann Held, 27. Juni 2016).

höher liegen, da die realen CO₂-Emissionen zurzeit höher sind als die zu dieser Zeit angenommenen Emissionen laut den zugrundeliegenden IPCC-Szenarien. Die deutsche Wirtschaft ist relativ gesehen nur schwach von Hochwassern betroffen. So hat Deutschland einen physischen Schutz (z. B. Dämme) für Hochwasser, die nur ca. alle 100 Jahre eintreffen, und zählt hiermit zu dem am wenigsten exponierten Fünftel aller untersuchten Länder weltweit (Hallegatte et al. 2016).

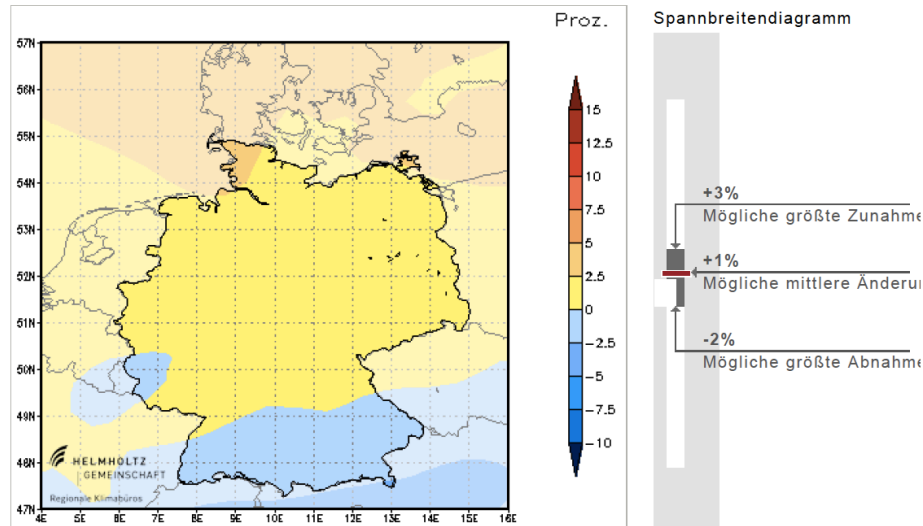
- **Meeresspiegelanstieg:** Der Anstieg des Meeresspiegels dürfte zu höheren Versicherungsschäden entlang der norddeutschen Küste führen, u.a. durch Sturmfluten.

Bei diesen Prognosen ist wichtig zu beachten, dass große Unsicherheiten in den Modellen bestehen, z.B. nehmen Windstärke und Niederschläge je nach Modell in Deutschland ab oder zu, siehe Abbildung 8.

Abbildung 8: Mögliche mittlere Änderung der mittleren Windgeschwindigkeit Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990)

Deutschland: Mögliche mittlere Änderung der mittleren Windgeschwindigkeit im Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990): Unklar

B2 - ECHAM4 - RCOA0



Quelle: Helmholtz (2016)

3.3.1.2 Auswirkungen der Schäden

Trotz steigender Schäden bleiben Versicherer und Rückversicherer in Interviews und Studien (GDV 2011b) optimistisch, dass sie auf diese Schaden-Szenarien vorbereitet sind bzw. sich vorbereiten könnten. Dies hängt nicht nur mit der Möglichkeit verschiedenster Anpassungsmaßnahmen der Versicherungswirtschaft zusammen (siehe Kapitel 3.2), sondern auch mit der Tatsache, dass die deutsche Versicherungswirtschaft ohne weitere Probleme mit versicherten Schäden von EUR 1,8 Milliarden (Elbe-Flut im Jahre 2002) und EUR 2,4 Milliarden (Sturm Kyrill im Jahre 2007) im Fall von Einzelereignissen umgegangen ist. Die Versicherer haben auch aus den 1990er Jahren gelernt (Weiterentwicklung von Modellen und der Risikoeinschätzung), als Hurrikan Andrew in den USA zu Schäden von USD 12,5 Milliarden führte und 11 Versicherer in die Insolvenz trieb, obwohl im Vorfeld weit größere Schäden von USD 20-30 Milliarden als möglich betrachtet wurden und Rückversicherungen vorhanden waren.

Bei allem Optimismus der Versicherungswirtschaft ist festzuhalten, dass es noch sehr schwierig ist, die längerfristige Situation bis 2100, wenn die Erwärmung steigen wird, einzuschätzen. Heutige Modelle projizieren Extremereignisse bis 2100, obwohl sie meist nur auf Daten der letzten 30 Jahre basieren (Lloyd's 2015). Außerdem besteht auch bei kurzfristigen Prognosen

keine Sicherheit, dass die Schadenswahrscheinlichkeiten aufgrund historisch-statistischer Daten korrekt eingeschätzt werden können.

3.3.1.3 Einfluss von Schadensereignissen außerhalb Deutschlands

Während die kleineren Versicherungen in Deutschland sehr stark auf den einheimischen Markt fokussiert sind, haben größere Erstversicherer und Rückversicherer eine internationale Ausrichtung. Im internationalen Geschäft werden ähnliche Anpassungsstrategien wie Informationen für Versicherte, Prämienänderungen und Rückstellungen wie im inländischen Geschäft getroffen. Tendenziell beschäftigen sich aber gerade die international tätigen deutschen Versicherer aufgrund ihrer Größe stärker mit dem Klimawandel und mit Veränderungen bei Extremereignissen, u.a. durch komplexere Modelle, Daten und Studien (siehe z.B. Munich Re 2013, Munich Re 2016b). Drittens ist der internationale Markt sehr stark auf Industrieländer ausgerichtet und daher auf Länder mit guter Datenlage bezüglich Klimamodellen und Extremereignissen. Aus diesen und anderen Gründen sehen interviewte Experten geringe physische Risiken für die deutschen Versicherer im internationalen Geschäft.

3.3.1.4 Zusammenfassung

Geht man von einer korrekten Einschätzung der physischen Risiken durch deutsche Erst- und Rückversicherer aus (sowie der weiteren, geschäftsrelevanten Risiken), so sollte aufgrund des Risikokapitals, das in Deutschland sogar noch über den gesetzlichen Mindestanforderungen liegt, das Risiko von Zahlungsausfällen in einer bestimmten Versicherungsfirma deutlich geringer als 0,5% pro Jahr sein. Daher ist das direkte Risiko für die Finanzmarktstabilität äußerst gering. Dabei bleibt wichtig, dass gerade die größeren Erst- und Rückversicherer in Deutschland gut über den Klimawandel informiert sind, nicht nur wegen ihrer eigenen Bedeutung für den Versicherungsmarkt, sondern auch, weil sie wesentliche Informationen an kleinere Akteure weiterleiten.

3.3.2 Indirekte Auswirkungen für den deutschen Finanzmarkt

3.3.2.1 Verringerte Werte von Anlagen bei nicht-versicherungsgedeckten Schäden

Ein größeres Risiko für den Finanzmarkt als durch direkte Risiken besteht darin, dass ein Teil der physischen Risiken nicht direkt über die Versicherungswirtschaft aufgefangen wird, denn nicht-versicherte Schäden verursachen Verluste für Finanzinvestoren. So haben nur 28% aller deutschen Hauseigentümer eine Elementarschadenversicherung, was zu Risiken für Immobilien-Investoren führt. Landwirte sind meist gegen Hagel, aber oft nicht gegen andere Naturkatastrophen versichert (GDV 2011b). Eine Erhöhung der Versicherungsquoten ist dabei aus Sicht der Versicherer kein Problem, z.B. könnten 98,5% aller Gebäude heute problemlos gegen Überschwemmung versichert werden (GDV 2011b).

In der deutschen Industrie liegt die relevante Versicherungsdeckung zwar laut Experteninterviews nahe 100%, aber die prognostizierten erhöhten Schäden werden wahrscheinlich zu höheren Prämien führen, womit sich die Quote der versicherten Schäden verringern könnte (siehe Box 1). Daher könnte der deutsche Finanzmarkt in Zukunft durchaus mit erhöhten Abschreibungen bzw. Wertverringerungen von Aktien durch nicht-versicherte Unwetterschäden konfrontiert sein.

In der Literatur finden sich keine Studien zu Wertverlusten deutscher Anlagen infolge physischer Auswirkungen. Um die **Größenordnung möglicher Abschreibungen** bzw. Kursrückgängen von Aktien abzuschätzen, werden daher Prognosen für das BIP betrachtet, da das BIP eine längerfristige Korrelation mit den Börsenwerten hat (siehe 3.2). In Deutschland wird der Klimawandel je nach Studie **bis 2050 Schäden von ca. 0,1-0,6% des deutschen BIP** verursachen und bis 2080 0,3-0,7% (Hirschfeld, et al. 2015). Auch im Fall von Deutschland

sollten die effektiven Netto-Schäden aufgrund von Anpassungsmaßnahmen allerdings tiefer liegen.

Box 1: Mögliche Änderung der relativen Versicherungsdeckung im Falle von steigenden Prämien

Anhand eines Beispiels soll aufgezeigt werden, wie sich die relative Versicherungsdeckung im Fall steigender Prämien infolge des Klimawandels entwickeln könnte. Laut Studien des GDV (2011b) könnten im Zeitraum 2011-2040 etwa 7% höhere Schäden bei Hagel und Sommergewittern gegenüber dem langjährigen Schnitt entstehen. Damit könnte die Versicherungswirtschaft die Prämien von Versicherungen, welche solche Schäden abdecken, um 7% erhöhen³². Cabas et al. (2008) stellten im Falle von Kanada fest, dass eine Erhöhung von Versicherungsprämien für Ernteaufälle um 1% zu einer um 0,3-0,4% geringeren Nachfrage nach der Versicherung führt. Eine Übersicht von Grace et al. (2004) zeigt schwächere Nachfragerückgänge für Ernteaufallversicherungen von 0,1-0,3% pro 1% Prämienerrhöhung und höhere von bis zu 1% bei anderen Versicherungen, u.a. für Gebäude. Nimmt man diese Zahlen als Spannbreite, so könnte eine Erhöhung der Prämien für eine Hagelversicherung von 7% zu einer um ca. 1-7% tieferen Nachfrage nach der Versicherung in Deutschland führen. Zudem können höhere Versicherungsprämien zu einer sogenannten adversen Selektion führen: Versicherungsnehmer mit geringen Risiken kündigen die Verträge, während Kunden mit hohen Risiken die Verträge beibehalten, womit die Kundenbasis der Versicherungen risikoreicher wird.

Das UBA (2012a) identifiziert acht **Anpassungsmaßnahmen** mit positivem Nutzen-Kostenverhältnis³³, die einen Nettonutzen von mindestens 6 Milliarden EUR oder 0,15% des BIP im Jahre 2050 erzielen würden. Zieht man den Nutzen dieser Anpassungsmaßnahmen von 0,15% des BIP im Jahr 2050 von den maximalen Schäden von ca. 0,6% des deutschen BIP im Jahr 2050 ab, so sollten **maximale Nettoschäden von 0,45% des deutschen BIP im Jahre 2050** entstehen.

Bei maximalen Nettoschäden von 0,45% des deutschen BIP im Jahre 2050 und (der extremen Annahme) einer vollständigen Übertragbarkeit auf den inländischen Finanzmarkt sollten die Börsenwerte im Durchschnitt bis 2050 aufgrund von Klimaschäden in Deutschland um maximal 0,013% pro Jahr sinken³⁴. Damit stellen **die physischen Auswirkungen des Klimawandels auf die deutsche BIP-Entwicklung ein äußerst geringes Risiko für die Finanzmarktstabilität dar.**

3.3.2.2 Risiken durch globale Vernetzung

Weitere Risiken ergeben sich durch die globale Verflechtung der deutschen Wirtschaft, u.a. durch Investitionen der Finanzwirtschaft, Wertschöpfungsketten und in Absatzmärkten. Wenn global das BIP in Folge des Klimawandels z.B. um 2-3% sinkt (siehe vorheriges Kapitel), dann dürfte sich dies auch auf den Finanzmarkt Deutschland auswirken. Die deutschen Exporte könnten bis 2050 aufgrund von Klimaschäden in Absatzmärkten um 1,3-3,6% sinken (Schenker 2013). Der Einfluss des Klimawandels auf die Wertschöpfungsketten deutscher Firmen wurde bisher nicht untersucht.

Fujita (2013) zeigt exemplarisch für den Fall der großen Fluten in Thailand auf, dass solche Ereignisse einen Einfluss auf die Wertschöpfungsketten internationaler Firmen haben können.

³² Dies ist eine vereinfachte Annahme, bei der Prämienfestlegung spielt auch die Anpassung des Risikokapitals sowie die allgemeine Marktlage eine Rolle.

³³ 0,01% ist der jährliche Verlust bei Investitionen nur in Deutschland und Wertverlusten von 0,45% bis 2050; 0,1% ist der jährliche Verlust bei kompletter Abhängigkeit von Export und 3,6% Exportverlusten bis 2050. 3,6% wäre auch ein extremer Wert für globale BIP-Verluste bis 2050 (Arent, et al. 2014)

³⁴ Die 0,45% bis 2050 wurden durch 34 Jahre (Differenz zwischen 2050 und 2016) dividiert. In dieser Berechnung sind auch direkte Risiken für die Finanzwirtschaft enthalten.

Wenz und Levermann (2016) diskutieren, dass die internationale Vernetzung von Wertschöpfungsketten in den letzten 20 Jahren zugenommen hat und sich daher zukünftige Klimaschäden über den internationalen Handel noch verstärken können. Daher ist es in einem Extremszenario maximaler internationaler Verflechtung der deutschen Finanz- und Realwirtschaft auch möglich, dass – analog zu den Verlusten bei deutschen Exporten und dem globalen BIP – am deutschen Finanzmarkt Wertverluste von bis zu 3-4% bis 2050 entstehen. **Je nach internationaler Verflechtung könnten die Anlagewerte in Deutschland also bis 2050 eher um maximal 0,01% bis 0,1% pro Jahr sinken.** Auch diese Werte stellen im Vergleich mit üblichen Börsenkursschwankungen von bis zu 5-10% pro Tag eine äußerst geringe Gefahr für die Finanzmarktstabilität dar.

Die Finanzwirtschaft selbst kann dieses Risiko weiter minimieren, indem sie eigene Anpassungsmaßnahmen trifft und Maßnahmen in der Realwirtschaft fördert. Der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV 2011b) zum Beispiel schlägt sowohl eigene Maßnahmen in der Branche (Kooperation mit dem Climate Service Center bzgl. Forschung, breiteres Angebot an Versicherungen, Kampagnen mit Bundesländern für höhere Raten an Elementar-Versicherungs-Deckung) als auch Maßnahmen in der Realwirtschaft (Baurestriktionen, Rückhalteflächen, Entwässerungssysteme, bauliche Anpassungen) vor.

3.3.2.3 Herabstufung der Kreditwürdigkeit und Abschreibung von Krediten

Für einen Großteil der Teilnehmer des deutschen Finanzmarktes sind die Risiken einer möglichen Herabstufung ihrer Anlagen äußerst gering, da sie die meisten Anlagen in Ländern mit Investment-Grade tätigen und laut Standard & Poor's (2015c) nur eines dieser Investment-Grade Länder (Bermuda) eine Herabstufung der Kreditwürdigkeit aufgrund eines 250-jährigen Extremereignisses zu befürchten hat.

Als Fallbeispiel kann die Versicherungswirtschaft dienen: Drei der größten deutschen Versicherer (Allianz, Generali, Munich Re) geben an, dass sie über 95% ihrer Fremdkapitalanlagen in Produkte mit Investment Grade tätigen³⁵. Unter der Annahme, dass die Investitionen der Versicherer im Verhältnis zum BIP eines Landes aufgeteilt sind, sollten jährlich deutlich weniger als 0,01% des Investment-Grade-Fremdkapital-Portfolios von einer Herabstufung aufgrund von klimabedingten Extremereignissen betroffen sein.

Auch über mögliche Abschreibung von Krediten bzw. höheres Ausfallrisiko von Krediten nach Extremereignissen dürfte nur ein sehr geringes Risiko für die Finanzmarktstabilität in Deutschland bestehen: das Kreditgeschäft ist sehr stark auf Deutschland und Europa fokussiert, der Versicherungsdeckungsgrad in Deutschland ist sehr hoch, und der deutsche Staat, dessen Kreditwürdigkeit auch bei Extremstereignissen nicht in Gefahr ist, hat in der Vergangenheit bei Naturkatastrophen jeweils Hilfsprogramme aufgestellt.

3.3.2.4 Zusammenfassung

Obwohl die physischen Klimarisiken für die Finanzmarktstabilität in Deutschland derzeit kurz- bis mittelfristig sehr bis äußerst gering sind, ist zu beachten, dass gerade bei einer Erwärmung jenseits von 2 bis 3 Grad Celsius große Unsicherheiten bezüglich einer Änderung des BIP (Stern 2013), Extremereignissen (Weitzman 2009) und sicherheitspolitischen Folgen bestehen. Theoretisch könnten die Schäden längerfristig bis 2100 sehr hoch ausfallen, und es ist nicht klar,

³⁵ Solche Fremdkapitalanlagen machen einen großen Teil der Anlagen aus, ca. 85% des Marktwertes im Falle von Munich Re bis Ende 2015 (Munich Re 2015) und 86,4% im Falle aller Erstversicherer (GDV 2016a). Im Falle der gesamten Versicherungswirtschaft ist der Anteil der Investment-Grade-Fremdkapitalanlagen auch höher als 90% (Interviews).

wie der Finanzmarkt darauf reagieren wird³⁶. Klar ist, dass die indirekten physischen Risiken für die deutsche Finanzwirtschaft mit dem Grad der internationalen Verflechtung (insbesondere bei Beziehungen zu Entwicklungs- und Schwellenländern) zunehmen.

3.4 Schlussfolgerungen

Physische Folgen des Klimawandels, die sich in Form von Wetterereignissen auswirken, bergen für den Finanzmarkt einerseits direkte Risiken in Form von höheren Versicherungsschäden für die Versicherungswirtschaft und andererseits indirekte Risiken über nicht-versicherte Schäden in Firmen und Staaten, in welche der Finanzmarkt investiert ist.

Die Versicherungswirtschaft kann sich auf direkte Risiken zumindest kurz- und mittelfristig gut einstellen, da Versicherungsprämien meist jährlich und das Risikokapital laufend angepasst werden können. Mit steigenden Schäden aufgrund des Klimawandels könnte es aber dazu kommen, dass gewisse Risiken für Naturkatastrophen nicht mehr versichert werden, da Prämien zu hoch werden. Damit steigen die indirekten Risiken für den Finanzmarkt, wenn sich gewisse Firmen nicht mehr versichern können oder wollen.

Zu den indirekten Risiken gehören nicht-versicherte Schäden oder in Extremfällen nicht bezahlte Versicherungsfälle, die höhere Ausfallrisiken von Krediten und die Herabstufung der Kreditwürdigkeit von Staaten oder Firmen zur Folge haben können. In diesem Zusammenhang ist v.a. relevant, dass 250-jährige Extremereignisse zwar nicht in der EU, aber in gewissen kleineren Ländern mit geringerem BIP zu einer deutlichen Herabstufung der Kreditwürdigkeit führen würden. Dies stellt aber mehr ein Risiko für die Finanzmarktstabilität in diesen Ländern dar und betrifft Europa / Deutschland weniger, da diese Finanzmärkte kaum in Anleihen und Aktien solcher Länder investieren. Auch über längerfristige, graduelle Auswirkungen des Klimawandels auf das deutsche BIP sind sehr geringe Risiken auf die Finanzmarktstabilität zu befürchten.

Aus mehreren Gründen ist es sehr bis extrem unwahrscheinlich, dass aufgrund der physischen Auswirkungen des Klimawandels kurz- und mittelfristig ein direktes Risiko für die Finanzmarktstabilität in Deutschland oder Europa entstehen könnte. Zu diesen Gründen zählen regulatorische Bestimmungen für die Versicherungswirtschaft (Solvenzanforderungen), die Anpassungsfähigkeit der Versicherungswirtschaft und die relativ kleinen finanziellen Auswirkungen im Vergleich mit bestehenden Volatilitäten im Finanzmarkt. Das Risikokapital der Versicherer liegt in Deutschland sogar noch über den gesetzlichen Solvenzanforderungen. Das größte Risiko besteht darin, dass innerhalb eines Jahres eine Reihe von statistisch extrem unwahrscheinlichen Ereignissen mit hohem Schaden auftreten (Überraschungseffekt) und die Versicherungswirtschaft nicht mehr alle Schäden decken kann. Eine solche Extremsituation ist aber auch ohne Klimawandel denkbar, und es ist unwahrscheinlich, dass der eher längerfristig wirkende Klimawandel zu veränderten Wahrscheinlichkeiten in so kurzer Zeit führt.

Etwas wahrscheinlicher (aber insgesamt immer noch sehr unwahrscheinlich) sind kurz- und mittelfristig indirekte Risiken für die Finanzmarktstabilität über nicht-versicherte Schäden. Während Zahlungsausfälle bei betroffenen europäischen Staaten äußerst unwahrscheinlich sind, könnte es bei Extremereignissen zu Verlusten und Kredit-Ausfallrisiken bei nicht-versicherten Firmen kommen und damit zu einer möglichen Reduktion der Kreditvergabe durch Banken. Der Klimawandel verstärkt dieses Risiko über eine mögliche Reduktion der relativen Versicherungsdurchdringung infolge steigender Prämien und (weniger wahrscheinlich) der Nicht-Versicherbarkeit gewisser Risiken. Das Risiko über betroffene Firmen wird immer noch als sehr unwahrscheinlich betrachtet, da Nationalstaaten bei Extremereignissen oft einen Teil der

³⁶ Aufgrund der Möglichkeit von Extremszenarien mit sich selbst verstärkenden Dynamiken, deren Wahrscheinlichkeit aber sehr schwer einzuschätzen ist (Schellnhuber 2010), hat das politische 2-Grad-Limit primär eine Vorsorgefunktion.

nicht-versicherten Schäden decken und damit zur Risikominderung beitragen. Mit dem Grad der internationalen Verflechtung nehmen die indirekten physischen Risiken für die deutsche Finanzwirtschaft zu, da die Versicherungsdeckung im Ausland (insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern) viel tiefer liegt.

Längerfristig ist aber von größeren Risiken für die Finanzmarktstabilität auszugehen, da sich der Klimawandel verstärken wird und gerade bei einer Erwärmung jenseits von 2-3 Grad Celsius bedeutende Folgen (erhöhte Wahrscheinlichkeit von nicht-erwarteten Extremereignissen, wirtschaftliche und sicherheitspolitische Auswirkungen sowie drastische Reaktionen der Finanzmärkte auf nicht-erwartete Extremereignisse) nicht auszuschließen sind.

4 Transitionsrisiken

Je konsequenter das in der Fragestellung aufgeführte 2 Grad-Celsius-Limit angestrebt wird, desto größer ist die von CO₂-intensiven Industrien geforderte Transition. Problematisch für die Finanzmarktstabilität ist dies falls, wie in Kapitel 2 beschrieben, unerwartete massive regulatorische Eingriffe zur Senkung der CO₂-Emissionen zu abrupten Preisverfällen führen. Selbstverständlich gehen die Risiken auch mit Chancen einher. Im Rahmen dieser Studie liegt der Fokus allerdings auf der Abschätzung der Größenordnung von Transitionsrisiken für Finanzakteure in Deutschland. Mehrere jüngere Entwicklungen unterstreichen die Relevanz dieser Perspektive.

Erstens wurden auf dem COP21 von 195 Nationen neue Klimaziele vereinbart – damit hat eine überwältigende Mehrheit an Staaten das explizite Ziel vereinbart, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu beschränken und sogar eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius anzustreben. Sollten diese globalen Ziele zu einschneidenden klimapolitischen Maßnahmen auf nationaler Ebene führen, so führte dies zu einer massiven Transition von Volkswirtschaften und Unternehmen: Bei einer regulatorischen Einpreisung der ökonomischen Kosten von CO₂ (40-120 EUR pro Tonne CO₂ im Jahre 2010 (UBA 2012b) wären etwa 2-5% des deutschen BIP betroffen (siehe Kapitel 5). Aus einer gesamtgesellschaftlichen Perspektive müsste hierfür insbesondere eine erfolgreiche Entkopplung von Emissionen und wirtschaftlicher Entwicklung vollzogen werden. Für Investoren und Finanzmarktakteure stellt sich somit die Frage, ob sie auf diese Transformation vorbereitet sind.

Zweitens sind die Risiken, welche kohlenstoffintensive Investitionen darstellen können, zunehmend im Fokus von Regierungen und Regulatoren. In Frankreich wurde im August 2015 das *Law on Energy Transition* verabschiedet (Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy 2015), das institutionelle Investoren ab Ende 2016 verpflichtet, über ihre Klimaauswirkungen zu berichten. In Schweden hat sich Per Bolund, der amtierende Minister für den Finanzsektor, dafür ausgesprochen, dass Finanzmärkte durch entsprechende Investitionen zur Vermeidung des Klimawandels beitragen sollen (Bolund 2015). Dave Jones, Kommissar des Versicherungsministeriums des U.S. Bundesstaats Kalifornien, geht einen Schritt weiter und verlangt von den ungefähr 1.300 kalifornischen Versicherungsunternehmen, ihre Investitionen in emissionsintensive Industrien, darunter Öl, Gas und Kohle, offenzulegen. Zusätzlich sollen Versicherungen eine Desinvestition aus Kohle erwägen (California Department of Insurance 2016). Von Seiten der Zivilgesellschaft gibt es zudem eine Desinvestitions-Bewegung („Divestment Movement“), betrieben beispielsweise von der Nicht-Regierungsorganisation (NRO) 350.org, die Desinvestitionen aus der Öl-, Gas- und Kohleindustrie forderten.³⁷

Aus der Perspektive von Finanzmarktakteuren sind im Kontext von Transitionsrisiken zwei Konzepte zentral - das Konzept der finanzierten Emissionen und der sogenannten „Stranded Assets“. Finanzierte Emissionen bezeichnet das Konzept, Investoren die von Unternehmen, Projekten und Organisationen jährlich verursachten Emissionen im Verhältnis zu ihrem Investitionsanteil zuzuweisen. Besitzt also ein Investor 10% der Marktkapitalisierung³⁸, so werden ihm 10% der jährlichen Emissionen des Unternehmens als finanzierte Emissionen zugeteilt. Das Konzept der finanzierten Treibhausgasemissionen ist die gängige Art, wie Treibhausgasintensitäten und Klimaauswirkungen von Investoren erfasst und berichtet

³⁷ Im Zusammenhang mit Desinvestitionen kommen zunehmend Diskussionen bezüglich des Umstands auf, dass vielfach große, auf fossilen Energien basierende Energieerzeuger zum Teil ebenfalls bereits große Kapazitäten für erneuerbare Energien aufgebaut haben. Dieser Aspekt wird oftmals bei Desinvestitionsentscheidungen nicht berücksichtigt.

³⁸ Es wird die totale Marktkapitalisierung verwendet. Diese umfasst Festbesitzaktien sowie Free Float.

werden.³⁹

Als „Stranded Assets“ werden Anlagen bezeichnet, welche aufgrund der unvorhergesehenen Änderung von Regulierungen, der physischen Umwelt, sozialen Normen oder Technologie eine nicht erwartete Abwertung erfahren.⁴⁰ Ein Kohlekraftwerk, das aufgrund höherer Energie- und Emissionseffizienzkriterien nicht mehr betrieben werden kann oder aufgrund hoher CO₂-Preise unrentabel wird, wäre ein Beispiel für ein solches „Stranded Asset“. Da bestimmte Geschäftspraktiken auch in Zukunft aller Wahrscheinlichkeit nach einer kohlenstoffarmen Entwicklung zuwider laufen, sind derartige Unternehmen unter Umständen stark überbewertet. In diesem Zusammenhang hat sich der Begriff der „Carbon Bubble“ entwickelt. Dieser bezeichnet die Idee, dass es eine mögliche systematische Überbewertung von Unternehmen in der fossilen Energieproduktion gibt (Carbon Tracker, 2013).⁴¹

Für diese Studie stellt sich die Frage, (1) wie emissionsintensiv der deutsche Finanzmarkt investiert ist, (2) welche Stranded Asset Risiken potentiell bestehen und (3) welche Aussage über potentielle Risiken für die Finanzmarktstabilität getroffen werden kann.

Das Vorgehen in diesem Kapitel ist hierfür wie folgt: Anhand einer Stichprobe des Aktienfondsmarkts Deutschland werden erste Aussagen getroffen, insbesondere hinsichtlich einer Exponierung zur Öl-, Gas- und Kohleindustrie und weiteren emissionsintensiven Industrien. Dies dient gleichzeitig einer detaillierten Veranschaulichung der Problemfelder im Hinblick auf Transitionsrisiken pro Industrie. In einem zweiten Schritt wird die Übertragbarkeit der Ergebnisse des Aktienfondsmarkts auf den gesamten Finanzmarkt diskutiert. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion der Analyseergebnisse hinsichtlich möglicher Aussagen für die Finanzmarktstabilität.

4.1 Stichprobe Aktienfondsmarkt Deutschland

Anhand einer Stichprobe von Aktienfonds wird exemplarisch quantifiziert, in welche Erdöl-, Gas- und Kohle-Unternehmungen und nachgelagerte Industriezweige die in die Stichprobe einbezogenen Sondervermögen am stärksten investiert und mit welchen Treibhausgasemissionen diese Investitionen assoziiert sind. Zudem werden mit einer Analyse der fossilen Reserven von Unternehmen sowie den Kapitalinvestitionen von Öl- und Gaskonzernen in potentiell unrentable Projekte konkrete Beispiele für Methoden zur Erfassung von Transitionsrisiken erläutert.

Als Stichprobe wurden die 100 – nach Fondsvolumen – größten in Deutschland zum Vertrieb zugelassenen Aktienfonds untersucht.⁴² Da zahlreiche der größten in Deutschland zum Vertrieb

³⁹ Zum Zeitpunkt der Studiererstellung gibt es eine Reihe von Initiativen zur vereinheitlichten und praktikablen Messung von Klimaauswirkungen von Investitionen. Die umfassendste Initiative geht vom Think Tank World Resources Institute (WRI) und der United Nations Environmental Programme Finance Initiative (UNEP FI) aus und fokussiert die indirekten (Scope 3) Treibhausgasemissionen von Investoren. Gleichzeitig gibt es eine weitere Arbeitsgruppe, die sich mit Risiken beschäftigt. Nationale Initiativen in Frankreich um die Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) und in Deutschland um den Verein für Unternehmensführung (VfU) haben ähnliche Ziele. Erste Ergebnisse und Empfehlungen werden ab Mitte 2016 erwartet.

⁴⁰ Unter anderem durch die Organisation Carbon Tracker hat der Begriff der „Stranded Assets“ zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen (Carbon Tracker Initiative, 2013), und die Universität Oxford hat ein dezidiertes „Stranded Asset Programme“ ins Leben gerufen.

⁴¹ In einem kürzlich erschienen Paper in *Nature* (McGlade, 2015) wird argumentiert, dass für die Erreichung des 2 Grad Celsius Klimaziels die Hälfte aller Gas- und ein Drittel aller Ölreserven sowie 80% der Kohlereserven im Boden bleiben müssten.

⁴² Eine Statistik, welcher Anteil der Gelder hierbei aus Deutschland kommt, wurde aufgrund der fehlenden Datenverfügbarkeit nicht hinzugezogen.

zugelassenen Fonds nicht von deutschen Kapitalverwaltungsgesellschaften stammen, wurden diese 100 Fonds durch Aktienfonds von Kapitalverwaltungsgesellschaftstöchtern systemrelevanter deutscher Banken ergänzt.⁴³

Für die Assoziierung von Investoren mit Emissionen werden prinzipiell die Scope-1- und Scope 2-⁴⁴Emissionen eines Unternehmens dem Investor anteilig an seinem Eigenkapitalbesitz⁴⁵ zugeteilt. Dies bedeutet, dass zum Beispiel ein Investor, welcher über Aktien 10% des Marktkapitals eines Unternehmens besitzt, entsprechend mit 10% der Scope-1- und Scope-2-Emissionen des Unternehmens assoziiert wird. Diese Emissionen werden im Folgenden als finanzierte Emissionen bezeichnet. Eine detaillierte Beschreibung der Stichprobe sowie der verwendeten Methode für die Zuschreibung von Emissionen pro Investition befindet sich in Annex III.

Idealerweise würde eine solche Betrachtung ebenfalls Scope-3-Emissionen einbeziehen (GHG Protocol, 2004). Dies ist aufgrund der oftmals mangelnden Datenqualität allerdings nicht möglich. Diese Perspektive wird im Bericht daher auf einer qualitativen Ebene zumindest teilweise ergänzt, indem etwa die für die deutsche Volkswirtschaft wichtige Autoindustrie, die hohe Scope-3-Emissionen aufweist, in Kapitel 4.1.3 und 4.2.2 betrachtet wird.

4.1.1 Repräsentativität der Stichprobe für den deutschen Finanzmarkt

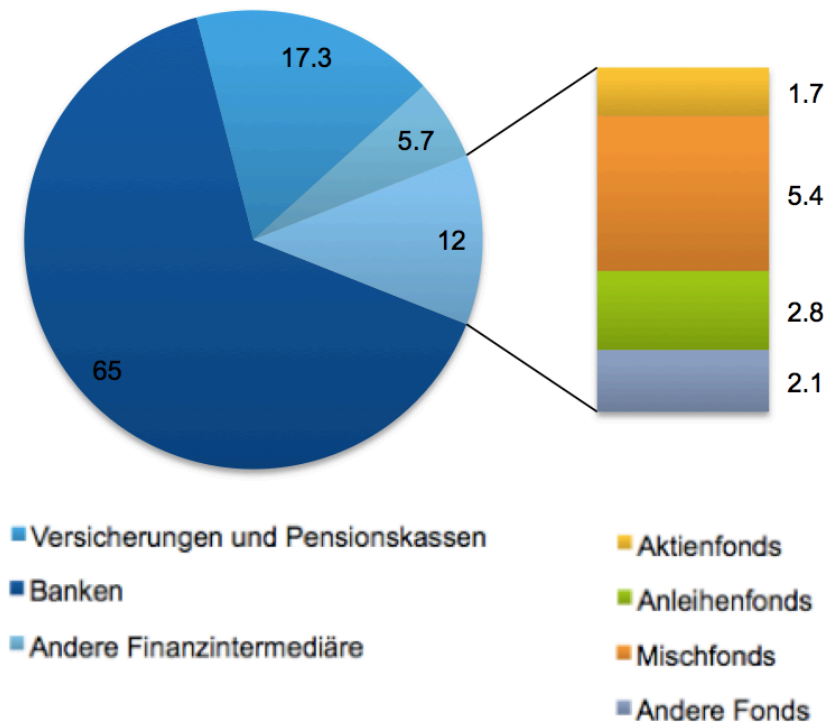
Der deutsche Finanzmarkt umfasst EUR 13 Billionen an Anlagen. Wie in Abbildung 9 zu sehen, machen Investitionsfonds 12% des Finanzmarkts aus. Davon entfallen EUR 246,5 Milliarden auf Aktienfonds. Diese machen somit nur knapp 2% des gesamten Finanzmarktes aus. Die restlichen Investitionsfonds sind Anleihenfonds, Mischfonds (bestehend aus Aktien und Anleihen) und andere Fonds (beispielsweise Immobilienfonds oder Dachfonds).

⁴³ Als systemrelevante Banken wurden diejenigen deutschen Banken qualifiziert, welche unter Aufsicht der EZB stehen.

⁴⁴ Scope 1 sind direkte Treibhausgasemissionen eines Unternehmens, also etwa solche verursacht durch Produktionsprozesse. Scope 2 bezeichnet indirekte Treibhausgasemissionen durch Energienutzung (Elektrizität und Wärme). Scope 3 umfasst die verbleibenden indirekten Treibhausgasemissionen. Beispiele sind Emissionen entlang der Lieferkette, während der Produktnutzung oder Geschäftsreisen.

⁴⁵ Es wird hierfür die totale Marktkapitalisierung verwendet.

Abbildung 9: Struktur des deutschen Finanzmarkts (Anteile der einzelnen Akteure und Investitionsfondsarten in%)



Quelle: Deutsche Bundesbank (2015a)⁴⁶

Der Fokus liegt in der Stichprobe auf Aktien, da Eigenkapital prinzipiell stärker im Risiko ist als Fremdkapital: Gemäß der Gläubigerhierarchie wird Fremdkapital – und somit Kredite und Anleihen – vor Eigenkapital bedient.

Die Auswahl der Stichprobe basiert zudem auf mehreren technischen Überlegungen: Erstens sind Daten für Aktienfonds, im Gegensatz zu anderen Anlageklassen und -instrumenten, über spezialisierte Serviceangebote verfügbar. Zweitens ist die Methode der finanzierten Treibhausgasemissionen, die mit Aktieninvestitionen assoziiert sind, eine etablierte Vorgehensweise, die in dieser Form noch nicht für andere Anlageklassen existiert. Drittens liegt der Fokus auf Aktieninvestitionen, da Aktien eine Unternehmensbeteiligung darstellen und somit eine institutionalisierte Verantwortung des Aktionärs und ein ihm zugeordnetes Risiko.

Eine Betrachtung der anderen Arten von Investitionsfonds (Anleihen- und Mischfonds) und Anlagen anderer Finanzmarktakteure (Banken, Versicherungen, Pensionskassen) ist selbstverständlich trotz schwieriger Datenlage wünschenswert. In Kapitel 4.2.1 exemplarisch der Unternehmensanleihenfondsmarkt betrachtet. In Kapitel 4.2.2 erfolgt eine Diskussion der Transitionsrisiken der deutschen Wirtschaft im Allgemeinen, da insbesondere Banken vielfach über Kredite im Inland investieren und dies eine grobe Einschätzung ihrer möglichen Exponierung zu Transitionsrisiken erlaubt. Die Limitierung der Stichprobe wird ebenfalls in Kapitel 4.1.7 adressiert, indem eine grobe Hochrechnung der Transitionsrisiken für den gesamten Finanzmarkt und eine Schilderung der damit einhergehenden Herausforderungen erfolgt.

⁴⁶ Die Statistiken zur generellen Struktur des deutschen Finanzsektors werden im Kapitel „The macroeconomic and financial environment“ behandelt. Die Statistiken zu den Investitionsfonds im Kapitel „Risks in the German shadow banking system“.

4.1.2 Exponierung zu Öl, Gas und Kohle

Der Öl-, Gas- und Kohlesektor gilt als besonders exponiert hinsichtlich Transitionsrisiken⁴⁷. Dies unter anderem weil Geschäftsmodelle, die auf diesen Rohstoffen beruhen, keine kohlenstoffarme Alternative besitzen – ein Unternehmen, das auf die Extraktion von Öl spezialisiert ist, kann die Ölextraktion vielleicht emissionsärmer gestalten (Stichwort Methan-Abfackelung); das Kerngeschäft der Ölextraktion wird aber immer einem 2-Grad-Limit zuwiderlaufen.

Damit das Ziel, die Erderwärmung auf unter 2 Grad Celsius zu beschränken, noch eingehalten werden kann, dürfen nur rund 20% der Kohle-, 50% der Gas- und 33% der Ölreserven, die heute bereits bekannt sind, extrahiert und genutzt werden (McGlade, 2015).

Insgesamt sind gut 5% des untersuchten verwalteten Vermögens in der Öl- und Gasindustrie angelegt⁴⁸ (eine genaue Aufteilung pro Subsektor findet sich in Annex III). Diese sind vorwiegend in Unternehmen investiert, welche fossile Reserven besitzen, siehe auch nachfolgendes Kapitel. Dies macht nahezu 20% der durch das gesamte Portfolio finanzierten Emissionen aus. Von besonderer Emissionsintensität und hoher Portfoliogewichtung sind die Sektoren „Exploration & Produktion“ und „Integrierte Öl- & Gaskonzerne“.

Der Sektor Kohle macht lediglich 0,02% des untersuchten Portfolios aus. Dies entspricht 38.000 tCO₂e oder 0,08% der finanzierten Emissionen. Diese Zahl spiegelt allerdings nicht akkurat die Exponierung zu Kohle wider, da zahlreiche kohlefördernde Unternehmen etwa als „Allgemeine Bergbauunternehmen“ klassifiziert sind, weil sie noch weitere Mineralien fördern. Ein Beispiel ist etwa Glencore, das zu den börsennotierten Unternehmen mit den weltweit größten Kohlereserven gehört. Da die Kohleproduktion allerdings nur einen geringen Anteil am Gesamtumsatz von Glencore ausmacht, zählt es zu den „Allgemeinen Bergbauunternehmen“. Als ergänzende Perspektive dient daher im folgenden Kapitel die Analyse der Unternehmen, die Kohlereserven besitzen.

4.1.2.1 Exponierung zu den „Carbon Underground 200“

Eine Diskussion der Öl-, Gas- und Kohleindustrie muss notwendigerweise nicht nur die derzeit ausgestoßenen Emissionen berücksichtigen, sondern ebenfalls analysieren, wie viele künftige Emissionen diese Unternehmen durch die in ihren Reserven enthaltenen Treibhausgase in der Zukunft verantworten könnten. Die Reserven fließen gegenwärtig in die Unternehmensbewertungen ein, könnten allerdings sogenannte „Stranded Assets“ darstellen, wenn eine Förderung aufgrund internationaler Regulierungen oder eines niedrigen Ölpreises nicht mehr in Frage kommt.

Für die Analyse der fossilen Reserven werden die Daten des Rankings „Carbon Underground 200“ verwendet (Fossil Free Indexes, 2015). Dieses Ranking der 200 börsennotierten Unternehmen mit den weltweit größten Kohle-, Gas- und Ölreserven basiert auf dem Ansatz von Meinshausen des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung und wird von der Organisation

⁴⁷ Es wird diskutiert, ob große Energiefirmen eine erfolgreiche Transition implementieren können. Anstoß hierfür sind Anstrengungen wie beispielsweise von Total, die Aktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien auszubauen (Bloomberg 2015). In welchem Ausmaß dies für eine Transition ausreichend ist, bleibt gegenwärtig noch umstritten. Neben den kürzlichen Änderungen des geopolitischen Umfeldes (Einigung darauf, die Erderwärmung auf 1,5 Grad Celsius zu beschränken) führt beispielsweise (Stevens, 2016) zusätzlich an, dass auch unabhängig vom Klimawandel gewisse, dem heutigen Geschäftsmodell großer Ölkonzerne zugrundeliegende Annahmen in Frage gestellt sind, wie beispielsweise eine stetig wachsende Ölnachfrage.

⁴⁸ Die Definition der Sektoren folgt der Industry Classification Benchmark (ICB) (FTSE, 2012).

Fossil Free Indexes⁴⁹ erstellt. Grundlage der Daten sind die von den Unternehmen ausgewiesenen fossilen Reserven und spezialisierte Industriedatenbanken.

Das Ranking führt hierbei die 100 Unternehmen mit den größten Öl- und Gasreserven (*CU100 Öl und Gas*) und diejenigen mit den größten Kohlereserven (*CU100 Kohle*) in getrennten Ranglisten auf. Die Reserven der *CU100 Öl und Gas* umfassen 97% der nachgewiesenen Öl- und 98% der Gasreserven börsennotierter Unternehmen. Die *CU100 Kohle* entsprechen 98% der nachgewiesenen und wahrscheinlichen Kohlereserven börsennotierter Unternehmen. Damit dienen Daten von *CU200* als ausgezeichnete Proxy-Variable für globale Investitionen in fossile Energiereserven.

Alle 200 Unternehmen der *CU200* besitzen insgesamt rund 555 Gigatonnen potentielle CO₂-Emissionen, was etwa 17-mal den heutigen jährlichen CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern entspricht (IEA/OECD 2015).

Als potentielle Emissionen werden hierbei die Emissionen bezeichnet, die entstehen würden, falls sämtliche Reserven gefördert und energetisch nutzbar gemacht würden und gleichzeitig keine Kohlenstoffsequestrierung und -speicherung zur Verfügung steht, respektive genutzt wird. Im Gegensatz zu den finanzierten Emissionen handelt es sich demnach nicht um eine jährliche Messgröße. Vielmehr beziehen sich potentielle Emissionen auf eine unbefristete Zeit in der Zukunft, über welche hinweg die Reserven gefördert werden könnten. Finanzierte potentielle Emissionen bezeichnen somit die gemäß dem „Eigentümerprinzip“ einer Investition zugeschriebenen potentiellen Emissionen, die in den Reserven enthalten sind.

Im Folgenden wird dargelegt, in welche Unternehmen der *CU200* der deutsche Aktienfondsmarkt investiert.

CU100 Öl und Gas

Über den deutschen Aktienfondsmarkt in der Stichprobe wird in 82 der 100 in *CU100 Öl und Gas* enthaltenen Unternehmen investiert. Eine Auflistung sämtlicher Unternehmen, ihrer Position im Ranking *CU100 Öl und Gas*, der in sie getätigten Investitionssumme sowie den damit assoziierten finanzierten potentiellen Emissionen wird in Tabelle 9 in Annex III gezeigt. Insgesamt machen diese 82 Unternehmen einen Anteil von knapp 4% am Portfolio der untersuchten Aktienfonds und somit EUR 12,7 Milliarden an Investitionen dieser Fonds aus. Die finanzierten potentiellen Emissionen betragen 517 Millionen tCO₂e⁵⁰. Dies entspricht knapp 42% der finanzierten potentiellen Emissionen des Portfolios (durch *CU100 Öl und Gas* und *CU100 Kohle*), mehr als dem Zehnfachen der durch das gesamte Portfolio finanzierten Emissionen von knapp 50 Millionen tCO₂e und mehr als 50% der jährlichen Emissionen Deutschlands in 2014 (UBA, 2016b).

Der untersuchte Anteil des deutschen Aktienfondsmarkts ist in alle der 10 Unternehmen mit den größten Öl- und Gasreserven investiert und somit in die 10 Unternehmen, die Reserven mit den größten potentiellen totalen CO₂-Emissionen besitzen. Eine Auflistung sämtlicher Unternehmen der *CU100 Öl und Gas* befindet sich in Annex III.

In der Gesamtsumme verfügt der deutsche Aktienmarkt über eine substantielle Exposition zu Unternehmen der *CU100 Öl und Gas*, nicht nur hinsichtlich der finanzierten potentiellen Emissionen, sondern auch hinsichtlich der Investitionssumme – diese macht wie oben erwähnt

⁴⁹ Fossil Free Indexes (FFI) erstellt Benchmarks, Instrumente und Forschungsarbeiten zur Unterstützung von kohlenstoffbewusstem Investieren. FFI veröffentlichte 2014 die Gruppe der Carbon Underground 200: <http://fossilfreeindexes.com/research/the-carbon-underground/>

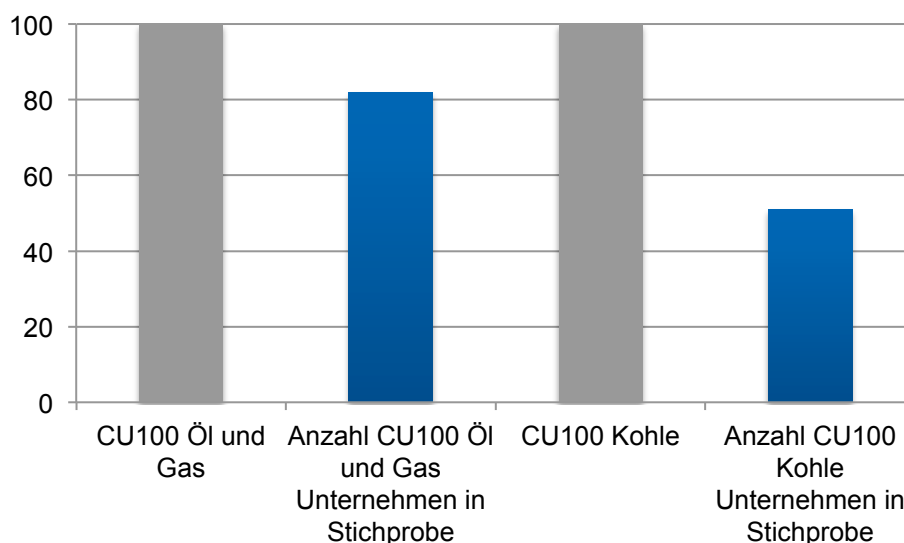
⁵⁰ Bei der Berechnung der finanzierten potentiellen Emissionen werden analog zu den finanzierten Emissionen dem Investor im Verhältnis zu seinem Anteil am Unternehmen die potentiellen Emissionen zugewiesen.

knapp 4% des Portfolios aus. Eine Reduktion der Unternehmenswerte, etwa durch eine zunehmende Abkehr von fossilen Energien in den größten Verbrauchermärkten, könnte somit deutlich spürbare Auswirkungen auf die Rendite der Investmentfonds haben. Das Kapitel 4.1.2.3 zu potentiellen Aktienpreisentwicklungen zeigt exemplarisch für fünf Unternehmen auf, wie der Aktienpreis sich aufgrund verschiedener, beispielsweise durch Regulationen ausgelöster, Ölpreisszenarien entwickeln würde. Interessant ist auch das zunehmende Angebot an kohlenstoffarmen Aktienindizes am Markt, die zum Teil auch auf Ausschlusskriterien beruhen, also beispielsweise nicht in fossile Energien investieren. Beispiele sind die STOXX Low Carbon Footprint Indizes (STOXX, 2016b) und der MSCI ACWI ex Fossil Fuels (MSCI, 2015).

CU100 Kohle

Über den untersuchten Anteil des deutschen Aktienfondsmarkts wird in 51 und somit rund der Hälfte der 100 in *CU100 Kohle* enthaltenen Unternehmen investiert (siehe Abbildung 10 und für Details siehe Annex III). Insgesamt machen diese Unternehmen einen Anteil von 0,7% am Portfolio der untersuchten deutschen Aktienfonds aus, eine Investitionssumme von EUR 2,3 Milliarden. Die finanzierten potentiellen Emissionen betragen 727 Millionen tCO₂. Dies entspricht 58% der finanzierten potentiellen Emissionen des Portfolios (durch CU100 Öl und Gas und CU100 Kohle), knapp dem Fünfzehnfachen der durch das gesamte Portfolio finanzierten Emissionen von knapp 50 Millionen tCO₂e und rund 80% der jährlichen Emissionen von Deutschland.

Abbildung 10: Anzahl an CU100 Öl und Gas und CU100 Kohle Unternehmen in der Stichprobe Aktienfondsmarkt Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Fossil Free Indexes

Die Stichprobe an Aktienfonds ist in neun der zehn Unternehmen mit den größten Kohlereserven investiert und somit in die neun Unternehmen mit den größten potentiellen totalen Emissionen. In die 10 Unternehmen, die mit den höchsten finanzierten potentiellen Emissionen assoziiert sind (insgesamt 656 Millionen tCO₂), haben die Aktienfonds EUR 1,7 Milliarden investiert.

In der Gesamtsumme verfügt der deutsche Aktienmarkt über eine substantielle Exposition zu Unternehmen der Rangliste *CU100 Kohle*. Die zehn Unternehmen mit den größten Kohlereserven, in die die Stichprobe investiert ist, wären potentiell substantiellen Wertverlusten ausgesetzt, sollten sie nicht in der Lage sein, ihre Reserven zu nutzen. Zugleich machen diese Unternehmen deutlich weniger als 1% der Investitionen der Aktienfonds in der Stichprobe aus.

Das Risiko einer potentiellen Wertbereinigung ist somit im Schnitt für den Aktienfondsmarkt gering. Dies schließt jedoch nicht eine höhere Konzentration derartiger Anlagen in einzelnen Fonds oder beispielsweise Pensionskassen und damit einhergehende Risiken aus.

Ein im Vorfeld der COP21 veröffentlichter Bericht untersucht etwa die Vorschriften hinsichtlich Kohleinvestitionen der größten globalen Banken (Rainforest Action Network et al. 2015). Die Deutsche Bank wurde als einzige deutsche Institution analysiert und gilt neben der Credit Suisse als Nachzügler aufgrund vergleichsweise geringer Ambition ihrer internen Regelung für Kohleinvestitionen. Generell hat bislang (Stand Dezember 2015) keine konventionelle deutsche Bank eine umfassende Regelung implementiert, Kohlefinanzierungen aus ihren Investitionen auszuschließen (Rainforest Action Network et al. 2015). Sechs kleinere deutsche Banken⁵¹ haben dahingegen im Rahmen der Paris Pledge eine Finanzierung von Aktivitäten im Zusammenhang mit Kohle ausgeschlossen (Banktrack, 2015).

Die Aktualität derartiger Risiken wird etwa auch deutlich an der Tatsache, dass im April 2016 Peabody Energy, das bislang größte börsennotierte Kohleunternehmen der Welt, Konkurs angemeldet hat (Miller 2016). Gleichzeitig zeigt dieses Beispiel allerdings, dass aus derartigen Ereignissen nicht notwendigerweise ein Schock für das Finanzsystem resultiert, auch wenn einzelne Investoren hohe Verluste in Kauf nehmen müssen.

4.1.2.2 Exponierung zu risikoreichen Kapitalinvestitionen

Soll die Erderwärmung auf 2 Grad Celsius beschränkt werden, so kann wie oben ausgeführt nur ein Fünftel der heutigen von börsennotierten Öl- und Gaskonzernen angegebenen Reserven auch tatsächlich gefördert werden. Dennoch investieren zahlreiche Konzerne nach wie vor in die Erschließung neuer Reserven. Diese Investitionen stellen ein „Stranded Asset“-Risiko dar.

Insgesamt sind USD 1,1 Billionen an Kapitalinvestitionen bis 2025 für die Erschließung von Reserven vorgesehen, die erst ab einem Ölpreis von USD 95 lohnend wären (Carbon Tracker Initiative 2014). Dies sind insbesondere kostenintensive konventionelle Vorkommen, Vorkommen in der Tiefsee, in der Arktis und Ölsande.

Große Mineralölgesellschaften tätigen in der Regel Investitionen entlang großer Teile der Kostenkurve, also sowohl Investitionen, die sich bereits bei niedrigeren Ölpreisen rentieren, als auch solche, die nur unter der Bedingung hoher Preise profitabel sind. Kleinere Unternehmen haben oftmals einen deutlich höheren Prozentsatz ihrer zukünftigen Kapitalausgaben in hochpreisigen Projekten. Damit sind sie einem größeren Risiko ausgesetzt, während die großen Mineralölkonzerne potentiell ihre Kapitalausgaben reduzieren und gleichzeitig Dividenden stabil halten können.

Im Folgenden wird untersucht, inwiefern der deutsche Aktienfondsmarkt in Unternehmen investiert ist, welche gemäß der absoluten Höhe ihrer Kapitalausgaben hohe Investitionen in potentiell unrentable Vorkommen geplant haben.

⁵¹ Die folgenden deutschen Institutionen haben die Paris Pledge unterzeichnet: Sparda-Bank München eG, Steyler Ethik Bank, Ethikbank, GLS Bank, Umweltbank, ProCredit.

Tabelle 5: Top 5 Unternehmen gemäß potentiell riskanten CAPEX Investitionen

Unternehmen	Riskante Investitionen (USD Millionen)					
	Arktis	Tiefsee	Ultra Tiefsee	Ölsande	Andere	Total
ROYAL DUTCH SHELL	1,42	189,42	148,41	242,20	11,39	592,83
BP PLC	83,72	141,18	309,78	50,87	2,92	588,47
TOTAL SA	0,41	140,17	219,45	97,76	0,47	458,26
STATOIL ASA	259,28	96,27	0,00	90,71	0,28	446,54
BG GROUP PLC	0,09	35,33	408,65	0,00	2,03	446,09
Total	344,92	602,36	1'086,29	481,54	17,09	2'532,19

Quelle: South Pole Group, basierend auf Daten von Thomson Reuters und Carbon Tracker Initiative (2014)

Tabelle 5 zeigt die anteiligen Kapitalinvestitionen der deutschen Aktienfonds in Reserven, welche erst ab einem Ölpreis von USD 80 rentabel werden (nur Investitionen der 5 Mineralölunternehmen, in denen die Aktienfonds am meisten investiert sind). Anteilig am Besitzanteil der Mineralölunternehmen wurden den Investitionen in der Aktienfonds-Stichprobe diese Kapitalinvestitionen im Risiko zugewiesen. Betrachtet man nur Investitionen der Aktienfonds in diese fünf Mineralölunternehmen, so sind USD 2,5 Milliarden (knapp 1% des Portfolios) riskant angelegt, davon die Mehrheit in Tiefsee- und Ultra-Tiefsee-Projekten (knapp 67%).

Somit finanziert *inter alia* der deutsche Aktienmarkt die Erschließung von Reserven, die potentiell zu einer Überschreitung des Emissionsbudgets führen. Gleichzeitig besteht – man bedenke nur den aktuellen Ölpreis von ungefähr USD 40 (Stand Ende Februar 2016) – die Möglichkeit, dass diese Reserven mittel- bis langfristig nicht profitabel gefördert werden können.

4.1.2.3 Potentielle Aktienpreisentwicklungen

Für fünf Ölunternehmen, in die der deutsche Aktienfondsmarkt am meisten investiert ist, soll exemplarisch analysiert werden, welche Auswirkungen Veränderungen des Ölpreises auf ihre Unternehmenswerte haben. Dem liegt die Überlegung zu Grunde, dass eine konsequente staatliche Klimapolitik und damit einhergehende regulatorische Eingriffe sich über Nachfrage- und Angebotsdynamiken vor allem in Preisveränderungen widerspiegeln.

Die fünf untersuchten Unternehmen wurden aus dem Sektor „Integrierte Öl- & Gaskonzerne“ ausgewählt und machen gemeinsam rund 1,8% der untersuchten Vermögenswerte aus. Ihnen können hierdurch 2,5 Millionen tCO₂e an jährlich finanzierten Emissionen zugerechnet werden.

Die Unternehmen sind Royal Dutch Shell, BP, Total, Exxon und Statoil⁵². Eine detaillierte Auflistung ihrer Portfoliogewichtung und der jährlich finanzierten Emissionen pro Unternehmung findet sich in Annex III.

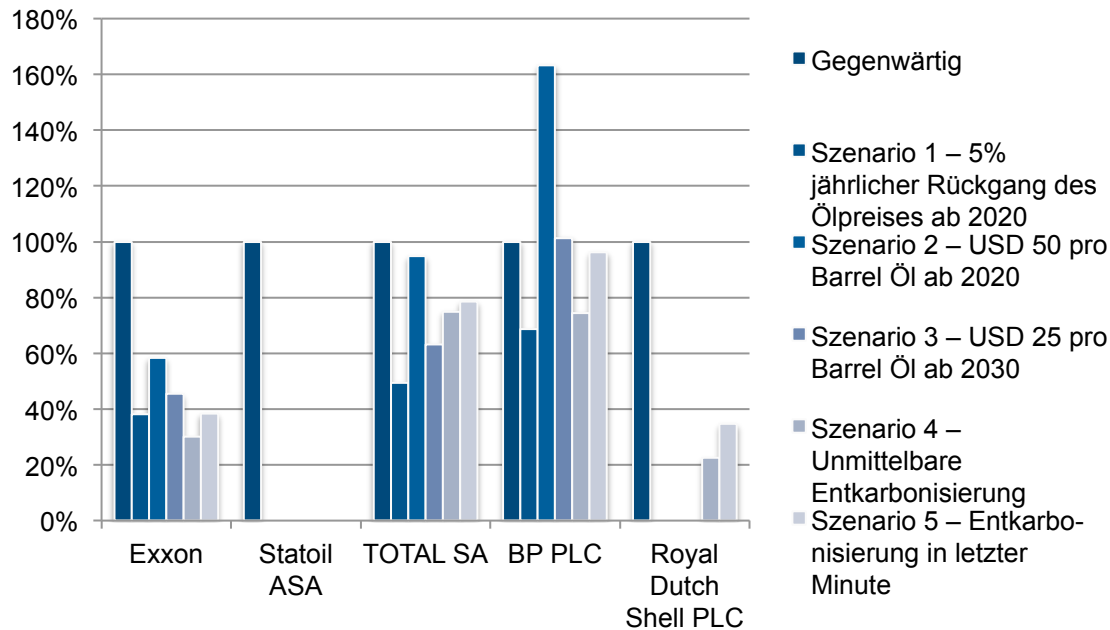
Im Rahmen dieser Studie wird für die Analyse der Auswirkung verschiedener Ölpreisszenarien das von Bloomberg entwickelte Carbon Risk Valuation Tool (Bloomberg 2013) genutzt. Dieses erlaubt die Analyse der Auswirkungen von verschiedenen Ölpreis- und Ölnachfrage-Szenarien auf die Unternehmensbewertung. Hierbei ist das Ziel die Abschätzung einer Größenordnung, es geht nicht darum, eine Vorhersage zu treffen.

Der Unternehmenswert wird anhand des Aktienpreises für fünf verschiedene Szenarien betrachtet. Diese unterscheiden sich entlang von zwei Dimensionen: Erstens, wie abrupt sich Ölpreise verändern und zweitens, zu welchem Zeitpunkt die Veränderung einsetzt. Als Vergleichspunkt für die Ergebnisse dient jeweils der heutige Unternehmenswert. Ein detaillierter Überblick über die Szenarien befindet sich in Annex III. Eine wesentliche Annahme des Modells besteht darin, dass sich die Transition zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft in einer niedrigeren Ölnachfrage und somit einem niedrigeren Ölpreis niederschlägt, ohne dass diesem Preisverfall durch eine Kürzung der Fördermenge entgegengewirkt wird.

Wie in Abbildung 11 ersichtlich sinkt der Aktienpreis von allen untersuchten Unternehmen in sämtlichen Szenarien im Vergleich zum gegenwärtigen Wert, mit der Ausnahme von BP für das Szenario 2. Die Resultate sind somit vergleichbar mit einer Studie der HSBC (2013), welche basierend auf Standardbewertungsverfahren einen Aktienwertverlust von Mineralölunternehmen zwischen 40-60% in einem kohlenstoffarmen Szenario berechnet hat. Die in Szenario 2 abweichende Dynamik für BP erklärt sich aus der Tatsache, dass BP unter allen Ölkonzernen die niedrigsten Explorations-, Erschließungs- und Förderkosten aufweist; diese liegen unterhalb des in Szenario 2 angenommenen Ölpreises von USD 50 pro Barrel.

⁵² Gemäß dem Datum der Portfoliokomposition der untersuchten Aktienfonds (30.06.2015) wäre BG Group untersucht worden, aber das Unternehmen wurde in der Zwischenzeit von Royal Dutch Shell übernommen. Daher wird stattdessen als fünftes Unternehmen Statoil in die Analyse mit einbezogen.

Abbildung 11: Aktienpreisentwicklungen für verschiedene Ölpreisszenarien (100% = keine Veränderung)



Quelle: Bloomberg, Analyse von South Pole Group

Ob und wie diese Wertverluste sich materialisieren, wird in weiten Teilen von den Entscheidungen der Politik abhängen. Der Einfluss dieser Wertanpassungen auf die Finanzmarktstabilität wird hierbei wesentlich auch davon bestimmt werden, wie schnell und abrupt sie erfolgen. Zudem hängen die Auswirkungen auf den Finanzmarkt auch davon ab, inwieweit die Risiken an nachgelagerte Industrien weitergegeben werden.

4.1.3 Weitere von Transitionsrisiken betroffene Industrien

Eine Limitierung der Erwärmung auf 2 Grad Celsius bedeutet, dass 2050 das globale Emissionsniveau um mehr als 50% gesunken sein muss und bis spätestens 2100 eine weitgehend emissionsneutrale oder sogar kohlenstoffspeichernde Wirtschaft erreicht wird (IPCC 2014). Somit sind neben den Mineralölkonzernen auch emissionsintensive Industrien oder solche, die emissionsintensive Produkte herstellen, einer Transition zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft und daher Transitionsrisiken ausgesetzt.

Gemessen an ihrer direkten Emissionsintensität (Scope 1 und 2) sind insbesondere Versorger, die Stahl-, Zement- und Aluminiumindustrie sowie die Luftfahrt und die Lastkraftwagen-Speditionsbranche von Transitionsrisiken betroffen (South Pole Group 2016). Hinzu kommen Industrien, die eine emissionsintensive Wertschöpfungskette haben oder emissionsintensive Produkte herstellen, z. B. die Automobilbranche.

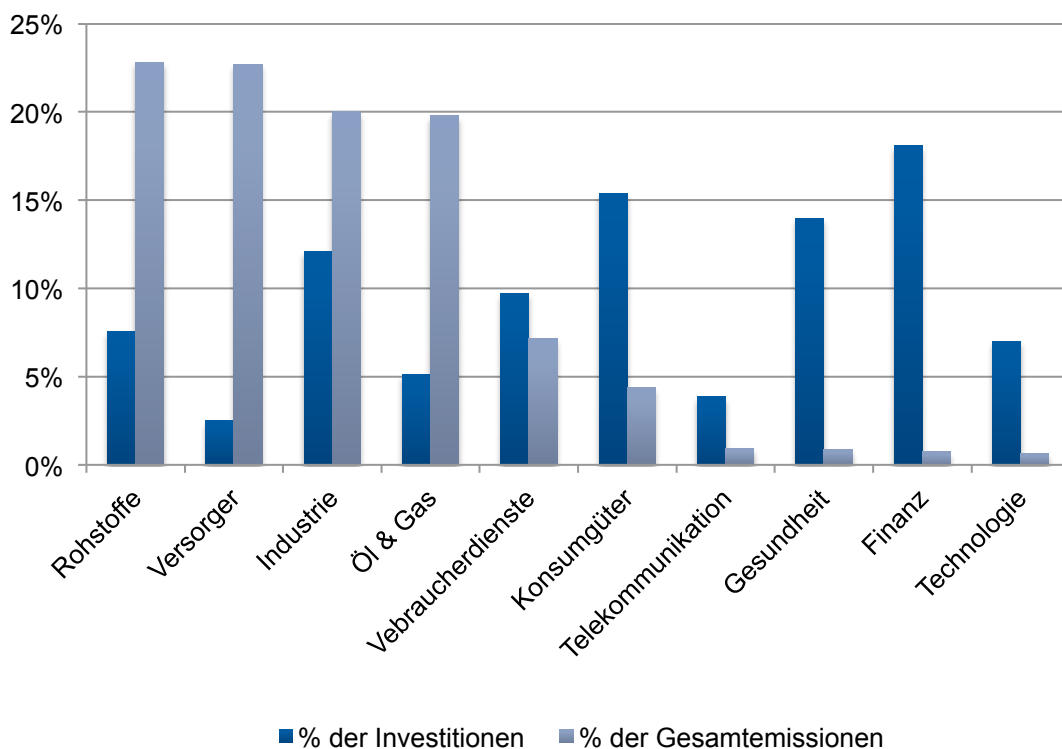
Eine Abschätzung, welche Industrie davon in welchem Ausmaß betroffen sein könnte, ist derzeit nur sehr bedingt möglich und zwar aus mehreren Gründen. Erstens ist es nicht einfach einzuschätzen, wie schnell Industrien auf alternative, kohlenstoffarme Geschäftsmodelle umsteigen können. Die heutige Existenz solcher Modelle dient zwar als Anhaltspunkt, allerdings sind die Kostenentwicklung und das Entstehen neuer Modelle schwierig zu prognostizieren. Zweitens werden viele Produkte in einer 2-Grad-Ökonomie mehr kosten (z.B. Zement und Stahl), daher spielt die Preiselastizität der Nachfrage nach diesen Produkten eine wichtige Rolle für die Firmenbewertungen. Drittens ist die Geographie von Bedeutung, da unterschiedliche

Länder unterschiedliche Regulationen implementieren. Die Auswirkungen auf die jeweiligen Unternehmen hängen somit auch von den Regulationen in den Ländern ab, in denen ihre Konkurrenten ihren Sitz haben, und von den möglicherweise getätigten Ausgleichsmaßnahmen.

Im Rahmen dieser Studie wird die Exposition des Aktienfondsmarkts Deutschland zu besonders kohlenstoffintensiven Industrien vertieft untersucht, um eine Abschätzung der Größenordnung potentieller Transitionsrisiken bei Investitionen in betroffene Sektoren zu erlauben.

Abbildung 12 zeigt, dass neben Öl und Gas die Sektoren Rohstoffe, Industrie und Versorgung (inkl. Energieversorger) verglichen mit ihrer Portfoliogewichtung deutlich überdurchschnittlich zu den finanzierten Emissionen beitragen (Scope 1 und 2). Insgesamt sind EUR 72 Milliarden in diese drei energieintensivsten Sektoren investiert, respektive 22% des Portfolios. Diese Investitionen sind mit jährlich 31 Millionen tCO₂e verbunden, was über 65% der durch die gesamten Anlagen finanzierten Emissionen ausmacht.⁵³ Der Industriesektor ist mit rund 12% der am höchsten gewichtete der emissionsintensiven Sektoren innerhalb der untersuchten Vermögenswerte. Der mit Abstand emissionsintensivste ist der Versorgungssektor – im Verhältnis zu seinem Anteil am Portfolio ist er mit den meisten Emissionen verbunden. Dies erklärt sich aus der Tatsache, dass der Sektor alle größeren Elektrizitätsproduzenten umfasst – und somit zahlreiche Kohle- und Gaskraftwerke.

Abbildung 12: Prozent der Investitionen und finanzierten CO₂-Emissionen pro Industrie



Quelle: South Pole Group, Thomson Reuters

Zusätzlich zu den oben genannten Industrien sollte ergänzend ebenfalls der Automobilsektor genannt werden. Dies zum einen, da er sich durch hohe Emissionen für den Betrieb seiner Produkte auszeichnet, und zum anderen, da er mit einem Anteil von rund 14% des DAX eine wichtige Industrie in Deutschland darstellt (Bloomberg, 2016). Er ist mit gut 2% der Anlagen im

⁵³ Der Sektor Rohstoffe enthält hierbei auch den Subsektor Kohle.

Portfolio vertreten. Bezieht man Automobilzulieferer und Reifenproduzenten ein, so liegt der Anteil an den untersuchten Investitionen bei knapp 3%. Diese Investitionen entsprechen rund 800.000 tCO₂e oder 1,7% der finanzierten Emissionen (Scope 1 und 2). Damit ist der Automobilsektor, wenn nur seine direkten Emissionen und nicht die Emissionen, die durch den Betrieb der verkauften Fahrzeuge entstehen (Scope 3), berücksichtigt werden, weniger emissionsintensiv als der Durchschnitt der Anlagen. Die Transitionsrisiken für den Automobilsektor werden kurz in Kapitel 4.2 betrachtet.

4.1.4 Gesamtausmaß der Transitionsrisiken

Eine Möglichkeit, die Transitionsrisiken sämtlicher Investitionen in emissionsintensive Industrien zu erfassen, ist die Betrachtung verschiedener Preisszenarien pro tCO₂e und die daraus resultierenden Kosten. Prinzipiell können hierfür verschiedene Ansätze verwendet werden. Volkswirtschaftliche Kosten streben eine Bepreisung sämtlicher durch Emissionen verursachter Externalitäten an, beziehen also beispielsweise Luftverschmutzung und daraus entstehende Gesundheitskosten mit ein. Interne Preise sind von Unternehmen verwendete Preise, die das Resultat verschiedener Überlegungen wie aktuellem Marktpreis, erwarteten Regulationen und Externalitäten sein können. Drittens besteht in Europa mit dem Emissionshandelssystem ein Marktpreis, der durch Angebot und Nachfrage bestimmt wird.

Volkswirtschaftliche Kosten könnten der Politik als Richtwert dienen, wenn sie zukünftig eine Emissionsabgabe oder einen regulierten CO₂-Preis für alle Sektoren im Rahmen eines Emissionshandelssystems einführt bzw. diesen Preis erhöht, etwa durch die Setzung von Preisbändern oder eine Verknappung der Zertifikate. Unklar bleibt selbstverständlich, welche Akteure derartige Kosten letztlich tragen würden – ob und in welchem Umfang also beispielsweise die Konsumenten, Unternehmen selbst, die Fondsmanager, institutionelle Investoren oder Privatanleger dafür aufkommen müssten.

Im Rahmen dieser Studie wird zur Abschätzung der möglichen CO₂-Preise der Ansatz der volkswirtschaftlichen Kosten genutzt. Dieser beruht auf den vom UBA (2012b) empfohlenen Werten für die Klimafolgekosten von 80 EUR/tCO₂e im Jahr 2010. Dieser Wert wird auch in weiteren, in dieser Studie zitierten Quellen, etwa einer Untersuchung der Universität Hamburg gemeinsam mit Union Investment (Bassen, Busch, Lewandowski, & Sump, 2016), verwendet. Für eigene Berechnungen der Autoren im Rahmen dieses Berichts wird der Wert von 99 EUR/tCO₂e für das Jahr 2014 verwendet. Dieser beruht auf einer Interpolation für das Jahr 2014 des vom UBA (2012b) empfohlenen Wertes für die Klimafolgekosten (basierend auf den empfohlenen Werten für 2010 und 2030). Es wird eine Status-quo-Betrachtung für das Jahr 2014⁵⁴ getätigt.

Dieses Preisszenario wird auf die Sektoren Öl und Gas, Rohstoffe, Industrie und Versorgung angewendet für die untersuchte Stichprobe von Aktienfonds. Es wird also angenommen, dass Investoren dieser Aktienfonds ihre in diesen Sektoren finanzierten Emissionen von 40,5 Millionen tCO₂e vollumfänglich bezahlen müssen mit einem Preis von 99 EUR/tCO₂e. Hieraus würden sich für die betroffenen Industrien jährlich Kosten von EUR 4 Milliarden ergeben. Dies entspricht 4,5% der Investitionen in diese Sektoren von EUR 89 Milliarden und 1,2% der Gesamtinvestitionssumme von EUR 327 Milliarden.

⁵⁴ Die Aktienfondskomposition wurde mit dem Stichtag 31.06.2015 verwendet, um eine möglichst vollständige Stichprobe zu gewährleisten. Der zeitliche Abstand ist notwendig, da die Fondskomposition von den Kapitalverwaltungsgesellschaften oftmals mit einer zeitlichen Verzögerung von (überwiegend) drei bis sechs Monaten veröffentlicht wird. Für die Emissionen wurden die aktuellsten verfügbaren Daten für das Geschäftsjahr 2014 verwendet.

Geht man von einer erwarteten Rendite von 8% für die Investitionen in diese Industrien aus – dies liegt etwas unter der durchschnittlichen Rendite einer DAX-Anlage im Zeitraum 2004 bis 2013 (Deutsches Aktieninstitut 2014) – so würde diese unter Einbezug der Emissionskosten um 4,8 Prozentpunkte auf 3,2% Rendite sinken.

4.2 Übertragbarkeit auf den gesamten Finanzsektor

Der deutsche Aktienfondsmarkt, welcher als Stichprobe dient, repräsentiert nur einen Ausschnitt des deutschen Finanzmarktes. Eine direkte Übertragbarkeit der Analyse auf andere Anlageklassen und Akteure ist nicht ohne weiteres möglich. In diesem Kapitel soll daher die Analyse um drei Perspektiven ergänzt werden. Erstens wird die Übertragbarkeit der Ergebnisse der Stichprobe auf den gesamten Investmentfondsmarkt diskutiert. Zweitens werden zur Annäherung an die Exponierung des Finanzsektors die Transitionsrisiken von Deutschland analysiert, da viele Akteure, etwa Banken, über Kredite (Deutsche Bundesbank 2016) eine hohe Exponierung zum Inland haben. Drittens erfolgt eine exemplarische Extrapolation auf den gesamten deutschen Finanzmarkt.

4.2.1 Investmentfondsmarkt

Wie zuvor beschrieben, setzt sich der Investitionsfondsmarkt in Deutschland neben Aktienfonds zu wesentlichen Teilen aus Anleihenfonds und Mischfonds zusammen. Daher wird exemplarisch ein Unternehmensanleihenfonds analysiert, um in einem zweiten Schritt eine Extrapolation der Ergebnisse der Stichprobe auf den gesamten Investitionsfondsmarkt durchzuführen.

4.2.1.1 Unternehmensanleihen

Für eine exemplarische Untersuchung der Investitionen in den Unternehmensanleihenmarkt wurde der iShares Core Europe Corporate Bond UCITS ETF gewählt. Der Exchange Traded Fund⁵⁵ iShares Core Europe Corporate Bond UCITS strebt die Nachbildung des Barclays Europe Corporate Bond Index an (iShares 2016).

Dieser Fonds wurde aus zwei Gründen ausgewählt. Erstens aufgrund seines Fokus' auf Unternehmensanleihen, für welche im Gegensatz zu Staatsanleihen gängige Methoden zur Messung des Emissionsfußabdrucks bestehen. Die Methode ist hierbei analog zu den finanzierten Emissionen von Aktien mit der Abweichung, dass Emissionen dem gesamten ausstehenden Fremdkapital zugewiesen werden.⁵⁶ Zweitens, da der Fonds nur Anleihen mit einem Investment-Grade-Rating berücksichtigt, also Anleihen mit einem als gering eingeschätzten Risiko.

Ähnlich wie in der Stichprobe des Aktienfondsmarkts sind auch bei den Unternehmensanleihen-Fonds die Sektoren Öl und Gas, Versorger, Rohstoffe und Industrie am emissionsintensivsten. Sie machen rund 26% des Portfolios aus (im Vergleich zu 27% für den Aktienfondsmarkt) und sind mit 94% der finanzierten Emissionen assoziiert (im Vergleich zu 85% für den Aktienfondsmarkt).

⁵⁵ Exchange Traded Funds (ETFs) wie andere Wertpapiere an der Börse gehandelt.

⁵⁶ Dies bedeutet, dass ein Investor, der 100% des Eigenkapitals und des Fremdkapitals einer Firma besitzen würde, mit 200% der Scope-1- und Scope-2-Emissionen verbunden wäre. Diese Betrachtungsweise ist aus einer Risikoperspektive sinnvoll, da der Investor über zwei verschiedene und anders reagierende Anlageinstrumente der gleichen Tonne CO₂ ausgesetzt ist. Bei einer aggregierten Betrachtung von Transitionsrisiken müssten allerdings die Emissionen zwischen Eigen- oder Fremdkapital aufgeteilt werden.

Der Öl- und Gassektor und somit die am stärksten von Transitionsrisiken betroffene Industrie, ist mit 4,5% im Portfolio gewichtet, vergleichbar mit der Stichprobe für den Aktienfondsmarkt (5,1%). Der untersuchte Fonds gewichtet im Vergleich zum Aktienfondsmarkt den Energieversorgungssektor höher (8,3% zu 2,5%) und ist über diesen Sektor allein mit 67,7% der finanzierten Emissionen assoziiert. Insgesamt besitzt er eine Emissionsintensität von 277 tCO₂e pro investierte Million Euro. Es handelt sich allerdings um einen einzelnen untersuchten Fonds und nicht um eine repräsentative Stichprobe. Außerdem kann argumentiert werden, dass Anleihen den Transitionsrisiken nicht im gleichen Maße ausgesetzt sind wie Aktien, da Forderungen von Fremdkapitalgebern zuerst bedient werden.

Eine direkte Übertragbarkeit der Analyseergebnisse zwischen der Stichprobe für den Unternehmensanleihenmarkt und demjenigen für Aktienfonds ist selbstverständlich nicht gegeben. Es sind jedoch zumindest Parallelen ersichtlich, wie etwa die sehr ähnliche gesamte Portfolioallokation in emissionsintensive Industrien und die Gewichtung der Öl- und Gasindustrie.

Zudem kommen bisherige Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Anlageportfolios zu dem Ergebnis, dass die Sektoren von größerer Relevanz sind als die Anlageklassen (CISL 2015, Mercer 2015). Dies spricht dafür, dass Erkenntnisse zu den Transitionsrisiken per Industrie aussagekräftig sind, unabhängig davon, welche Anlageklasse untersucht wurde.

4.2.1.2 Extrapolation der Ergebnisse auf den Investmentfondsmarkt

Im Rahmen der Stichprobe wurden EUR 327 Milliarden an verwaltetem Vermögen untersucht. Die mit diesen Investitionen assoziierten jährlichen Emissionen betragen 50 Millionen tCO₂e. Die Statistik der Bundesbank (2015) umfasst allerdings nur Investitionsfonds, die in Deutschland oder nach deutschem Recht aufgelegt wurden (EUR 246,5 Milliarden). Der Wert ist daher ein anderer als die untersuchten EUR 327 Milliarden.

Um die Emissionsintensität der Stichprobe auf den gesamten Investitionsfondsmarkt zu extrapolieren, wird die Emissionsintensität der Aktienfondsstichprobe auf die Aktienfonds angewendet, für die Anleihenfonds wird die Intensität des untersuchten Anleihenfonds verwendet und für die Mischfonds das arithmetische Mittel der beiden Intensitäten (215 tCO₂e pro Million Euro an Investitionen). Dies unterliegt der Annahme, dass die in den Anleihenfonds enthaltenen Staatsanleihen eine ähnliche Intensität besitzen. Eine kurze Diskussion der hiermit einhergehenden methodischen Herausforderungen erfolgt in Kapitel 4.3.2.

Nach diesem Vorgehen sind in Deutschland oder nach deutschem Recht aufgelegte Aktienfonds mit knapp 38 Millionen tCO₂e assoziiert, Anleihenfonds mit 112 Millionen tCO₂e und Mischfonds mit 171 Millionen tCO₂e. Damit sind diese Investitionen in Höhe von EUR 1,5 Billionen mit 321 Millionen tCO₂e assoziiert.⁵⁷

4.2.2 Globale Betrachtung der Transitionsrisiken in Deutschland

Zur Annäherung an eine globale Einschätzung der Exponierung des deutschen Finanzsektors zu Transitionsrisiken werden die Transitionsrisiken von Deutschland analysiert. Dies ist sinnvoll, da viele Akteure, beispielsweise Banken über Kredite (Deutsche Bundesbank 2016a), eine hohe Exponierung zum Inland haben. Dies erfolgt über die exemplarische Analyse der Industriezusammensetzung der deutschen Volkswirtschaft. Ergänzt wird die Untersuchung durch zwei Exkurse, erstens zu Transitionsrisiken Deutschlands im Vergleich zu anderen Ländern und zweitens zu den Effekten der Transitionsrisiken anderer Länder auf Deutschland.

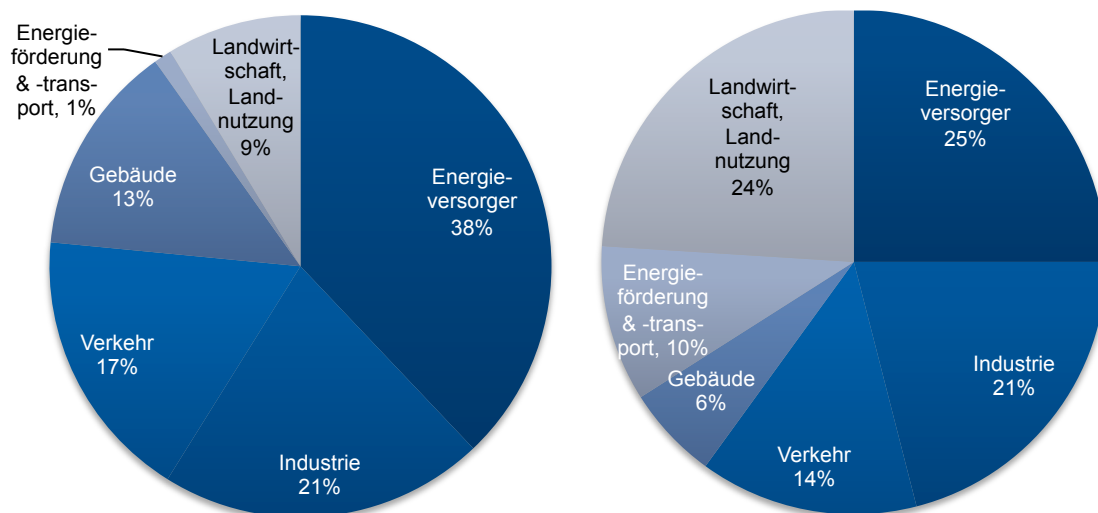
⁵⁷ Es wurden nur Aktien-, Anleihen- und Mischfonds berücksichtigt. Andere Investitionsfonds, z.B. Immobilienfonds, wurden nicht in die Analyse mit eingeschlossen.

4.2.2.1 Industrierzusammensetzung in Deutschland

Zur Beurteilung der Transitionsrisikos eines Landes stellt sich die Frage, welchen Anteil verschiedene Industrien an den Treibhausgasemissionen haben und welche Bedeutung bestimmte Industrien für ein Land haben, also welchen Anteil sie an der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung ausmachen. Die inländischen Emissionen und die inländische Volkswirtschaft spielen für Klimarisiken im deutschen Finanzmarkt eine Rolle, da Banken ihre Kredite oftmals zu einem überwiegenden Anteil an Banken und andere Akteure im Inland vergeben (über 60% der Aktiva der Bilanzsumme deutscher Banken ist auf Akteure in Deutschland selbst zurückzuführen (Deutsche Bundesbank 2016b)). Wenn also eine gefährdete Industrie überproportional stark im Kreditportfolio bestimmter Banken vertreten ist, so ist das Risiko systemischer Schocks größer.

Bei den Treibhausgasemissionen in Deutschland spielen die Energieversorger mit 38%, die Industrie (Chemie, Industriegüter) mit 21% und der Verkehr (Straße, Luftfahrt, Schiene) mit 17% die bedeutendsten Rollen, siehe Abbildung 13 links. Diese drei Emissionsquellen zählen auch weltweit zu den wichtigsten, wenn auch die Land- und Forstwirtschaft sowie Energieförderung/-transport global bedeutender sind (siehe Abbildung 15, rechts).

Abbildung 13: Treibhausgasemissionen Deutschland 2014 (links) und weltweit 2010 (rechts)



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf UBA (2016a) für deutsche & IPCC (2014) für globale Emissionen

Als Annäherung an die wirtschaftliche Bedeutung verschiedener Industrien in Deutschland wird der DAX 30 verwendet, der führende deutsche Aktienindex. Emissionsintensive Unternehmen aus den Sektoren Chemie (20%), Industriegüter und -services (13%), Automobil (14%) und Versorger (3%) machen knapp die Hälfte des Index aus. Sofern der DAX 30 als repräsentativ angenommen werden kann, nehmen demnach emissionsintensive Industrien eine wichtige Stellung in der deutschen Volkswirtschaft ein.⁵⁸ Dies reflektiert sich auch in der Zusammensetzung des Bruttoinlandprodukts, welches 2015 zu 26% Prozent im produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) erwirtschaftet wurde (Statistisches Bundesamt 2016a).

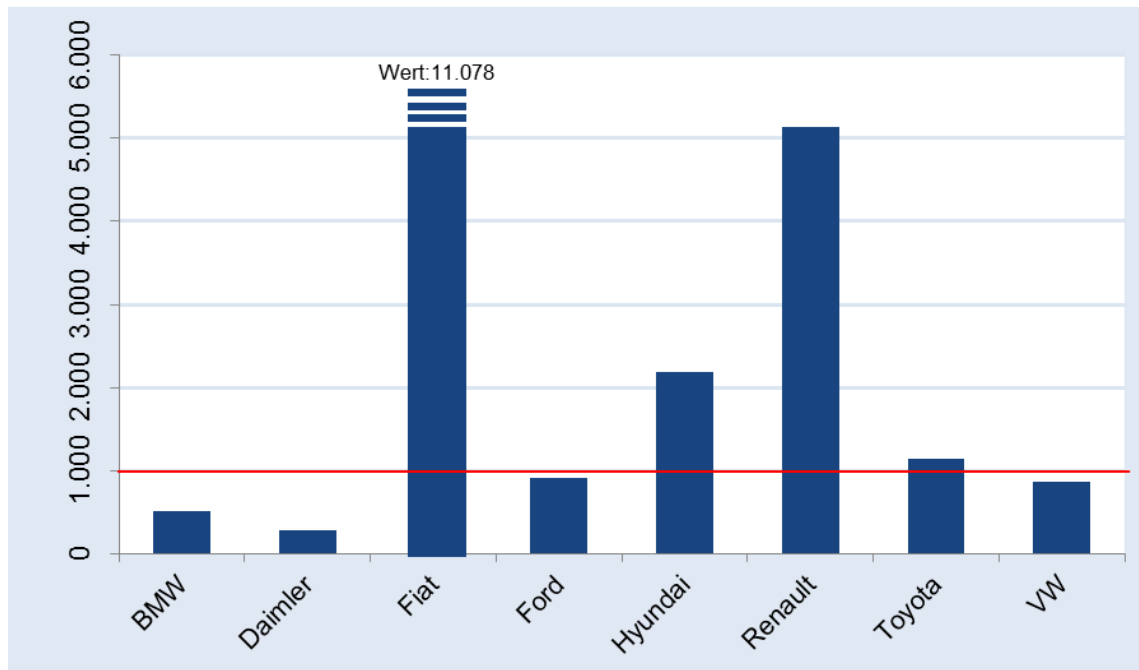
Externe Klimakosten von 80 EUR/tCO₂e im Jahre 2010 gemäß UBA (2012b)⁵⁹ können die Profitabilität von **Automobilfirmen** massiv beeinträchtigen (falls sie für Kosten aufkommen müssten). Deutsche Firmen sind aber vergleichsweise weniger stark betroffen, siehe Abbildung

⁵⁸ Gemäß der Deutschen Börse ist der Index repräsentativ (STOXX, 2016a). Darüber hinaus gibt es weitere Indizes wie den CDAX, welche ein größeres Unternehmensuniversum abdecken. Der DAX 30 wurde aufgrund seiner Bekanntheit und gängigen Verwendung als Vergleichspunkt ausgewählt.

⁵⁹ Diese Kosten versuchen, eine ganzheitliche Abschätzung der Externalitäten von Emissionen einzupreisen.

14: Die rote Linie zeigt, für welche Unternehmen die Internalisierung der Kosten der Emissionen pro 1000 Euro Gewinn diesen übersteigen würde. Allerdings gilt es zu beachten, dass BMW und Daimler die höchsten CO₂-Emissionen pro Personenkilometer aller abgebildeten Firmen haben. Sie sind also gemäß dieser relativen Metrik stark exponiert. Zudem ist unklar, wer diese Kosten tragen würde – ob also Autopreise entsprechend steigen würden oder die Kosten auf die Gewinne der Automobilhersteller drücken würden.

Abbildung 14: Klimakosten (Scope 3, Nutzungsphase) Automobilhersteller pro 1 000 EUR Gewinn (Jahr 2013)⁶⁰



Quelle: Bassen et al. (2016)

Einen Einblick in die Risiken für den **Chemiesektor** gibt der CDP-Sektorbericht zu diesem Thema (CDP 2015a). Mit BASF und Bayer sind zwei der im DAX 30 vertretenen Chemieunternehmen gemäß sieben verschiedenen Kategorien im Zusammenhang mit dem Klimawandel analysiert worden. Beide Unternehmen sind im oberen Drittel der Rangliste platziert. Während dies laut Bericht nicht als absolute Einschätzung des Risikos gesehen werden kann, deutet es dennoch darauf hin, dass Unternehmen mit einem höheren Ranking vermutlich aus einer Nachhaltigkeitsperspektive heraus weniger Risiken besitzen als die anderen untersuchten Unternehmen (CDP 2015a). Die deutschen Chemiekonzerne scheinen also im Vergleich zu ihren Wettbewerbern hinsichtlich einer Transition zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft insgesamt besser positioniert.

Energieversorger spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Während sie einen vergleichsweise geringen Anteil am DAX 30 ausmachen, gehören E.ON und RWE zu den deutschen Unternehmen mit den größten Emissionen (CDP 2015b). Beide Unternehmen sowie der drittgrößte deutsche Versorger ENBW nutzen zu wesentlichen Anteilen Kohle zur Energieerzeugung und besitzen somit eine hohe Exponierung zu Kosten, welche aus einer vollständigen Bepreisung ihrer Emissionen entstehen könnten. Verwendet man mit EUR 99 den im Rahmen dieser Studie angenommenen CO₂-Preis, so würde sich das EBIT der drei Firmen sogar um 96% bis über 200% reduzieren (basierend auf einer linearen Hochrechnung).

⁶⁰ Zur Berechnung wurden die Emissionen der gesamten Nutzungsdauer des Wagens (durchschnittlich gefahrene Kilometer und damit verursachte Emissionen sowie Produktion) mit Kosten von EUR 80 pro tCO₂ belegt.

In Deutschland besteht zudem eine hohe regionale Konzentration von Kohle- und Mineralölkraftwerken. In Nordrhein-Westfalen befinden sich mit 44 Kraftwerken⁶¹ bei weitem die meisten, gefolgt von Baden-Württemberg (21), Brandenburg (13) und Bayern (11) (Bundesnetzagentur 2015). Damit sind weit über die Hälfte der insgesamt derzeit 149 mit fossilen Energien betriebenen Kraftwerke in nur vier Bundesländern beheimatet. Die Auswirkungen eines CO₂-Preises hätten demnach regional unter Umständen sehr unterschiedliche volkswirtschaftliche Effekte.

Einschränkend gilt selbstverständlich, dass CO₂-Preise nur eine erste Annäherung an die Einschätzung von Transitionsrisiken erlauben. Gerade die Situation der deutschen Energieversorger zeigt, dass Risikoursachen weit über CO₂-Preise hinausgehen und im regulatorischen und Marktkontext gesehen werden müssen. So sind etwa Braunkohlekraftwerke aufgrund der derzeitigen niedrigen CO₂-Preise oftmals profitabler als deutlich weniger CO₂-intensive Gaskraftwerke (Morison 2016).

Emissionsintensive Industrien spielen somit regional (siehe Kohle- und Mineralölkraftwerke) und national (siehe Zusammensetzung des DAX 30 und des BIP) eine wichtige Rolle. Deutsche Banken sind mehrheitlich im Inland angelegt. Dies legt den Schluss nahe, dass deutsche Banken wesentliche Anteile an emissionsintensiven Unternehmen in ihren Bilanzen halten und somit über Zweit- und Drittrundeneffekte relevanten Transitionsrisiken ausgesetzt sein könnten. In der Tat sind etwa knapp 27% (über EUR 350 Milliarden) der Kredite von deutschen Banken an inländische Unternehmen und Selbständige in potentiell von Transitionsrisiken betroffenen Sektoren (Deutsche Bundesbank 2015b). Dies sind Akteure in den Bereichen Baugewerbe, Verkehr, Entsorgung, Energieversorgung und Handel und Reparatur von Kraftfahrzeugen.

Ein anderer zu berücksichtigender Effekt sind Korrelationen zwischen Kreditportfolios verschiedener Industrien. Eine Studie von Mitarbeitern der Deutschen Bundesbank etwa betont, dass Effekte auf einen Sektor sich auf die Kredite in verbundenen anderen Sektoren auswirken können (Düllmann 2008). Auch hier wären demnach potenziell Zweit- und Drittrundeneffekte zu erwarten.

4.2.2.2 Exkurs: Immobilien

Die Exposition von Finanzmarktakteuren zu Immobilien kann sich vielfältig manifestieren. Finanzmarktakteure können

- (1) in Unternehmen investiert sein, die Immobilien besitzen;
- (2) in Immobilienfirmen investieren (das Immobilienunternehmen Vonovia ist beispielsweise im DAX 30 vertreten);
- (3) selbst in Immobilien als eigener Anlageklasse angelegt sein;
- (4) selbst Kredite / Hypotheken im Zusammenhang mit Immobilien vergeben (Banken).

Für eine Abschätzung der Größenordnung der potentiellen Auswirkungen von Klimarisiken wird eine exemplarische Analyse der durch deutsche Banken vergebenen Kredite für den Wohnungsbau durchgeführt. Es wird also Fall (4) betrachtet. Eine Analyse der Kredite / Hypotheken im Wohnungssektor ist insbesondere interessant, da diese oftmals mit Finanzkrisen in Verbindung gebracht werden (siehe unter anderem Reinhart et. al (2008)).

Die Einführung beispielsweise eines CO₂-Preises könnte sich direkt (höhere Öl- und Gaskosten) und indirekt (höhere Stromkosten durch Versorger, die Abgaben zahlen müssen) auf den Wohnungssektor auswirken. Es stellt sich die Frage, in welchem Verhältnis diese Mehrkosten,

⁶¹ Die Zahl umfasst Kraftwerke in Betrieb und diejenigen, die als Reservekraftwerke eingestuft sind.

würden sie komplett von den Kreditnehmern getragen, zur Zinslast stehen und welches Risiko für Zahlungsausfälle sich hieraus gegebenenfalls ableiten lässt.

Deutsche Banken halten über EUR 1,2 Billionen an Krediten für den Wohnungsbau (Deutsche Bundesbank 2016a). Unter Annahme eines durchschnittlichen Jahreszinssatzes von 2,07% (Deutsche Bundesbank 2016c) resultieren jährliche Zinszahlungen von EUR 25,2 Milliarden.

Basierend auf durchschnittlichen Wohnungspreisen, dem Endenergieverbrauch des Gebäudebestandes in Deutschland und dem CO₂e-Emissionsfaktor für Strominlandsverbrauch wurden mit den Krediten assoziierte Emissionen von knapp 47 Millionen tCO₂e berechnet (detaillierte Berechnungen in Annex III). Unter Anwendung des in Kapitel 4.1. verwendeten CO₂-Preises (EUR 99) ergeben sich hieraus jährliche Kosten von EUR 4,6 Milliarden. Dies entspricht 18,4% der jährlichen Zinslast. Dies könnte potentiell zu einer Einschränkung der Zahlungsfähigkeit gewisser Kreditnehmer führen.

Die Berechnung unterliegt selbstverständlich einer Reihe von Limitierungen, etwa durch die verwendeten globalen Durchschnittswerte. Zudem wird davon ausgegangen, dass Kreditnehmer selber für die Emissionen der durch den Kredit finanzierten Wohnungsfläche aufkommen müssen.

4.2.2.3 Exkurs: Transitionsrisiken von Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern

Zur Analyse der Transitionsrisiken Deutschlands im Vergleich zu anderen Ländern werden (1) die jeweilige Zusammensetzung der Wirtschaft und ihre Exponierung zu kohlenstoffintensiven Industrien untersucht sowie (2) die relative Emissionsintensität Deutschlands. Diese Analyse wird exemplarisch anhand eines Vergleichs des DAX 30 als deutschem Leitindex mit dem STOXX 600 als europäischem und dem S&P 500 als US-amerikanischem Leitindex durchgeführt.⁶² Diese Indizes repräsentieren durch die Abdeckung der jeweils größten Unternehmen die börsennotierten Industrien ihres jeweiligen geographischen Wirtschaftsraumes.

Ein Vergleich der Indizes zeigt, dass die drei Sektoren Rohstoffe, Industrie und Versorger in allen drei Indizes eine wichtige Rolle einnehmen: Beim DAX 30 sind dies 37%, beim EURO STOXX 600 25% und beim S&P500 17% (Bloomberg 2016)⁶³. Dies deutet darauf hin, dass emissionsintensive Industrien für Deutschland im Vergleich zur nordamerikanischen und gesamteuropäischen Wirtschaft einen höheren Stellenwert einnehmen und Deutschland somit höheren Transitionsrisiken ausgesetzt sein könnte. Während eine geringe Exponierung des DAX gegenüber dem Öl- und Gassektor besteht, nimmt die Industrie einen vergleichsweise hohen Stellenwert ein.

Zudem sind emissionsintensive Industrien wichtiger Bestandteil der deutschen Exporte. So waren Automobile und Automobilteile, Maschinen und chemische Erzeugnisse die drei wichtigsten deutschen Exportgüter mit insgesamt EUR 459 Milliarden (Statistisches Bundesamt 2015). Auch dies deutet auf eine tendenziell höhere Exponierung Deutschlands zu Transitionsrisiken im Vergleich zu anderen global wichtigen Volkswirtschaften hin.

Auf der anderen Seite hat Deutschland die Emissionsintensität der Volkswirtschaft zwischen 1991 und 2014 um 57,5% gesenkt. Gemessen pro USD an Wertschöpfung (BIP) emittiert Deutschland mit 0,2 kg CO₂ durchschnittlich ungefähr gleich viel wie die Europäische Union und weniger als die USA mit 0,3 kg CO₂ (World Bank, 2016a). Die Emissionsreduktionsziele der

⁶² Diese drei Indizes wurden ausgewählt, da sie als Leitindizes des jeweiligen Landes respektive der Region gelten.

⁶³ Die Berechnung basiert auf ETFs der drei Indizes, die diese replizieren.

deutschen Bundesregierung sehen zudem vor, die gesamten Emissionen bis 2050 um 80 bis 95% gegenüber dem Niveau von 1990 zu senken (BMUB, 2014). Eine solche klare Ankündigung langfristiger Ziele und die schrittweise Umsetzung reduziert Transitionsrisiken, da Änderungen von Unternehmen antizipiert werden können und somit eine schrittweise Anpassung stattfinden kann.

Diese Betrachtungen geben allein keine Indikation über das Transitionsrisikenprofil von Deutschland. Eine grundsätzliche Bewertung der Transitionsrisiken müsste ergänzend ebenfalls die Vermeidungs- beziehungsweise Anpassungspotentiale der einzelnen Industrien und Unternehmen betrachten. Wären – hypothetisch betrachtet – deutsche Autohersteller einfacher in der Lage als Amerikanische eine 1,5-2-Grad-kompatible Unternehmensstrategie umzusetzen, so wären auch die Transitionsrisiken für Deutschland im Vergleich zu den USA für diese Branche geringer.

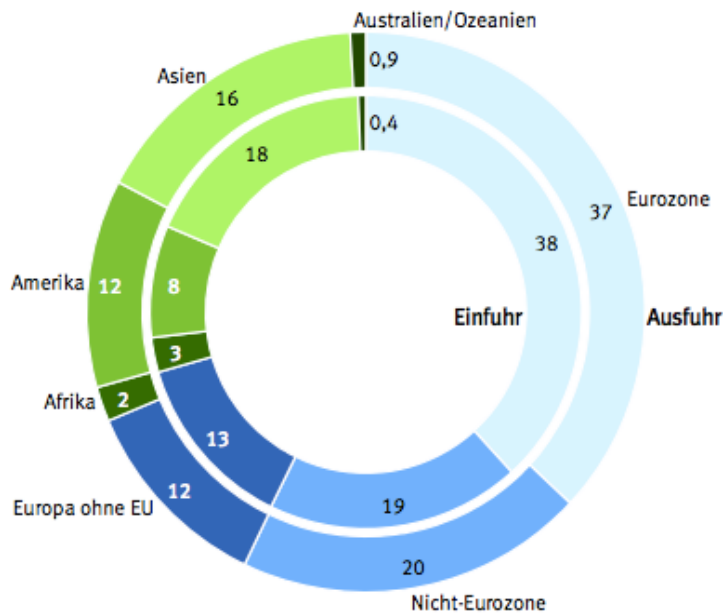
Die Frage, in welchem Maße Deutschland als Volkswirtschaft von Transitionsrisiken betroffen ist, lässt auch Rückschlüsse auf die Gefährdung deutscher Staatsanleihen zu. Die geringere Emissionsintensität des BIP ist ein erster Indikator für niedrigere Risiken für deutsche Staatsanleihen. Wie oben angeführt, wäre eine abschließende Betrachtung der Auswirkungen von Transitionsrisiken auf die deutsche Volkswirtschaft – und über Steuereinnahmen somit auf die Zahlungsfähigkeit des deutschen Staates – nur durch eine vertiefte Analyse der Transitionsfähigkeit deutscher Firmen und der deutschen Volkswirtschaft möglich.

4.2.2.4 Exkurs: Effekte der Transitionsrisiken anderer Länder auf Deutschland

Deutschland besitzt EU-weit den größten Exportüberschuss (eurostat 2015). Gemäß dem Statistischen Bundesamt (2015) hängen knapp ein Viertel der Arbeitsplätze somit vom Export ab. Abbildung 15 zeigt, dass Deutschland hierbei überwiegend von europäischen Ländern abhängt, welche tendenziell geringeren Transitionsrisiken ausgesetzt sind als andere Weltregionen (siehe Analyse der Emissionsintensitäten des BIP im Kapitel 4.1.6.3).

Abbildung 15: Bedeutung verschiedener Weltregionen für den deutschen Handel

Abb 2.3 Außenhandel 2013 nach Ländergruppen
in %



Quelle: Statistisches Bundesamt (2015)

Durch die hohe Vernetzung im deutschen Handel können klimapolitische Regulierungen in anderen Ländern einen Einfluss haben. Ein wichtiger weiterer Aspekt sind neben dem internationalen Handel die zunehmend global verflochtenen Produktionsketten. Auf allen Produktionsstufen konnte in den letzten Jahren eine starke Erhöhung grenzüberschreitender Warenströme verzeichnet werden (Statistisches Bundesamt 2015). Die hiermit einhergehenden Transitionsrisiken sind schwierig zu erfassen, da sie sehr sektor- und unternehmensspezifisch sind. Eine Untersuchung im Rahmen dieses Berichts ist daher nicht möglich.

4.2.3 Gesamtbetrachtung des deutschen Finanzmarkts

Eine simple quantitative Extrapolation der Emissionsintensität aus der Analyse der Aktienfonds auf den gesamten Finanzmarkt ist problematisch, da sie wichtige Anlageklassen nicht mit einschließt, insbesondere Kredite und Staatsanleihen.

Kredite umfassen sowohl unterschiedliche Finanzinstrumente (Hypotheken, Pfandbriefe, Buchkredite) als auch verschiedene Schuldner (Unternehmen, Privathaushalte, Regierungen). Ein überwiegender Anteil etwa der Bilanzsummen von Banken besteht aus Buchkrediten (Deutsche Bundesbank 2016b). Kredite spielen auch bei Erstversicherungsunternehmen, einschließlich Pensionskassen, eine wichtige Rolle: Kredite an Banken und Pfandbriefe machen gemeinsam über 30% der Kapitalanlagen aus (GDV 2016a).

Beide Anlageklassen gehen mit Herausforderungen zur Einschätzung ihrer Transitionsrisiken einher, etwa hinsichtlich der Datenverfügbarkeit⁶⁴.

⁶⁴ Weitere methodische Fragen sind, wie man einem Investor in Staatsanleihen Emissionen zuweisen kann: Soll der Emissionsfußabdruck eines Landes basierend auf Konsum- oder Produktionsdaten verwendet werden oder soll nur die Emissionsintensität der Staatseinnahmen berücksichtigt werden? Und erfolgt die Allokation zu Investoren nach

Aufgrund dieser methodischen Herausforderungen und mangelnder Datenlage erfolgt die Hochrechnung für den gesamten Finanzmarkt daher auf Basis von Annahmen zur Gesamtexponierung der deutschen und globalen Wirtschaft zu Transitionsrisiken.

Es wird angenommen, dass der Finanzmarkt sich entlang der Wirtschaftsentwicklung verhält, dies impliziert die Annahme, dass die sektorale Verteilung der Finanzmarktinvestitionen identisch mit der sektoralen Verteilung des BIP ist. Für Investitionen im Inland wird daher mit 1,5 bis 4,7% (Mittelwert von 3,1%) der maximale Einfluss von Transitionsrisiken auf das deutsche BIP im Jahre 2015 als Annäherung an die Transitionsrisiken verwendet. Die Zahl basiert auf deutschen Emissionen für das Jahr 2015 laut UBA (2016a) multipliziert mit den externen Kosten von 48-144 EUR (Mittelwert von 97 EUR) pro Tonne CO₂ (interpoliert aus den Werten für 2010 und 2030 laut UBA 2012b), dividiert durch das deutsche BIP (Statistisches Bundesamt 2016a), inflationsbereinigt für das Jahr 2010 (World Bank 2016c). Die globalen BIP-Einbußen liegen bei denselben CO₂-Preisen in einer ähnlichen Größenordnung (1,7-5,1% des BIP im Jahre 2014) bei Daten für Emissionen von PBL (2015), für BIP nach Weltbank (World Bank 2016b) und Wechselkursen nach Oanda (2016).

Geht man daher für inländische und ausländische Anlagen von Einbußen von 1,5 bis 4,7% aus, so würde dies Verlusten von maximal EUR 262 bis 655 Milliarden entsprechen.⁶⁵ Verglichen mit den historischen Volatilitäten des Finanzmarkts und unter Berücksichtigung der geringen Wahrscheinlichkeit, dass diese Einbußen in einem Tag passieren, stellt dies alleine sehr wahrscheinlich ein geringes Risiko für die Finanzmarktstabilität dar.

Die Analyseergebnisse unterliegen zudem einer Reihe von Einschränkungen: Eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens der Transitionsrisiken und wie plötzlich ein derartiger Schock auftreten könnte, ist schwer möglich, da dies unter anderem von der Wahrscheinlichkeit und Vorhersehbarkeit von Regulierung in Deutschland und anderen Ländern abhängt. Zudem berücksichtigt die Berechnung keine Anpassungsmaßnahmen. Die oben genannten Zahlen repräsentieren somit die grobe Abschätzung eines Extremszenarios. Zudem ermöglicht die Stichprobe des deutschen Aktienfondsmarkts keine akteurspezifische Betrachtung von Konzentrationsrisiken und daraus folgende Ansteckungskanäle.

4.3 Auswirkungen auf die Finanzmarktstabilität

Bislang gibt es nur wenige Studien, die die Materialität von Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der Finanzmarktstabilität erfassen. Gemäß der in Kapitel 2 dargelegten Klassifizierung von Risiken, können Erst-, Zweit- und Drittrundeneffekte unterschieden werden. Anhand dieser drei Kategorien soll daher auch hier die Materialität der Risiken eingeschätzt werden, basierend auf der vorangehend analysierten Stichprobe sowie der vorhandenen Literatur.

4.3.1.1 Erst- und Zweitrundeneffekte

Erstrundeneffekte (z.B. durch höhere Energiekosten für Finanzmarktakteure) scheinen keine riskanten Auswirkungen auf die Finanzmarktstabilität zu haben (siehe etwa Caldecott 2014a, 2014b).

Zweitrundeneffekte beziehen sich auf Auswirkungen von Risiken im Zusammenhang von Klimawandel auf die Portfolios von Investoren. In dieser Studie wurde aufgezeigt, dass, je nach

Emissionen pro Einheit BIP oder Einheit Schulden? Gemeinsam mit dem Global Footprint Network arbeitet etwa South Pole Group an Methoden für sinnvolle Berechnungen für den Emissionsfußabdruck von Staatsanleihen (Global Footprint Network 2015).

⁶⁵ Basierend auf einem Gesamtvolumen des Finanzmarkts von EUR 13,1 Billionen (Deutsche Bundesbank 2015a).

Szenario, Anlagen in die Öl-, Gas- und Kohleindustrie substantiell an Wert verlieren könnten. Nach dieser Studie könnte der gesamte deutsche Finanzmarkt bei Exponierung nach BIP maximal eine Einbuße von EUR 262 bis 655 Milliarden erleiden (ca. 2-5% des Finanzmarktes), wobei Drittrundeneffekte Berücksichtigung finden, da im gesamten deutschen Finanzmarkt auch Interbanken-Kredite enthalten sind. Würden sich die Wertverluste nur in Form von Zweitrundeneffekten am Aktienmarkt (ca. 2-5% Wertverlust) niederschlagen, so wäre die Finanzmarktstabilität kaum in Gefahr, da es historisch auch höhere Eintages-Verluste ohne darauf folgende Finanzkrisen gab. Entsprechende Wertverluste am Dow Jones Industrial Index Ende 2014 hätten laut Modell des Financial Risk Meters der Humboldt-Universität Berlin zwar zu deutlich höheren Risiken am Finanzmarkt geführt, der Financial Risk Meter hätte aber immer noch eine tiefere Risikoeinschätzung als für das ganze erste Halbjahr 2016 angezeigt⁶⁶.

Eine weitere Perspektive gibt eine Studie von Weyzig et al. (2015), die berechnet, dass in den Portfolios europäischer Finanzinstitutionen über Aktien, Anleihen und Kredite eine substantielle Exposition zu fossilen Energieträgern besteht. Den Schätzungen von Weyzig et al. zufolge liegen die Investitionen in Öl- und Gaskonzerne sowie kohlefördernde Unternehmen für die untersuchten europäischen Banken zwischen EUR 460 bis 480 Milliarden, für Versicherungen zwischen EUR 300 bis 400 Milliarden und für Pensionsfonds bei EUR 260 bis 330 Milliarden. Eine Entwertung dieser rund EUR 0,9-1,2 Billionen an Anlagen könnte problematisch sein. Zum Vergleich – die US-Subprime-Kredite, die die Finanzkrise 2007 auslösten, hatten einen etwa vergleichbaren Umfang (Clerc 2016).

Ein sehr konkretes Fallbeispiel einer solchen Entwertung von Aktienwerten wurde anhand der Modellierung der Aktienpreisentwicklung fünf großer Ölkonzerne im Falle verschiedener Ölpreisszenarien betrachtet. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Modellierung für eine überwiegende Anzahl der restlichen Ölkonzerne in der Stichprobe zu ähnlichen Resultaten gekommen wäre. Ein Beispiel, welches ähnliche Dynamiken in der Vergangenheit aufzeigt, ist die US-amerikanische Kohleindustrie. Aufgrund des Aufkommens günstigen Schiefergases und sowohl strikteren als auch zusätzlichen Regulationen der Umweltschutzbehörde (Environmental Protection Agency) haben zwischen 2010 und 2013 mindestens 26 Kohleunternehmen Konkurs angemeldet (Carbon Tracker Initiative 2015).⁶⁷ Ein negativer Einfluss auf die Finanzmarktstabilität ist davon allerdings nicht ausgegangen.

Bislang gibt es nur zwei Studien die sich mit der Frage auseinandersetzen, wie solche Wertverluste infolge regulatorischer Eingriffe sich auf diversifizierte Portfolios auswirken. Dies sind die Studien „Unhedgeable Risk – How Climate Change Sentiment impacts investment“ (University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL 2015) und „Investing in a Time of Climate Change“ (Mercer, 2015). Beide nutzen physische und transitorische Risiken zur Erstellung von Stresstest-Szenarios, welche sie auf typische Portfolios von Investoren anwenden.

In beiden Studien wird angeführt, dass Renditeeinbußen durch Anpassungen der Anlageallokation entlang der Dimensionen Sektor, Geographie und Anlageklasse abgemindert werden können. Während Mercer diese Effekte nicht quantifiziert, spricht CISL (2015) davon, dass Einbußen um bis zur Hälfte verhindert werden können. Dies bedeutet allerdings in gleichem Maße, dass ein substantieller Anteil des Risikos nur durch systemweite Handlungen vermindert werden könnte. Schwer zu quantifizieren ist in beiden Analysen, inwiefern potentielle zukünftige Entwicklungen bereits diskontiert eingepreist sind.

⁶⁶ Email-Information von Lining Yu, Humboldt-Universität zu Berlin, School of Business and Economics, Ladislaus von Borkiewicz Chair of Statistics, 14. Juli 2016

⁶⁷ Unklar ist, welchen genauen Anteil der Nachfragerückgang und der zunehmende Wettbewerbsdruck hierauf hatten.

4.3.1.2 Drittrundeneffekte

Drittrundeneffekte bezeichnen die Auswirkung von Risiken zwischen Finanzmarktakteuren. Da sich die Risiken über verschiedene Kanäle zwischen Akteuren übertragen können, ist es schwierig, eine umfassende Einschätzung der Drittrundeneffekte zu vorzunehmen. Eine erste Indikation der Bedeutung dieser Perspektive ergibt sich allerdings bereits durch die Betrachtung der finanziellen Vernetzung von Akteuren untereinander: Mitte 2015 hielten etwa deutsche Banken gegenseitige Forderungen in Höhe von EUR 1,8 Billionen, was knapp 14% des gesamten Finanzmarkts entspricht (Deutsche Bundesbank 2015a).

Die Analyse von Netzwerken in der Ökonomie und die Übertragung dieses Ansatzes auf den Finanzmarkt hat sich erst in den letzten Jahren entwickelt und gewinnt zunehmend an Aufmerksamkeit (Härdle, 2015). Ein Beispiel für eine negative Rückkopplung ist ein beeinträchtigter Bankensektor, der in der Folge nur bedingt volkswirtschaftliches Wachstum unterstützen kann. Dies wiederum schränkt die Fähigkeit des Staates ein, das Banksystem zu reformieren. Diese Rückkopplungseffekte wurden 2011 und 2012 von der Europäischen Zentralbank als wesentliche Risikoquellen für die Eurozone angesehen.

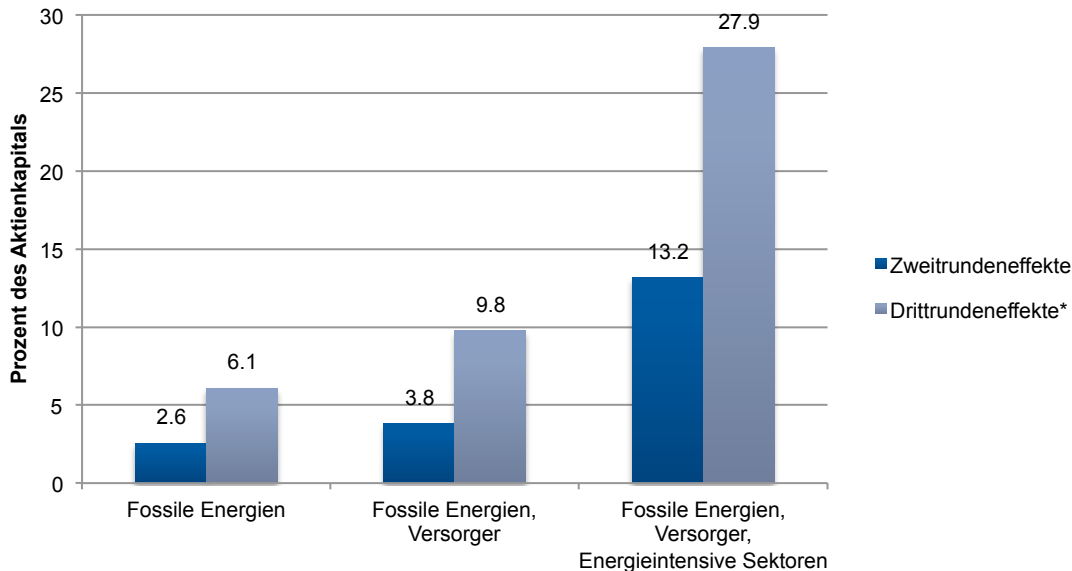
Eine im Februar 2016 veröffentlichte Studie untersucht den Effekt einer vollständigen Abwertung von Unternehmen in klimasensitiven Sektoren auf die Aktieninvestitionen der fünfzig größten börsennotierten EU-Banken (Battiston et al. 2016). Dies umfasst fossile Energien, Versorger und energieintensive Unternehmen, beispielsweise in der Aluminium-, Stahl- und Zementproduktion⁶⁸.

Eine Übersicht über die als Zweit- und Drittrundeneffekte bezeichneten Auswirkungen gemäß Battiston et al. (2016) findet sich in Abbildung 16. Die Zweitrundeneffekte zeigen die Portfolioverluste der direkten Investitionen von Banken, die Drittrundeneffekte die Verluste durch Aktieninvestitionen in von Zweitrundeneffekten betroffenen Banken. Wenn auch das angenommene Schockszenario als unwahrscheinlich betrachtet werden kann, so wird dennoch die Bedeutung der Drittrundeneffekte ersichtlich: Diese übersteigen die Zweitrundeneffekte um den Faktor zwei bis drei.

In der detaillierten Analyse von Battiston et al. (2016) werden zudem zwei deutsche Banken unter den zwanzig potentiell am stärksten betroffenen Instituten genannt. Die Deutsche Bank ist vor allem von Zweitrundeneffekten betroffen. Im Falle der Commerzbank sind Verluste überwiegend respektive ausschließlich auf Drittrundeneffekte zurückzuführen.

⁶⁸ Für die genaue Klassifizierung dieser Gruppe an Unternehmen hat die Studie die Liste an Sektoren "deemed to be exposed to a significant risk of carbon leakage for the period 2015 to 2019" der Europäischen Kommission (2014) verwendet.

Abbildung 16: Effekt einer 100% Abwertung der Aktieninvestitionen der fünfzig größten börsennotierten Banken in der EU in Unternehmen in klimasensitiven Sektoren in Prozent des Aktienkapitals der Banken (*Die Werte unterliegen einer Unsicherheitsspanne von +/- 0,1-0,45%.)



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Battiston et al. (2016)

Neben den direkten Aktieninvestitionen gibt es zahlreiche weitere relevante potentielle Analysen. Sinnvoll wäre beispielsweise eine Untersuchung der möglichen Auswirkungen von Klimarisiken auf Interbankkredite (Battiston et al. 2016) und die Betrachtung der Vernetzung von Banken und Zentralbanken und deren dynamische Veränderung (Betz, 2014).

Die genaue Modellierung der Drittrundeneffekte stellt somit nach wie vor eine Herausforderung dar. Eindeutig ist jedoch, dass eine Einschätzung des systemischen Finanzmarktrisikos aufgrund von Transitionsrisiken sie notwendigerweise berücksichtigen muss. Andernfalls könnte nicht nur das Ausmaß des Risikos deutlich unterschätzt werden, sondern auch seine Auswirkung auf die Finanzmarktstabilität, etwa bezüglich der Fähigkeit von Banken, Kredite zu vergeben.

4.4 Schlussfolgerungen

Erstrundeneffekte sind aufgrund der geringen eigenen Emissionen von Finanzmarktakteuren nur marginal von Relevanz; Transitionsrisiken wirken sich primär durch die Investitionen von deutschen Finanzmarktakteuren in betroffene Unternehmen auf den Finanzmarkt aus (Zweitrundeneffekte). Für die Einschätzung der möglichen Größenordnung von Transitionsrisiken stehen mit CO₂-Preisszenarien oder Annahmen über die generelle Abwertung von Investitionen in bestimmten Industrien Methoden zur Verfügung.

Müssten etwa die im Rahmen dieser Studie untersuchten Aktienfonds ihre finanzierten Emissionen in den Sektoren Öl und Gas, Versorger, Rohstoffe und Industrie tragen, so könnte dies zu Kosten von bis zu EUR 4 Milliarden führen, was 4,5% der Investitionen in diese Sektoren und 1,2% der Gesamtinvestitionssumme entspricht. Aktienfonds stellen selbstverständlich nur einen Teil des Finanzmarktes dar. Trifft man die Annahme, dass ausgehend von einer hohen Verflechtung des Finanzmarkts mit der generellen volkswirtschaftlichen Entwicklung die ökonomischen Kosten des Klimawandels von ca. 2 bis 5% des BIP (Größenordnung sowohl für Deutschland als auch global) auf den deutschen Finanzmarkt übertragbar sind, so würde dies Verlusten von EUR 262 bis 655 Milliarden entsprechen.

Eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens der Transitionsrisiken und wie plötzlich ein derartiger Schock auftreten könnte, ist schwer möglich. Dies hängt unter anderem von der Wahrscheinlichkeit und Vorhersehbarkeit von Regulationen in Deutschland und anderen Ländern ab. Die oben genannten Zahlen repräsentieren somit ein Extremszenario.

Transitionsrisiken von maximal 2 bis 5% des Finanzmarktes stellen alleine sehr wahrscheinlich ein geringes Risiko für die Finanzmarktstabilität dar, wenn man historische Volatilitäten und die geringe Wahrscheinlichkeit eines eintägigen Transitionsschocks dieser Größe betrachtet. Die analysierten Zweitrundeneffekte können aber abhängig von den strukturellen Eigenschaften des Finanzsystems, etwa dessen Vernetzung und generelle Stabilität, zu problematischen Auswirkungen führen.

5 Einpreisung von Klimarisiken

5.1 Einleitung

Das Kapitel analysiert, welche Sektoren, Aktiva und Laufzeiten von Klimarisiken betroffen sind, inwieweit Klimarisiken in traditionelle und moderne Investitionsbewertungsverfahren eingebunden werden können (Kapitel 5.2.), welche Einpreisung heute schon besteht und inwiefern spezielle Verbriefungen helfen können, Katastrophenrisiken auszulagern.

5.2 Betroffene Sektoren, Aktiva und Laufzeiten

5.2.1 Sektoren

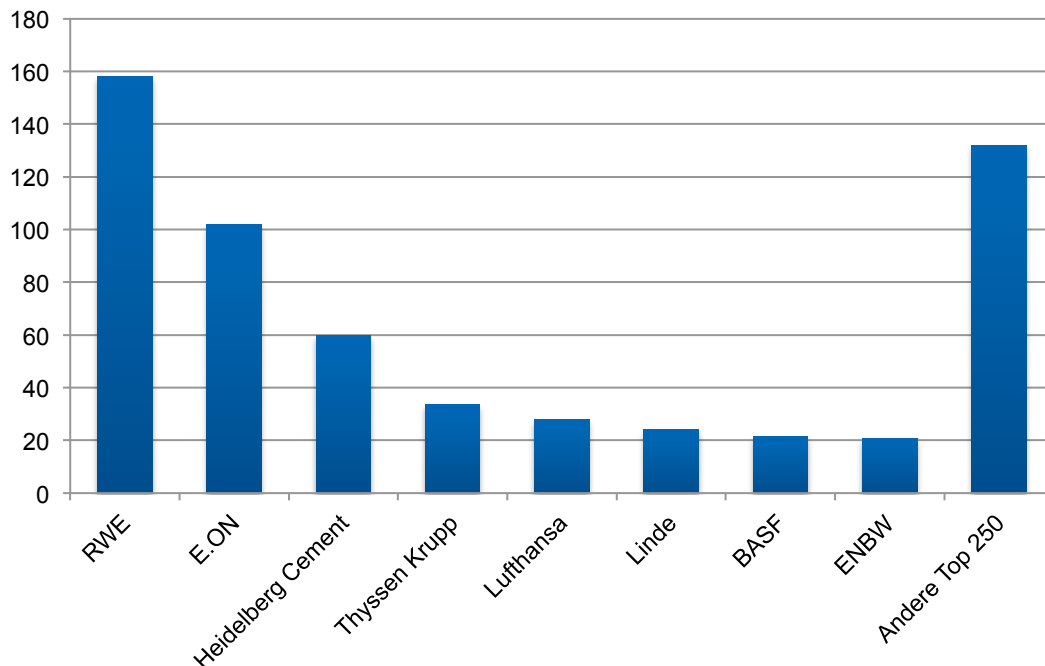
Transitionsrisiken

Betrachtet man nur die deutschen Treibhausgasemissionen ist ein Einpreisen von Transitionsrisiken v.a. in der Energiewirtschaft (Energieversorger), der Industrie (v.a. Stahl, Zement), im Verkehr und bei den Gebäuden notwendig. Über den Verkehr ist auch der Automobilsektor betroffen. Für den gesamten deutschen Finanzmarkt sind allerdings nicht nur die deutschen Emissionen von Bedeutung. Weltweit gesehen sind zwar die gleichen Sektoren betroffen, allerdings sind die Energiewirtschaft und Gebäude weniger stark von Bedeutung, dafür tragen der Landnutzungssektor sowie sonstige Emissionen aus der Energiebereitstellung (v.a. Methanemissionen bei der Förderung und beim Transport fossiler Energien) stärker zu den Emissionen bei, siehe Kapitel 4.

Heruntergebrochen auf einzelne Firmen, die in Deutschland ansässig sind, ergibt sich ein ähnliches sektorales Bild (siehe Abbildung 17): Drei Energiefirmen (RWE, E.ON und ENBW) machen 38% der Emissionen der größten 250 CO₂-Emittenten mit deutschem Hauptsitz im Jahre 2014 aus, während die vier größten Industriefirmen (Heidelberg, Thyssen, Linde und BASF) 24% der Emissionen ausmachten. Der Gebäude- und Transportsektor ist nicht unter den größten Emittenten vertreten, da die Emissionen sehr dezentral anfallen⁶⁹. Die Emissionen der 250 größten Emittenten in Deutschland betrugen 580 Millionen tCO₂e im Jahr 2014, was etwa 60% der Emissionen von Deutschland im gleichen Jahr betrug (UBA 2016b).

⁶⁹ Im Transportsektor ist zwar die Lufthansa unter den 8 größten Emittenten vertreten, aber der größte Teil der Lufthansa-Emissionen ist in der deutschen CO₂-Statistik in Abbildung 17 gar nicht vertreten, da keine Emissionen des internationalen Flugverkehrs erfasst werden.

Abbildung 17: Größte deutsche CO₂-Emittenten 2014 (in Millionen Tonnen CO₂e)



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Datenbank von South Pole Group (CDP- und Firmenberichte)

Physische Risiken

Ein Einpreisen von physischen Risiken ist weltweit v.a. in den Sektoren notwendig, die laut IPCC (Arent et al. 2014) am stärksten vom Klimawandel betroffen sind: Energie-, Wasser-, Transport-, Tourismus-, Landwirtschafts-, Infrastruktur- und Gesundheitssektor⁷⁰. Wie schon im Kapitel 3 ausgeführt, ist in der Finanzwirtschaft v.a. der Versicherungssektor direkt über erhöhte Wetter-Schadensfälle und Variabilität betroffen. Der sonstige Finanzsektor ist kaum direkt, sondern vielmehr indirekt über Sekundäreffekte (Investitionen in betroffene Sektoren) den physischen Risiken ausgesetzt.

In Deutschland sind grundsätzlich die gleichen Sektoren vom Klimawandel betroffen wie weltweit, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Deshalb ist der deutsche Finanzmarkt sowohl über internationale als auch nationale Investitionen in den Energie-, Wasser-, Transport-, Tourismus-, Landwirtschafts-, Infrastruktur- und Gesundheitssektor indirekt vom Klimawandel betroffen.

Maximale Relevanz für den Finanzmarkt

Transitionsrisiken und die damit verbundenen Haftungsrisiken haben für den deutschen Finanzmarkt insgesamt eine größere Relevanz (ca. 2 bis 5% der Werte auch möglicherweise kurzfristig in Gefahr, wenn Investitionen entlang des deutschen oder globalen BIP betroffen sind) als die physischen Risiken (längerfristig ca. 0,1 bis 0,6% gefährdet, wenn Investitionen entlang des deutschen BIP, bis zu 3% bei Investitionen entlang des globalen BIP und moderater Klimaerwärmung von 2 bis 3 Grad Celsius), siehe Tabelle 6. Deshalb scheint das Einpreisen von Klimarisiken v.a. in den Sektoren Deutschlands mit hohen Treibhausgasemissionen (primär Energiewirtschaft und Industrie) von Vorrang zu sein. Bei sechs Energie- und Industriefirmen im DAX könnten die CO₂-Kosten bei voller Einpreisung nach UBA (2012b) 10% des Ertrags

⁷⁰ Im Gesundheitssektor wird es zu höheren Kosten und einer gestiegenen Nachfrage nach Dienstleistungen infolge des Klimawandels kommen.

übersteigen können.⁷¹ Die Streuung der Effekte eines CO₂-Preises auf Unternehmen ist also groß.

Die Exponierung von RWE und E.ON gegenüber Klimakosten ist auch international gesehen hoch. Nach Bassen et al. (2016) würden die CO₂-Kosten für RWE und E.ON mehr als 100% ihres Gewinns betragen, wenn nicht nur die heutigen CO₂-Preise, sondern die vollständigen ökonomischen Kosten von 80 EUR/tCO₂e laut UBA (2012) anfallen. Dies gilt selbst für den Fall, dass die Versorger 50% dieser CO₂-Kosten an ihre Kunden weiterleiten könnten.

Die Fokussierung auf deutsche Firmen lässt außer Acht, dass deutsche Finanzmarktakteure einen wesentlichen Teil ihrer Investitionen (ca. 40% der Kredite) international tätigen (Deutsche Bundesbank 2016b). Die Literatur über die ökonomischen Kosten des Klimawandels weltweit (Dietz, Bowen und Dixon 2016, Arent et al. 2014) deutet darauf hin, dass auch bei internationalen Investitionen die Transitionsrisiken sich nicht deutlich von den 2 bis 5% des gefährdeten Anlagewertes unterscheiden.

Allerdings kommen Battiston et al (2016) zu einer deutlich höheren Gefährdung, wenn sekundäre Effekte über Investitionen zwischen Banken und das effektive Aktienkapital der Banken berücksichtigt werden, siehe Diskussion in Kapitel 4.

5.2.2 Fristigkeiten und Laufzeiten

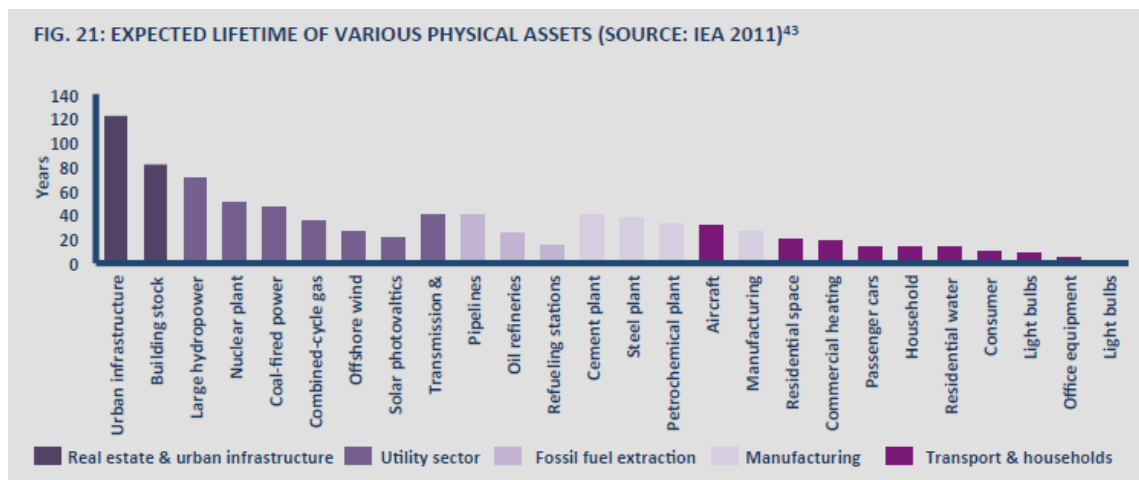
Fristigkeiten im Zusammenhang mit Klimarisiken hängen entscheidend von zwei Faktoren ab: Zum einen von der Zeitspanne, innerhalb derer das (vermehrte) Eintreten der verschiedenen Klimarisiken erwartet werden kann. Zum anderen sind die Laufzeiten der verschiedenen potentiell betroffenen Anlagen unterteilt nach Sektor zu beachten.

Die Fristigkeiten von Klimarisiken sind unterschiedlich für physische Risiken, die v.a. mittel- und längerfristig auftreten, und Transitionsrisiken, die schon heute auftreten, sich aber nach Experteninterviews längerfristig verstärken (siehe Tabelle 6).

Die Laufzeiten respektive die erwartete Lebensdauer verschiedener physischer Anlagen für ausgewählte Sektoren stellt Abbildung 18 dar. Laufzeiten sind unter zwei Aspekten relevant. Erstens erlaubt es zum Zeitpunkt der Konstruktion der Anlage zu klären, für welchen Zeithorizont zukünftige Klimarisiken abgeschätzt werden müssen. Beim heutigen Bau eines Kohlekraftwerks mit einer Lebensdauer zwischen 40 und 60 Jahren muss also berücksichtigt werden, dass Klimarisiken, welche sich in diesem Zeitraum materialisieren, zu einem Wertverlust der Anlage führen können. Zweitens ist diese Information notwendig, um beim Eintreten eines Klimarisikos zum Zeitpunkt X zu berechnen, welcher Wertverlust daraus entsteht. Um beim Beispiel des Kohlekraftwerks zu bleiben – wenn etwa eine CO₂-Steuer den Betrieb des Kraftwerks unrentabel macht und dieses abgeschaltet werden muss, so errechnet sich der entgangene Gewinn aus der zum Zeitpunkt X theoretisch verbliebenen Lebensdauer. Abbildung 18 zeigt u.a., dass vor allem urbane Infrastruktur (z.B. Straßen und U-Bahn-Linien), Gebäude und die meisten Kraftwerke eine längere Lebensdauer haben. Da gerade diese Anlagen in den von Klimarisiken betroffenen Sektoren liegen, empfiehlt es sich, Klimarisiken schon heute in diesen Sektoren einzupreisen, v.a. bei längerfristigen Investitionen.

⁷¹ Eigene Berechnung basierend auf Datenbank von South Pole Group (CO₂-Emissionen Scope 1&2 und Ertrag per Firma im Jahre 2014) und UBA (2012b) für CO₂-Kosten (Interpolation für das Jahr 2014, basierend auf Werten für 2010 und 2030).

Abbildung 18: Erwartete Lebensdauer verschiedener physischer Anlagen



Quelle: IEA (2011)

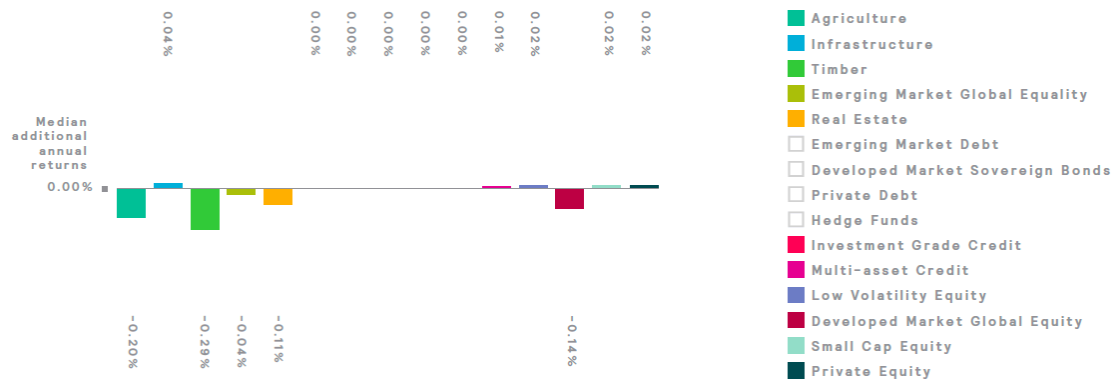
5.2.3 Anlageklassen

Bei physischen Risiken, die in Form von längerfristigen Veränderungen auftreten (z.B. Erwärmung der Gewässer, veränderte Wassermengen), sind vor allem längerfristige Sachanlagen (Land- und Forstwirtschaft, Immobilien, Infrastruktur) betroffen; indirekt auch Finanzanlagen wie Aktien und Anleihen, wobei Investoren sich normalerweise schneller von Finanz- als von Sachanlagen trennen können (mit Ausnahme von Krediten mit sehr langen Laufzeiten).

Bei physischen Risiken, die in Form von Extremereignissen auftreten, sind alle Arten von Aktiva betroffen, also auch börsennotierte Aktien und handelbare Anleihen, die sich zwar schnell verkaufen lassen, deren Wert sich aber auch unmittelbar beim Auftreten eines Extremereignisses ändern kann. Die längerfristigen Anlagen (Sachanlagen wie Gebäude und Infrastruktur, Finanzanlagen mit längeren Laufzeiten) sind wieder stärker betroffen, da Investoren sich weniger schnell von den Anlagen trennen können, den Risiken also unmittelbar ausgesetzt sind.

Mercer ist in einem 4-Grad-Szenario, in dem v.a. physische Risiken zum Ausdruck kommen, in den nächsten 35 Jahren vor allem von Renditeeinbußen in folgenden Anlageklassen ausgegangen: Landwirtschaft (*Agriculture*), Forstwirtschaft (*Timber*), Immobilien (*Real Estate*) sowie globale Aktienmärkte sowohl in Industrie- als auch Schwellenländern (*Developed Market Global Equity / Emerging Market Global Equity*). In allen anderen Anlageklassen sind die Auswirkungen entweder positiv (im Unter-Szenario mit tiefen Schäden, siehe Abbildung 19) oder nur schwach negativ (im Unter-Szenario mit höheren Schäden, nicht abgebildet).

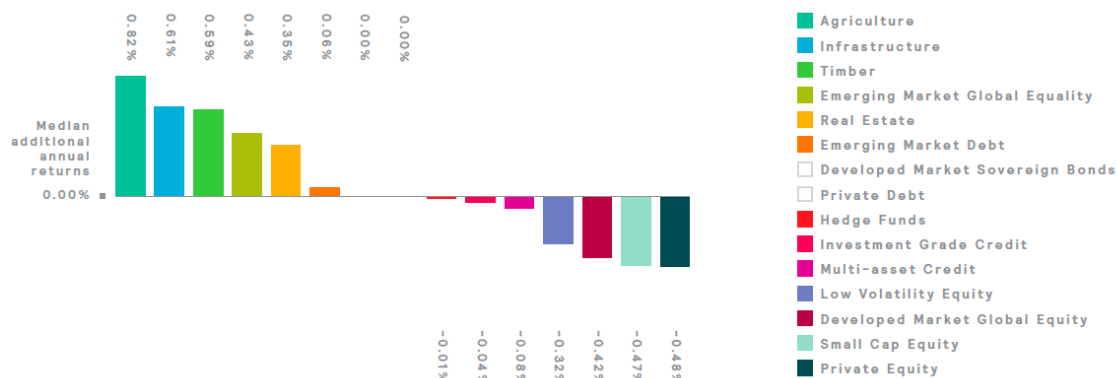
Abbildung 19: Auswirkungen des Klimawandels auf die mittlere jährliche Rendite verschiedener Anlageklassen in den nächsten 35 Jahren; 4-Grad-Szenario „Fragmentation (Tiefe Schäden)“



Quelle: Mercer (2015)

Bei Transitionsrisiken sind wie im Kapitel 4 diskutiert vor allem Aktien und zum Teil Kredite betroffen. Mercer (2015) prognostiziert in einem 2-Grad-Szenario, in dem v.a. Transitionsrisiken zum Ausdruck kommen, in den nächsten 35 Jahren vor allem Renditeeinbußen für verschiedene Typen an Eigenkapital-Anlagen (außer in Schwellenländern) und in geringerem Maß für Kredite (außer in Schwellenländern), siehe Abbildung 20.

Abbildung 20: Auswirkungen des Klimawandels auf die mittlere jährliche Rendite verschiedener Anlageklassen in den nächsten 35 Jahren; 2-Grad-Szenario „Transformation“



Quelle: Mercer (2015)

5.3 Einpreisen in die Investitionsbewertungen

Klimarisiken können eingepreist werden, indem sie in bestehende Modelle für Investitionsbewertungen integriert werden.

5.3.1 Verschiedene Methoden für die Einpreisierung

Die gängigste Methode für Investitionsbewertungen ist die **Kapitalwertmethode** (*Discounted-Cash Flow Analysis*), in der zukünftige Barwerte (Differenz von Aufwand und Ertrag) auf den heutigen Wert diskontiert und summiert werden: Solange der Kapitalwert (*Net Present Value*) größer als Null (bzw. die beste Alternative) ist, lohnt sich eine Investition.

In der Kapitalwertmethode gibt es verschiedene Wege, wie Klimarisiken eingepreist werden können. Erstens können erwartete Veränderungen durch den Klimawandel in den **Barwerten** (*Cash Flows*) eingepreist werden, z.B. in den Erträgen (z.B. geringerer Stromverkauf durch klimabedingt geringere Verfügbarkeit von Wasser), in den laufenden Kosten (z.B. CO₂-Abgaben, aufwändiger Unterhalt) oder in den Investitionskosten (z.B. höhere Dämme durch gestiegene Fluten). Zweitens können Klimarisiken durch eine Erhöhung der **Diskontrate** eingepreist werden. Sowohl physische Risiken (z.B. Volatilität von Wasserverfügbarkeit) als auch Transitionsrisiken (z.B. regulatorische Eingriffe zur Eindämmung von CO₂-Emissionen) können zu einer Erhöhung der Diskontrate führen.

Ein üblicher Weg, um die Diskontrate zu schätzen, ist das Preismodell für Kapitalgüter (*Capital Asset Pricing Model*), indem der erwartete Kapitalertrag dem Ertrag ohne Risiko plus der Differenz zwischen dem Markt- und dem risikofreien Ertrag (multipliziert mit Beta) entspricht. In diesem Modell ist Beta ein Maß für die Risiken einer Investition. Dadurch können Klimarisiken durch eine Änderung von Beta berücksichtigt werden. Die Anpassung von Beta und damit des erwarteten Kapitalertrags lässt sich nicht nur auf einzelne Projekte, sondern auch auf ganze Unternehmen und Staaten anwenden. So können z. B. Klimarisiken in die Bewertung der Renditeerwartung und Kreditwürdigkeit von Unternehmen einfließen (Germanwatch et al. 2009).

Neben der weithin üblichen Kapitalwertmethode gibt es weitere Methoden, die im Markt verwendet werden. Ein einfaches Maß ist die **Rückzahlungsperiode** (*payback period*), in der die notwendige Anzahl Jahre berechnet wird, um mit positiven (aber nicht diskontierten) Erträgen die Anfangsinvestitionen zurückzuzahlen. In diesem Fall können Klimarisiken nur in den Barwerten, aber nicht in den Diskonraten berücksichtigt werden.

Eine komplexere Betrachtung von Investitionen ist die **Realoptionsanalyse**. Hier wird davon ausgegangen, dass Investoren die Möglichkeit (Option) haben zu investieren, diese Option aber auch bis zu einem gewissen Zeitpunkt *t* (*expiration time*) hinauszögern können. Diese Option für eine gewisse Periode hat einen finanziellen Wert, sowohl durch den Zeit- und Anlagewert des nicht-investierten Kapitals, als auch durch die Reduktion von Unsicherheit: Je länger eine Investition hinausgezögert werden kann, desto geringer ist die Unsicherheit der Investition in dieser Zeitperiode. Diese Reduktion von Unsicherheit ist besonders groß, wenn eine Kapitalanlage risikoreich ist, d.h. die Varianz des Ertrags sehr hoch ist (Luehrman 1998). Investoren können Klimarisiken im Falle von Realoptionsanalysen einpreisen, indem sie die erhöhte Varianz des Ertrages von betroffenen Anlagen (z.B. Investitionen in fossile Energien oder Verkehrsinfrastruktur) berücksichtigen. Dadurch werden Real-Optionen wertvoller, und Investoren würden tendenziell Investitionen hinauszögern, um die Unsicherheit (bzgl. Klimawandel bzw. Klimapolitik) zu reduzieren.

Neben dem Einpreisen in einzelne Investitionen können Investoren Klimarisiken auch in ihre Portfolien einpreisen, unter anderem indem sie ihre Anlagen anders diversifizieren als üblich. **Diversifikation** ist eine generelle Strategie, um Portfoliorisiken zu reduzieren, z.B. indem in möglichst verschiedene Sektoren investiert bzw. gewissen Indizes (z.B. DAX) gefolgt wird, um keine übermäßige Exposition in Risiken einzelner Sektoren zu haben. Im Falle von Klimarisiken

ermöglicht eine sektorale Diversifikation nach generellen ökonomischen Kriterien nur eine beschränkte Risikominderung, da fast alle Wirtschaftssektoren vom Klimawandel betroffen sind. Im Falle von Klimarisiken ist es vielmehr angebracht, die Klimarisiken aktiv zu managen (Germanwatch, et al. 2009), z.B. indem bei der Diversifikation darauf geachtet wird, nicht übermäßig bzw. sogar unterproportional zu den Börsenwerten in fossile Energien zu investieren. Dies kann bis zum Ausschluss gewisser Technologien, z.B. Kohlekraft führen, falls diese zu einem Risikomaß Beta führen, das zu hoch ist für bestimmte Investoren.

5.3.2 Herausforderungen in der Praxis

Während das Einpreisen von Klimarisiken rein theoretisch mit bestehenden Investitions-Bewertung-Methoden möglich ist, stellen sich in der Praxis mehrere Hürden, wie z.B. die Unsicherheit bezüglich des Auftretens physischer Risiken und die Annahmen für den CO₂-Preis: Soll von den heutigen CO₂-Preisen (ca. 5 bis 10 EUR/tCO₂e im EU-Emissionshandel), den zukünftig erwarteten CO₂-Preisen oder sogar externen Kosten (40-120 EUR tCO₂e im Jahre 2010 laut UBA (2012b) ausgegangen werden? Wie groß sind die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserkreislauf in den nächsten 50 Jahren?

Um die Komplexität der Einpreisung genauer darzustellen, haben wir diese anhand eines Fallbeispiels (Wasserkraft) durchgerechnet.

5.3.3 Fallbeispiel: Einpreisung von Klimarisiken im Fall eines Wasserkraftwerks

Für die Einpreisung der Klimarisiken wird als fiktives Fallbeispiel ein Wasserkraftwerk in der EU mit einer Leistung von 20 MW herangezogen. Dabei werden basierend auf IEA (2010) und IRENA (2012) folgende Annahmen getroffen: Investitionskosten von 2000 EUR/kW, operationelle Kosten von 15 EUR/MWh, ein Kapazitätsfaktor von 55%, eine Renditeerwartung auf das ganze Kapital von 6,6% und eine Stromabnahme-Vergütung von 5 Cent/kWh. Basierend auf einem vereinfachten Kapitalwertmodell wird im Szenario ohne Klimarisiken ein Kapitalwert des Kraftwerkes von mehr als EUR 2 Millionen berechnet, womit sich die Investition für die Kapitalgeber lohnen würde (siehe Abbildung 21).

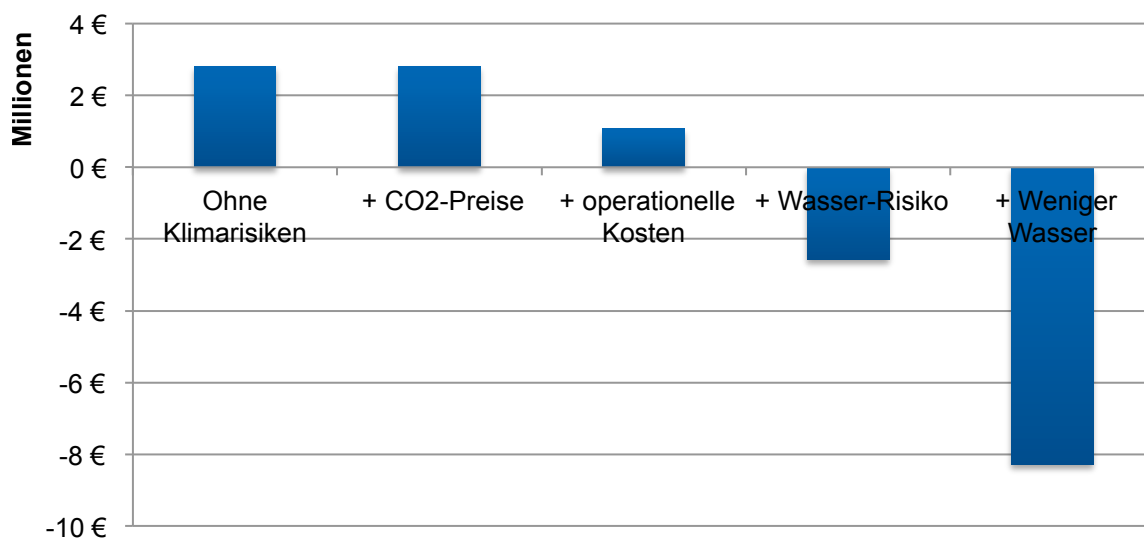
Preist der Investor nun die Transitionsrisiken ein, so kann er eine ähnliche Rentabilität erwarten: Das Kraftwerk verursacht fast kein CO₂ und unterliegt als Erneuerbare-Energien-Anlage keiner Abgabepflicht für Emissionshandelszertifikate. In vielen Ländern profitieren Kraftwerkbetreiber von Zuschüssen für Wasserkraft als erneuerbare Energieform. Wir nehmen hier netto keinen Einfluss von Transitionsrisiken an, womit der Kapitalwert auch bei Einpreisung von Transitionsrisiken bei EUR 2 Millionen bleibt (siehe Abbildung 24).

Preist der Investor nun zusätzlich auch physische Klimarisiken ein, so hat er mehrere Faktoren zu beachten. Erstens können sich die operationellen Kosten erhöhen, z.B. aufgrund erhöhter Unwetterschäden oder der Verlandung von Stauseen. Nehmen wir nun aufgrund historischer Datentrends oder Zukunftserwartungen 10% höhere operationelle Kosten durch den Klimawandel an, so würde sich der Kapitalwert auf etwa EUR 1 Millionen verringern. Zweitens kann sich aufgrund des Klimawandels die Variabilität und somit die Unsicherheit der Wasserverfügbarkeit erhöhen. Der Investor kann dieses Risiko einpreisen, indem er die erwartete Rendite erhöht (entweder durch eine höhere Eigenkapitalquote oder die Anpassung von Beta im Kapital-Bepreisungs-Modell). Wenn sich die Renditeerwartung um 1,2% erhöht, so wird der Kapitalwert der Anlage negativ (minus EUR 1 Millionen), und die Investition lohnt sich nicht mehr. Drittens kann sich auch der Mittelwert der erwarteten Wasserverfügbarkeit ändern. Falls die Wasserverfügbarkeit um 10% sinkt, so wird der Kapitalwert noch stärker negativ (siehe Abbildung 24).

Wenn der Investor die Möglichkeit hat, die Investition um 5 Jahre hinauszuschieben, so sollte sich nach Realoptionsanalyse der Wert dieser Option durch den Klimawandel erhöhen, da der Investor bei einem Aufschub der Investition während 5 Jahren nicht von erhöhter Rendite-Variabilität durch Klimarisiken betroffen ist.

Das fiktive Beispiel zeigt, dass sich Klimarisiken theoretisch einpreisen lassen, dass aber eine Reihe von Daten (in diesem Fall CO₂-Preise, Prognosen zur Wasserverfügbarkeit und deren Variabilität, höhere Unwetterschäden) benötigt werden, die in der Praxis nicht verfügbar oder nur durch prognostische Modelle abschätzbar sind.

Abbildung 21: Einpreisung von Klimarisiken in den Kapitalwert eines fiktiven Wasserkraftwerkes



Quelle: Eigene Darstellung

5.3.4 Übersicht zur möglichen Einpreisung (Fokus und Methode)

Tabelle 6 gibt eine Übersicht über Klimarisiken, maximale Höhe der Einpreisung, die betroffenen Sektoren, Aktiva, Laufzeiten sowie die Möglichkeiten der Einpreisung in bestehende Investitions-Bewertungsmethoden.

Tabelle 6: Klimarisiken nach Fristigkeiten und Sektoren

Klimarisiken	Maximale Höhe der Einpreisung (Wertverluste am Finanzmarkt)	Fristigkeit	Betroffene Sektoren (Primäreffekte)	Betroffene Aktiva	Art der Einpreisung
Physische Risiken (langfristige Effekte und Extremereignisse)	0,1-0,6% bei Investitionen entlang des deutschen BIP; 0-3% bei 2-3°C (deutlich mehr bei stärkerer Erwärmung) und Annahme voller internationaler Verflechtung, siehe Kapitel 3.	Eher langfristig (ab 2030)	Versicherungen, Landwirtschaft, Gesundheitssektor, Tourismus, Energiesektor, Wassersektor, Infrastruktur	Chronische Schäden: v.a. Sachanlagen (Infrastruktur und Gebäude) mit Laufzeiten > 10-15 Jahre; Extremereignisse: alle Aktiva	Anpassung der Barwerte (v.a. negativ aufgrund chronischer Schäden / Versicherung) als auch der Renditen / Betas (Extremereignisse)
Transitionsrisiken (regulative, technologische und Absatzmarktrisiken)	Maximal 2-5% bei Investitionen entlang des deutschen oder globalen BIP; 4% im Falle deutscher Aktienfonds, siehe Kapitel 4	Teilweise kurzfristig, verstärkt mittel- und langfristig	Emissionsintensive Industrien (Energie, Zement, Stahl, Automobilindustrie), Gebäude	Alle Aktiva, auch Finanzanlagen (v.a. börsennotierte Aktien, Anleihen)	Anpassung der Barwerte (z.B. CO ₂ -Preis) als auch der Renditen / Betas (v.a. Energiesektor)
Haftungsrisiken / reputative Risiken	Maximal 2-5% bei Investitionen entlang des deutschen BIP für Emissionen im 2015; 28-81% für historische Emissionen 1990-2015.	Eher mittel- und langfristig (ab 2020 / 2030)	Emissionsintensive Industrien, potentiell Finanzinstitutionen	Alle Aktiva, auch börsennotierte Aktien, Anleihen, Kredite	Anpassung der Renditen / Betas (v.a. Energiesektor)

Quelle: Kapitel 3 und 4 für ökonomische Relevanz von physischen und Transitionsrisiken, eigene Berechnung für Haftung, Interviews sowie Germanwatch et al. (2009) für Fristigkeiten, Arent et al. (2014) sowie Interviews für betroffene Sektoren. Die Haftungsrisiken wurden wie folgt berechnet: Deutsche historische und projizierte Emissionen laut UBA (2016a), multipliziert mit den externen Kosten pro Tonne CO₂ (UBA 2012b), dividiert durch das deutsche BIP (Statistisches Bundesamt 2016b), inflationsbereinigt auf 2010 EUR (World Bank 2016c)

5.4 Bestehende Einpreisung

Dieses Kapitel untersucht, ob es in gewissen Sektoren, Aktiva und Laufzeiten eventuell schon eine „angemessene“ Einpreisung von Klimarisiken gibt, die den effektiven Kosten und Risiken entspricht.

Wir unterscheiden dabei zwischen einer eher generischen Berücksichtigung von Klimarisiken, wie laut Experteninterviews von den meisten Finanzmarktakteuren verwendet, und dem Einpreisen mit konkreten Zahlen, wie sie nur eine Minderheit von Akteuren vollzieht⁷². Beispiele

⁷² Die Aussagen der Experteninterviews decken sich weitgehend mit den Ergebnissen einer früheren Untersuchung (Germanwatch et al. 2009), nach der zwei Drittel der deutschen Investoren Klimarisiken bei Unternehmensbewertungen

für konkrete Einpreisung bestehen in der Versicherungswirtschaft, die veränderte Unwetterschäden laufend in die Versicherungsmodelle einbaut, und in der Energiewirtschaft bzw. bei Investoren in die Energiewirtschaft, die sich schon umfassend mit heutigen und zukünftigen CO₂-Preisen befassen, v.a. bei längerfristigen Investitionen.

Neben dem Einpreisen für die eigene operative Tätigkeit können Firmen auch Signale aussenden, die es Investoren besser ermöglichen, Klimarisiken einzupreisen. Zu diesen Signalen zählt unter anderem die Berichterstattung zur Klimastrategie, Risiko-Exponierung (CO₂-Emissionen) und Maßnahmen. Mehrere hundert Firmen berichten CDP jährlich und weitere Firmen berichten jährlich in Jahres- bzw. Nachhaltigkeitsberichten.

5.4.1 Einpreisen von Transitionsrisiken

Transitionsrisiken werden heute über CO₂-Preise, durch den Ausschluss gewisser Firmen nach einer Analyse der Klimarisiken oder die Desinvestition in fossile Energien eingepreist.

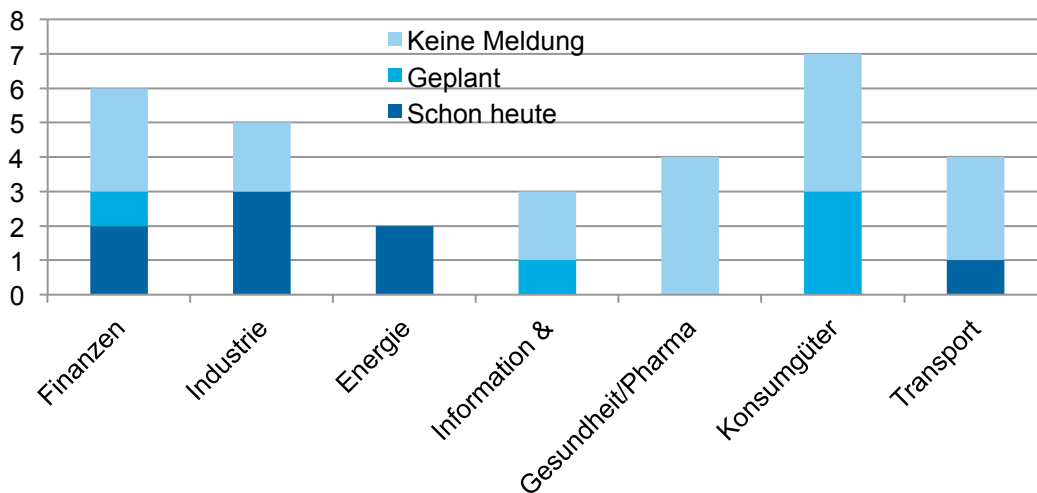
1.1.1.1 CO₂-Preise

CO₂-Preise sind dabei sicherlich das gebräuchlichste Mittel der Einpreisung, da sich Risiken der Einführung und die Verschärfung verschiedenster regulatorischer Instrumente in der Klimapolitik (Steuern, Emissionshandel, Technologiestandards) sehr gut in erwarteten CO₂-Preisen fassen lassen.

Immer mehr Firmen verwenden interne CO₂-Preise in ihrer Berichterstattung. Während 2014 erst 150 Firmen über solche internen CO₂-Preise berichteten, waren es im Jahr 2015 schon 437; und weitere 538 Firmen planen, einen internen CO₂-Preis einzuführen (CDP 2015c). 13 deutsche Firmen, davon 8 DAX-Firmen und 2 kommerzielle Banken haben berichtet, dass sie einen internen CO₂-Preis verwenden, während weitere 8 deutsche Firmen (davon 5 DAX-Firmen) angekündigt haben, einen solchen einzuführen (siehe Abbildung 22). Bezogen auf die **Sektoren** preisen vor allem Firmen in den emissionsintensiven Energieversorgungs- und Industriesektoren CO₂-Preise ein sowie auch die Finanzindustrie. Erstaunlicherweise melden erst wenige Firmen im Transportsektor interne CO₂-Preise. Innerhalb des Finanzsektors werden laut Experteninterviews primär bei Energieversorgern und multinationalen Mineralölkonzernen die CO₂-Emissionen eingepreist.

in Betrachtung ziehen, dabei aber mehrheitlich keine konkreten Zahlen oder nicht-formalisierten Methoden für Umsatz/Gewinn berücksichtigen.

Abbildung 22: DAX-Firmen, die interne CO₂-Preise verwenden (nach Sektor)



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf CDP (2015c)

Nur zwei deutsche Firmen haben den internen Preis gegenüber CDP veröffentlicht (7 und 22 bis 45 USD/tCO₂e). Unsere Experteninterviews legen nahe, dass die meisten Finanzinstitutionen (v.a. die Vermögensverwaltungsabteilungen), sofern sie überhaupt CO₂-Preise annehmen, sich eher an den heutigen Marktpreisen im Emissionshandelssystem von etwa 5 bis 9 EUR/tCO₂e im letzten Jahr orientieren.

Damit liegen die internen CO₂-Preise, die von einer Minderheit deutscher Firmen und Finanzmarktteilnehmer verwendet werden, eher im unteren Bereich der global berichteten CO₂-Preise von 1 bis 357 USD/tCO₂e (CDP 2015c) und deutlich unter den effektiven ökonomischen Kosten, die das UBA (2012b) auf 40 bis 120 EUR/tCO₂e im Jahr 2010 und auf 70 bis 215 EUR/tCO₂e im Jahr 2030 schätzt. Dabei ist zu beachten, dass die tiefen CO₂-Preise auch widerspiegeln könnten, dass die Firmen davon ausgehen, dass die CO₂-Kosten zum großen Teil nicht durch sie als direkte Emittenten, sondern durch die Konsumenten der produzierten Güter getragen werden.

Der Ansatz der CO₂-Bepreisung hat auch gewisse Limitierungen. Wichtige Elemente zur umfassenden Einschätzung von Transitionsrisiken werden außer Acht gelassen, z.B. die Klimarisikopraxis einer Firma, kostengünstige Vermeidungspotentiale, Preiselastizität der Nachfrage von Produkten und die Entwicklung neuer Technologien und andere Maßnahmen, um die Exponierung gegenüber CO₂-Emissionen längerfristig zu reduzieren.

5.4.1.1 Ausschluss, Desinvestition und Hedging

Laut Interviews ‚preisen‘ Investoren Transitionsrisiken nicht nur über CO₂-Preise ein, sondern sie schauen auch auf die **generelle Exponierung gegenüber der Klimapolitik** (z.B. Investitionen in fossile Energien, Aufbau alternativer Technologien). Zum Teil werden Unternehmen, die immer noch in Kohlekraftwerke investieren oder deren Einnahmen substantiell davon abhängen, von gewissen Portfolios ausgeschlossen. Der Ansatz des Ausschlusses hat die Limitierung, dass Transitionsrisiken bei nicht-ausgeschlossenen Firmen nicht eingepreist werden.

Ein weiterer Weg der Einpreisung ist die volle oder teilweise **Desinvestition in fossile Energien**, vor allem bei Mineralölkonzernen und kohlefördernden Industrien. Dieser Entscheid kann aufgrund verschiedener Gründe getroffen werden: ethische Überlegungen, Annahme eines bestimmten CO₂-Preises oder des Risikos, dass Investitionen in fossile Energien aufgrund klimapolitischer Maßnahmen vollständig an Wert verlieren könnten. In Deutschland haben sieben Finanzinstitutionen und Organisationen eine Desinvestitionsstrategie, darunter Allianz und das Deutsche Presseversorgungswerk (teilweise Desinvestition), die Steyler Ethik Bank

(Desinvestition von Kohle) sowie mehrere Nicht-profitorientierte Organisationen (Go Fossil Free 2016). Laut einer quantitativen Studie haben Desinvestitionsstrategien bereits zu geringeren Börsenwerten von kohlefördernden Firmen geführt (Byrd und Cooperman 2015). Desinvestitionsstrategien können Transitionsrisiken nicht vollständig einpreisen, da sie nur auf wenige Firmen fokussiert sind, die fossile Energien fördern, und nicht auf alle Firmen, die Treibhausgase emittieren (Covington und Thamotheram 2014). Der Ansatz der Desinvestition hat somit die Limitierung, dass Transitionsrisiken bei allen Firmen, die nicht von Desinvestitionen betroffen sind, nicht eingepreist werden.

Ein weiterer möglicher Weg der Einpreisung ist das Hedging gegen Klimarisiken, z.B. in Form von Optionen oder Futures. Während Hedging für einzelne Investoren möglich ist (Andersson et al. 2016) wird diese Strategie nicht für den gesamten Finanzsektor funktionieren, da der Klimawandel für die meisten Sektoren Verluste bedeutet und sich daher alle Akteure in dieselbe Richtung absichern (CISL 2015).

5.4.1.2 Einpreisung nach Anlageklassen, Fristigkeiten und Sektoren

Die Einpreisung von Transitionsrisiken findet laut Experteninterviews bei allen **Anlageklassen** statt, aber am meisten bei **längerfristigen Investitionen** (Infrastruktur und Anleihen mit längeren Laufzeiten) und **Aktien**; weniger bei kurzfristigen **Firmenanleihen**. Kaum eingepreist werden die CO₂-Emissionen bei Staatsanleihen. Bei den Sektoren werden die Klimarisiken vor allem bei **Investitionen in Energieversorger** sowie zum Teil in energieintensive Sektoren eingepreist.

Neben den Experteninterviews geben auch internationale Studien Anzeichen, dass eine Einpreisung stattfindet:

Bei **Aktien** finden sich unterschiedliche Ergebnisse in der Literatur, zum Teil haben CO₂-Risiken keinen Effekt, zum Teil führen sie zu Kursverlusten am Aktienmarkt. In der EU und den USA haben sich nach zwei Studien die allgemeinen Kapitalkosten von CO₂-intensiven Firmen erhöht (Chen und Silva Gao 2012, Koch und Bassen 2013). Klar scheint die Situation bei Ankündigung oder Einführung von Emissionshandelssystemen: Mehrere Studien finden Wertverluste von CO₂-intensiven Firmen sowohl für Australien (Chapple, Clarkson und Gold 2013) als auch für die EU (Koch und Bassen 2013). Dabei entsprechen die Kursverluste CO₂-Preisen im Rahmen der politisch gesetzten Preise, so z.B. 17 bis 26 AUS-\$ im Falle von Australien (Chapple et al. 2013) und nicht der effektiven ökonomischen Kosten. Nach einer Studie von Bassen et al. (2016), die über 4000 Unternehmen weltweit betrachtet, haben Firmen mit tieferer CO₂-Intensität ein höheres Kurs-Buchwert-Verhältnis. Damit scheinen nach den Autoren die Finanzmärkte „geringe CO₂-Emissionen zunehmend als Indikator für zukünftige Wertschöpfungspotenziale und Wachstumsopportunitäten zu sehen und teilweise einzupreisen" (Bassen et al. 2016, p. 33).

Bei **Unternehmens-Anleihen** finden Chen und Silva Gao (2012) höhere Zinssätze bei Firmen mit höheren CO₂-Intensitäten (bei Kontrolle für andere Faktoren, welche Zinssätze beeinflussen). Dieses Ergebnis müsste allerdings durch andere Studien bestätigt werden, bevor von einem robusten Zusammenhang zwischen Zinssätzen von Anleihen und CO₂-Intensität gesprochen werden kann.

5.4.1.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich folgern, dass heute Transitionsrisiken nur von gewissen Sektoren und Akteuren im deutschen Finanzmarkt eingepreist werden, primär von den besonders exponierten Industrien (Energie, Industrie) und kommerziellen Banken. Dies alleine deutet auf ein unvollständiges Einpreisen der Transitionsrisiken hin. Des Weiteren liegen die berichteten internen CO₂-Preise nahe den derzeitigen Preisen im Emissionshandel, aber weit unter den effektiven ökonomischen Kosten laut Umweltbundesamt und den prognostizierten, steigenden Preisen im Emissionshandel, womit unklar bleibt, ob viele Firmen auf eine mögliche regulatorische Anpassung der CO₂-Preise Richtung ökonomische Kosten bzw. auf die aufgrund

der im EU-Emissionshandel jährlichen Reduzierung der Zertifikatmenge und die daraus resultierenden künftig zu erwartenden höheren CO₂-Preise vorbereitet sind.

Die Erfassung von Informationen (wie zu Umwelt-Regulationen und CO₂-Preisen) verursacht immer Kosten, daher ist es praktisch unmöglich, dass Firmen vollständig informiert sind und der Markt effizient ist (Grossman und Stiglitz 1980). Gerade im Fall von Klimarisiken sind Informationsdefizite durch die mehrfache Unsicherheit (Klimawandel, Klimapolitik) groß, und daher ist eine nicht-effiziente Bepreisung infolgedessen wahrscheinlich (Hjort 2016).

Während aufgrund der heutigen (niedrigen) CO₂-Preise klar ist, dass der Klimawandel aus gesamtwirtschaftlicher Sicht von Firmen nicht ökonomisch effizient bepreist wird, ist es nicht möglich, abschließend zu urteilen, ob Investoren die aus Sicht der Finanzmarktstabilitätssicht 'richtige', effiziente Einpreisung von Transitionsrisiken vornehmen, da eine solche sich an realistischen Erwartungen hinsichtlich zukünftiger, regulatorisch beeinflusster CO₂-Preise orientieren sollte: Vielleicht haben Investoren mit tiefen internen CO₂-Preisen auch die 'richtige' Wahrnehmung, dass die Einführung von hohen CO₂-Preisen oder anderen bedeutenden klimapolitischen Maßnahmen aufgrund politischer Widerstände sehr unwahrscheinlich ist. Aus kurzfristiger Anlagesicht liegen für Investoren genügend Informationen zu umweltpolitischen Regulationen vor, erst bei mittel- bis längerfristigen Prognosen (über 2020 hinaus) bestehen erhebliche Unsicherheiten bezüglich CO₂-Preisen und Einhaltung des 1,5-2-Grad-Limits.

5.4.2 Einpreisen von physischen Risiken

Den Autoren sind keine generellen Studien zur Einpreisung von physischen Risiken durch deutsche Finanzmarktakteure bekannt. Laut Experteninterviews sind physische Risiken auf dem Radar der meisten Versicherer, aber ein aktives Management dieser Risiken findet primär durch Rückversicherer und größere Schadens- und Unfallversicherer statt: Diese passen ihre Versicherungsmodelle aufgrund der Entwicklung von Unwetterschäden laufend an. Diese Anpassung erfolgt allerdings rein aufgrund historischer Daten und nicht spezifisch auf Basis von Wissen über zukünftigen Klimawandel. Veränderte Unwetterrisiken aufgrund des Klimawandels werden also genau gleich eingepreist wie veränderte Unwetterrisiken aufgrund anderer Faktoren.

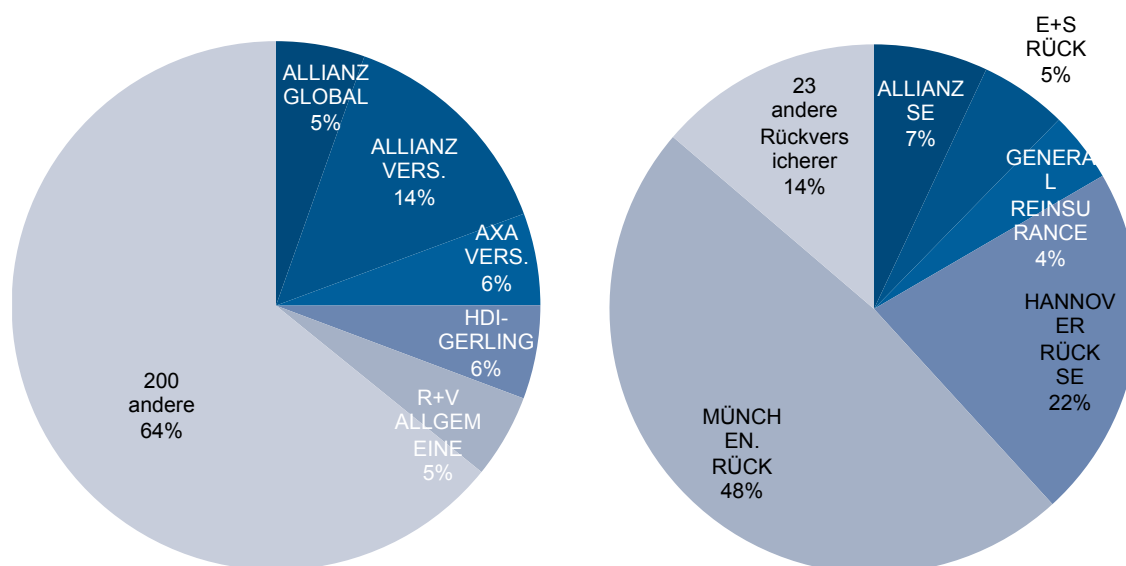
Des Weiteren führen größere Akteure in der Versicherungswirtschaft (Munich Re und GDV) auch Studien zu längerfristigen Klimaschäden durch. Allerdings fließen diese nicht direkt in die Versicherungsmodelle ein. Die Erfassung von veränderten Unwetterschäden findet oft nur in eigenen Modellen statt, während die (theoretisch jährlich anpassbaren) Prämien nicht immer angepasst werden, da Versicherungen bei den heutigen tiefen Zinsen fürchten, bei Prämien erhöhungen Kunden zu verlieren. Größere Versicherungen verwalten physische Wetterrisiken auch mit weiteren Maßnahmen, unter anderem der Anpassung der Rückstellungen und Diversifizierung der versicherten Risiken. Seit den 1990er Jahren verwenden Versicherungen und Rückversicherungen auch sogenannte **Katastrophenanleihen** (*Natural Catastrophe Bonds* bzw. **Nat Cat Bonds**), um Risiken auszulagern, siehe dazu die Fallstudie in Kapitel 3.

Aufgrund der Preisfindung auf Basis historischer Daten können Versicherungen abrupte, innerhalb eines Jahres eintretende Änderungen bei Unwetterrisiken nicht vollständig einpreisen. Allerdings erlaubt die jährliche Prämienanpassung eine relativ kurzfristige Anpassung, während klimawandelbedingte Veränderungen zumeist in einem längeren Horizont auftreten.

Die Einpreisung von physischen Risiken primär durch Rückversicherer und bestimmte Schadens- und Unfallversicherungen lässt sich u.a. durch die Größe der Versicherer erklären. Während Rückversicherer relativ groß sind – nur fünf Firmen teilen sich 76% der EUR 52 Milliarden Bruttobeiträge aller deutschen Rückversicherer (siehe Abbildung 23 rechts) –, gibt es über 200 Sach- und Unfallversicherungen, wovon die größten fünf sich nur 36% der EUR 70 Milliarden an Bruttobeiträgen teilen (siehe Abbildung 23 links).

Kleinere Versicherer und Firmen in anderen Sektoren beobachten zwar zum Teil die physischen Klimarisiken, aber sie preisen sie nicht aktiv ein, sondern verlassen sich auch auf das Wissen der (Rück-)Versicherungen, welches durch Prämien und den Austausch auf die versicherten Firmen und damit den Finanzmarkt übertragen wird. Banken, Vermögensverwalter und Pensionskassen im Finanzsektor verlassen sich ebenfalls auf das Wissen der Versicherungswirtschaft und prüfen daher maximal, ob Firmen, in die sie investieren, genügend gegen Unwetterschäden versichert sind oder ob aufgrund der Daten von Versicherungen massive physische Risiken bei Infrastrukturprojekten vorliegen. Eine Ausnahme im Finanzsektor bilden Banken im öffentlichen Besitz, die sich aufgrund politischer Vorgaben stärker mit der Anpassung an den Klimawandel befassen.

Abbildung 23: Verteilung der Bruttoversicherungsbeiträge 2014 von Schadens-/Unfallversicherungen (links) sowie Rückversicherungen (rechts), die unter Bundesaufsicht stehen



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BaFin (2015)

Die Ergebnisse decken sich weitgehend mit den Ergebnissen einer Studie, die vor acht Jahren durchgeführt wurde (Germanwatch et al. 2009), als der Finanzsektor die physischen Risiken des Klimawandels kurz- bis mittelfristig als von geringer Bedeutung eingeschätzt hat, da andere wichtigere Risiken im Vordergrund standen.

5.5 Fallstudie Katastrophenanleihen und Klimawandel

Katastrophenanleihen (*Cat Bonds*) sind spezielle Verbriefungen respektive Wertpapiere, bei denen der Investor eine jährliche Zahlung (*Coupon*)⁷³ für die Laufzeit der Anleihe bekommt, beim Eintreffen extremer Naturkatastrophen aber sowohl diesen Coupon als auch das investierte Kapital (*Principal*) verlieren kann. Für Versicherer sind Katastrophenanleihen interessant, da sie die Risiken von Verlusten bei Katastrophen vermindern, da der Versicherer nur noch einen Teil des Risikos übernimmt. Für Investoren sind Katastrophenanleihen interessant, da Katastrophenrisiken kaum mit anderen Finanzmarktrisiken wie Währungsrisiken korreliert sind (Arent et al. 2014).

Inwiefern können solche Katastrophenanleihen helfen, physische Klimarisiken einzupreisen und zu managen? Um diese Frage zu beantworten, wird im Folgenden die Bedeutung von klimawandelbeeinflussten Ereignissen für Katastrophenanleihen untersucht und der bestehende Markt sowie seine Ausbaufähigkeit hinsichtlich Investoren und Konkurrenzprodukten betrachtet.

⁷³ Normalerweise ein Referenzzins (z.B. von US-Staatsanleihen) und zusätzlich ein fixer Betrag pro Jahr.

Durch das Klima hervorgerufene Naturkatastrophen waren in 52 bis 81% aller Katastrophenanleihen, die Ende 2015 ausstehend waren, enthalten (siehe Tabelle 7). Dabei geht es insbesondere um Hurrikane und andere Windereignisse in den USA. Obwohl klimabeeinflusste Naturkatastrophen in Europa (Stürme) in weniger als 10% aller Katastrophenanleihen mitverbrieft sind, hat der Katastrophenanleihen-Markt eine starke Bedeutung für die größten deutschen Versicherer und Rückversicherer, da diese global tätig sind. Munich Re zum Beispiel hat massive Rückstellungen für Naturkatastrophen in den USA (Munich Re 2015) und alle ausstehenden Katastrophenanleihen von Munich Re beinhalten Hurrikane oder Stürme in den USA (Munich Re 2016).

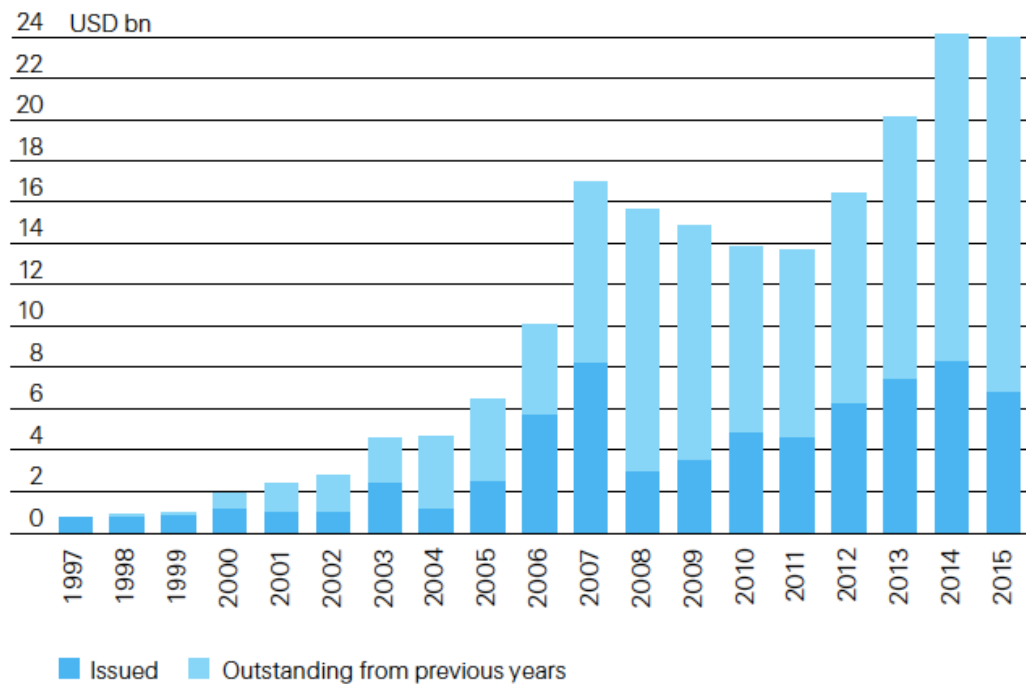
Tabelle 7: Klimabezug verschiedener Naturkatastrophen im Katastrophenanleihen-Markt

Naturkatastrophe	Anteil am Katastrophenanleihen-Markt Ende 2015	Klimarelevanz
Hurrikane und andere Windereignisse (USA)	52%	Wird verstärkt durch den Klimawandel
Erdbeben (USA)	47%	Kein Bezug
Erdbeben (Kanada, Japan)	19%	Kein Bezug
Stürme (USA)	12%	Wird verstärkt durch den Klimawandel
Windstürme in Europa	9%	Wird verstärkt durch den Klimawandel
Andere Naturkatastrophen Mexiko, Australien, Japan	8%	Wird teilweise verstärkt durch den Klimawandel
Gesamt durch das Klima beeinflusste Katastrophen	52%-81%	Wird teilweise verstärkt durch den Klimawandel

Quelle: Swiss Re (2016) für Marktanteile, IPCC (Arent et al. 2014) für Klimabezug. Bemerkung: Summe der Anteile des NatCat-Bond-Marktes können 100% übersteigen, da gewisse Katastrophenanleihen mehrere Naturkatastrophen beinhalten.

Wie stark hat sich der Katastrophenanleihen-Markt entwickelt? Abbildung 24 zeigt die schnelle historische Entwicklung des Katastrophenanleihen-Marktes: Waren vor 2000 weniger als USD 1 Milliarden Katastrophenanleihen ausstehend, so sind es heute USD 24 Milliarden. Dabei gab es eine besonders starke Entwicklung nach den Hurrikanen 2004/2005. Der Markt hatte zwar 2008 einen starken Einbruch während der Finanzkrise, erholte sich aber schnell, da Marktteilnehmer u.a. eine höhere Transparenz bei Katastrophenanleihen im Vergleich zu anderen Verbriefungen wie Hypotheken-Anleihen feststellten (Arent et al. 2014).

Abbildung 24: Entwicklung des Marktes für Katastrophenanleihen



Quelle: Swiss Re (2016)

Deutsche Finanzmarktakteure haben einen relevanten Anteil am Katastrophenanleihen-Markt, siehe Abbildung 25. Die Deutsche Bank war zwischen 1997 bis 2014 mit USD 4 Milliarden der viertgrößte Bookrunner am Markt (Swiss Re 2016). Ende 2015 waren USD 0,5 Milliarden an eigenen Katastrophenanleihen von Munich Re und USD 1,7 Milliarden von für Kunden arrangierten Katastrophenanleihen ausstehend. Damit ist Munich Re mit etwa 9% am Markt beteiligt.

Abbildung 25: Marktanteil deutscher Firmen am Bookrunning 1997-2014 (links) und ausstehende Katastrophenanleihen Ende 2015 (rechts)



Quelle: Swiss Re (2016) für Bookrunning, Munich Re (2016a) für ausstehende Katastrophenanleihen Ende 2015, und Swiss Re (2016) für totale Marktgröße.

Ist der Katastrophenanleihen-Markt ausbaufähig und kann er somit mithelfen, Klimarisiken einzupreisen? Die historische Entwicklung zeigt, dass der Markt trotz einer Abschwächung im Jahr 2015 weiterhin wächst (Swiss Re 2016), und laut Interviewpartnern gibt es noch Spielraum für weitere Ausgaben. Allerdings ist es sehr schwierig, Marktprognosen zu tätigen, da die Marktentwicklung von verschiedenen Faktoren (Zinsniveau, Nachfrage, Know-How, Konkurrenzprodukte) abhängt. So haben Rückversicherer im Moment durch das **tiefe Zinsniveau** einen Überschuss an Rückversicherungskapazität und einen geringen Druck, Katastrophenrisiken auszulagern. Neben dem tiefen Zinsniveau, das die Attraktivität von (Rück-)

Versicherungen verringert, spielt auch die **Nachfrage von Investoren für Anlagen mit höherem Risiko** eine Rolle.

Aufgrund der enthaltenen Risiken haben Katastrophenanleihen meist eine Bonität von BB oder B, gehören also zum **Segment der Anlagen mit höheren Risiken und Renditen**. Durch regulatorische Beschränkungen für Investoren wird dieses Segment auch in Zukunft relativ klein bleiben, aber Katastrophenanleihen könnten ihren Marktanteil vergrößern, da Katastrophenrisiken nur schwach mit anderen Risiken korreliert sind.

Ein weiterer Faktor ist das **Know-How zur Ausgabe von Katastrophenanleihen**. Gerade für kleine Versicherer sind Katastrophenanleihen zu komplex als Instrument, sie verwenden eher eine Rückversicherung beziehungsweise benötigen Unterstützung anderer Firmen zur Ausgabe von Katastrophenanleihen.

Schließlich spielen auch **Konkurrenzprodukte** zu Katastrophenanleihen eine Rolle. Das offensichtlichste Konkurrenzprodukt ist die Rückversicherung, welche aufgrund der geringeren Komplexität von vielen Akteuren bevorzugt wird, solange die Rückversicherer genügend Kapazität haben, wie das heute der Fall ist. Des Weiteren wurden alternative Instrumente zur Minderung von Unwetter-Risiken wie Wetter-Derivate entwickelt (Arent, et al. 2014).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Entwicklung des Katastrophenanleihen-Markts nicht primär von sich durch den Klimawandel verändernden Unwetterisiken abhängt; eine größere Rolle spielt die generelle Zinspolitik, die damit verbundene Nachfrage nach Rückversicherung und die Entwicklung konkurrierender Instrumente. Zwar können Katastrophenanleihen der Versicherungswirtschaft helfen, physische Unwetterisiken, die durch den Klimawandel beeinflusst sind, zu verwalten, aber sie sind nur eines von verschiedenen Instrumenten. Aus Sicht der Finanzmarktstabilität ist es wichtiger zu betrachten, ob Investoren sich weiter gegen physische Risiken versichern (bzw. sie anders einpreisen) und ob Versicherungen veränderte Unwetterisiken in ihre Versicherungsprodukte und ihr Risikomanagement einpreisen. Inwiefern dazu Katastrophenanleihen verwendet werden, ist von sekundärer Bedeutung.

5.6 Schlussfolgerungen

Die Einpreisung des Klimawandels ist besonders wichtig für betroffene Sektoren (v.a. Energie und Industrie bei Transitionsrisiken, Versicherungen bei physischen Risiken), betroffene Aktiva (v.a. Sachanlagen, aber auch Finanzanlagen) und Anlagen mit längerfristigen Laufzeiten. Gesamtwirtschaftlich gesehen und aufgrund der kürzeren Fristigkeit ist das Einpreisen von Transitionsrisiken (einschließlich Haftungsrisiken) im deutschen Finanzmarkt von höherer Bedeutung als die Einpreisung physischer Risiken, allerdings werden die beiden Risiken bei zunehmender globaler Verflechtung des Finanzmarktes längerfristig ähnlich wichtig.

Es bestehen auf der theoretischen Ebene verschiedene Wege, um Klimarisiken mit bestehenden Investitionsbewertungsverfahren (Kapitalwertverfahren, Realoptionsanalyse) einzupreisen, aber die Umsetzung ist begrenzt durch fehlende Daten und die große Unsicherheit bezüglich der physischen Auswirkungen des Klimawandels und der regulatorischen Eingriffe zur Einhaltung des 2-Grad-Celsius-Limits. Die physischen Auswirkungen des Klimawandels sind gerade deshalb sehr schwierig einzupreisen, da sie stark von sehr unwahrscheinlichen, aber äußerst extremen Unwetterkatastrophen ('tail risks') abhängen, die sehr schwierig einzuschätzen sind (Weitzman 2009).

Die heutige unternehmensinterne CO₂-Einpreisung findet vor allem in exponierten Sektoren (Energie, Industrie) und bei kommerziellen Banken statt, die stark in fossile Energien investiert sind, insbesondere bei längeren Laufzeiten und bei Infrastrukturanlagen, Aktien und Unternehmensanleihen. Die Einpreisung orientiert sich (wenn sie überhaupt stattfindet) eher an heutigen CO₂-Marktpreisen und ist somit deutlich niedriger als die ökonomischen Kosten des CO₂-Austoßes. Daher ergibt sich aus gesamtwirtschaftlicher Sicht eine nicht vollständige,

ineffiziente Einpreisung von Transitionsrisiken. Aus Sicht der einzelnen Firmen und der Finanzmarktstabilität könnte die heutige Einpreisung aber dennoch effizient sein, falls die Einschätzung der Unternehmen stimmt, dass die Einführung von hohen CO₂-Preisen oder anderen weitreichenden klimapolitischen Maßnahmen aufgrund politischer Widerstände sehr unwahrscheinlich ist. Für kurzfristige Anlagen liegen genügend Informationen zu klimapolitischen Maßnahmen vor, für Anlagen mit einem Horizont über 2020-2030 hinaus bestehen dagegen erhebliche Unsicherheiten.

Ein Einpreisen von physischen Schäden findet außerhalb der Versicherungswirtschaft aufgrund der Komplexität und der noch nicht massiven Schäden kaum statt. Die Realwirtschaft verlässt sich weitgehend auf das Wissen der Versicherungswirtschaft, und die Finanzwirtschaft prüft vor allem, ob Firmen, in die sie investieren, genügend gegen Unwetterschäden vorbereitet sind. Die Versicherungswirtschaft preist Änderungen bei physischen Unwetterschäden vor allem an, indem sie ihre Modelle verbessert, Risiken diversifiziert sowie Prämien und Rückstellungen anpasst. Dabei funktioniert die Anpassung der Modelle, Prämien und Rückstellungen im Falle des Klimawandels genau wie im Falle von anderen Gründen für veränderte Unwetterschäden: Versicherungen preisen Unwetterschäden aufgrund historisch-statistischer Daten und nicht aufgrund von Prognosen (bezüglich des Klimawandels oder anderer Faktoren) ein. Aufgrund der Preisfindung auf Basis historischer Daten können Versicherungen abrupt eintretende Änderungen bei Unwetterschäden nicht vollständig einpreisen; allerdings erlaubt die jährliche Prämienanpassung eine relativ kurzfristige Anpassung, während Klimawandel-bedingte Veränderungen zumeist in einem längeren Horizont auftreten. Katastrophenanleihen helfen der Versicherungswirtschaft, physische Risiken auszulagern, aber sie sind nur eines von verschiedenen Risikomanagement-Instrumenten und zudem ein Instrument, das stark von finanzwirtschaftlichen Entwicklungen abhängig ist.

6 Informationsbedarf von Investoren

Die Analysen zu physischen Risiken und Transitionsrisiken haben sich vor allem aus Gründen der Datenverfügbarkeit und Belastbarkeit der Aussagen auf Erst- und Zweitrundeneffekte des Klimawandels sowie Scope-1- und Scope-2-Emissionen von Aktienfondsinvestitionen konzentriert. Für eine umfassende Aufdeckung möglicher systemweiter Finanzmarktrisiken sowie von Risiken für einzelne Akteure müssten aber weitere Informationen vorliegen, wie z.B. Informationen zu Drittrundeneffekten, CO₂-Daten für Anlageklassen über Aktienfondsinvestitionen hinaus, Daten zu Scope-3-Emissionen, also Emissionen der gesamten Wertschöpfungskette, sowie Analysen der Rendite von Unternehmen für verschiedene Klimaszenarien. Auch die Analyse zur heutigen Einpreisung führte zu einem Mangel an Informationen für Finanzmarktakteure, insbesondere zu zukünftigen CO₂-Preisen. Dies zeigt, dass Bedarf für umfassendere Informationen und weitergehende Analysen besteht, damit Investoren Klimarisiken besser und umfassender einpreisen können und somit die Risiken des Klimawandels für die Finanzmarktstabilität reduziert werden.

Der Fokus dieses Kapitels liegt daher auf dem Informationsbedarf von Investoren, damit diese Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel identifizieren und in ihre Investitionsentscheidungen einbeziehen können. Hierzu gibt es eine wachsende Literaturliste. Das Kapitel beschäftigt sich zunächst mit Literatur, die für Investoren relevant ist. In einem zweiten Schritt erfolgt die Beschreibung der derzeit am Markt zugänglichen Informationen. Ein Vergleich der beiden Perspektiven mündet in einem dritten Schritt in einer Analyse der bestehenden Herausforderungen für Finanzmarktakteure.

6.1 Benötigte Informationen

Investoren sind sich zunehmend der Bedeutung des Klimawandels bewusst. Welche Informationen in welchem Detailgrad benötigt werden, hängt hierbei immer auch von der Zielsetzung und der Art des Investors ab. Aus diesem Grund wird zunächst betrachtet, welche Anlageklassen pro Finanzmarktakteur besonders wichtig sind. Darauf aufbauend wird geschildert, welcher Detailgrad an Informationen pro Anlageklasse gemäß der Literaturrecherche wünschenswert wäre.

6.1.1 Finanzmarktakteure

Eine Analyse, welche Informationen von Investoren benötigt werden, um sinnvoll mit Klimarisiken umgehen zu können, sollte einbeziehen, welche Investoren besonders relevant für das Finanzsystem sind und welche Anlagen sie besitzen. Die Struktur des deutschen Finanzmarkts kann wie folgt dargestellt werden (Deutsche Bundesbank 2015a): Monetäre Finanzinstitute, Pensionskassen und Versicherungen, offene Investitionsfonds und andere Finanzintermediäre.

Der deutsche Finanzmarkt basiert historisch auf **Banken** (Detzer 2012). Dies spiegelt sich auch in den Besitzanteilen von Finanzanlagen wider: Über 60% der Finanzanlagen in Deutschland werden von Banken gehalten (Deutsche Bundesbank 2015a).

In 2014 umfasste die Bilanzsumme deutscher Banken rund EUR 7.802 Milliarden (Deutsche Bundesbank 2016b). Davon machen EUR 2.022 Milliarden Geldflüsse an Banken im Euro-Währungsgebiet aus (hiervon waren 75% an Banken in Deutschland selbst). Geldflüsse an Unternehmen, Privatpersonen und öffentliche Haushalte waren für 47% der Bilanzsumme verantwortlich (EUR 3.655 Milliarden). Der Großteil der Bilanzsumme sind Buchkredite (über EUR 5.100 Milliarden, davon 2.385 Milliarden Kredite an inländische Unternehmen und Privatpersonen), Wertpapiere (Aktien, Unternehmens- und Staatsanleihen) und Beteiligungen machten EUR 1.358 Milliarden aus. Deutlich mehr als die Hälfte der Bilanzsumme liegt bei

Banken, Unternehmen, Privatpersonen und öffentlichen Haushalten im Inland (EUR 4.770 Milliarden) (Deutsche Bundesbank 2016b).

Die Kapitalanlagen deutscher **Erstversicherungsunternehmen**, einschließlich **Pensionskassen**, waren in 2014 zu 3,7% in Aktien angelegt, hiervon überwiegend in Investmentfonds (GDV 2016a). Unternehmensanleihen und Staatsanleihen machten 3,0 respektive 6,2% aus. Hinzu kommen direkte Kredite an Unternehmen (1,0%) und an Staaten (9,3%). Einen hohen Anteil an den Kapitalanlagen haben zudem Kredite an Banken (12,1%) und Pfandbriefe, also refinanzierte Hypotheken (19,8%).

Die Gruppe der offenen **Investmentfonds** umfasst zu rund einem Drittel reine Aktien- und Anleihenfonds, weitere rund 45% machen gemischte Wertpapierfonds aus (Deutsche Bundesbank 2015a). Anleihen umfassen hierbei Unternehmens- und Staatsanleihen. Dies ist nicht unähnlich der Situation auf europäischer Ebene – hier machen Aktien und Anleihen über 65% der Aktiva aus (European Central Bank 2016).

Eine Betrachtung der benötigten Informationen von Finanzakteuren sollte somit

- für Banken Informationen zu Krediten und anderen Banken,
- für Erstversicherungsunternehmen, Pensionskassen inbegriffen, zu Darlehen an Staaten und Kreditinstitute sowie Hypotheken,
- und für Investitionsfonds zu Aktien- und Anleihen umfassen.

6.1.2 Typologisierung benötigter Informationen

Die benötigten Informationen ergeben sich aus der Kombination einer Mehrzahl an Betrachtungsweisen, siehe Tabelle 8.

Die Art der Information hängt primär vom betrachteten **Klimarisiko** (physische Risiken oder Transitionsrisiken) ab. Zudem gibt es **verschiedene Aggregationsebenen**, auf denen Informationen zur Verfügung gestellt werden können. Informationen können auf Ebene der einzelnen physischen Anlage, auf Ebene der Unternehmen, Portfolios und des Finanzmarktakteurs von Finanzmarktteilnehmern zur Verfügung gestellt werden. Hieraus ergeben sich die Aggregationsebenen.

Wie im vorangehenden Kapitel geschildert, sind bestimmte **Anlageklassen** für bestimmte Finanzmarktakteure besonders relevant. Für verschiedene Anlageklassen braucht der Finanzmarkt zum Teil sehr ähnliche Informationen. So sind beispielsweise für Aktien, Anleihen sowie Kredite das zugrundeliegende Unternehmen und dessen physische Anlagen ausschlaggebend. Die Bereitstellung der Information spezifisch für die jeweilige Anlageklasse ist allerdings entscheidend für die Verwendung von Informationen durch Investoren (etwa für die Integration in bestehende Datenbanken anhand der anlageklassenspezifischen Identifikationsnummer oder wegen anlageklassenspezifischer Analysen basierend auf den Informationen). Daher wird dieser Aspekt in der Übersicht explizit mit eingeschlossen.

Zudem gibt es verschiedene **Ansätze zur Beurteilung von Klimarisiken**. Gegenwärtig werden hierfür vielfach die Emissionen von Unternehmen als Annäherung verwendet. Während diese eine erste Indikation zu Risikoherden im Portfolio geben, erlauben Emissionsdaten isoliert betrachtet keine Einschätzung des Risikos, da sie die Emissionen nicht in Bezug setzen zu potenziell daraus entstehenden Verlusten oder Abweichungen des Unternehmens von einem bestimmten Klimaszenario. Dies wird beispielsweise durch das „Science Based Targets“ Projekt adressiert. Geleitet von CDP, WRI und WWF entwickelt es gegenwärtig eine Methode, die den Unternehmen erlaubt, sich Emissionsreduktionsziele zu setzen, die konsistent mit einem Entwicklungspfad entsprechend des 2-Grad-Limits sind (Science Based Targets 2016b). Gegenwärtig haben sich bereits über 160 Unternehmen dazu verpflichtet, sich ein solches Ziel zu setzen (Science Based Targets 2016a).

Weitere Methoden, wie das klimarelevante Verhalten von Unternehmen bis 2020 prognostiziert und sinnvoll mit internationalen Klimazielen abgeglichen werden kann, sind neben freiwillig gesetzten Zielen durch Unternehmen vorausschauende Kapitalpläne und die Extrapolation vergangenen Verhaltens (2° Investing Initiative 2016a). Zudem wird auch die Bedeutung der strategischen Positionierung von Unternehmen im Falle des Eintretens von Extremwetterereignissen und besonders ambitionierter Klimapolitik betont (Zenghelis, 2016).

Bisherige Veröffentlichungen zur Frage, welche **Datenpunkte** Investoren idealerweise zur Verfügung stehen sollten, um Risiken korrekt einschätzen zu können, sind von der Carbon Tracker Initiative (Carbon Tracker Initiative 2016) und dem Climate Disclosure Standards Board (Climate Disclosure Standards Board 2014) zu Unternehmen im Bereich fossiler Energien veröffentlicht worden. Dies umfasst etwa eine eindeutige Quantifizierung des Besitzes an fossilen Energiereserven, Klimasensitivitätsanalysen von Anlagen, Details zur langfristigen strategischen Positionierung und zu Kapitalinvestitionsplänen (Climate Disclosure Standards Board 2014, Carbon Tracker Initiative 2016). Abgesehen von den fossilen Reserven sind diese Datenpunkte ebenfalls auf alle weiteren Sektoren übertragbar.

Aus diesen verschiedenen Arten benötigter Informationen ergibt sich die in Tabelle 8 zusammengefasste Übersicht. Immobilien⁷⁴ und Infrastruktur spielen eine Sonderrolle und sind daher nicht separat mit aufgeführt. Allerdings spielen sie im Rahmen von Projektfinanzierungen in der Kategorie Kredite eine Rolle. Aufgrund ihrer hohen realwirtschaftlichen Relevanz finden sie zudem im Kapitel zu bestehenden Datenquellen Erwähnung.

⁷⁴ Investoren sind unter anderem über Aktienanteile und Unternehmensanleihen von Immobilienfirmen und Hypotheken in verschiedener Weise dem Immobiliensektor gegenüber exponiert. Im Rahmen dieser Diskussion werden Immobilien allerdings als Anlageklasse verstanden.

Tabelle 8: Benötigte Informationen nach Anlageklasse

Art des Klimarisikos	Aggregationsebene	Datenpunkte	Anlageklasse			
			Aktien	Unternehmensanleihen	Staatsanleihen	Kredite
Physische Risiken	Physische Anlage/	- Anlagespezifischer Umsatz und Standort - Klimasensitivität der Anlage und vorgelagerter/ nachgelagerter Anlagen				X (für Projektkredite)
	Wertpapier/ Schuldner, Land	- Versicherungsniveau und Risikominderungsstrategien - Dies umfasst auch Banken etc., also Finanzmarktakteure	X	X	X	X
	Portfolio	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien	X	X	X	X
	Sektor	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien	X	X		X
Transition Risiken	Physische Anlage / Land	- Produktionskosten und -umsatz, Standort - Größe / Kapazität / Produktion - Emissionsintensität				X (für Projektkredite)
	Wertpapier / Schuldner, Land	- Kapitalinvestitionsplan - Klimabezogene F&E-Ausgaben - Marktpositionierung - Emissionsintensität	X	X	X	X
	Portfolio	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien - Emissionsintensität	X	X	X	
	Sektor	- Klimasensitivität basierend auf Stresstest-Szenarien - Emissionsintensität	X	X		X

Quelle: Eigene Darstellung, Aspekt Datenpunkte basierend auf 2° Investing Initiative (2016a, 2016b)

6.2 Bestehende Datenquellen und Informationsangebote

Das Kapitel beschäftigt sich mit der Frage, welche Informationsangebote bereits heute verfügbar sind. Darüber hinaus gibt es eine Übersicht über Initiativen, welche neue Methoden für zusätzliche Datenpunkte erarbeiten. Zudem wird betrachtet, welche Informationen bereits von Finanzmarktakteuren verwendet werden. Gemäß den durchgeführten Experteninterviews gilt, dass prinzipiell alle interviewten Finanzmarktakteure schon heute Informationen zu Klimarisiken in der einen oder anderen Form berücksichtigen.

6.2.1 Ebene der Physischen Anlagen / Projekte

Physische Risiken

Zur Abschätzung der physischen Risiken einer spezifischen Anlage würde idealerweise deren genauer Standort zur Verfügung stehen (siehe Tabelle 8), so dass diese gemäß ihres Risikoprofils bezüglich physischer Risiken eingeschätzt werden kann. Diese Informationen stehen derzeit nicht öffentlich zur Verfügung. Versicherungsunternehmen verfügen allerdings vielfach über detaillierte Modelle zur Abschätzung solcher Risiken, sobald die Geokoordinaten gegeben sind. Im Rahmen des von Climate-KIC finanzierten Projektes „Climate & Economy“, durchgeführt unter anderem von dem Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, sollen erste Daten nun systematischer berechnet werden. Zudem geben bestehende Versicherungen und ihre Konditionen eine Indikation zu Klimarisiken, die im Preis berücksichtigt sind.

Die Experteninterviews ergaben, dass bei Projektfinanzierungen und Immobilieninvestitionen physische Risiken einzelner Anlagen und Projekte als Bestandteil der routinemäßigen Machbarkeitsanalyse betrachtet werden. Es wird allerdings keine explizite Klimaperspektive eingenommen.

Für Klimadaten und zur Exponierung hinsichtlich Extremereignissen stehen Informationen für einzelne Länder zu physischen Risiken etwa in Form von Climate Fact Sheets vom Climate Service Center zur Verfügung (GERICS 2011). Munich Re führt eine Datenbank zu Schäden von Naturkatastrophen, die laut Interviews auch von Investoren für Projektinvestitionen genutzt wird.

Transitionsrisiken

Zu physischen Anlagen stehen zum Teil Datenbanken zur Verfügung, welche die Lebensdauer und verwendete Technologie detaillieren. Beispiele sind die verwendeten Treibstoffe und Technologien pro Anlage für Versorger, die Öl- und Gasproduktion (GlobalData 2016) und die aktuelle und prognostizierte Produktionsmenge von Kraftfahrzeugen pro Antriebstechnologie (wardsauto 2016). Ein weiterer Anbieter für Daten zu Anlagen, zum Beispiel für Öl, Gas, Kohle, Petrochemikalien und Metalle ist Platts (Platts 2016). Diese Daten können zur Abschätzung von Transitionsrisiken verwendet werden, liegen allerdings in verschiedenen Formaten und Datenbanken vor und sind nur gegen Bezahlung zugänglich.

Bei Krediten (für konkrete Projekte), Immobilien- und Infrastrukturinvestitionen werden neben den oben erwähnten physischen Risiken auch Transitionsrisiken im Rahmen der generellen Analyse zu möglichen Risikofaktoren gemäß der durchgeführten Experteninterviews oftmals bereits einbezogen. Es erfolgt allerdings auch hier keine systematische Abbildung der Risiken aus der Klimaperspektive.

Die Investor Group on Climate Change (IGCC) hat gemeinsam mit der Australian National University einen Übersichtsbericht veröffentlicht, der Risiken für Immobilieninvestitionen mit einem Fokus auf Australien veranschaulicht (Investor Group on Climate Change, Australian National University 2013). Eine ähnliche Publikation liegt von der stärker auf Europa fokussierten Institutional Investors Group on Climate Change vor (Institutional Investors Group on Climate Change 2013). Eine Anwendung der Analyse zur Berechnung konkreter finanzieller Auswirkungen von Immobilienportfolios oder bestimmten geographischen Regionen erfolgt jedoch nicht.

6.2.2 Ebene der Wertpapiere

Physische Risiken

Unternehmen führen vielfach qualitative Risikoabschätzungen zu physischen Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel durch, etwa im Rahmen von Risiken in der Wertschöpfungskette. Informationen generell zu physischen Risiken, welche allerdings weder

auf konkrete physische Anlagen noch auf Unternehmen bezogen sind, stellt das Climate Service Center für Deutschland und zum Teil Europa zur Verfügung (GERICS 2011).

Mehrere Akteure gaben in den Experteninterviews zudem an, dass die Frage, ob sich Firmen mit den verschiedenen Klimarisiken und möglichem Risikomanagement befassen, Bestandteil ihrer Evaluationen ist.

Zu Staatsanleihen gibt es ebenfalls eine wachsende, wenn auch bislang noch beschränkte, Anzahl an Veröffentlichungen. Bereits 2012 veröffentlichte etwa UNEP FI gemeinsam mit der Nichtregierungsorganisation Global Footprint Network einen Bericht zur Integration von Umwelttrisiken in die Analyse der Kreditwürdigkeit von Staatsanleihen (UNEP FI, Global Footprint Network 2012). Zudem gibt es Analysen, wie Extremwetterereignisse, die die Kreditwürdigkeit von Staaten beeinflussen (Standard & Poor's 2015c, 2015d).

Transitionsrisiken

Auf Wertpapierebene gibt es eine Anzahl verfügbarer Daten, insbesondere für Aktien und Unternehmensanleihen. Eine breite Anzahl an Informationen zum Umgang einzelner Unternehmen mit der Thematik Klimawandel trägt etwa die Organisation CDP zusammen, welche im Rahmen von Fragebögen beispielsweise erfasst, welche Chancen und Risiken Unternehmen im Zusammenhang mit dem Klimawandel für sich identifizieren (CDP 2016a, 2016b). Allerdings werden die Einzelantworten nicht separat ausgewiesen, sondern in einer Gesamtbewertung zusammengefasst. Die Teilaspekte können somit nicht isoliert betrachtet werden.

Emissionsdaten von Unternehmen werden von verschiedenen Anbietern, unter anderem von der South Pole Group und Trucost, zur Verfügung gestellt. Ebenfalls mehrere Anbieter (unter anderem FTSE) verfügen über Datenbanken zum Umsatz aus sogenannten „grünen“ und „braunen“ Technologien, also solchen, die – mit Variationen der Definition pro Anbieter – umweltfreundlich oder -schädlich sind.

Zudem gibt es eine Reihe maßgeschneiderter Berichte und Analysen, welche auf der Wertpapierebene die Auswirkungen verschiedener Transitionsszenarien untersuchen. Beispiele sind eine Analyse des Einflusses von Transitionsrisiken auf die Marge von Unternehmen, beispielhaft dargestellt anhand des Zementsektors (The CO-Firm 2015) und das Carbon Risk Valuation Tool von Bloomberg, das die Aktienpreisentwicklung von Ölfirmen anhand verschiedener Ölpreisszenarien betrachtet (Bloomberg 2013) und beispielhaft auch in diesem Bericht (Kapitel 4.1) verwendet wurde.

Laut Interviews werden, beispielsweise im Versorgungssektor, Informationen zur generellen Exponierung gegenüber relevanten Aspekten im Zusammenhang mit der Klimapolitik - etwa der Anteil fossiler Energien an der Elektrizitätsproduktion – für Entscheidungen mit einbezogen.

Analysen von Staatsanleihenportfolios in Hinblick auf den Klimawandel werden mittlerweile von mehreren Anbietern zur Verfügung gestellt, unter anderem durch eine Kooperation der South Pole Group mit dem Global Footprint Network (Global Footprint Network 2015). Neben der Ermittlung des Emissionsfußabdruckes einer Staatsanleihe basierend auf Konsum- oder Produktionsdaten stellt die Organisation auch Analysen zu den nationalen fossilen Reserven, dem politischen Engagement des Landes hinsichtlich eines Beitrages zur Erreichung der 2 Grad Celsius Klimaziele und bezüglich des Biokapazitätsüberschusses oder -defizits zur Verfügung. Zudem hat Moody's kürzlich angekündigt, künftig ebenfalls Transitionsrisiken bei der Beurteilung von Staatsanleihen zu berücksichtigen (Moody's, 2016), das heißt, die Kreditwürdigkeit von Staaten wird in Zukunft auch Informationen zu Transitionsrisiken reflektieren.

Sowohl Moody's als auch Standard and Poor's haben Berichte veröffentlicht, welche den Einfluss von Klimawandel auf Kredite analysieren (Moody's 2015, Standard & Poor's 2015a, 2015c). Diese beziehen in der Regel sowohl physische als auch Transitionsrisiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel ein.

6.2.3 Portfolioebene

Es gibt bislang nur wenige Analysen, die in der Lage sind, auf Portfolioebene eine Aussage zu treffen. Für Aktien und zunehmend für Unternehmensanleihen ist die Erstellung eines Emissionsfußabdrucks oftmals zur gängigen Praxis geworden. Dieser gilt häufig als erster Schritt zur Annäherung an die Thematik.

Analysen, welche über verschiedene Anlageklassen hinweg Portfolios unter Einbezug physischer und transitorischer Risiken untersuchen, werden bislang „top-down“, das heißt, global aggregiert durchgeführt. Berichte wurden von Mercer (2015), einem institutionellen Anlageberater, und dem Cambridge Institute for Sustainable Leadership (CISL 2015) veröffentlicht. Verfügbar für Investoren ist diese Art der Analyse bislang kommerziell durch Mercer. Die Studie umfasst explizit auch Immobilien- und Infrastrukturinvestitionen.

Eine weitere Initiative, die sich mit der holistischen Erfassung der Klimaauswirkungen von Investitionsportfolios befasst, ist CLIMPAX. Das Projekt entwickelt eine Methode zur Bewertung von Aktienfondsportfolios (Climate-KIC 2016). Hierbei spielen sowohl Transitionsrisiken als auch die Ausrichtung auf das Erreichen des 2-Grad-Limits eine Rolle.

Vor dem Hintergrund der eingeschränkten Datenlage ist es nicht überraschend, dass die Analyse von Klimarisiken auf der Portfolioebene von den interviewten Experten nicht hervorgehoben wurde.

6.2.4 Sektorebene

Der Sektor ist eine wesentliche Variable zur Beurteilung von Klimarisiken und -chancen (Mercer 2015). Dies haben auch die Experteninterviews bestätigt. Das Risikoprofil eines Sektors bestimmt sich beispielsweise aufgrund seiner Emissionsintensität, der Verfügbarkeit von emissionsarmen Alternativen zum gegenwärtigen Geschäftsmodell und der Abhängigkeit der produktiven Tätigkeit von Wetterbedingungen.

Wie in Kapitel 2.4 dargelegt, sind insbesondere der Versicherungs-, der Land- und Forstwirtschafts-, der Öl- und Gas-, Energieversorgungs-, Transport-, Rohstoff- und Industriesektor von physischen und Transitionsrisiken betroffen. Hieraus ergibt sich ein erhöhter Informationsbedarf für Investoren, um diese Risiken zu handhaben.

Auf Sektorebene kann eine erste Risikoanalyse für alle Anlageklassen oftmals durch den jeweiligen Investor auf Basis öffentlich vorhandener Daten durchgeführt werden. Datenquellen zur Einschätzung der Risiken der verschiedenen Sektoren sind etwa veröffentlichte Risikoprofile von KPMG (KPMG 2008), Calter Investments gemeinsam mit Ceres und Oxfam (Calvert Investments, Ceres, Oxfam 2012), Mercer (Mercer 2015) und Cambridge (CISL 2015).

Auch die Experteninterviews ergaben, dass der Sektor eine sehr wichtige Analyseperspektive ist. Der Sektor eines Unternehmens bestimmt oftmals, ob eine vertiefte Analyse hinsichtlich Klimarisiken durchgeführt wird.

6.3 Herausforderungen und Datenlücken

Die Informationslage zum Thema Klimawandel ist derzeit von einer Reihe von Herausforderungen und Lücken gekennzeichnet. Erstens bestehen Lücken in der Abdeckung verschiedener Anlageklassen und Aggregationsebenen. Zweitens stellen der fragmentierte Markt für Informationen sowie fehlende Standards Herausforderungen dar.

6.3.1 Anlageklasse, Aggregationsebene und Methoden

Anlageklassen

Viele der bislang veröffentlichten Berichte fokussieren auf die Perspektive von Anlegern in Unternehmensanleihen und Aktien. Diese Perspektive ist aber insbesondere für Investitionsfonds und nur Teile der Portfolios anderer Finanzmarktakteure relevant. Staatsanleihen werden erst seit kurzem ebenfalls berücksichtigt, Kredite nach wie vor kaum.

Somit fehlt eine flächendeckende Betrachtung nicht nur bestimmter Anlageklassen, sondern auch die Perspektive wichtiger Finanzmarktakteure, wie etwa Banken, gerade im Zusammenhang mit Krediten.

Interessant sind in dieser Hinsicht die Bemühungen der Task Force on Climate-Related Financial Disclosure, welche einen Fokus auch auf die Berichterstattung von Finanzinstitutionen legt. Hierbei werden explizit auch Kredite und das Versicherungsgeschäft erwähnt sowie die Offenlegung von Klimarisiken auf der Ebene des Finanzinstituts als Ganzes, um daraus Rückschlüsse auf das Finanzsystem ziehen zu können (TCFD 2016).

In der Übersicht nicht berücksichtigt sind Immobilien- und Infrastrukturinvestitionen, weil Investoren oftmals nicht direkt, sondern über große Unternehmen, Projektentwickler oder Banken in derartige Projekte investiert sind.⁷⁵ Dennoch sind sie von Bedeutung für den Finanzmarkt aufgrund mehrerer Faktoren: Sie haben eine hohe realwirtschaftliche Bedeutung, sie sind aufgrund ihrer langen Laufzeiten verstärkt Klimarisiken ausgesetzt, und wegen ihrer (oftmals) höheren Illiquidität haben Investoren weniger Handlungsspielraum, um auf solche Risiken kurzfristig zu reagieren.

Bei Immobilien- und Infrastrukturinvestitionen werden Klimarisiken im Rahmen der generellen Machbarkeitsprüfung abgedeckt, allerdings nicht in Form einer systematisch angewendeten Klimarisikoprüfung. Für Investoren in Immobilien- oder Infrastrukturfonds oder dezidierte Immobilienunternehmen ist diese Information aber überwiegend nicht oder nicht strukturiert zugänglich.

Aggregationsebene

Während die Klimarisiken auf Ebene der Unternehmen bzw. Staaten zunehmend Beachtung finden, wurden bislang wenige Informationen auf Ebene der einzelnen Anlageklasse (also z.B. differenziert nach dem Standort verschiedener Produktionsanlagen oder auf Ebene des Projektes) öffentlich zur Verfügung gestellt. Gerade diese Analyseperspektive wäre jedoch eine wertvolle Ergänzung, da sie eine detaillierte Einschätzung von Risiken erlauben würde. Einer Umsetzung steht allerdings derzeit eine fragmentierte Datenlandschaft entgegen: für die meisten Subsektoren gibt es jeweils separate Datenanbieter. Zudem ist diese Ebene zwar eine relevante Grundlage, die Resultate dieser Aggregationsebenen sind aber – außer im Falle von direkten Projektinvestitionen – nicht von Investoren verwendbar, da diese eine Beurteilung des gesamten Unternehmens benötigen.

Methoden

Derzeit werden immer mehr Methoden für die Erfassung von Transitionsrisiken entwickelt. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist auch die Frage nach Metriken, um die Ausrichtung von Investitionen auf ein 2-Grad-Celsius-Limit zu ermitteln. Dies ist gerade im Kontext des Pariser Klimaabkommens relevant. Auch wenn diese Perspektive nicht Fokus dieses Berichts ist, wird sie der Vollständigkeit halber genannt, da eine stärkere Ausrichtung einer Anlage auf das 2-Grad-Celsius-Limit geringere Transitionsrisiken impliziert. Auch hier stehen für Aktien und

⁷⁵Direkte private Investitionen in klimafreundliche Projekte wurden etwa zu 38% von Projektentwicklern, zu 24% von Konzernen und zu 19% von kommerziellen Finanzmarktakteuren getätigt (Climate Policy Initiative 2015).

Unternehmensanleihen eine Reihe erster Methoden zur Verfügung. Andere Anlageklassen werden bislang kaum abgedeckt (2° Investing Initiative, 2016a).

6.3.2 Harmonisierung der Daten und Prozesse zur Datennutzung

Wie aus dem vorangehenden Kapitel ersichtlich, ist die derzeitige Informationslandschaft zum Thema Klimawandel hochgradig fragmentiert. Ein Investor, welcher sich einen Überblick über die Klimarisiken seiner Investitionen verschaffen möchte, muss sich an eine Reihe verschiedener Anbieter wenden. Eine zentrale Anlaufstelle besteht bislang nicht.

Am einfachsten ist eine Zusammenstellung relevanter Investitionen derzeit für Investoren in Aktien und Unternehmensanleihen. Ein im Mai 2016 erschienener Bericht der 2° Investing Initiative (2016a) schlägt beispielhaft eine Kombination verschiedener Quellen vor, die einer im Rahmen des Möglichen umfassenden Berichterstattung entspricht. Der Fokus liegt hierbei stark auf Aktien und Unternehmensanleihen. Die Kosten für einen solchen Bericht werden auf EUR 20.000-50.000 geschätzt.

Dies zeigt, dass neben der Fragmentierung der Information auch die Kosten derartiger Datenpunkte eine Hürde darstellen. Zudem ist die Vergleichbarkeit der Daten aufgrund fehlender Standards bislang nicht immer gegeben. Dies betrifft zum einen die Metriken der Daten. Die schwedischen Pensionsfonds haben aus diesem Grund etwa im November 2015 multilateral gemeinsame Standards für das Berichten des Emissionsfußabdrucks ihrer Portfolios entschieden (AP Funds 2015).

Zum anderen betrifft die mangelnde Vergleichbarkeit auch die Szenarien, welche für die Durchführung von Stresstests verwendet werden. Unterschiedliche Annahmen zu Höhe und Ausmaß und zum Zeitpunkt von physischen Schäden oder dem Eintreffen von Transitionsrisiken können zu wesentlichen Unterschieden der Analyseergebnisse führen. Weitere technische Aspekte wie Diskontierungsfaktoren haben ebenfalls einen maßgeblichen Einfluss auf Resultate. Eine von der Europäischen Kommission unterstützte Initiative, die diese Probleme Transitionsrisiken für Aktien und Anleihen adressiert, ist das Energy Transition Risk Projekt (University of Oxford, 2° Investing Initiative, et al. 2016). Versicherungen könnten eine ähnliche Rolle als Datenaggregierer für physische Risiken einnehmen.

Jenseits der Standardisierung der Daten innerhalb verschiedener Prozesse ist auch die Erarbeitung sinnvoller Prozesse selbst wichtig. Erstens müssen Daten auf eine Art und Weise zur Verfügung gestellt werden, die eine einfache Nutzung durch Finanzmarktakteure erlaubt, etwa durch Integration in bestehende Prozesse. Zweitens stellt sich die Frage, wie genau die Daten in Entscheidungen einfließen. Insbesondere den zweiten Aspekt nimmt die Task Force on Climate-Related Disclosure im Rahmen eines eigenen Arbeitspakets auf (TCFD 2016).

6.4 Schlussfolgerungen

In der Theorie bestehen klare Vorstellungen, welche Informationen idealerweise benötigt würden, um Risiken für Investoren im Zusammenhang mit dem Klimawandel einschätzen zu können (siehe Tabelle 8).

In der Praxis scheinen allerdings nicht alle benötigten Informationen zur Verfügung zu stehen, entweder da sie nicht oder nicht in genügend standardisierter Qualität vorhanden sind. Hinsichtlich der Zeithorizonte gilt es anzumerken, dass bis 2020 vor allen Dingen Informationen zu bestehenden Technologien und Regulierungen zur Verfügung gestellt werden können. Ab 2020 ist die Betrachtung von Szenarien zentral.

Generell besteht große Unsicherheit bezüglich zweier Kerninformationen: den physischen Auswirkungen des Klimawandels auf Ebene von Unternehmen sowie der Wahrscheinlichkeit und Ausgestaltung von 2-Grad-kompatiblen regulatorischen Eingriffen. Auch das Pariser

Abkommen hat keine Klarheit geschaffen: viele Investoren gehen heute nicht davon aus, dass das 2-Grad-Limit politisch umgesetzt wird.

Gleichzeitig gibt es insbesondere für Aktien und Unternehmensanleihen eine zunehmend breite Datenlage zu CO₂-Emissionen und anderen Daten zu Transitionsrisiken. Diese ist allerdings durch einen hohen Grad an Fragmentierung gekennzeichnet. Zudem stehen Analysen vielfach nur im Rahmen maßgeschneiderter Projekte zur Verfügung.

Standards, sowohl für die von Unternehmen zur Verfügung gestellten Daten als auch für die verschiedenen Szenarien zur Durchführung von Stresstests, können die Integration in bestehende Investitionsprozesse und IT-Systeme vereinfachen und Vergleichbarkeit schaffen. Während es jedoch eine wachsende Anzahl an Analyseperspektiven gibt, münden bislang wenige davon in eine explizite Quantifizierung des *finanziellen* Risikos.

7 Schlussfolgerungen

Physische Risiken des Klimawandels

Insgesamt ist es kurz- und mittelfristig sehr unwahrscheinlich, dass sich aufgrund der physischen Auswirkungen des Klimawandels ein Risiko für die Finanzmarktstabilität in Deutschland und Europa entwickeln könnte. Direkte physische Risiken (Erstrundeneffekte) bestehen in Folge höherer und variabler Unwetterschäden besonders für die Versicherungswirtschaft. Diese kann sich auf direkte Risiken aber relativ gut einstellen, da Versicherungsprämien meist jährlich und das Risikokapital laufend angepasst werden können. Heute hat die deutsche Versicherungswirtschaft deutlich mehr Risikokapital als nötig, um die gesetzlichen Anforderungen, firmenweite Verluste, die nur alle 200 Jahre vorkommen, decken zu können; bei laufender Anpassung des Risikokapitals sind daher Zahlungsausfälle aufgrund von Extremereignissen sehr unwahrscheinlich. Instabilität bei einem Überraschungseffekt durch mehrere, sehr unwahrscheinliche und äußerst schadenintensive Extremereignisse innerhalb eines Jahres ist (wie im Fall ohne Klimawandel) aber nicht auszuschließen.

Zweitrundeneffekte können durch Nicht-Versicherung gegen Unwetterschäden entstehen; dies ist in Deutschland zurzeit aber noch kein relevantes Risiko für Finanzinvestoren, da annähernd 100% der größeren Firmen gegen alle wesentlichen Unwetterschäden versichert sind. Mit steigenden Schäden aufgrund des Klimawandels könnte es aber dazu kommen, dass gewisse Naturkatastrophen-Risiken nicht mehr versichert werden, da Prämien zu teuer werden. Extremereignisse könnten die Bilanzen von nicht-versicherten Firmen und Haushalten schwächen und damit das Ausfallrisiko erhöhen; daraus ergäbe sich auch das Risiko geringerer Kreditvergabe durch Banken. Allerdings ist dies nur ein bedeutendes Risiko bei niedriger Versicherungsdurchdringung und der beschränkten Möglichkeit eines Staates, bei Extremereignissen Hilfsprogramme für geschädigte Firmen und Haushalte aufzustellen. Solche massiven indirekten Risiken, die zu einer Herabstufung der Kreditwürdigkeit eines Staates führen würden, bestehen nur in gewissen kleineren Ländern und solchen mit niedrigem Einkommen und sind daher für den deutschen Finanzmarkt sehr gering, da er kaum in Anleihen und Aktien solcher Länder investiert ist. Chronische Schäden des Klimawandels stellen aufgrund der graduellen Entwicklung (maximal 0,01 bis 0,1% Verringerung des BIP pro Jahr) kein relevantes Risiko für die Finanzmarktstabilität in Deutschland dar.

Physische Risiken werden sich mit zunehmender globaler Erwärmung und internationaler Verflechtung der deutschen Wirtschaft, u.a. Wertschöpfungsketten und Absatzmärkte, verstärken.

Transitionsrisiken

Erstrundeneffekte sind aufgrund der geringen eigenen Emissionen von Finanzmarktakteuren nur marginal von Relevanz; Transitionsrisiken wirken sich primär durch die Investitionen von deutschen Finanzmarktakteuren in betroffene Unternehmen auf den Finanzmarkt aus (Zweitrundeneffekte). Unternehmen können beispielsweise durch die Einführung einer CO₂-Steuer, durch die Einführung eines Emissionshandelssystems oder in der EU und in anderen bestehenden Emissionshandelssystemen durch die Verknappung der Emissionszertifikate und dadurch höhere CO₂-Preise, schärfere Regulierungen bezüglich ihrer Energieeffizienz oder einem Rückgang der Nachfrage nach emissionsintensiven Produkten (z.B. Autos) betroffen sein. Die mögliche Größenordnung von Transitionsrisiken kann mit Hilfe von CO₂-Preisszenarien oder Annahmen über die generelle Abwertung von Investitionen in bestimmte Industrien abgeschätzt werden.

Müssten etwa die im Rahmen dieser Studie untersuchten Aktienfonds ihre finanzierten Emissionen in den Sektoren Öl und Gas, Energieversorgung, Rohstoffe und Industrie tragen, so könnte dies zu Kosten von bis zu EUR 4 Milliarden führen, was 4,5% der Investitionen in diese Sektoren und 1,2% der Gesamtinvestitionssumme entspricht. Aktienfonds stellen aber selbstverständlich nur einen Teil des Finanzmarktes dar. Trifft man die Annahme, dass

ausgehend von einer hohen Verflechtung des Finanzmarkts mit der generellen volkswirtschaftlichen Entwicklung die ökonomischen Kosten des Klimawandels von ca. 2 bis 5% des BIP (Größenordnung sowohl für Deutschland als auch global) auf den Finanzmarkt übertragbar sind, so würde dies Verlusten von EUR 262 bis 655 Milliarden entsprechen.

Es ist schwer möglich einzuschätzen, wie wahrscheinlich solche Wertverluste eintreten und wie plötzlich ein derartiger Schock auftreten könnte, da dies unter anderem von der Wahrscheinlichkeit und Vorhersehbarkeit von umweltpolitischen Regulationen in Deutschland und anderen Ländern abhängt. Die oben genannten Zahlen repräsentieren somit ein Extremszenario.

Transitionsrisiken von maximal 2 bis 5% des Finanzmarktes stellen alleine sehr wahrscheinlich ein geringes Risiko für die Finanzmarktstabilität dar, wenn man sich historische Volatilitäten von bis zu 5-15% des Aktienmarktes pro Tag und sehr geringen Wahrscheinlichkeiten eines eintägigen Transitionsschocks betrachtet. Die betrachteten Zweitrundeneffekte können aber abhängig von den strukturellen Eigenschaften des Finanzsystems, etwa dessen Vernetzung und generelle Stabilität, zu problematischen Auswirkungen führen.

Einpreisung von Klimarisiken

Die heutige CO₂-Einpreisung im deutschen Finanzmarkt konzentriert sich auf längerfristige Anlagen sowie Akteure mit hohen CO₂-Emissionen, vor allem im Energie- und Industriesektor. Bezüglich Höhe der Einpreisung sollte sich aus Sicht der Finanzmarktstabilität die Einpreisung der Transitionsrisiken primär an realistischen Erwartungen hinsichtlich zukünftiger, regulatorisch beeinflusster CO₂-Preise orientieren. Ob die heutige Einpreisung sich an zukünftigen CO₂-Preisen orientiert, kann aber nicht abschließend beurteilt werden, da es keine standardisierten Szenarien zukünftiger Regulationen gibt. Die heutige Bepreisung orientiert sich (wenn sie überhaupt stattfindet) eher an heutigen CO₂-Marktpreisen und ist also deutlich geringer als die externen Kosten des CO₂-Ausstoßes. Daraus kann sich ein Risiko für die Finanzmarktstabilität ergeben: wenn die Politik die CO₂-Preise (mittels Steuern, Mengenbeschränkungen oder anderen Maßnahmen) innerhalb kurzer Zeit Richtung ökonomische Kosten steuert, so ergibt sich ein Transitionsschock, da diese Kosten in der Bewertung von Anlagen nicht berücksichtigt wurden und daher viele Anlagen massiv an Wert verlieren könnten.

Ein Einpreisen von physischen Schäden findet außerhalb der (Rück-) Versicherungswirtschaft (bei Versicherungen, nicht bei Investitionen) aufgrund der Komplexität und der noch nicht massiv gestiegenen Schäden kaum statt. Finanzinstitutionen und kleinere Versicherer verlassen sich auf das Wissen sowie die Einpreisung durch größere Akteure, insbesondere Rückversicherer. Versicherungen stützen sich bei der Preisfindung auf historisch-statistische Daten von Unwetterschäden, die durch den Klimawandel beeinflusst werden können, und nicht auf Prognosen hinsichtlich des Klimawandels.

Vom Finanzmarkt benötigte Informationen

In der Theorie bestehen klare Vorstellungen, welche Informationen benötigt würden, damit Investoren die Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel korrekt einschätzen und einpreisen können. In der Praxis stehen allerdings nicht alle benötigten Informationen zur Verfügung, entweder da sie nicht oder nicht in genügend standardisierter Qualität vorhanden sind.

Generell herrscht große Unsicherheit bezüglich zweier Kerninformationen: den längerfristigen physischen Auswirkungen des Klimawandels und der Wahrscheinlichkeit und Ausgestaltung von 2-Grad-kompatiblen regulatorischen Eingriffen. Auch das Pariser Abkommen hat keine Klarheit bezüglich zukünftiger CO₂-Preise geschaffen; viele Investoren gehen heute nicht davon aus, dass das 2-Grad-Limit politisch umgesetzt wird. Die Notwendigkeit konsistenter und realistischer Signale der Politik hinsichtlich Transitionspfad zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft (mit Informationen bzgl. Sektoren und Technologien) wurde auch in einer kürzlich veröffentlichten Studie der Niederländischen Zentralbank (Schotten et al. 2016) betont.

Für Aktien und Unternehmensanleihen gibt es eine zunehmend breite Datenlage bezüglich CO₂-Emissionen und potentiell aus Klimarisiken resultierenden Wertverlusten, aber diese ist durch einen hohen Grad an Fragmentierung gekennzeichnet. Es fehlt an einheitlichen Standards sowohl für die von Unternehmen zur Verfügung gestellten Daten als auch für die Analyse der finanziellen Auswirkungen verschiedener Szenarien. Zudem stehen vertiefende Analysen, beispielsweise zum Ausmaß von durch Klimawandel gefährdeten Gewinnmargen, vielfach nur im Rahmen maßgeschneiderter Projekte zur Verfügung.

Datenstandards könnten die Integration der Daten in bestehende Investitionsprozesse und IT-Systeme vereinfachen, und die Erarbeitung einheitlicher Szenarien zur Durchführung von Stresstests würde Vergleichbarkeit schaffen. Während es eine wachsende Anzahl an Analyseperspektiven gibt, münden bislang wenige davon in eine explizite Quantifizierung des *finanziellen* Risikos.

Empfehlungen

Zum **Management von physischen Risiken** empfiehlt sich aufgrund der Ergebnisse dieser Studie:

- Die **Förderung des Dialoges zwischen Politik, Versicherungswirtschaft und Finanzmarkt zum Umgang mit sehr unwahrscheinlichen, aber äußerst schadensintensiven Extremereignissen.**
- Diskussion auf internationaler Ebene (**z.B. im Rahmen des Financial Stability Board**) **über Möglichkeiten und Wert einer abgestimmten, standardisierten Messung von physischen Risiken**, die auch als Basis für einen möglichen Klima-Stresstest verwendet werden kann.

Zum **Management von Transitionsrisiken** empfiehlt sich aufgrund der Ergebnisse dieser Studien:

- **Verlässliche Politiksignale**, wie schnell und mit welchen CO₂-Preisen die Transition zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft geplant ist. Dazu könnte die Carbon Leadership Coalition der Weltbank beitragen. **Ein abrupter Wechsel in der Klimapolitik ist zu vermeiden.** Verlässliche längerfristige Politiksignale mit Fokus auf CO₂-Bepreisung wurden auch in einer Studie der Niederländischen Zentralbank (Schotten et al. 2016) empfohlen.
- Die Unterstützung des Aufbaus von **Daten und Messmethoden für Anlagenklassen jenseits von Aktien, insbesondere Unternehmensanleihen, Staatsanleihen, Krediten und Immobilien/Hypotheken.**
- Diskussion auf internationaler Ebene (**z.B. im Rahmen des Financial Stability Board**) **über Möglichkeiten und Wert von abgestimmten, standardisierten Szenario-Analysen von Transitionsrisiken**, die auch als Basis für einen möglichen Klima-Stresstest verwendet werden könnten. Die Notwendigkeit von Standards wurde auch in einer Studie der Niederländischen Zentralbank (Schotten et al. 2016) betont.

Um wesentliche **Forschungslücken** zu Klimarisiken zu schließen, empfehlen sich außerdem:

- **Vertiefte Analysen möglicher Drittrunden-Effekte**, v.a. Verflechtung der Finanzmarktakteure, die in fossile Energien investiert sind.
- **Studien zu wenig untersuchten Anlageklassen**, für die Klimarisiken von Bedeutung sind, vor allem **Unternehmensanleihen, Staatsanleihen, Immobilien, Kredite und Investitionen in die Landwirtschaft.**
- Studien zu **Sektoren mit bedeutenden Emissionen in der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette** (z. B. Automobilsektor, Nahrungsmittelbranche).
- Studien zur **Verflechtung der deutschen Real- und Finanzwirtschaft mit physischen Risiken und deren politischen und ökonomischen Folgen in stärker betroffenen Regionen** (z.B. Bangladesch, Thailand, Subsahara Afrika).

8 Literaturverzeichnis

- 2° Investing Initiative. (2016a). *Investor Climate Disclosure: Stitching together Best Practices*.
- 2° Investing Initiative. (2016b). *Reviewing the Evidence: 10 Questions for the FSB Climate Disclosure Task Force*.
- 2° Investing Initiative. (2016c). *Testing the STOXX 1800 (2014) Portfolio Alignment with the 2°C Climate Goal*.
- 2° Investing Initiative. (2013). *The Carbon Boomerang: The Landscape for Climate Litigation Risk for Investors and Companies. Discussion Paper*.
- Andersson, M., Bolton, P., Samama, F. (2016). *Hedging Climate Risk*. *Financial Analysts Journal*, 72(3), 1-20.
- BaFin. (2015). *Statistik der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht – Erstversicherungsunternehmen und Pensionsfonds 2014*. Bonn: Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
- BaFin. (2016). *Anderweitig systemrelevante Institute*. Abgerufen am 7. Oktober 2016 von https://www.bafin.de/DE/DatenDokumente/Datenbanken/ASRI/anderweitig_systemrelevante_Institute.html
- Bassen, A., Busch, T., Lewandowski, S., & Sump, F. (2016). *Wesentlichkeit von CO₂-Emissionen für Investitionsentscheidungen*. Frankfurt: Union Investment.
- Batten, S., Sowerbutts, R., & Tanaka, M. (2016). *Let's talk about the weather: the impact of climate change on central banks*. London: Bank of England.
- Battiston, S., Mandel, A., Monasterolo, I., Schuetze, M., Visentin, G. (2016). *A Climate stress-test of the EU financial system*. Abgerufen von http://papers.ssrn.com/sol3/cf_dev/AbsByAuth.cfm?per_id=2505643
- Betz, F. H. (2014). *Systemic Risk Spillovers in the European Banking and Sovereign Network*. Frankfurt am Main: Center for Financial Studies - Goethe University Frankfurt.
- Bloomberg. (2013). *The carbon risk valuation tool - White paper*. Abgerufen von http://about.bnef.com/files/2013/12/BNEF_WP_2013-11-25_Carbon-Risk-Valuation-Tool.pdf.
- Bloomberg. (2015). *Total Plans \$500 Million Annual Investment in Renewable Energy*. Abgerufen am 24. Mai 2016 von: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-09-23/total-plans-500-million-annual-investment-in-renewable-energy>
- Bloomberg. (2016). *Composition of ETFs based on DAX30, S&P500, EUROSTOXX600*. Bloomberg.
- BMUB. (2014). *Nationale Klimapolitik*. Abgerufen am 11. Juni 2016 von: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/>
- BMWi. (2014). *Sanierungsbedarf im Gebäudebestand: Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Berlin: BMWi.
- Bolund, P. (2015). *The sustainability revolution in finance*. Abgerufen am 29. März 2016 von: <http://www.government.se/opinion-pieces/2015/12/the-sustainability-revolution-in-finance/>
- Botzen, W. J., van den Bergh, J., & Bouwer, L. (2010). Climate change and increased risk for the insurance sector: a global perspective and an assessment for the Netherlands. *Natural Hazards*, 52 (3), 577-598.
- Bowen, A., & Dietz, S. (2016). *The effects of climate change on financial stability, with particular reference to Sweden. A report for Finansinspektionen (The Swedish Financial Supervisory*

Authority). London: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics and Political Science.

Bruch, M., Münch, V., Aichinger, M., Kuhn, M., Weymann, M., & Schmid, G. (2011). *Power Blackout Risks. Risk Management Options*. Munich: CRO Forum.

Bundesnetzagentur. (2015). Kraftwerkliste. Abgerufen am 5. März 2016 von: http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html

Byrd, J., & Cooperman, E. (2015). Carbon bubble & divestment trouble: Investor reactions, an analysis. *Journal of Environmental Investing*, 6 (1), 75-88.

Cabas, J., Leiva, A., & Weersink, A. (2008). Modeling Exit and Entry of Farmers in a Crop Insurance Program. *Agricultural and Resource Economics Review*, 37 (1), 92–105.

Caldecott, B. M. (2014a). *Financial Dynamics of the Environment: Risks, Impacts, and Barriers to Resilience. Working Paper for the UNEP Inquiry*. Oxford: Oxford University Smith School of Enterprise and the Environment.

Caldecott, B. M. (2014b). *Summary of Proceedings Stranded Assets Forum, Waddesdon Manor 14th – 15th March 2014*. Oxford: University of Oxford Smith School of Enterprise and the Environment.

California Department of Insurance. (2016). *California Insurance Commissioner Dave Jones calls for insurance industry divestment from coal*. Abgerufen am 1. April 2016 von: <http://www.insurance.ca.gov/0400-news/0100-press-releases/2016/statement010-16.cfm>

Calvert Investments, Ceres, Oxfam. (2012). *Physical risks from climate change. A guide for companies and investors on disclosure and management of climate impacts*.

Carbon Tracker Initiative. (2013). *Unburnable Carbon 2013: Wasted capital and stranded assets*. Aufgerufen von <http://carbontracker.live.kiln.digital/Unburnable-Carbon-2-Web-Version.pdf>.

Carbon Tracker Initiative. (2014). *Carbon supply cost curves: Evaluating financial risk to oil capital expenditures*. Aufgerufen von <http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2014/09/CTI-Oil-Report-Oil-May-2014-13-05.pdf>.

Carbon Tracker Initiative. (2015). *The US Coal Crash - Evidence for Structural Change*. Carbon Tracker Initiative.

Carbon Tracker Initiative. (2016). *Considerations for reporting and disclosure in a carbon-constrained world*. Carbon Disclosure Standards Board. Carbon Tracker.

Carney, M. (2015). *Breaking the Tragedy of the Horizon – climate change and financial stability. Speech at Lloyds, London*. Abgerufen am 28. März 2016 von <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2015/speech844.pdf>

CBOE. (2016). *VIX Historical Price Data*. Abgerufen am 3. September 2016 von <http://www.cboe.com/micro/vix/historical.aspx>

CDP. (2015a). *Back to the laboratory: Are global chemical companies innovating for a low-carbon future?* London: CDP.

CDP. (2015b). *Flicking the switch: Are electric utilities prepared for a low carbon future?* London: CDP.

CDP. (2015c). *Putting a price on risk: Carbon pricing in the corporate world*. London: CDP.

CDP. (2016a). *Climate change program guidance*. Abgerufen am 28. April 2016: <https://www.cdp.net/en-US/Pages/guidance-climate-change.aspx>

CDP. (2016b). *CDP Questionnaires*. Abgerufen am 19. April 2016 von <https://www.cdp.net/en-US/Programmes/Pages/More-questionnaires.aspx>

Chambwera, M., Heal, G., Dubeux, C., Hallegatte, S., & Leclerc, L. (2014). Economics of adaptation. In: In C. Field, V. Barros, D. Dokken, M. Mastrandrea, K. Mach, T. Bilir, et al., *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (S. 945-977.). Cambridge: Cambridge University Press.

Chapple, L., Clarkson, P., & Gold, D. (2013). The Cost of Carbon: Capital Market Effects of the Proposed Emission Trading Scheme (ETS). *Abacus*, 49 (1), 1-33.

Chen, L., & Silva Gao, L. (2012). The Pricing of Climate Risk. *Journal of Financial and Economic Practice*, 12 (2), 115.

CISL. (2015). *Unhedgeable risk How climate change sentiment impacts investment*. University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership: Cambridge.

Clerc, L. G. (2016). *Indirect contagion: the policy problem*. *Occasional Paper Series*. European Systemic Risk Board.

Climate Disclosure Standards Board. (2014). *Proposals for reporting on Carbon Asset Stranding Risks*. Climate Disclosure Standards Board.

Climate Policy Initiative. (2015). *The Global Landscape of Climate Finance*. Abgerufen am 2. März 2016 von <http://www.climatefinancelandscape.org/>

Climate Service Center. (2012). *Vergleichendes Lexikon: Wichtige Definitionen, Schwellenwerte, Kenndaten und Indices für Fragestellungen rund um das Thema „Klimawandel und seine Folgen“*.

Climate-KIC. (2016). *Climate impact rating for investment funds*. Abgerufen am 10. April 2016 von <http://www.climate-kic.org/projects/the-first-climate-impact-rating-for-investment-funds/>

Columbia Law School. (2016). *Sabin Center for Climate Change Law*. Abgerufen am 11. 04. 2016 von <http://web.law.columbia.edu/climate-change/resources/litigation-charts>

Cortekar, J., & Groth, M. (2014). *Der deutsche Energiesektor und seine mögliche Betroffenheit durch den Klimawandel Synthese der bisherigen Aktivitäten und Erkenntnisse*. Hamburg: Climate Service Center.

Covington, H., & Thamotheram, R. (2014). How should investors manage climate change risk? *Rotman International Journal of Pension Management*, 7 (2), 42-49.

Covington, H., & Thamotheram, R. (2015). *The case for forceful stewardship part 1: The financial risk from global warming*. SSRN Working paper.

Düllmann, K. E. (2008). *Crash Testing German Banks*.

Detzer, D. D. (2012). *Studies in Financial Systems, No 3: The German Financial System*. Financialisation, Economy, Society and Sustainable Development (FESSUD).

Deutsche Bundesbank. (2015a). *Financial Stability Review 2015*. Frankfurt am Main: Deutsche Bundesbank.

Deutsche Bundesbank. (2015a). *Financial Stability Review 2015*. Frankfurt am Main: Deutsche Bundesbank.

Deutsche Bundesbank. (2015b). *Kredite der Banken (MFIs) in Deutschland an inländische Unternehmen und Privatpersonen, Wohnungsbaukredite, Wirtschaftsbereiche*. Frankfurt am Main: Deutsche Bundesbank.

Deutsche Bundesbank. (2016a). *Kredite der Banken (MFIs) in Deutschland an inländische Unternehmen und Privatpersonen, Wohnungsbaukredite, Wirtschaftsbereiche. Monatsbericht: Stand vom 17. 5. 2016*. Abgerufen am 22. Juni 2016 von: https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Downloads/Statistiken/Banken_Und_Andere_Finanzielle_Institute/Banken/Tabellen_Statistischer_Teil_Monatsbericht/S104ATIB03233.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Bundesbank. (2016b). *Monatsbericht; IV. Banken; Aktiva und Passiva der Monetären Finanzinstitute (ohne Deutsche Bundesbank) in Deutschland*. Frankfurt am Main: Deutsche Bundesbank.

Deutsche Bundesbank. (2016c). *Zinssätze und Volumina für das Neugeschäft der deutschen Banken (MFIs): Wohnungsbaukredite an private Haushalte*. Abgerufen am 22. Juni 2016 von: https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Downloads/Statistiken/Geld_Und_Kapitalmaerkte/Zinssaetze_Renditen/S510ATHYP.pdf?__blob=publicationFile

Deutsches Aktieninstitut. (2014). *50 Jahre Aktien-Renditen - Das DAX-Rendite-Dreieck des Deutschen Aktieninstituts*. Aufgerufen von https://www.dai.de/files/dai_usercontent/dokumente/renditedreieck/2014-12-31%20DAX-Rendite-Dreieck%2050%20Jahre%20Web.pdf.

Dietz, S., Bowen, A., & Dixon, C. G. (2016). 'Climate value at risk' of global financial assets. *Nature Climate Change* (published online).

EC. (2009). *SOLVENCY II: Frequently Asked Questions (FAQs)*. Brussels: European Commission.

ECONADAPT. (2015). *The Costs and Benefits of Adaptation: Results from the ECONADAPT Project*. ECONADAPT consortium.

EEX. (2016). *European Emission Allowances*. Abgerufen am 7. Juni 2016 von <https://www.eex.com/en/market-data/emission-allowances/spot-market/european-emission-allowances#!/2016/06/07>

Estrada, F., Tol, R., & Gay-García, C. (2015). The persistence of shocks in GDP and the estimation of the potential economic costs of climate change. *Environmental Modelling & Software*, 69, 155-165.

Europäische Kommission. (2014). *014/746/EU: Commission Decision of 27 October 2014 determining, pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council, a list of sectors and subsectors which are deemed to be exposed to a significant risk of carbon leakage, for the period 2015 to 2019 (notified under document C(2014) 7809)*. Technical report.

European Central Bank. (2016). PRESS RELEASE - Euro area investment fund statistics: first quarter of 2016. Frankfurt am Main.

eurostat. (2015). *Internationaler Handel, nach Meldeland, Gesamtprodukt*. Abgerufen am 28. Mai 2016 von: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=de&pcode=tet00002&plugin=1&tableSelection=1>

Financial Stability Board. (2015). *Proposal for a disclosure task force on climate related risks*. Von www.fsb.org abgerufen

Fossil Free Indexes. (2015). Carbon Underground 200.

FSB. (2015). *2015 update of list of global systemically important banks*. London: Financial Stability Board.

FTSE. (2012). *ICB Benchmark*. Abgerufen am 12. 03. 2016 von Industry Structure and Definitions: http://www.icbenchmark.com/ICBDocs/Structure_Defs_English.pdf

Fujita, M. (2013). *The lessons from the Great East Japan Earthquake and the Great Floods in Thailand*. Abgerufen am 22. April 2016 von <http://www.voxeu.org/article/rigidity-global-supply-chains>

Gadanecz, B., Kaushik, J. (2009). Measures of financial stability – a review. *IFC Bulletin*, 31, 365-380.

GDV. (2011a). *Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadenssituation in der deutschen Versicherungswirtschaft. Kurzfassung Hochwasser*. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK); Freie Universität Berlin (FUB); Universität zu Köln (UK); Institut für Angewandte Wasserwirtschaft und Geoinformatik (IAWG), im Auftrag des GDV. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV. (2011b). *Herausforderung Klimawandel. Antworten und Forderungen der deutschen Versicherer*. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV. (2016a). *Kapitalanlagen. Erstversicherer (in %). Stand Q4/2015*. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV. (2016b). *Statistisches Taschenbuch der Versicherungswirtschaft 2015*. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. Berlin: GDV.

GERICS. (2011). *GERICS: Climate Service Center Germany*. Abgerufen am 01. Juni 2016 von Climate-Fact-Sheets: http://www.climate-service-center.de/036238/index_0036238.html.en

Germanwatch, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wuppertal Institut für Klima, U. E., Potsdam, U., & Klimafolgenforschung, P.-I. f. (2009). *Mainstreaming von Klimarisiken und -chancen im Finanzsektor. Klimabezogene Chancen und Risiken in Versicherungen, Vermögensverwaltung und Kreditvergabe. Abschlussbericht für Bundesministerium für Bildung und Forschung*. Bonn: Germanwatch.

GHG Protocol. (2004). *A Corporate Accounting and Reporting Standard - REVISED EDITION*. The Greenhouse Gas Protocol, World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute, Geneva, Washington.

Global Environmental Exchange. (2016). *European Emission Allowances*. Aufgerufen von <https://www.eex.com/en/market-data/emission-allowances/spot-market/european-emission-allowances#!2016/03/23>.

Global Footprint Network. (2015). Global Footprint Network and South Pole Group Join Forces to Offer Climate Impact Assessments for Sovereign Bond Investors. Abgerufen am 11. Juni 2016 von http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/climate_impact_assessments_for_sovereign_bond_investors

GlobalData. (2016). *GlobalData*. Abgerufen am 06. Juni 2016 von <https://www.globaldata.com/>

Go Fossil Free. (14. Juni 2016). *Full List of Divestment Commitments*. Abgerufen am 14. Juni 2016 von <http://gofossilfree.org/commitments>

Grace, M., Klein, W., & Kleindorfer, P. (2004). Homeowner Insurance with Bundled Catastrophe Coverage. *The Journal of Risk and Insurance*, 71 (3), 351-379.

Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. *American Economic Review*, 70 (3), 393-408.

Gütschow, J., Jeffery, L., Alexander, R., Hare, B., Schaeffer, M., Rocha, M., Höhne, N., Fekete, H., van Breevoort, P., Blok, K. (2015). INDCs lower projected warming to 2.7°C: significant progress but still above 2C. Climate Action Tracker Update Abgerufen am 6. Oktober 2016 von http://climateactiontracker.org/assets/publications/CAT_global_temperature_update_October_2015.pdf

- Härdle, W. W. (2015). *TENET: Tail-Event driven NETwork risk*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin.
- Hallegatte, S., Bangalore, M., & Vogt-Schilb, A. (2016). *Assessing socioeconomic resilience to floods in 90 countries*. Washington DC: World Bank.
- Held, H., Gerstengarbe, F., Pardowitz, T., Pinto, J., Ulbrich, U., Born, K., et al. (2013). Projections of global warming-induced impacts on winter storm losses in the German private household sector. *Climatic Change*, 121 (2), 195-207.
- Helmholtz. (2016). *Regionaler Klimaatlas Deutschland*. Abgerufen am 23. April 2016 von <http://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/durchschnittliche-temperatur/deutschland/mittlereanderung.html>
- Hirschfeld, J., Pissarskoi, E., Schulze, S., & Stover, J. (2015). *Kosten des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel aus vier Perspektiven. Impulse der deutschen Klimaökonomie zu Fragen der Kosten und Anpassung*. Kiel: 1. Forum Klimaökonomie, koordiniert durch das Institut für Weltwirtschaft (IfW).
- Hjort, I. (2016). *Memorandum -- Potential Climate Risks in Financial Markets: A Literature Overview*. Oslo: Department of Economics University of Oslo.
- HSBC. (2013). *Oil & carbon revisited Value at risk from unburnable reserves*. HSBC.
- IEA. (2010). *Renewable Energy Essentials: Hydropower*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2011). *World Energy Outlook 2011*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2015). *IEA Statistics: CO2 emissions from fossil fuel combustion*. Paris: International Energy Agency.
- Immowelt. (2016). *Wohnungspreise in Deutschland*. Abgerufen am 22. 06. 2016 von <https://www.immowelt.de/immobilienpreise/detail.aspx?geoid=108&etype=1&esr=1>
- Institutional Investors Group on Climate Change. (2013). *PROTECTING VALUE IN REAL ESTATE: Managing investment risks from climate change*. IIGCC.
- Investor Group on Climate Change, Australian National University. (2013). *ASSESSING CLIMATE CHANGE RISKS AND OPPORTUNITIES FOR INVESTORS: Property and Construction Sector*. IGCC.
- IPCC. (2014). Summary for Policymakers. In: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, et al., *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IRENA. (2012). *Renewable Energy Cost Analysis Series. Volume 1: Power Sector. Hydropower*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- iShares. (2016). *iShares Core Euro Corporate Bond UCITS ETF*. Aufgerufen von <https://www.ishares.com/ch/privatkunden/de/produkte/251726/ishares-euro-corporate-bond-ucits-etf?siteEntryPassthrough=true>.
- Koch, N., & Bassen, A. (2013). Valuing the carbon exposure of European utilities. The role of fuel mix, permit allocation and replacement investments. *Energy Economics*, 36, 431–443.
- Kovats, R., Valentini, R., Bouwer, L., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., et al. (2014). Europe. In C. Field, V. Barros, D. Dokken, M. Mastrandrea, K. Mach, T. Bilir, et al., *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (S. 1267-1326). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press,.

KPMG. (2008). *Climate Changes Your Business: KPMG's review of the business risks and economic impacts at sector lever*. KPMG.

Lenton, T. M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J. W., Lucht, W., Rahmstorf, S., et al. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (6), 1786.

Lloyd's. (2015). *Catastrophe Modelling and Climate Change*. London: Lloyd's.

Luehrman, T. (July-August 1998). Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers. *Harvard Business Review*.

McChristian, L. (2012). *Hurricane Andrew and Insurance. The enduring impact of an historic storm*. Tampa: Insurance Information Institute.

McGlade, C. E. (2015). The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 C. *Nature*, 517 (7533), 187–190.

Mercer. (2015). *Investing in a time of climate change*. New York City: Mercer.

Miller, J. J. (2016). *Peabody Energy Files for Chapter 11 Bankruptcy Protection*. Abgerufen am 10. Juni 2016 von n: <http://www.wsj.com/articles/peabody-energy-files-for-chapter-11-protection-from-creditors-1460533760>

Miller, R. (2006). Hurricane Katrina: Communications & Infrastructure Impacts. In: *Threats At Our Threshold. 2006 Conference* (S. 191-203). Washington, DC: Consortium for Homeland Defense and Security in America.

Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy. (2015). *Law on Energy Transition published in the Official Journal*. Abgerufen am 30. März 2016 von <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Law-on-Energy-Transition-published.html>

Moody's. (2015). *Environmental Risks: Heat Map Shows Wide Variations in Credit Impact Across Sectors*. Moody's.

Moody's. (2016). Ratings agency Moody's to look at climate risks faced by sovereign issuers.

Morison, R. W. (2016). *Europe's Gas Plants Spark to Life With Fuel at Lowest Since 2010*. Abgerufen am 19. Mai 2016 von: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-01-22/europe-s-gas-plants-spark-to-life-with-fuel-at-lowest-since-2010>

MSCI. (2010). *Is There a Link Between GDP Growth and Equity Returns?* Abgerufen am 3. März 2016 von <https://www.msci.com/documents/10199/a134c5d5-dca0-420d-875d-06adb948f578>

MSCI. (2015a). *ESG Ratings Methodology*. MSCI ESG Research.

MSCI. (2015b). *MSCI Index Calculation Methodology*.

Munich Re. (2013). *Economic consequences of natural catastrophes: emerging and developing countries particularly affected – insurance cover is essential*. München: Munich Re.

Munich Re. (2015). *Group Annual Report. Risk report*. München: Munich Re.

Munich Re. (2016a). *Katastrophenanleihen*. Abgerufen am 22. März 2016 von <http://www.munichre.com/de/ir/bonds/catastrophe-bonds/index.html>

Munich Re. (2016b). *NatCatService*. Abgerufen am 3. März 2016 von <http://www.munichre.com/de/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html>

Munich Re. (2016c). Breakout Session 1: Klimarisiken aus Sicht eines Versicherers. *Präsentation von David Flötnner, Munich Re, an der VfU Climate Roundtable, Frankfurt*. München: Munich Re.

Oanda. (20. Juni 2016). *Average Exchange Rates*. Abgerufen am 20. Juni 2016 von <https://www.oanda.com/currency/average>

- OECD. (2015). *The Economic Consequences of Climate Change*. Paris: OECD.
- PBL. (2015). *Trends in global CO2 emissions: 2015 Report Background Study*. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Platts. (2016). *S&P Global Platts*. Abgerufen am 05. 06. 2016 von <http://www.platts.com/products-services>
- Portfolio Carbon Initiative. (2015). *Carbon Asset Risk: Discussion Framework*.
- Prudential Regulation Authority. (2015). *The impact of climate change on the UK insurance sector*. London: Bank of England. Prudential Regulation Authority.
- Rainforest Action Network, BankTrack, Les Amis de la Terre / Friends of the Earth France, urgewald (2015). *The Coal Test: Where Banks stand on Climate at COP21*.
- Reinhart, C. R. (2008). Is the 2007 U.S. Sub-Prime Financial Crisis so Different? An international historical comparison. (N. B. RESEARCH, Hrsg.) Von <http://www.nber.org/papers/w13761> abgerufen
- Rogers, J. (2016). *Sustainability Accounting Standards Board. Industry-Based Standards to Guide Disclosure and Action on Material Sustainability Information*. Abgerufen am 3. März 2016 von <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2016/02/SASB-Presentation-Slides-Feb-9-2016.pdf>
- Schellnhuber, J. (2010). Tragic Triumph. *Climatic Change*, 100, 229-238.
- Schenker, O. (2013). *Außenhandel als Übertragungskanal von Klimafolgen*. Mannheim: ZEW.
- Schenker, O., Mennel, T., Osberghaus, D., Ekinci, B., Hengesbach, C., Sandkamp, A., et al. (2014). *Ökonomie des Klimawandels – Integrierte ökonomische Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel*. Dessau: Umweltbundesamt.
- Schotten, G., van Ewijk, S., Regelink, M., Dicou, D., & Kakes, J. (2016). *Time for Transition. An exploratory study of the transition to a carbon-neutral economy*. Amsterdam: De Nederlandsche Bank N.V.
- Science Based Targets. (2016a). *Science Based Targets*. Abgerufen am 22. April 2016 von About us: <http://sciencebasedtargets.org/about-us/>
- Science Based Targets. (2016b). *Sectoral Decarbonisation Approach (SDA): A method for setting corporate emission reduction targets in line with climate science*. Science Based Targets.
- South Pole Group. (2016). *Emissionen ICB-Level 4*.
- Standard & Poor's. (2014). *Climate change could sting reinsurers that underestimate its impact*. Abgerufen am 5. September 2016 von https://www.globalcreditportal.com/ratingsdirect/renderArticle.do?articleId=1356905&SctArtId=260148&from=CM&nsi_code=LIME&sourceObjectId=8706036&sourceRevId=1&fee_ind=N&exp_date=20240902-15:44:53
- Standard & Poor's. (2015a). *Climate Change Will Likely Test The Resilience Of Corporates' Creditworthiness To Natural Catastrophes*. Standard & Poor's.
- Standard & Poor's. (2015b). *How Environmental And Climate Risks Factor Into Global Corporate Ratings*. Standard & Poor's.
- Standard & Poor's. (2015c). *Storm Alert: Natural Disasters Can Damage Sovereign Creditworthiness*. Standard & Poor's.
- Standard & Poor's. (2015d). *The heat is on: How Climate Change Can Impact Sovereign Ratings*. Standard & Poor's.

Statista. (2016). *Schlechteste Tage des DAX von 1959 bis 2016 (Stand: Mai 2016)*. Abgerufen am 7. Juni 2016 von: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/248837/umfrage/schlechteste-tage-des-dax/>

Statistisches Bundesamt. (2015). *DEUTSCHER AUSSENHANDEL: Export und Import im Zeichen der Globalisierung*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Statistisches Bundesamt. (2016a). *Bruttoinlandsprodukt*. Abgerufen am 15. April 2016 von <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VGR/Inlandsprodukt/Inlandsprodukt.html>

Statistisches Bundesamt. (2016b). *Bruttoinlandsprodukt ab 1970. Vierteljahres- und Jahresangaben*. Abgerufen am 8. Juni 2016 von https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VGR/Inlandsprodukt/Tabelle/n/BruttoinlandVierteljahresdaten_xls.html;jsessionid=2CE88B8A8ADB18C8FACBBD5055DB8391.cae1

Stern, N. (2013). The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risk onto Already Narrow Science Models. *The Journal of Economic Literature*, 51 (3), 838-859.

Stevens, P. (2016). *International Oil Companies: The Death of the Old Business Model*. London: Chatham House.

STOXX. (2016a). EQUITY INDEX: DAX INDEX. Von http://www.dax-indices.com/EN/MediaLibrary/Document/Factsheet_DAX.pdf abgerufen

STOXX. (2016b). *STOXX Launches Comprehensive Family Of Low Carbon Indices*. Abgerufen am 20. 04. 2016 von: <https://www.stoxx.com/press-releases-details?articleId=314632215>

Swiss Re. (2016). *Insurance Linked Securities market update – January 2016*. Zürich: Swiss Re.

TCFD. (2016). *Phase I Report of the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*. Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD). Basel: TCFD.

The CO-Firm. (2015). *Assessing energy and carbon risks in investors' equity portfolios*. Abgerufen am 30. Mai 2016 von: <http://co-firm.com/en/archive-details-single-view/items/assessing-energy-and-carbon-risks-in-investors-equity-portfolios-105>

The Economist Intelligence Unit (EIU). (2015). *The cost of inaction: Recognising the value at risk from climate change*.

UBA. (2012a). *Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland*. Dessau: Umweltbundesamt.

UBA. (2016a). *Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen*. Abgerufen am 4. Juni 2016 von: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/nationale_trendtabellen_fuer_die_deutsche_berichterstattung_atmosphaerischer_emissionen_1990-2014.xlsx

UBA. (2012b). *Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr. Empfehlungen des Umweltbundesamtes*. Dessau: Umweltbundesamt.

UBA. (2014). *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2013*. Dessau: Umweltbundesamt.

UBA. (2016b). *Treibhausgas-Emissionen in Deutschland*. Abgerufen am 22. 06. 2016: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>

UNEP FI, Global Footprint Network. (2012). *A New Angle on Sovereign Credit Risk E-RISC: Environmental Risk Integration in Sovereign Credit Analysis*. Genf: UNEP FI, Global Footprint Network.

UNFCCC. (2015). *FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1: Adoption of the Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris: UNFCCC.

University of Oxford, 2nd, et al. (2016). Measuring Energy Transition Risk for Investors: Developing an Energy Transition Assessment Framework for Equities and Bonds. Von http://2degrees-investing.org/IMG/pdf/et_risk_summary-3.pdf abgerufen

van Vliet, M., Yearsley, J., Ludwig, F., Vögele, S., Lettenmaier, D., & Kabat, L. (2012). Vulnerability of US and European electricity supply to climate change. *Nature Climate Change*, 2.

VfU. (2016). Corporate Bond Water Credit Risk Analysis. Abgerufen am 4. Juli 2016 von <http://vfU.de/projekte/aktuelle-projekte/giz-waterrisk>

von Peter, G., von Dahlen, S., & Saxen, S. (2012). *Unmitigated disasters? New evidence on the macroeconomic cost of natural catastrophes*. Washington DC: Bank of International Settlements.

Wall Street Journal. (2011). *Historical Index Data. Dow Jones Industrial Average All-Time Largest One Day Gains and Losses*. Abgerufen am 7. Juni 2016 von http://online.wsj.com/mdc/public/page/2_3047-djia_alltime.html

wardsauto. (2016). *wardsauto*. Abgerufen am 06. 06. 2016 von <http://wardsauto.com/>

Weitzman, M. (2009). On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change. *Review of Economics and Statistics*, 91 (1), 1-19.

Wenz, L., & Levermann, A. (2016). Enhanced economic connectivity to foster heat stress-related losses. *Science Advances*, 2 (6).

Weyzig, F. e. (2015). *The Price of Doing Too Little Too Late: The Impact of the Carbon Bubble on the EU Financial System*. Green European Foundation.

Wirtz, A., Löw, P., Mahl, T., & Yildirim, S. (2013). Hitting the poor – public private partnerships as an option: impact of natural catastrophes in economies at various stages of development. In A. Ismail-Zadeh, J. Fucugauchi, A. Kijko, K. Takeuchi, & I. Zalia, *Extreme Natural Hazards, Disaster Risks and Societal Implications*. Cambridge: Cambridge University Press.

World Bank. (2014). *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*. Washington DC: World Bank Group.

World Bank. (2016a). CO2 emissions (kg per PPP \$ of GDP). Abgerufen am 30. Mai 2016 von: <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PP.GD>

World Bank. (2016b). *GDP at market prices (current US\$)*. Abgerufen am 20. Juni 2016 von <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>

World Bank. (2016c). *GDP deflator (base year varies by country)*. Abgerufen am 8. Juni 2016 von: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.ZS>

Zenghelis, D. (2016). The importance of looking forward to manage risks: submission to the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures. ESRC Centre for Climate Change Economics and Policy, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.

Annex I

Das Beratungsgremium der Studie setzt sich wie folgt zusammen:

- Prof. Peter Höppe, Leiter Geo Risiko Forschung / Corporate Climate Center bei Munich Re. Zu seinen Schwerpunkten gehört die Bewertung von Umweltrisiken.
- Prof. Wolfgang Härdle, Direktor des Ladislaus von Bortkiewicz Chair of Statistics, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Humboldt-Universität zu Berlin, Experte in der Modellierung von Finanzmärkten
- Dr. Oliver Schenker, Junior Professor für Umweltökonomie an der Frankfurt School of Finance & Management, spezifische Expertise zu internationaler Klimapolitik und grenzüberschreitender Folgen regionaler Klimaschäden (über Handel und Wertschöpfungsketten)
- Axel Wilhelm, Sustainable Investments & Environmental Officer, Concordia Versicherungs-Gesellschaft, Experte für nachhaltige Geldanlagen
- Prof. Andreas Levermann, Professur für die Dynamik des Klimasystems, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) - Experte im Bereich Globale Anpassungsstrategien und Klimafolgen für das globale Infrastruktur- und Versorgungsnetz
- Dr. Daniela Jacob, Direktorin des Climate Service Center Germany Climate Service Center 2.0, Institution am Helmholtz-Zentrum Geesthacht & Max Planck Institute für Meteorologie, Hamburg, Expertin für Klimawandel, Wasserkreisläufe und Hochwasser
- Prof. Hermann Lotze-Campen, Leiter des PIK-Forschungsbereichs II "Klimawirkung und Vulnerabilität", Professor für Nachhaltige Landnutzung und Klimawandel, Humboldt-Universität zu Berlin, Experte für agrarökonomische Auswirkungen des Klimawandels
- Prof. Dr. Valerio Lucarini, Professur für Geowissenschaften, Universität Hamburg - Experte im Bereich Wetter- und Klimarisiken

Annex II

Konsultierte und interviewte Experten:

- Dr. Urs Bitterling, Head of ESG Office, Allianz Group
- Karsten Löffler, Managing Director, Allianz Climate Solutions
- Axel Wilhelm, Sustainable Investments & Environmental Officer, Concordia Versicherungs-Gesellschaft
- Johannes Behrens-Türk, Leiter Nachhaltigkeitsmanagement DekaBank
- Susana Peñarrubia, Director, Deutsche Asset Management (DWS)
- Martin Berg, Senior Investment Manager, European Investment Bank
- Oliver Hauner, Leiter Sach- und Technische Versicherung, Schadenverhütung, Statistik, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV)
- Dr. Bernhard Gause, Mitglied der Geschäftsführung, GDV
- Dr. Olaf Burghoff, Leiter Statistiken und Modellierung Naturgefahren, GDV
- Tim Ockenga, Leiter Kapitalanlagen, GDV
- Dr. Karl Ludwig Brockmann, Konzernbeauftragter Umwelt und Nachhaltigkeit, KfW Bankengruppe
- Ernst Rauch, Leiter Corporate Climate Center, Munich Re.
- Dr. Reiner Sachs, Head Group Accumulation / Emerging Risk, Munich Re.
- Michael Bentelage, Head Structuring im Bereich Capital Partners (alternative Risikotransfers); Munich Re
- Matthias Stapelfeldt, Leiter Nachhaltigkeitsmanagement, Union Investment
- Dr. Thomas Deser, Senior Portfoliomanager Aktien, Union Investment

Annex III

Liste analysierter Aktienfonds

Stichprobe 1: Größte in Deutschland zum Verkauf zugelassene Aktienfonds (sortiert nach Anlagevolumen)

M&G Global Dividend Fund
BlackRock Developed World Index
Fidelity Funds - European Growth
Vanguard Global Stock Index Fund
Templeton Growth (Euro) Fund
DWS Vermögensbildungsfonds I
Allianz Europe Equity Growth
Carmignac Investissement
BGF European Fund
MFS Meridian Funds-European Value Fund
Newton Global Income Fund
MFS Investment Funds-Global Equity Fund
JPM Europe Equity Plus
MFS Meridian Funds-Global Equity Fund
Morgan Stanley Global Brands
Vanguard European Stock Fund
Allianz European Equity Dividend
Schroder ISF Global Dividend Maximiser
BGF World Mining Fund
DWS Akkumula
Deutsche Invest I Top Dividend
SKAGEN Global
JPM Europe Strategic Dividend
Pictet-Global Megatrend Selection
BGF European Equity Income Fund
BGF World Healthscience Fund
JPM Global Healthcare
Robeco
Fidelity Funds - Global Dividend
M&G Global Basics Fund
Newton International Growth Fund
Pictet-Water
Franklin Mutual European Fund
JOHCM Global Select Fund
BGF European Value Fund
AriDeka CF
BGF World Gold Fund
BGF European Focus Fund
BGF Global Equity Income Fund
UNI-GLOBAL Equities Europe
Russell World Equity Fund

Threadneedle Global Equity Income Fund
 SEB Global
 Best Global Concept
 JPM Global Focus
 Threadneedle Pan European Smaller
 Companies Fund
 Comgest Growth Europe
 Parvest Equity Best Selection Europe
 BGF World Energy Fund
 Odey Allegra International Fund
 Nordea 1 - Global Stable Equity Fund -
 Unhedged
 Jupiter European Growth
 Oddo Avenir Europe
 Pictet-Europe Index
 Fidelity Funds - International
 PARVEST Equity Europe Small Cap
 UBS (Lux) Inst Fd - Key Sel Global Eq
 JPM Europe Dynamic
 JPM Europe Strategic Value
 Pioneer Funds Top European Players E
 Pioneer Funds European Potential
 DWS Top World
 Baring Europe Select Trust
 Investec GSF Global Franchise Fund
 Janus Global Life Sciences Fund
 Schroder ISF European Dividend
 Maximiser
 Pictet-Biotech
 Deka-DividendenStrategie
 MFS Meridian Funds-European Research
 Fund
 Schroder ISF QEP Global Active Value
 Aberdeen Global - World Equity Fund
 Nordea 1 - European Value Fund
 Industria
 Old Mutual Voyager Global Dynamic
 Equity Fund
 Schroder ISF QEP Global Quality
 Investec GSF Global Strategic Equity
 Fund
 M&G European Strategic Value Fund
 JPM Europe Select Equity
 BNY Mellon Long-Term Global Equity
 Fund
 KBC Equity Fund Strategic Finance
 Deka-BR 100
 Morgan Stanley Global Quality Fund
 Dimensional Funds PLC Global Targeted
 Value Fund
 Vontobel Fund Global Equity

Templeton Global Fund
Russell Investment Company World
Equity II Fund
Robeco BP Global Premium Equities B
EUR
Robeco Global Consumer Trends
Equities
UBS (Lux) KSS 2 - Global Quantitative
(USD)
KBC Equity Fund Strategic Cyclical
BGF European Special Situations Fund
DWS Top 50 Europa
Echiquier Major
Franklin Mutual Global Discovery Fund
DJE - Dividende & Substanz
KBC Equity Strategic Satellites
Robeco European Conservative Equities
AXA WF Framlington Europe
Dimensional Funds PLC Global Core
Equity Fund
Generali Komfort Dynamik Europa

**Stichprobe 2: Aktienfonds von deutschen Kapitalverwaltungsgesellschaftstöchtern
systemrelevanter Banken (sortiert nach Anlagevolumen)**

LBBW Dividenden Strategie Euroland
LBBW Exportstrategie Deutschland
LBBW Aktien Europa
LBBW Aktien Deutschland
LBBW Zyklus Strategie
LBBW Dividenden Strategie Small &
MidCaps
LBBW Rohstoffe & Ressourcen
LBBW Nachhaltigkeit Aktien
LBBW Global Warming
DekaFonds
AriDeka CF
Deka-DividendenStrategie
Deka-BR 100
Deka-Europa Aktien Spezial
DekaLuxTeam-GlobalSelect
Deka-EuroStocks
DekaLux-Deutschland
DekaLux-Europa
Deka-EuropaSelect
Deka-TeleMedien TF
DekaLuxTeam-EmergingMarkets
DekaSpezial
Deka-Euroland Aktien LowRisk
DekaLux-PharmaTech
DekaLux-USA

DekaLux-BioTech
Deka-Technologie
Deka-Globale Aktien LowRisk
Deka-ConvergenceAktien
Deka-Europa Potential
Deka-GlobalChampions
Deka-bAV Fonds
Koeln-Aktienfonds Deka
Deka-UmweltInvest
DWS Vermögensbildungsfonds I
DWS Deutschland
DWS Akkumula
Deutsche Invest I Top Dividend
DWS Investa
DWS Aktien Strategie Deutschland
DWS Top World
DWS Top Asien
Deutsche Invest I Top Euroland
DWS Top 50 Europa
DWS European Opportunities
Deutsche Invest I Global Infrastructure
Deutsche Invest I Global Emerging
Markets Equities
Deutsche Invest I German Equities
DWS Eurovesta
DWS Global Growth
DWS Top Dynamic
DWS Biotech
Basler-Aktienfonds DWS
DWS Health Care Typ O
DWS German Equities Typ O
Deutsche Invest I Emerging Markets
Top Dividend
DWS Telemedia Typ O
Deutsche Invest I Top Asia
Deutsche Invest II US Top Dividend
1. SICAV European Advice Equities
HI-DividendenPlus-Fonds
HI-DividendenPlus Europa-Fonds
SEB Global
SEB Aktienfonds
SEB Global Chance/Risk
SEB Concept Biotechnology
SEB 1 Europe
SEB Listed Private Equity C EUR
SEB Nordic
SEB Europafonds

Methode: Finanzierte Emissionen

Die hier verwendeten Emissionsdaten für ein Unternehmen umfassen die Bereiche 1 (eigene Emissionen) und 2 (Emissionen aus dem Stromverbrauch).⁷⁶ Als Datengrundlage für die den finanzierten Emissionen unterliegenden Unternehmensemissionen wird die von South Pole Group gemeinsam mit Wissenschaftlern der ETH Zürich entwickelte Datenbank verwendet. Zur Analyse wurde die Carbon Footprinting Software von yourSRI verwendet. Die Datenquellen umfassen (1) Unternehmensberichte (CSR, integrierte Berichte), (2) die Datenbank des CDP (früher Carbon Disclosure Project), und (3) andere direkte und indirekte Informationen wie Firmenwebsites und Investor Relations Dokumente. Für alle Unternehmen, die keine eigenen Daten berichten, werden (4) Approximationsmodelle verwendet.

Als Stichprobe wurden die 100 – nach Fondsvolumen – größten in Deutschland zum Verkauf zugelassenen Aktienfonds untersucht.⁷⁷ Da zahlreiche der größten in Deutschland zum Verkauf zugelassenen Fonds nicht von deutschen Kapitalverwaltungsgesellschaften stammen, wurden diese 100 Fonds durch 61 Aktienfonds von Kapitalverwaltungsgesellschaftstöchtern systemrelevanter deutscher Banken ergänzt.⁷⁸

Rund 61% der untersuchten Unternehmen publizieren selbst ihre CO₂-Emissionen. Die Emissionen für Unternehmen, die keine eigenen Zahlen vorlegen, wurden wie vorangehend beschrieben mit Hilfe von Modellen geschätzt.

⁷⁶ Scope 1 sind direkte Treibhausgasemissionen eines Unternehmens, also etwa solche verursacht durch Produktionsprozesse. Scope 2 bezeichnet indirekte Treibhausgasemissionen durch Energienutzung (Elektrizität und Wärme). Scope 3 umfasst die verbleibenden indirekten Treibhausgasemissionen. Beispiele sind Emissionen entlang der Lieferkette, während der Produktnutzung oder Geschäftsreisen.

⁷⁷ Als systemrelevante Banken wurden diejenigen deutschen Banken qualifiziert, welche unter Aufsicht der EZB stehen.

⁷⁸ Eine Statistik, welcher Anteil der Gelder hierbei aus Deutschland kommt, wurde nicht hinzugezogen aufgrund der fehlenden Datenverfügbarkeit.

Investitionen der untersuchten Stichprobe in die Öl- & Gasindustrie

Tabelle 9: Öl- und Gasindustrie Subsektoren mit Portfoliogewichtung und assoziierten finanzierten Emissionen

Industrie	% des Portfolios	Investierte Gesamtsumme (EUR)	Finanzierte jährliche Emissionen (tCO ₂ e)	% der von Aktienfonds finanzierten Emissionen
Exploration & Produktion	1,24%	4.062.443.244	4.441.822	9,35%
Integrated Oil & Gas	2,78%	9.101.711.966	4.242.386	8,93%
Oil Equipment & Services	0,70%	2.284.915.747	205.480	0,43%
Pipelines	0,24%	797.230.806	468.694	0,99%
Total	4,97%	16.246.301.764	9.358.381	19,71%

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf South Pole Group, yourSRI und Thomson Reuters

Carbon Underground 100 Öl und Gas

Tabelle 10: Investitionen der untersuchten Stichprobe in die Carbon Underground 100 Öl und Gas

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle Reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
Gazprom	1	44,130	29.066.203	28.897.286
Rosneft	2	13,372	2.028.442	5.544.611
PetroChina	3	8,596	2165.326	56.362.452
ExxonMobil (Hess)	4	8,128	14.798.584	592.027.807
Lukoil (US GAAP)	5	7,061	3.368979	12.965.050
BP Plc. (Hess)	6	6,546	85.162.908	1.258.267.281
Petrobras	7	5,444	19.867.539	93.492.813
Royal Dutch Shell	8	4,209	71.801.222	2.524.411.785
Chevron Corporation	9	4,036	11.772.390	494.567.242

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle Reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
(Hess)				
Novatek	10	3,875	1.193.583	7.527.756
Total (Hess)	11	3,771	30.751.316	901.921.324
ConocoPhillips (Hess)	12	2,782	9.490.550	196.260.929
Tatneft	13	2,551	883.943	3.265.681
ENI	14	2,377	19.247.112	443.161.616
ONGC	15	2,371	34.745	452.720
Statoil ASA	16	1,915	22.134.231	517.278.102
Sinopec	17	1,657	419.761	22.452.847
CNOOC Ltd	18	1,559	3.625.693	109.826.480
BG Group	19	1,246	21.993.028	887.011.420
Canadian Natural Resources Limited	20	1,109	2.206.440	47.522.163
Occidental Petroleum Corporation	21	1,083	4.594.157	217.147.296
Anadarko Petroleum Corp.	22	1,009	9.554.368	232.809.999
Bashneft	23	0,944	143.912	610.130
EOG Resources	24	0,919	5.207.788	219.974.301
Apache Corporation	25	0,879	6.715.472	129.404.154
Inpex Corporation	26	0,871	4.125.069	68.060.710
Devon Energy Corporation	27	0,837	7.554.464	115.036.727
Chesapeake Energy Corp.	28	0,828	20.590.639	72.749.590

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle Reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
Ecopetrol	29	0,813	93.591	1.655.791
Repsol	30	0,761	8.532.223	176.361.879
Suncor Energy Inc.	31	0,693	2.833.723	152.243.693
Marathon Oil Corp.	32	0,688	12.142.378	147.869.983
Antero Resources Corporation	33	0,680	205.139	1.797.095
Imperial Oil Limited	35	0,626	230.506	10.104.901
Southwestern Energy Co.	36	0,589	11.481.843	47.209.407
Noble Energy	37	0,582	5.047.353	119.670.109
EQT Corp	38	0,578	780.107	10.582.474
Hess Corp	39	0,559	2.710.739	66.838.028
Range Resources Corp	40	0,546	6.316.184	44.905.547
Continental Resources	41	0,525	305.885	4.832.567
Wintershall	42	0,483	11.907.112	1.748.697.664
Encana Corporation	43	0,452	7.334.136	66.309.195
Cabot Oil & Gas Corp.	46	0,408	4.394.273	75.737.184
OMV	47	0,406	1.931.259	44.425.983
Cenovus Energy Inc.	48	0,380	355.859	9.779.770
KazMunaiGas Exploration Production	50	0,347	3.817.901	31.303.690
Husky Energy Inc.	51	0,336	172.068	5.131.247
Woodside Petroleum	52	0,331	1.118.519	58.459.982

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle Reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
Whiting Petroleum Corporation	53	0,313	2.068.998	11.655.233
Ultra Petroleum Corporation	54	0,301	5.206.423	6.461.595
California Resources Corporation	55	0,297	451.149	1.172.640
PTT	56	0,287	77.490	5.216.937
Pioneer Natural Resources Company	57	0,286	1.360.858	88.413.035
SK Innovation Co. Ltd	58	0,263	2.774	107.816
Murphy Oil Corporation	59	0,261	2.631.025	38.045.870
Sasol Limited	60	0,247	176.806	12.726.452
WPX Energy	61	0,245	323.223	1.875.642
Concho Resources Inc	62	0,244	367.223	17.795.415
EP Energy Corporation	63	0,233	153.902	675.988
Newfield Exploration Company	64	0,231	124.743	2.815.184
QEP Resources Inc	65	0,229	159.304	1.608.570
Crescent Point Energy Corp	66	0,197	680.364	20.088.572
Santos	68	0,193	194.495	4.890.382
SM Energy Company	69	0,188	512.204	3.367.694
SandRidge Energy	71	0,181	279.804	152.261
Cimarex Energy Co.	72	0,179	1.676.246	79.346.140
Denbury Resources	73	0,178	316.155	1.243.242

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle Reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
Inc.				
MEG Energy Corp.	74	0,175	359.761	2.567.042
Tourmaline Oil Corp.	81	0,143	271.995	6.648.232
MOL	82	0,140	40.294	1.491.698
Energen Corp	83	0,137	689.010	16.083.633
Penn West Petroleum Ltd.	84	0,127	97.607	330.908
Polish Oil & Gas	85	0,127	63.766	3.907.036
JX Holdings Inc	86	0,124	84.064	7.104.304
Pacific Exploration and Production Corporation	87	0,122	108.318	322.683
ARC Resources Ltd.	90	0,116	254.545	9.052.656
Oasis Petroleum Inc.	91	0,112	80.301	681.291
Peyto Exploration & Development Corp.	93	0,106	143.433	3.827.582
Oil Search	95	0,105	673.732	47.796.704
Genel Energy Plc	96	0,101	728.488	4.983.267
Galp Energia	98	0,096	1.325.597	135.385.498
Canadian Oil Sands Limited	99	0,095	2.597.898	78.808.237
Total	82	151,264	516.490.653	12.699.575.900

Quelle: Fossil Free Indexes, South Pole Group

Carbon Underground 100 Kohle

Tabelle 11: Investitionen der untersuchten Stichprobe in die Carbon Underground 100

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
Coal India Limited	1	43,111	253.166	179.794
Adani Enterprises Limited	2	27,809	18.422.286	914.387
China Shenhua Energy Company Limited	3	23,231	30.454.211	57.127.360
China Coal Energy Company Limited	4	13,095	1.462.829	1.141.345
Glencore Plc	5	11,416	297.009.051	498.610.470
Peabody Energy Corporation	6	9,872	16.735.595	252.326
Exxaro Resources Limited	7	9,430	56.696	6.304
Public Power Corporation S.A.	9	9,339	16.246.816	1.594.115
Yanzhou Coal Mining Company Limited	10	8,958	37.411	22.260
BHP Billiton Group	11	7,338	14.292.934	128.811.946
Inner Mongolia Yitai Coal Company Limited	12	6,240	31.253	13.860
PT Bukit Asam (Persero) Tbk.	13	5,310	54.615	7.735
Evraz Plc	14	5,035	32.742.449	9.585.211
Mitsubishi Corporation	15	4,878	4.474.815	24.524.504
Anglo American Plc	18	4,353	72.041.101	95.496.325
Arch Coal, Inc.	20	4,061	4.894.366	23.791

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
Jindal Steel & Power Limited	22	3,596	20.665	7.505
Rio Tinto	23	3,584	63.088.173	946.303.645
China Cinda Asset Management Corporation	24	3,409	193.276	771.700
Vale SA	25	3,385	12.383.077	57.999.553
PAO Severstal	26	3,220	446.216	963.468
Westmoreland Coal Company	29	2,805	364.403	13.540
Tata Steel Limited	31	2,643	15.339	21.945
Teck Resources Limited	32	2,625	80.739.558	68.181.440
AGL Energy Limited	36	2,144	2.283.963	9.400.534
PT Adaro Energy Tbk	37	2,040	21.442	12.491
Cloud Peak Energy Inc.	39	1,848	1.868.987	126.201
Sasol Ltd	40	1,823	1.305.924	12.726.452
Whitehaven Coal Limited	41	1,769	1.019.133	301.371
Alliance Resource Partners, L.P.	43	1,561	1.102.107	705.558
NACCO Industries Incorporated	44	1,527	802.114	157.538
Open Joint Stock Company Novolipetsk Steel	45	1,481	341.974	1.179.613
New Hope Corporation Limited	46	1,453	165.891	125.801
PGE SA	49	1,386	1.783.152	7.885.951

Unternehmen	CU100-Rang	Gesamte potentielle reserven (G tCO ₂)	Finanzierte potenzielle Emissionen (tCO ₂)	Investierter Wert (EUR)
Matra Eromu ZRT (RWE Power)	58	0,963	6.112.549	49.085.027
ITOCHU Corporation	59	0,958	1.136.593	23.592.515
Mongolian Mining Corporation	60	0,942	589.594	131.614
ArcelorMittal	63	0,876	5.906.337	48.652.204
Wesfarmers Limited	66	0,847	587.275	23.865.236
Up Energy Development Group Limited	67	0,826	103.149	32.524
CONSOL Energy Inc.	69	0,774	2.210.776	5.092.318
PT Indo Tambangraya Megah Tbk. (Banpu)	70	0,770	298.762	181.080
ALLETE, Inc.	73	0,723	30.011	104.961
Energy Australia	80	0,552	455.894	17.714.080
White Energy Company Limited	81	0,547	83.348	5.100
Hallador Energy Company	82	0,537	31.500	8.082
TECO Energy, Inc.	83	0,536	19.439	228.732
African Rainbow Minerals Limited	86	0,522	28.324.011	32.533.068
Vedanta Limited	88	0,515	4.653	37.064
Southern Copper Corporation	90	0,496	3.108.259	129.567.942
Mitsui & Co., Ltd.	94	0,475	1.037.008	47.044.669
Total	51	247,633	727.194.146	2.303.072.255

Quelle: Fossil Free Indexes, South Pole Group

Untersuchte Unternehmen im Rahmen des Kapitels 4

Tabelle 12: Top 5 “Intergrated Oil & Gas” Unternehmen gemäß investierter Gesamtsumme

Unternehmen	% des Portfolios	Investierte Gesamtsumme (EUR)	Finanzierte jährliche Emissionen (tCO ₂ e)
Royal Dutch Shell PLC ORD	0.772%	2.524.411.785	1.106.862
BP PLC ORD	0.385%	1.258.267.281	655.066
Total SA ORD	0.276%	901.921.324	389.324
BG Group PLC ORD	0.158%	517.278.102	169.269
Total	1.772%	5.793.906.300	2.525.332

Quelle: South Pole Group, yourSRI, Thomson Reuters

Untersuchte Szenarien im Rahmen des Kapitels 4

Tabelle 13: Potentielle Aktienpreisentwicklungen – Szenarienübersicht

Szenario	Beschreibung
Szenario 1 – 5% jährlicher Rückgang des Ölpreises ab 2020	Ab 2020 jährlicher kontinuierlicher Rückgang des Ölpreises um 5% gegenüber Termingeschäftspreisen, da kontinuierlich sich verstärkende regulatorische Eingriffe
Szenario 2 – USD 50 pro Barrel Öl ab 2020	Ab 2020 konstanter Ölpreis auf einem Niveau von USD 50 pro Barrel Öl.
Szenario 3 – USD 25 pro Barrel Öl ab 2030	Ab 2030 konstante Ölpreise von USD 25 pro Barrel, da stärkere regulatorische Eingriffe erst ab 2030 erfolgen.
Szenario 4 – Unmittelbare Entkarbonisierung	Reduktion des EBITs der Ölonternehmen um 80% ab 2020, basierend auf der Annahme, dass 80% der Reserven für eine Erreichung des 2° Celsius Klimaziels nicht gefördert werden.
Szenario 5 – Entkarbonisierung in letzter Minute	Reduktion des EBITs um 80% ab 2030.

Quelle: Bloomberg (2013)

Berechnungen zu Emissionen von Wohnungsbaukrediten und potentiell resultierenden Kosten

Tabelle 14: Datengrundlage der potentiellen Kosten eines CO₂-Preises auf mit Wohnungsbaukrediten assoziierten Emissionen

Datengrundlage				
Index	Datenpunkt	Wert	Einheit	Quelle
(1)	Kredite für den Wohnungsbau an inländische Unternehmen und Privatpersonen	1.218,5	Mrd. EUR	Deutsche Bundesbank 2016a
(2)	Durchschnittliche. Wohnungspreise DE	2.613,07	EUR/m ²	Immowelt 2016
(3)	Flächenbezogener Endenergieverbrauch des Gebäudebestands	169	kWh/m ² a	BMWi 2014
(4)	CO ₂ - Emissionsfaktor Strominlandsverbrauch	595	gCO ₂ eq/kWh	UBA 2014
(5)	Effektiver Jahreszinssatz von Wohnungsbaukrediten an private Haushalte (Sept.)	2,07	% p.a.	Deutsche Bundesbank 2016c
(6)	Preisszenario 1	6	EUR/tCO ₂	Global Environmental Exchange 2016
(7)	Preisszenario 2	99	EUR/tCO ₂	Eigene Berechnungen basierend auf UBA (s. Kapitel 4)

Tabelle 15: Berechnungen der potentiellen Kosten eines CO₂-Preises auf mit Wohnungsbaukrediten assoziierten Emissionen

Berechnungen			
Rechenschritte	Datenpunkt	Wert	Einheit
(1)*(2) = (8)	durch Kredite durchschnittlich finanzierte m ₂	466.309.742,95	m ²
(8)*(3) = (9)	flächenbezogener Energieverbrauch der durch Kredite finanzierten m ₂ a	78.806.346.557,88	kWh
(9)*(4) = (10)	Emissionen des Energieverbrauchs der durch Kredite finanzierten m ₂ a	46.889.776,20	tCO ₂
(11)*(6) = (12)	Kosten Szenario 1	281.338.657,21	EUR pro Jahr
(11)*(7) = 1(3)	Kosten Szenario 2	4.642.087.843,99	EUR pro Jahr
(1)*(5) = 1(4)	Fällige Zinszahlungen	25.222.950.000,00	EUR p.a.
(12)/(14) = (15)	Anteil Kosten Szenario 1 an jährl. Zinszahlungen	1,1	%
(13)/(14) = (16)	Anteil Kosten Szenario 2 an jährl. Zinszahlungen	18,4	%