



Klima- und Nachhaltigkeitsrisiken in der Versicherungswirtschaft

7

Maria Heep-Altiner, Torsten Rohlfs, Marcel Berg
und Jan-Philipp Schmidt

Zusammenfassung

Aufgrund der Studienlage muss der Klimawandel im Sinne einer durch den Menschen kausal bewirkten Erderwärmung als gegeben angesehen werden. Dabei sind diese Auswirkungen keineswegs homogen: Je nach Szenario sind verschiedene geografische Regionen, Bevölkerungsgruppen oder Industriezweige ganz unterschiedlich betroffen. Gerade im Bereich der Versicherungen ergeben sich hier große Risiken, aber durchaus auch vielfältige Chancen, wobei nach Auswertung verschiedener wissenschaftlicher Studien in Kombination mit geeigneten qualitativen Ansätzen eine erste Quantifizierung der Effekte vorgenommen werden kann. Dabei sind die Risiken des Klimawandels generell im größeren Kontext der Nachhaltigkeitsrisiken eingebettet, die neben sozialen Aspekten auch die Aspekte einer nachhaltigen Geschäftsführung umfassen.

7.1 Allgemeiner Hintergrund

Die nachfolgende Publikation ist einerseits eine Verdichtung und andererseits eine Erweiterung der Ergebnisse eines Semesterprojektes mit Masterstudierenden des **ivw**Köln zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Versicherungswirtschaft. Folgende Studierende haben an diesem Projekt mitgewirkt:

M. Heep-Altiner (✉) · M. Berg
TH Köln, Institut für Versicherungswesen, Köln, Deutschland
E-Mail: maria.heep-altiner@th-koeln.de; marcel.berg@th-koeln.de

T. Rohlfs · J.-P. Schmidt
TH Köln, Institut für Versicherungswesen, Köln, Deutschland
E-Mail: torsten.rohlfs@th-koeln.de; jan-philipp.schmidt@th-koeln.de

Iveel Batsaikhan, Kai Bosch, Lea Dick, Bastian Erk, Jan Fischer, Kira Herchenbach, Joshua Holtmann, Robin Kablitzki, Nikolay Kazandzhiev, Jessica Langsdorf, Lisa Mahnke, David Nanz, Lea Neuhäuser, Björn Poppink, Meike Schulz, Christian Serries, Marie Sonnefeld, Leonard Wenzel
sowie *Yoana Zhupunova*.

Die vollständigen und ausführlichen Ergebnisse dieses Projektes mit den Studierenden als Autoren Ihrer Beiträge sind in einer eigenständigen Monografie enthalten (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).¹

Mit diesem Projekt sollte ein Beitrag zum Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in gesellschaftlich relevante Bereiche geleistet werden. Dieses Projekt erfolgte parallel zu einem Projekt der Arbeitsgruppe „Klimawandel – Aktuarielle Implikationen in der Schadenversicherung“ der deutschen Aktuarvereinigung (DAV) (vgl. DAV 2021).

Die Aktivitäten der DAV stehen dabei im Zusammenhang zu weiteren Projekten und Aktivitäten wie etwa

- der *Resource and Environment Group* der International Actuarial Association (IAA) sowie
- der *Emerging Risk Initiative* des Chief Risk Officer Forums (CRO Forum).

Die einschlägigen wissenschaftlichen Publikationen und Positionspapiere beider Organisationen sind dabei in die Projektarbeit eingegangen und haben einen Niederschlag in entsprechenden Chancen- und Risikolandkarten für die Versicherungswirtschaft gefunden (vgl. IAA 2019; vgl. CRO Forum 2019).

Da zum Zeitpunkt des Projektes der jetzt veröffentlichte 6. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) noch nicht vorlag, erfolgten alle Berechnungen und Modellkalibrierungen auf Basis früherer Sachstandsberichte sowie der wirtschaftlichen und versicherungstechnischen Daten per 31.12.2019. Da die meisten Berechnungen dazu dienen, prozentuale Vergleichswerte zu ermitteln, sind auch unter diesen Umständen die Ergebnisse weiterhin valide (vgl. IPCC 2021).

7.1.1 Klimawandel als weltweiter externer Effekt

Der *kurzfristige* Zustand der Atmosphäre wird als *Wetter* und der der *langfristige* als *Klima* bezeichnet und somit ist **ein Klimawandel** zunächst einmal nur eine langfristige Zustandsänderung, die sich aus einer *natürlichen* Variabilität oder durch einen *menschlichen Einfluss* ergeben kann und die *akute* oder *chronische* Auswirkungen hat (vgl. Umweltbundesamt 2013, S. 8 ff.; vgl. IPCC 2018a, S. 544).

¹Da die verbindlich eingereichte Publikation bereits auf der Verlagsseite des Springer Verlags angekündigt ist, wurde diese in die Literaturliste aufgenommen und bei Bedarf zitiert – allerdings ohne Seitenangaben, da diese erst nach dem endgültigen Erscheinen feststehen.

Eine **Erderwärmung** im Sinne einer Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur der Erde insgesamt (mit ggf. hohen geografischen und jahreszeitlichen Variationen) ist zunächst einmal nur ein Teilaspekt davon.

Die durch menschliche Treibhausgasemissionen (im Wesentlichen durch CO₂) verursachte Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur weltweit ab dem Beginn des industriellen Zeitalters (etwa von 1850 bis 1900) bis zum Jahr 2100 wird aber häufig gleichgesetzt mit dem Begriff **des Klimawandels**. Im Nachfolgenden werden daher die Begriffe „*der Klimawandel*“ bzw. „*die Erderwärmung*“ in diesem Sinn synonym verwendet (vgl. IPCC 2018b, S. 28).

7.1.1.1 Externe Effekte und Lösungsmechanismen

Die für den menschengemachten Klimawandel verantwortlichen Treibhausgasemissionen stellen volkswirtschaftlich gesehen einen sogenannten **externen Effekt** dar, das heißt, durch die scheinbar kostenfreie Ressource „*Treibhausgasemissionen*“ beeinflussen emittierende Unternehmen (und auch emittierende Haushalte) die ökonomische Situation anderer Branchen, ohne dass diese dies effektiv beeinflussen können. Schlimmer noch: Treibhausgasemissionen sind nicht nur ein externer Effekt zwischen verschiedenen Branchen innerhalb einer Volkswirtschaft, sondern auch zwischen verschiedenen Volkswirtschaften mit unterschiedlichem gesetzlichem Rahmen und Wirtschaftspolitik.

Externe Effekte werden in der Theorie als eine Form eines (ggf. auch nur teilweisen) Marktversagens angesehen, da sie sich gerade nicht von allein durch die klassische Interaktion von Angebot und Nachfrage auf vollkommenen Märkten auflösen (vgl. Heep-Altiner und Berg 2019, S. 231 ff.; vgl. Wigger 2006, S. 57 ff.).

Der klassische Lösungsansatz besteht hier darin, eine **Internalisierung** des externen Effektes herbeizuführen, indem durch staatliches Eingreifen fehlende Marktmechanismen simuliert werden sollen, wobei es hier zwei prinzipielle Ansätze gibt:

- Bei der sogenannten **Pigou-Steuer** geht der Ansatz über eine *Bepreisung* der Treibhausgasemissionen durch eine Steuer, beispielsweise durch eine CO₂-Steuer auf den CO₂-Ausstoß bzw. die CO₂-Äquivalente bei anderen Treibhausgasen, die die Unternehmen dann in ihr Gewinnmaximierungskalkül miteinbeziehen müssen. Treibhausgasemissionen sind dann nicht mehr kostenlos (vgl. Wigger 2006, S. 62 f.; vgl. Heep-Altiner und Berg 2019, S. 235 ff.).
- Durch **Zertifikate** werden Obergrenzen für den *Mengenausstoß* festgesetzt, die ein Unternehmen im Produktionsprozess einsetzen kann. Unternehmen, die aufgrund klimafreundlicher Produktionsweise diese Menge nicht benötigen, können Teile ihrer Zertifikate an Unternehmen mit einem höheren Bedarf verkaufen (vgl. Wigger 2006, S. 64 ff.; vgl. Heep-Altiner und Berg 2019, S. 235 ff.).

Eine Steuer löst also den externen Effekt über den Preis und Zertifikate über die Menge. Richtig kalibriert sind theoretisch beide Ansätze gleich, aber aufgrund fehlender Marktmechanismen ist das gerade die zentrale Herausforderung.

Die Bundesregierung hat 2019 erstmals ein Klimaschutzgesetz mit verschiedenen Lösungsansätzen verabschiedet; in seinem Entschluss vom 24.03.2021 hat das Bundesverfassungsgericht Teile dieses Gesetzes als verfassungswidrig eingestuft, da durch die unklaren Zielsetzungen in der nicht unmittelbaren Zukunft die Interessen der gegenwärtigen jungen Generation nicht ausreichend geschützt würden (vgl. BMJV 2019; vgl. BVerfG 2021).

Nationale Gesetze allein reichen aber bei einem weltweiten externen Effekt kaum aus, da man ansonsten regionale Arbitrage betreiben kann; hier ist also ein koordiniertes internationales Handeln nötig wie beispielsweise bei den sogenannten „*Conferences of the Parties*“ (COP) der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen von 1992 – beispielsweise COP 1 in Berlin (1995), COP 21 in Paris (2015) oder COP 26 in Glasgow (2021). In Tab. 7.1 sind die wichtigsten internationalen Aktivitäten in diesem Zusammenhang aufgelistet (vgl. Klingefeld 2020).

Mit einer gesamten Emissionsminderung von fast zwölf Prozent gegenüber dem Stand von 1990 bei den teilnehmenden Mitgliedern muss das Kyoto Protokoll als erfolgreich angesehen werden, auch wenn durchaus einige teilnehmende Länder ihre Emissionen in der Verpflichtungsperiode erhöht haben (vgl. Klingefeld 2020, S. 15 f.).

Im Zusammenhang mit den Verpflichtungen aus dem Kyoto Protokoll (und später den Verpflichtungen aus dem Pariser Übereinkommen) hat die Europäische Union das weltweit erste interne Handelssystem für Zertifikate aufgesetzt, das sogenannte EU-ETS (European Union Emissions Trading System), das sich bislang schon über mehrere Handelsperioden erstreckt hat (vgl. Feess und Seeliger 2013, S. 133).

- In der **ersten Handelsperiode** von 2005 bis 2007 wurden die Zertifikate nach der sogenannten *Grandfathering-Methode* verteilt, das heißt, alle Unternehmen und Anlagen bekamen ihre Ausgangsemissionen zugeteilt, um diese dann schrittweise absenken zu können (vgl. DEHSt 2015, S. 12).

Tab. 7.1 Internationale Abkommen zur Begrenzung des Klimawandels. (Quelle: eigene Darstellung)

Jahr	Vereinbarung	Bemerkung
1992	Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen	Das erste internationale Umweltabkommen, das die Begrenzung der Treibhausgasemissionen zum Ziel hat, wobei seit 1995 jährliche Konferenzen (COP) hierzu stattfinden. Wesentliche Präzisierungen der Konvention erfolgten in zwei nachfolgenden Abkommen.
1997	Kyoto Protokoll (COP 3)	Der erste völkerrechtlich verbindliche Vertrag, in dem Ziele für eine Begrenzung der Treibhausgasemissionen formuliert werden.
2015	Pariser Übereinkommen (COP 21)	Eine klare Präzisierung des Kyotoprotokolls dahingehend, dass die mittlere Erderwärmung vom Beginn des industriellen Zeitalters bis 2100 auf maximal 2,0 °C (optimalerweise sogar auf maximal 1,5 °C) begrenzt werden soll.

- In der **zweiten Handelsperiode** von 2008 bis 2012 wurden die Zuteilungen abgesenkt und europaweit angeglichen. Darüber hinaus war jetzt ein *Banking* erlaubt, das heißt ein Übertragen eingesparter Zertifikate auf die nächste Handelsperiode (vgl. DEHSt 2015, S. 12 f.).
- In der **dritten Handelsperiode** von 2009 bis 2020 wurden die Zuteilungen weiter abgesenkt, ein gemeinsames Register eingeführt und der Teilnehmerkreis am Handelssystem erweitert. Ausnahmen über die sogenannte *Carbon-Leakage-Liste* (CL-Liste) gelten für Unternehmen oder Anlagen, die in einem harten internationalen Wettbewerb stehen (vgl. DEHSt 2015, S. 13 ff.).
- Die **vierte Handelsperiode** von 2021 bis 2030 teilt sich in zwei fünfjährige Unterhandelsperioden auf. Die jährlichen Absenkungen wurden erhöht und Ausnahmeregelungen teilweise abgeschafft; die Ausnahmen auf der CL-Liste bestehen aber weiterhin (vgl. DEHSt o. J.).

7.1.1.2 Klimaszenarien und Klimarisiken

Vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wurden unterschiedliche Szenarien konzipiert, um die Risiken des Klimawandels modellieren zu können. Daraus ergeben sich dann folgende Modellierungsketten:

- In den **SRES-Szenarien** (Special Report on Emissions Scenarios) sind Annahmen zur Entwicklung der Weltbevölkerung und der technologischen Entwicklung abgebildet (vgl. DWD o. J.).
- In den **RCP-Szenarien** (Representative Concentration Pathways) ergeben sich auf Basis dieser Annahmen Pfade für die zukünftigen Entwicklungen der Treibhausgasemissionen (vgl. CRO-Forum 2019, S. 16 ff.).
- Mit **globalen Klimamodellen** (zum Beispiel ECHAM-5 vom Hamburger Max-Planck-Institut (MPI)) ergeben sich dann beispielsweise mittlere jährliche Erderwärmungen im weltweiten Durchschnitt – beispielsweise **+2 °C** (vgl. MPI für Meteorologie o. J.).
- Mit **lokalen Klimamodellen** (zum Beispiel REMO, CCLM, STAR-II für Deutschland) werden die globalen Ergebnisse lokal „heruntergebrochen“, das heißt, eine mittlere Erderwärmung von **+2 °C** kann in einigen Regionen **+1 °C** und in anderen Regionen **+3 °C** bedeuten (vgl. GERICS o. J.; vgl. Rockel und Geyer 2008; vgl. Landesumweltamt Brandenburg 2010).
- Mit **hydrologischen** (zum Beispiel SWIM oder mHM) oder **anderen Modellen** (zum Beispiel HQ-Kumul oder Noah-MP) können Folgewirkungen wie *Überschwemmungen* oder *Dürren* sowie ggf. daraus resultierende Schäden abgeleitet werden (vgl. GDV 2011a; vgl. UFZ 2019).

Auf Basis dieser Modellierungsketten haben sich für die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf Basis des Ausstoßes an Treibhausgasemissionen folgende drei grundsätzliche **Klimaszenarien** ergeben (vgl. IPCC 2014):

- Das **RCP 2.6-Szenario**, das zu einer mittleren Erderwärmung von bis zu ca. **2 °C** bis 2100 korrespondiert und das als einziges Szenario konform mit den Zielsetzungen des Pariser Übereinkommens geht.
- Das **RCP 4.5/6-Szenario**, das zu einer mittleren Erderwärmung von bis zu ca. **3 °C** korrespondiert. Dieses Szenario ist eine Zusammenfassung von zwei Szenarien, die zu ähnlichen mittleren Erderwärmungen führen.
- Das **RCP 8.5-Szenario**, das zu einer mittleren Erderwärmung von bis zu **5 °C** korrespondiert. Dieses stellt das Extremszenario dar.

In jedem dieser drei Modellszenarien ergeben sich unterschiedliche Risiken: Einerseits Risiken aus einem Übergang zu kohlestoffarmen Technologien (**Übergangsrisiken**) und andererseits Risiken aus erhöhten direkten physikalischen Einflüssen wie Sturm, Hagel oder Trockenheit (**physikalische Risiken**). Diese physikalischen Risiken (im Versicherungskontext in Deutschland auch als **Elementargefahren** bezeichnet) waren auch schon vor dem Klimawandel vorhanden; sie werden durch diesen aber ggf. extrem verschärft (vgl. CRO Forum 2019).

In Tab. 7.2 sind die wichtigsten Eigenschaften der Übergangsrisiken und der physikalischen Risiken je nach Klimaszenario zusammengefasst.

Der Zusammenhang zwischen dem Erderwärmungsszenario, den Übergangsrisiken und den (erhöhten) physikalischen Risiken sowie dem sich daraus ergebenden volkswirtschaftlichen Gesamtschaden im Zusammenhang mit dem Management der Risiken des Klimawandels (KW) ist in Abb. 7.1 illustriert.

Mit zunehmender Erderwärmung ist damit zu rechnen, dass sich bei der Bewältigung des volkswirtschaftlichen Gesamtschadens das Gewicht von einer kollektiven Bewältigung (durch individualrechtliche oder kollektiv-rechtliche Mechanismen) zu einer individuellen Bewältigung (Selbsttragung) oder im Extremfall sogar zu keiner Bewältigung (das heißt, Risiken können nicht mehr getragen werden) verschieben könnte.

Tab. 7.2 Auswirkungen von Übergangsrisiken und physikalischen Risiken. (Quelle: eigene Darstellung)

Szenario	Übergangsrisiken (ÜR)	Physikalische Risiken (PR)
RCP 2.6 (2 °C-Szenario)	Sehr hoch, da hoher Aufwand zur Begrenzung des Klimawandels.	Geringer, da umfangreiche Anpassungsmaßnahmen.
RCP 4.5/6 (3 °C-Szenario)	Deutlich reduzierter Anpassungsaufwand.	Entsprechend höhere PR, ggf. auch überproportional, da Kippunkte (Tipping Points).
RCP 8.5 (5 °C-Szenario)	Nur minimaler Anpassungsaufwand, wenn akut nötig.	Hohes Ausmaß an PR, <i>direkt</i> durch Dürren etc./ <i>indirekt</i> beispielsweise durch Betriebsunterbrechung.

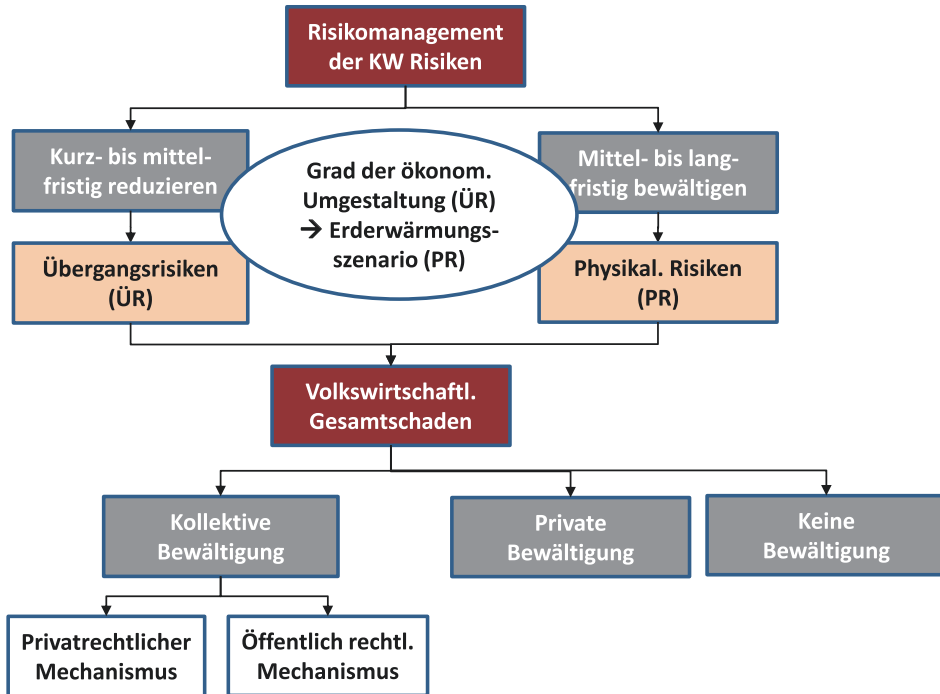


Abb. 7.1 Bewältigung der Risiken des Klimawandels. (Quelle: eigene Darstellung)

7.1.1.3 Auswirkungen weltweit

In Tab. 7.3 ist zusammengefasst, wie sich voraussichtlich der Klimawandel in den einzelnen Szenarien auf das weltweite (bzw. deutsche) Bruttoinlandsprodukt (BIP) auswirkt (vgl. CRO Forum 2019; vgl. McKinsey 2020).

Aufgrund der hohen Unsicherheiten in den Schätzungen wurden bei der Auswahl der Werte für weitere Berechnungen eher die unteren Werte gewählt; für Deutschland wurden für die **3 °C** und **5 °C-Szenarien** die gewählten Werte noch etwas abgesenkt, da nach derzeitigen Prognosen Deutschland unter den G7-Staaten (mit ca. 45 Prozent des weltweiten BIP) im Hinblick auf die physikalischen Risiken als ein relativ gering exponiertes Land eingeschätzt wurde (vgl. McKinsey 2020).

Tab. 7.3 Prognostizierte BIP-Verluste in %. (Quelle: eigene Darstellung)

Szenario	Prognostizierte BIP-Verluste (c. p.)	Auswahl weltweit	Auswahl in DE
RCP 2.6	Prognosen von 10 % (1,5 °C) bis 13 % (2 °C)	13 %	13 %
RCP 4.5/6	Prognosen von 23 %/25 % bis etwa 40 %	25 %	23 %
RCP 8.5	Prognose etwa bei 45 %, ggf. auch deutlich höher	45 %	40 %

Die prognostizierten BIP-Verluste sind dabei unter der Annahme geschätzt worden, dass alle Ausgangsverhältnisse *ceteris paribus* (c. p.) gleichbleiben. Es kann also durchaus in der Zukunft ein BIP-Anstieg beobachtet werden, der dann aber schwächer ausfällt im Vergleich zu einem Anwachsen ohne Klimaeinflüsse. Um diese Effekte zu veranschaulichen, sind nachfolgend für das weltweite BIP aus 2020 in Höhe von ca. **83,8 Bio. US-Dollar** die geschätzten Verluste je Szenario dargestellt (vgl. IMF 2020):

RCP 2.6	Verlust von 10,9 Bio. USD	≈ BIP-Niveau 2011,
RCP 4.5/6	Verlust von 21,0 Bio. USD	≈ BIP-Niveau 2008,
RCR 8.5	Verlust von 37,7 Bio. USD	≈ BIP-Niveau 2005.

Je nach Szenario wirft der Klimawandel also die weltweite Volkswirtschaft um neun bis 15 Jahre zurück.

Für die Versicherungswirtschaft werden die Auswirkungen eher moderater ausfallen, da gerade bei dieser Branche sich durch die Risiken des Klimawandels auch Chancen im Hinblick auf die Entwicklung neuer Produkte ergeben – zumindest in den beiden moderaten Klimaszenarien.

Da es sich bei physikalischen Risiken aber häufig um Extremereignisse handelt, ist aufgrund der nicht ausreichenden Datenlage nur sehr schwer einzuschätzen, ob überhaupt ein Einfluss des Klimawandels erkennbar ist.

Als Beispiel hierfür sind in Abb. 7.2 die nominellen wetterbedingten Gesamtschäden weltweit dargestellt (vgl. Swiss Re Institute 2020).

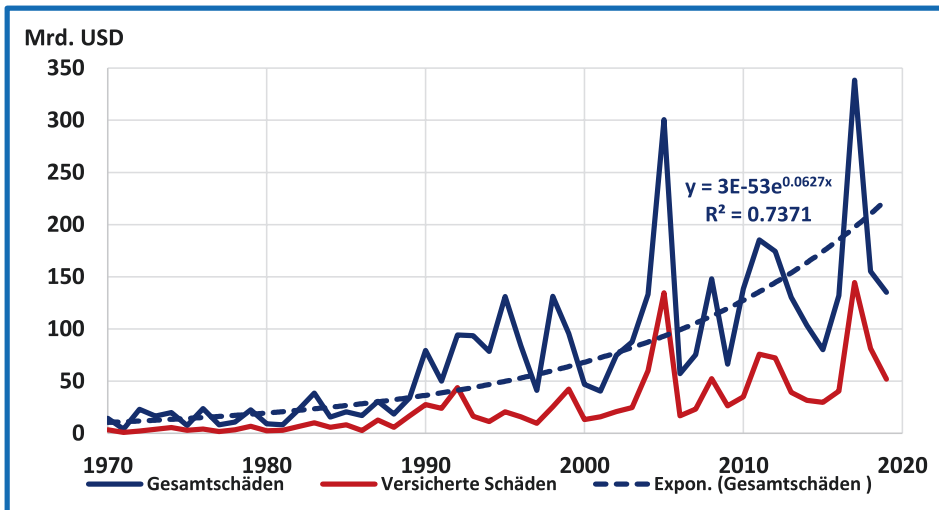


Abb. 7.2 Wetterbedingte Gesamtschäden weltweit – nominell. (Quelle: eigene Darstellung)

Für diese Daten ergibt sich ein signifikanter multiplikativer Trend² mit einem Bestimmtheitsmaß von **73,7 Prozent**, das heißt, ca. drei Viertel der Variation der Daten werden durch das Modell erklärt.³

In Abb. 7.3 ist aber erkennbar, dass nach einer Revalorisation (das heißt nach einer Neubewertung) mit einem geeigneten globalen Inflationsindex eine Signifikanz nicht mehr vorhanden ist. Der jetzt noch ersichtliche kleine (und wenig signifikante) multiplikative Trend⁴ kann leicht durch einen Exposureanstieg (zum Beispiel eine höhere Anzahl an betroffenen Gebäuden) erklärt werden. Klimatrends sind in keinem Fall auf Basis einer derartigen Datenlage ableitbar (vgl. Swiss Re Institute 2020; vgl. Macrotrends o. J.).

Da bei Katastrophenrisiken einzelne Ereignisse das Ergebnis stark beeinflussen können, gibt es sogar viele Fälle mit negativen Trends – beispielsweise bei Sturm/Hagel Zeitreihen in Deutschland (vgl. GDV 2020b).

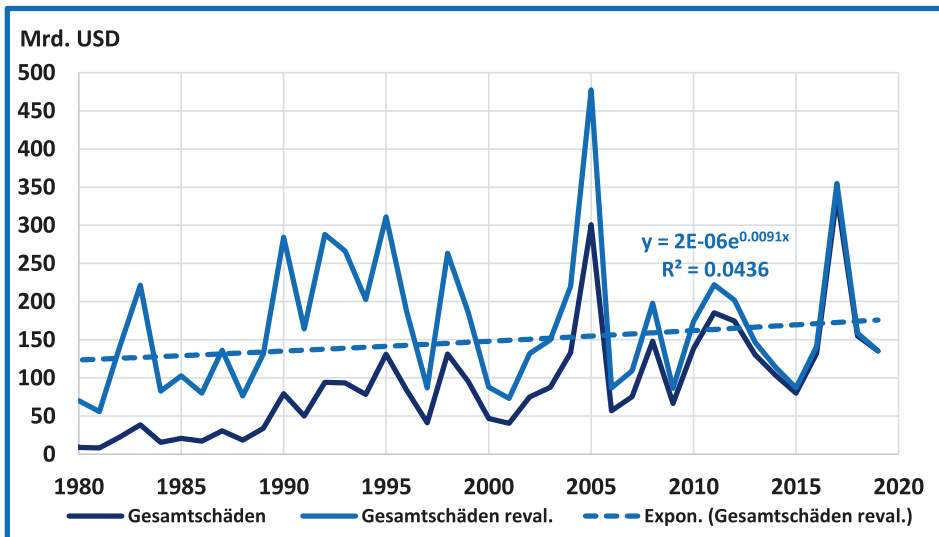


Abb. 7.3 Wetterbedingte Gesamtschäden weltweit – inflationsbereinigt. (Quelle: eigene Darstellung)

²Mit einem diskreten Trend von $e^{0.0627} - 1 = 6,47\%$ pro Jahr.

³Auch wenn die Grafik wegen der hohen erkennbaren Abweichungen von der Trendkurve ggf. ein geringeres Bestimmtheitsmaß suggeriert, so ergibt sich doch dieser Wert aus der sehr hohen Korrelation der logarithmierten Werte. Relativ geringe Abstände hier werden durch Anwendung der Exponentialfunktion verstärkt.

⁴Mit einem diskreten Trend von $e^{0.0091} - 1 = 0,91\%$ pro Jahr.

7.1.2 Klimawandel als Effekt für die deutsche Versicherungswirtschaft

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland werden aufgrund einer aktuellen Studie (zumindest im Vergleich der G7-Staaten) als noch moderat eingeschätzt. Bei dieser Beurteilung spielte nicht nur die mittlere Temperaturerhöhung eine Rolle, sondern auch andere Kriterien wie Wassermangel und Anfälligkeit für Dürren (vgl. McKinsey 2020).

7.1.2.1 Temperaturtrends in Deutschland

Für die Modellberechnungen lagen für Deutschland mittlere Jahrestemperaturen durchgehend von 1881 bis 2019 vor; für 2020 konnte ein Wert auf Basis der mittleren Monatstemperaturen approximiert werden, vgl. dazu auch Abb. 7.4 (vgl. Umweltbundesamt 2020).

Der scheinbar so klar erkennbare Klimatrend relativiert sich etwas, wenn man die Skala verändert.⁵ Darüber hinaus können vermeintliche Trends auch wieder gebrochen werden. So sank innerhalb von nur sechs Jahren von 1934 bis 1940 die mittlere Jahrestemperatur um fast 3 °C wieder ab.

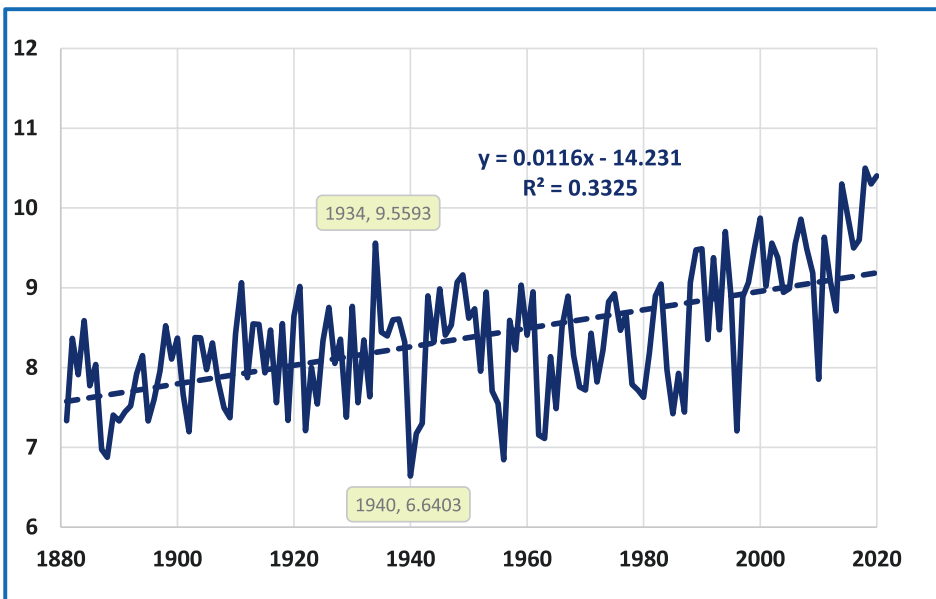


Abb. 7.4 Mittlere Jahrestemperaturen in DE von 1881 bis 2020. (Quelle: eigene Darstellung)

⁵Der hier vermeintlich klar erkennbare Anstieg bei einer Skala von 6 °C bis 12 °C ist zum Beispiel bei einer Skala von 0 °C bis 30 °C kaum noch ersichtlich. Das Auge täuscht sich hier oft. Aussagekräftig sind nur statische Kennzahlen wie Korrelationskoeffizient oder Bestimmtheitsmaß.

Noch kritischer wird es, wenn man das Bestimmtheitsmaß von 33,3 Prozent mit einbezieht. Nur 1/3 der Variation in den Daten wird durch das Modell erklärt; die anderen 2/3 durch den Modellfehler. Im Hinblick auf die Trendprognosen mit diesem Modell ergeben sich in etwa folgende Prognosen:

• Temperaturanstieg von 1881 bis 1960	ca. 0,9 °C,
• Temperaturanstieg von 1961 bis 2020	ca. 0,7 °C,
• Temperaturanstieg von 2021 bis 2100	ca. 0,9 °C,
• Temperaturanstieg von 1881 bis 2100	ca. 2,5 °C.

Dieses sehr einfache Modell berücksichtigt nicht, dass sich ggf. durch Gebietsverschiebungen Niveauänderungen ergeben oder aber Trends verstärkt haben könnten. Insofern ist es nur eine allererste Indikation für weiterführende Untersuchungen, insbesondere kann es kaum als Beweis für signifikante Klimaeffekte herangezogen werden. Hier benötigt man weitergehende meteorologische Modelle.

Um zu verdeutlichen, was eine Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur um beispielsweise $+2$ °C für Deutschland bewirken könnte, wurden in Abb. 7.5 die mittleren Monatstemperaturen von 2011 bis 2020 für eine Analyse herangezogen, um verschiedene Varianten einer Verschiebung dieser Verteilung zu analysieren (vgl. DWD 2021; vgl. Heep-Altiner et al. 2022).⁶

Entgegen der landläufigen Meinung bedeutet eine Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur um $+2$ °C nicht unbedingt (wie in der ersten der beiden Abbildungsbeispiele dargestellt) eine konstante Verschiebung um diesen Wert. Es erhöht sich nur der Erwartungswert um diesen Betrag; die neue Verteilung kann beispielsweise auch insgesamt schiefere sein (wie im zweiten Abbildungsbeispiel dargestellt).⁷

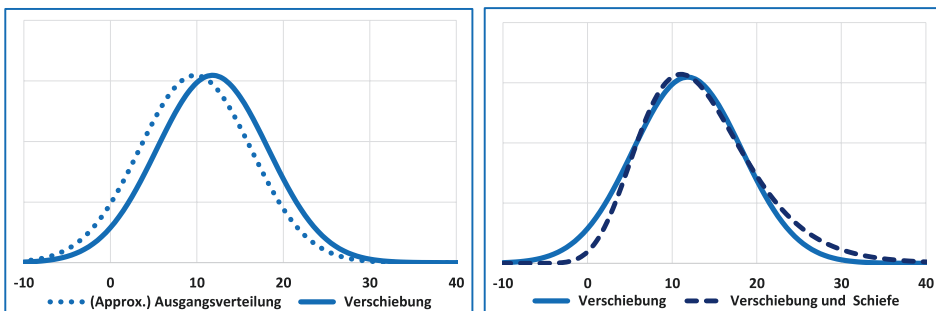


Abb. 7.5 Mittlere Monatstemperaturen (°C) in DE von 2011 bis 2020 (1). (Quelle: eigene Darstellung)

⁶Da die mittleren Jahrestemperaturen seit 1881 zumindest indizieren, dass schon mindestens $+1$ °C Erwärmung in Deutschland stattgefunden hat, korrespondieren die um $+2$ °C verschobenen Verteilungen eher zu dem RCP 4.5/6-Szenario mit einer mittleren Erwärmung um ca. $+3$ °C.

⁷Bei der schiefere Verteilung liegt der Modalwert etwas unter dem Erwartungswert. Obwohl es ggf. nicht direkt erkennbar ist, so sind die Erwartungswerte beider Verteilungen doch gleich.

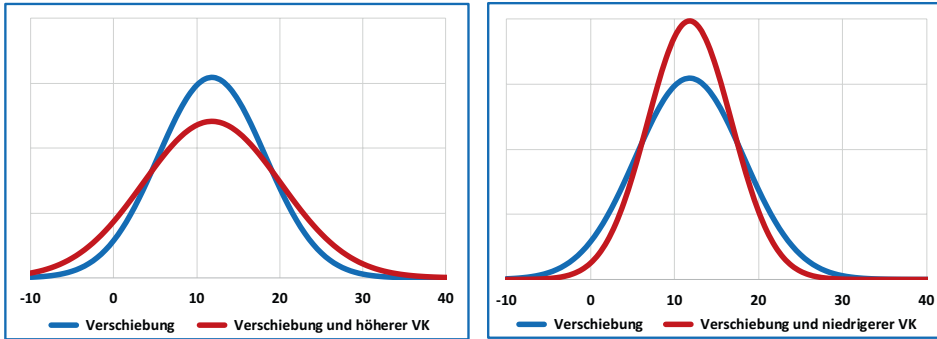


Abb. 7.6 Mittlere Monatstemperaturen (in °C) in DE von 2011 bis 2020 (2). (Quelle: eigene Darstellung)

In Abb. 7.6 ist illustriert, dass die neue Verteilung aber auch eine andere Volatilität aufweisen könnte als die reine Verschiebung, wobei diese höher oder niedriger sein könnte (vgl. DWD 2021; vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Je nachdem, wie die neue Verteilung strukturiert ist, ergeben sich ganz unterschiedliche Effekte im Hinblick auf die unteren Quantile (Temperaturen in den Wintermonaten) und die oberen Quantile (Temperaturen in den Sommermonaten).

- **Konstante Verschiebung:** Die (mittleren) Temperaturen in allen Monaten steigen im Schnitt gleichermaßen um die mittlere Erhöhung an.
- **Höhere Schiefe:** Die (mittleren) Temperaturen in den Winter- und Sommermonaten steigen mehr an als die mittlere Erhöhung, die man in etwa in den Frühjahrs- und Herbstmonaten beobachtet.
- **Höhere Volatilität:** Die (mittleren) Temperaturen in den Wintermonaten steigen geringer (oder sinken ggf. sogar) und steigen in den Sommermonaten höher an als die mittlere Erhöhung. Die jahreszeitliche Variabilität verstärkt sich.
- **Geringere Volatilität:** Die (mittleren) Temperaturen in den Wintermonaten steigen höher und in den Sommermonaten niedriger (oder sinken ggf. sogar) an als die mittlere Erhöhung. Die jahreszeitliche Variabilität reduziert sich.

Im Allgemeinen ist eher eine Verteilungsänderung in die Richtung einer erhöhten Schiefe und/oder einer höheren Volatilität plausibel. Dennoch zeigen die dargestellten Beispiele, dass eine Verkürzung auf eine einzige Kennziffer wie die mittlere Erhöhung der durchschnittlichen Jahrestemperatur ggf. zu kurz greift – insbesondere, wenn diese auch noch einen weltweiten Durchschnitt darstellt.

7.1.2.2 Auswirkungen in Deutschland

Die prognostizierten Auswirkungen auf das BIP in Deutschland für die verschiedenen Klimaszenarien wurden bereits skizziert, wobei in Tab. 7.4 noch die geschätzte Aufteilung

Tab. 7.4 Prognostizierte BIP-Verluste in % für DE. (Quelle: eigene Darstellung)

Szenario	Prog. BIP Reduzierung in DE	Anteil Übergangsrisiken	Anteil physikal. Risiken
RCP 2.6	Ca. 13 %	80,0 %	20,0 %
RCP 4.5/6	Ca. 23 %	33,3 %	66,7 %
RCP 8.5	Ca. 40 %	10,0 %	90,0 %

Tab. 7.5 Geschätzte Substanzverluste für die Schadenversicherung in DE. (Quelle: eigene Darstellung)

	RCP 2.6	RCP 4.5/6	RCP 8.5	
EK der SV in 2019 Szenario				
37.730Mio. €	24,5 %	48,5 %	27,0 %	Gewichtet
Mittl. (Substanz) Verlust der Schadenversicherung in %	2,2 %	-9,6 %	-29,5 %	-12,1 %
Mittl. (Substanz) Verlust der Schadenversicherung in Mio. €	817	-3613	-11.146	-4561
0,50 % Quantil für 200-Jahres-Verlust in Mio. €	-4848	-8627	-15.053	-9436

in Übergangsrisiken und physikalische Risiken (plausibilisiert mit Hilfe einer Likert Skala) dargestellt ist (vgl. CRO Forum 2019; vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Den BIP-Effekten als Einkommenseffekten für die gesamte Volkswirtschaft würden bei Versicherungen konzeptionell Deckungsbeitragseffekte entsprechen.⁸ Bei Versicherungen kommt aber ergänzend hinzu, dass ein dauerhafter Deckungsbeitragsabrieb mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zu einem entsprechenden Eigenkapitalabrieb (durch Verluste oder bewusstem Kapitalentzug und Zuführung zu anderen Branchen) führt, das heißt, Einkommenseffekte führen hier (zumindest langfristig) tendenziell zu gleichlaufenden Substanzeffekten.

Mit Hilfe einer modifizierten Likert-Skala mit mittleren Ausprägungen je Risikoklasse von **-8** (= *katastrophales Risiko*) bis **+8** (= *außergewöhnliche Chance*) wurden in Heep-Altiner et al. (2022) Chancen- und Risikoszenarien für die (vom Klimawandel betroffenen) Versicherungssparten konzipiert, wobei wie zuvor erläutert die geschätzten Effekte im Sinne einer eher vorsichtigen Prognose tendenziell als (Substanz)Verluste bezogen auf das Eigenkapital interpretiert wurden. In Tab. 7.5 sind die derart geschätzten Substanzverluste für die Schadenversicherung aufgelistet, wobei mit den (diskretisierten) Ergebnissen der Temperatursimulation aus Capellán-Perez et al. (2016) gewichtet wurde.

In dieser Szenariorechnung (bei der es im Übrigen nur auf die relativen Unterschiede zwischen dem Risikoprofil des Marktes und den vom Klimawandel betroffenen Versicherungssparten ankommt) wird für den Markt im RCP 2.6-Szenario ein mittleres Risiko (normiert in der Likert-Skala auf **-2**) angesetzt, das zu einem mittleren BIP-Verlust von **13,0 Prozent** korrespondiert und sich in den einzelnen Szenarien entsprechend der

⁸Verluste bei Deckungsbeitragseffekten ergeben sich beispielsweise durch höhere Schadenkostenquoten oder aber auch dem Wegfall von profitablen Geschäft.

Veränderung der BIP-Verluste erhöht. Für die betroffenen Versicherungssparten wird zusätzlich ein gewichtetes mittleres Chancenprofil angesetzt, das sich entsprechend der Veränderung der BIP-Verluste absenkt. Über alle Szenarien gewichtet ergibt sich ein mittlerer (Substanz)Verlust von **12,1 Prozent** für die exponierten Versicherungszweige im Vergleich zum mittleren Verlust von **25,1 Prozent** für den Markt. Bezogen auf das Eigenkapital deutscher *Schadenversicherer* von **37,7 Milliarden Euro** in 2019 ergibt sich hier also mindestens ein mittleres (Substanz)Verlustpotenzial (im Vergleich zu einem Szenario ohne Klimawandel) von **4,6 Milliarden Euro** (vgl. BaFin 2020).

Auch wenn das mittlere Verlustpotenzial der vom Klimawandel betroffenen Versicherungszweige über alle Szenarien gemittelt eher nur als die Hälfte der Verluste für die gesamte Volkswirtschaft eingeschätzt wurde, so sollte die Versicherungsbranche (mindestens aber die Schadenversicherer) ein ureigenes Interesse daran haben, eine Erreichung des **2 °C-Szenario** zu verfolgen, da nur in diesem Szenario aufgrund der flankierenden Chancenpotenziale nicht von einem signifikanten Substanzverlust ausgegangen werden muss.

7.2 Klimarisiken

Klimarisiken haben Auswirkungen auf Underwriting und Produktgestaltung, wobei die Risiken der Versicherungsnehmer aber durchaus auch Chancen der Versicherungsunternehmen sein können. Obwohl die größten Auswirkungen hier in der Schadenversicherung zu erwarten sind (und hier insbesondere bei den Elementargefahren), so sollen zunächst einmal die möglichen Auswirkungen auf die Personenversicherung analysiert werden.

7.2.1 Personenversicherung

Die Personenversicherung umfasst die **Krankenversicherung** und die **Lebensversicherung** und erwirtschaftet in Deutschland knapp zwei Drittel der Versicherungsbeiträge (vgl. GDV 2021).

Der Klimawandel könnte die Krankenversicherung im Hinblick auf neue oder stärkere *Krankheitsbilder* (und auch *Epidemien*) beeinflussen sowie die Lebensversicherung im Hinblick auf die *Übersterblichkeit*.

Anhand der drei „Hitzejahre“ 2003 und 2006 sowie 2015 wurden die Übersterblichkeiten in diesen Jahren konkret für die Hitzemonate und ausgewählte Alterskohorten untersucht und mit den Jahreswerten verglichen (vgl. an der Heiden et al. 2019).

Auch wenn in den Hitzemonaten und insbesondere bei älteren Altersgruppen Übersterblichkeiten festgestellt werden konnten, so hat sich das doch oft nicht auf das gesamte Jahr bemerkbar gemacht, wofür der sogenannte *Harvesting Effekt*⁹ verantwortlich gemacht wird (vgl. Koppe und Jendritzky 2014, S. 5).

⁹Das heißt, durch Sondereinflüsse sterben eher diejenigen, die vermutlich ansonsten später im Jahr gestorben wären; das Sterbedatum ist hier also nur um einige Monate vorgezogen.

Bezüglich der Sterbetafel DAV 2008 T wurde dabei überprüft, ob hier noch genügend Sicherheitsmargen inbegriffen sind, um ggf. künftig häufiger auftretende Hitzewellen abfedern zu können (vgl. DAV 2008).

In Abb. 7.7 sind für die verschiedenen Altersgruppen ab 60 Jahren Sterblichkeitsverläufe in den Hitzejahren 2003, 2006 und 2015 dargestellt und mit den Sterblichkeitsverläufen der DAV 2008 T für diese Altersgruppen verglichen (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021).

In keiner der Altersgruppen von 60 bis 94 wurde in den (extremen) Hitzejahren der in der DAV 2008 T enthaltene Sicherheitszuschlag von 34 Prozent aufgebraucht (vgl. DAV 2008).

Die beobachteten Mortalitäten haben in vielen Fällen sogar noch nicht einmal die kalkulierten Mortalitäten ohne Sicherheitszuschlag überstiegen. Insgesamt indizieren die Daten sogar einen Trend einer Verbesserung der Sterblichkeitsentwicklung über die Zeit (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Da sich die Sterblichkeitsentwicklungen (insbesondere in den älteren Alterskohorten) anscheinend permanent verbessern, sind die derzeitigen Sicherheitszuschläge durchaus noch ausreichend. Verschlechterung in der Sterblichkeit durch Klimaeffekte können offensichtlich noch eine Zeitlang durch allgemeine Sterblichkeitsverbesserungen kompensiert werden (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

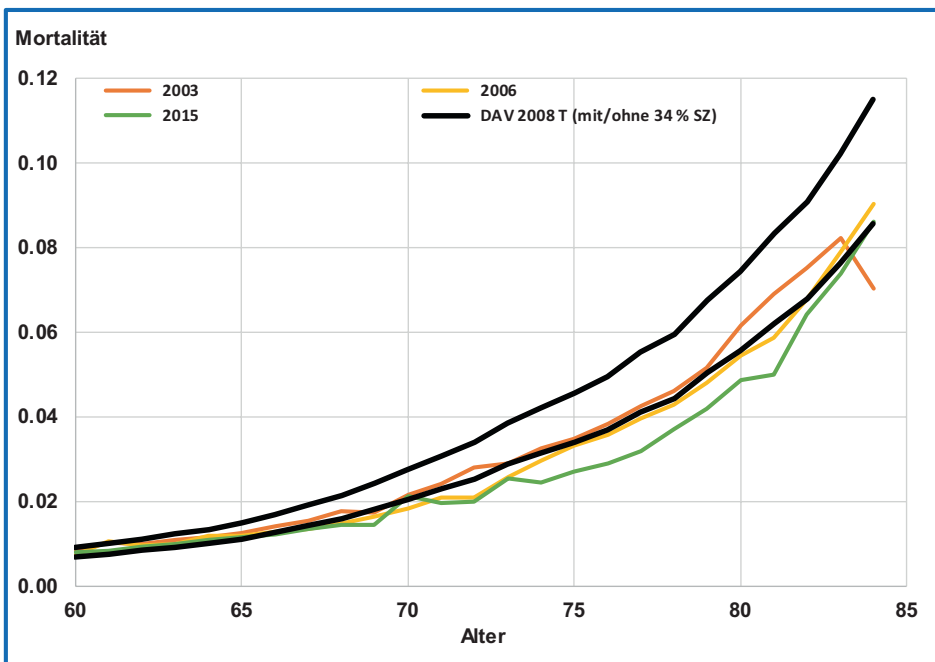


Abb. 7.7 Mortalität in den Hitzejahren 2003, 2006 und 2015 in DE. (Quelle: eigene Darstellung)

Nicht untersucht wurde in diesem Zusammenhang, ob der Klimawandel nicht tendenziell auch einen positiven (Netto)Effekt auf die Sterbewahrscheinlichkeiten in der Lebensversicherung haben könnte, weil durch eine Erderwärmung ggf. weniger Personen in der kalten Jahreszeit sterben.

7.2.2 Schadenversicherung

Die Schadenversicherung ist in Deutschland in Bezug auf das Prämienvolumen die zweitgrößte Versicherungsbranche mit gut einem Drittel der Beiträge (nach der Lebensversicherung mit knapp der Hälfte der Beiträge). Die Schadenversicherung ist diejenige Versicherungsbranche, die vermutlich am meisten (direkt oder indirekt) von den Risiken des Klimawandels betroffen ist (vgl. GDV 2021).

7.2.2.1 Aufteilung in Risikocluster

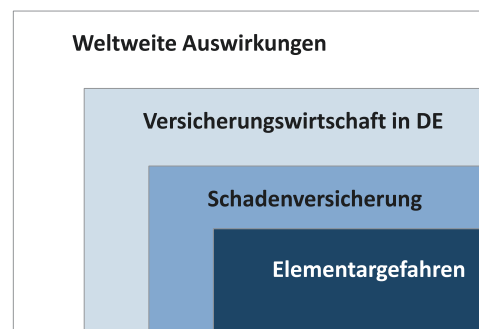
In die Modellierung der Risikoexponierungen für einzelne Risikocluster in der Schadenversicherung sind unterschiedliche Modellergebnisse auf verschiedenen Hierarchieebenen eingegangen, die in Abb. 7.8 verdeutlicht werden.

Die in verschiedenen Studien und Publikationen geschätzten weltweiten Auswirkungen wurden zunächst so plausibel und konsistent wie möglich auf die deutsche Versicherungswirtschaft heruntergebrochen, wobei mit Hilfe einer Likert Skala zumindest ansatzweise eine Aufteilung in Übergangsrissen und (erhöhte) physikalische Risiken vorgenommen wurde (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Sofern höhere Risikoexponierungen nicht durch Prämien ausgeglichen werden können, kann man für die möglichen Verluste bedingt durch Übergangsrissen und physikalischen Risiken in der Schadenversicherung folgende grobe Klassifikation vornehmen (vgl. Heep-Altiner et al. 2022):

- Auf einen Zeitraum beschränkte Verluste (tendenziell eher *Substanzverluste*) durch **Übergangsrissen** – insbesondere
 - *direkt* durch gesetzliche Regelungen oder
 - *indirekt* durch Schadenersatzforderungen.

Abb. 7.8 Hierarchie für die Modellierung der Risikoexponierungen. (Quelle: eigene Darstellung; vgl. Heep-Altiner et al. 2022)



- Dauerhafte Verluste (tendenziell eher *Gewinneinbußen*) durch **physikalische Risiken**
 - insbesondere
 - *direkte* Schäden aufgrund physikalischer Ereignisse oder
 - *indirekte* Schäden zum Beispiel aufgrund von Betriebsunterbrechung.

Mit Hilfe dieser Klassifikation kann man nun unter Relevanzgesichtspunkten eine grobe qualitative Einschätzung der Exponierung gegenüber Klimarisiken treffen, die in Tab. 7.6 zusammengefasst ist.

Unter diesen Annahmen können die allgemeinen Verlustpotenziale/Risikoexponierungen mittels geeigneter Verteilungsschlüssel (bezogen auf Prämien und Leistungen) auf die definierten Risikocluster umgelegt werden und anschließend mit den präziseren Ergebnissen aus Studien zu Auswirkungen des Klimawandels auf die physikalischen Risiken in Deutschland verglichen werden.

7.2.2.2 Ermittlung der Risikoexponierungen

Die prognostizierten BIP-Verluste in Prozent sowie die geschätzten/plausibilisierten Anteile für Übergangsriskien (ÜR) und physikalischen Risiken (PR) für Deutschland insgesamt wurden bereits bereitgestellt. Auf Basis dieser Ergebnisse kann eine erste grobe Schätzung vorgenommen werden, welche Gesamt-Risikopotenziale auf die Versicherungsbranche entfallen könnten, vgl. dazu auch Tab. 7.7 (vgl. CRO Forum; vgl. GDV 2020a; vgl. Statistischen Bundesamt 2021).

Der mittlere Schadensatz von **1,6 Prozent** (bezogen auf das BIP 2019) ergibt sich dabei aus dem Verhältnis von erwartetem Schadenaufwand und BIP (vgl. GDV 2020a; vgl. Statistischen Bundesamt 2021; vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Ein Risikopotenzial bedeutet dabei zunächst einmal nicht unbedingt, dass sich die Schadenquoten in diesem Maße verschlechtern. Es ist im Prinzip auch ein Potenzial für neues Geschäft oder neue Produkte mit allen Chancen und Risiken, die damit verbunden sind. Was letztendlich passiert, hängt von Angebot und Nachfrage ab. In Tab. 7.8 sind diese verschiedenen Sichtweisen gegenübergestellt.

Tab. 7.6 Exponierung gegenüber Klimarisiken. (Quelle: eigene Darstellung; vgl. Heep-Altiner et al. 2022)

	Übergangsriskien	Physikalische Risiken
Direkte Exponierung	Keine Relevanz, da in den Versicherungsbedingungen explizit ausgeschlossen.	Bei allen Versicherungen mit Elementargefahren, d. h. <i>Kasko, Hausrat, Wohngebäude, Landwirtschaft und Gewerbe/Industrie</i>
Indirekte Exponierung	Unter Relevanzaspekten reicht es für eine erste Beurteilung, sich auf die <i>Haftpflichtversicherung</i> zu beschränken, ggf. noch einschließlich der <i>Kredit- und Kautionsversicherung</i> .	Unter Relevanzaspekten reicht zunächst vermutlich eine Beschränkung auf die <i>Betriebsunterbrechung</i> als Teil von <i>Gewerbe/Industrie</i> .

Tab. 7.7 Risikopotenziale (in Millionen Euro) für die Schadenversicherung in DE. (Quelle: eigene Darstellung)

Szenario	Gewicht	Verlust-Faktor	BIP vor Verlust	Sch. Satz 1,6 %	Risikopotential	Aufteilung auf	
						ÜR	PR
BIP 2019			3.449.050	53.756			
RCP 2.6	24,5 %	13,0 %	3.964.425	61.788	8032	6426	1606
RCP 4.5/6	48,5 %	23,0 %	4.479.286	69.812	16.057	5352	10.705
RCP 8.5	27,0 %	40,0 %	5.748.417	89.593	35.837	3584	32.253
	100,0 %	25,1 %			19.432	5138	14.294

Tab. 7.8 Risikopotenziale aus Sicht von VU und VN. (Quelle: eigene Darstellung)

Konstellation	Aus Sicht der VU	Aus Sicht der VN
Die Versicherer können das Potenzial <i>voll</i> in ausreichend finanziertem Geschäft realisieren	In jeder Hinsicht gut .	Gut: Risiken sind abgedeckt; Schlecht: Mehr Prämien.
Nur <i>teilweise</i> Realisierung von auskömmlichen Prämien; Geschäftswegfall oder Schadenquotenerhöhungen in anderen Bereichen	Durchwachsen; der Gesamteffekt ist unklar.	Durchwachsen; Risiken werden teilweise nicht mehr abgedeckt, dafür bleiben Prämien ggf. überschaubar.
<i>Kaum</i> Realisierung der Potenziale mit auskömmlichem Geschäft; Geschäftssegmente brechen ganz weg oder die VU bleiben auf hohem Mehraufwand sitzen	Durchweg schlecht .	Durchweg schlecht . Da VU kaum dauerhaft Verluste übernehmen, bekommen die VN kaum noch benötigte Deckungen.

Eine Prognose, wie sich hier Angebot und Nachfrage zu einander verhalten werden, kann ggf. mit Hilfe der zuvor geschätzten mittleren Substanzverluste erfolgen, die sich für die Versicherungswirtschaft günstiger darstellen als für den Markt insgesamt; so könnten die zuvor ermittelten maximalen Risikopotenziale weiter eingegrenzt werden. Dies würde dann die Tatsache widerspiegeln, dass sowohl Versicherer als Anbieter als auch Versicherungsnehmer als Nachfrager auf sich verändernde Situationen dynamisch reagieren werden.

Eine derartige Zuordnung könnte beispielsweise dafür verwendet werden, nach geeigneter Verteilung (mittels Prämien- oder Schadenschlüsselungen) auf die einzelnen Sparten einen VU-individuellen Index für das „*Own Risk and Solvency Assessment*“ (ORSA) bzgl. der Risikoexponiertheit der eigenen Bestandsverteilung (im Verhältnis zur Marktverteilung) gegenüber versicherungstechnischen Klimarisiken zu berechnen.

7.2.3 Elementargefahren

Im Kontext von Versicherung besteht zwischen **Gefahr** und **Risiko** (im Sinne einer negativen Abweichung von einem Erwartungswert) eine *Ursache-/Wirkungsbeziehung*; ein **Schaden** ist dann eine (monetäre) Realisation eines Risikos (Heep-Altiner et al. 2022).

Im Versicherungskontext in Deutschland wird daher der Begriff **Elementargefahren** für physikalische Ereignisse mit potenziell schädigenden Effekten verwendet, im internationalen Kontext hingegen wird für analoge Sachverhalte der Begriff „*physical risks*“ das heißt **physikalische Risiken** verwendet. Aus diesem Grund wird auch hier abweichend von der deutschen Terminologie dieser Begriff verwendet. Physikalische Risiken umfassen dabei viele Naturphänomene wie

- Starkregen und Hochwasser,
- Sturm und Hagel,
- Dürre und Waldbrand,
- Gewitter und Blitzschlag sowie
- Erdbeben (vgl. Wagner 2018).

Für die die Gefahren *Überschwemmung*, *Sturm/Hagel* und *Dürre* in Deutschland wurden unterschiedliche Modelle bzw. Modellketten ausgewertet, um hier die möglichen Schadenpotenziale in einer Risikolandkarte zusammenzutragen zu können (Heep-Altiner et al. 2022).

7.2.3.1 Überschwemmung

Die Analysen basieren auf einem Projekt des GDV mit mehreren Hochschulen bzw. Forschungsinstituten aus dem Jahr 2011 mit der nachfolgenden Modellierungskette (vgl. GDV 2011a):

1. Den Modellierungen lagen die SRES-Szenarien A1B (mit ca. 2,9 °C mittlerer Erderwärmung), A2 (mit ca. 3,6 °C mittlerer Erderwärmung) und B1 (mit ca. 1,8 °C mittlerer Erderwärmung) zugrunde.
2. Die Szenarien wurden in das globale Klimamodell ECHAM-5 eingespeist und die Ergebnisse auf die lokalen Klimamodelle REMO und CCLM heruntergebrochen.
3. Die Ergebnisse gingen dann in das Abflussmodell SWIM ein, um anschließend mit dem Schadenmodell HQ-Kumul in Schadenaufwände umgerechnet zu werden.

Es wurden in diesem Projekt sieben verschiedene Modellvarianten durchgeführt, die Schadenniveaus für die Perioden 1961–2000 (als *Referenzperiode*), 2011–2040 (als *nahe Zukunft*), 2041–2070 (als *mittlere Zukunft*) und 2071–2100 (als *ferne Zukunft*) modelliert haben, wobei in Abb. 7.9 die Ergebnisse illustriert sind (vgl. GDV 2011a).

Die Ergebnisse sind – das muss man so deutlich sagen – irritierend, da keine sinnvolle Struktur erkennbar war bzw. die Ergebnisse die Erwartungen nicht reflektierten.

Aus diesem Grund wurden alle Ergebnisse für die jeweiligen SRES Szenarien gleichgewichtet zusammengefasst, die Intervallergebnisse verstetigt und auf das Bezugsjahr 2020 (als Modellierungsbeginn) rekaliert, wodurch die Resultate plausibler und konsistenter wurden. Für das gewählte Referenzjahr wurde anschließend eine geeignete Bezugsgröße ermittelt, um die prozentualen Ergebnisse in absolute Potenziale umrechnen zu können. Die detaillierten Berechnungen sowie die Abbildung in einer Risikolandkarte sind in Heep-Altiner et al. (2022) dargestellt.

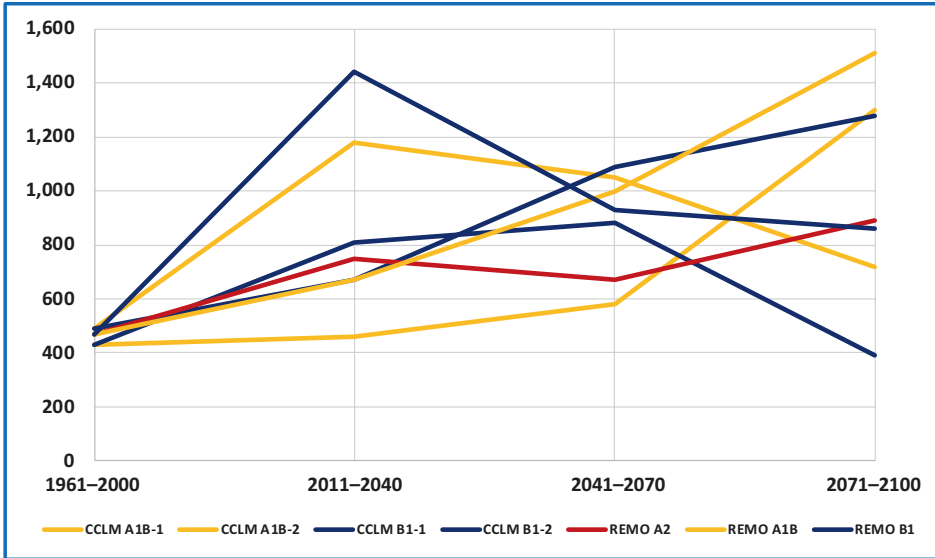


Abb. 7.9 Ergebnisse der Modellierungskette für Überschwemmung in DE. (Quelle: eigene Erstellung; vgl. GDV 2011a)

7.2.3.2 Sturm/Hagel

Die Analysen basieren auf Untersuchungen des GDV mit der nachfolgenden Modellierungskette:

1. Den Modellierungen lag das SRES-Szenario A1B (mit ca. 2,9 °C mittlerer Erderwärmung zugrunde (vgl. DWD o. J.).
2. Das Szenario wurden in das globale Klimamodell ECHAM-5 eingespeist und die Ergebnisse auf das lokale Klimamodell STAR-II heruntergebrochen (vgl. Keup-Thiel et al. 2012, S. 17 f.).

Die Modellierungskette lieferte nur Ergebnisse für die *nahe* (2011–2040) und *mittlere Zukunft* (2041–2070). Auch hier wurden wieder die Intervallergebnisse verstetigt und auf das Bezugsjahr 2020 rekaliert. Aus der Extrapolation konnte dann auch ein Wert bis 2100 geschätzt werden (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Die Ermittlung des Bezugswertes war hier zumindest konzeptionell ein wenig dahingehend erschwert, dass die Referenzdaten von 1984 bis 2019 mit dem Münchner Hagel in 1984 und dem Sturmjahr 1990 zwei sehr extreme Jahre enthielten und somit sogar (wider den normalen Erwartungen) einen kleinen negativen Zusammenhang aufwiesen.

In Abb. 7.10 sind die inflations- und exposurebereinigten Sturm- und Hagelschäden in Deutschland von 2008 bis 2019 dargestellt, die in Berechnung des Referenzwertes eingegangen sind (vgl. GDV 2020a, b).

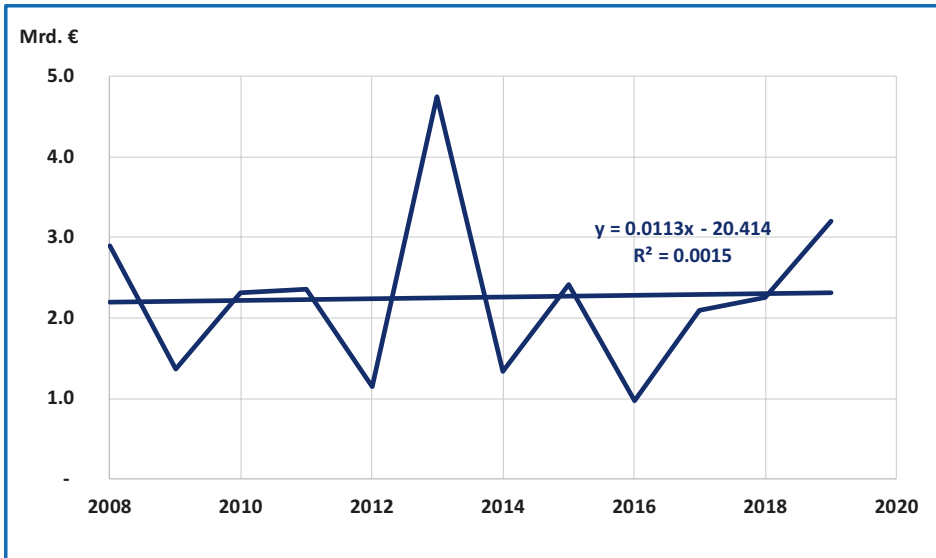


Abb. 7.10 Bereinigte Sturm/Hagelschäden in DE von 2008 bis 2019. (Quelle: eigene Darstellung)

Nach diesen Bereinigungen weisen diese Daten keinerlei Trend mehr auf, sodass ohne große Einschränkung der Mittelwert als Referenzwert herangezogen werden kann. Bei den Sturm- und Hagelschäden in Deutschland kann man also definitiv keinen Klimatrend feststellen.

7.2.3.3 Dürre

Die Analysen basieren auf dem Projekt HOKLIM (Hochauflösende Klimaindikatoren) mit der nachfolgenden Modellierungskette (vgl. UFZ 2018):

1. Den Modellierungen lagen die Szenarien RCP 2.6, RCP 4.5/6 und RCP 8.5 zugrunde.
2. Diese wurden in fünf globale Klimamodelle und anschließend in drei hydrologische Modelle eingespeist.
3. Auf Basis dieser Modellläufe können dann geeignete Klimaindikatoren für Deutschland ermittelt werden, beispielsweise für Dürre.

Auf Basis dieser Indikatoren konnten die Frequenz- und Intensitätseffekte für Dürren in Deutschland bis 2100 für ein 1,5 °C, ein 2,0 °C und ein 3,0 °C Szenario eingeschätzt werden. Die Prozentwerte wurden wieder für das Referenzjahr in absolute Werte umgerechnet und die Gesamtergebnisse in die Risikolandkarte eingetragen (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

7.2.3.4 Zusammenführung in der Risikolandkarte

In Tab. 7.9 ist ein Auszug aus der Risikolandkarte dargestellt, der die Gesamtergebnisse für Hochwasser (HW), Sturm/Hagel (ST/HA) und Dürre (DÜ), wobei kursive Werte inter-

Tab. 7.9 Auszug aus der Risikolandkarte für HW, ST/HA und DÜ in DE. (Quelle: eigene Darstellung; vgl. Heep-Altiner et al. 2022)

Risiko	Szenario	Temp. Anstieg bis 2100	Gesamt 2020–2100		
			Bezugsgröße	Veränd. in %	RisikoPotenzial
HW ST/HA	Niedrig	1,5–1,8	3170	19,6 %	622
DÜ	Mittel	2,0–2,9	3170	61,1 %	1936
	Hoch	3,0–3,6	3170	81,1 %	2571

poliert wurden. Die detaillierten (und sehr umfangreichen) Berechnungen sind in Heep-Altiner et al. (2022) durchgeführt worden auf der Basis der Untersuchungen von GDV (2011a, b) und Thober et al. (2018).

Für das niedrigste Szenario (konzeptionell in etwa das bis zu 2 °C Szenario) ergibt sich nach Interpolation bezogen auf den Referenzzeitpunkt ein Gesamtschadenpotenzial von **622 Millionen Euro**. Die detaillierte Risikolandkarte kann ergänzend für die Aufteilung der Verlustpotenziale auf die einzelnen Schadensparten herangezogen werden.

7.3 Nachhaltigkeitsrisiken

Die Risiken eines Unternehmens beeinflussen ganz allgemein die **Unternehmenssteuerung**, da die Unternehmensziele auf die eingegangenen Risiken abgestimmt werden müssen (vgl. Rohlfs 2018, S. 46).

Die *Risiken des Klimawandels*, denen ein Unternehmen ausgesetzt ist, sind dabei im allgemeineren Kontext der **Nachhaltigkeitsrisiken** zu sehen. Der Fokus auf eine nachhaltige Geschäftstätigkeit verlangt hier eine langfristig orientierte Unternehmensausrichtung.

Nachhaltigkeitsrisiken sind somit in der *Geschäftsorganisation* zu verankern, um langfristig erfolgreich zu bleiben; *Kapitalanlagen* sind ebenfalls nachhaltig auszurichten.

7.3.1 Geschäftsorganisation

In der Geschäftsorganisation umfassen die **Nachhaltigkeitsziele** für eine auf Dauer angelegte Geschäftstätigkeit dabei die sogenannten ESG-Bereiche

- Umwelt/Ökologie wie Umgang mit Ressourcen (*Environmental*),
- soziale Bereiche wie Umgang mit Arbeitnehmern (*Social*) sowie
- die Unternehmensführung im Allgemeinen (*Governance*).

Der Eingang von Nachhaltigkeitszielen in die Unternehmensstrategie kann mit geeigneten Indikatoren gemessen und nach außen dokumentiert werden (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Nachhaltigkeitsrisiken sind alle diejenigen Risiken aus den Bereichen Umwelt, Soziales und Unternehmensführung, die negative Auswirkungen auf die Finanzlage eines Unternehmens haben. Hierzu zählen insbesondere auch die **Reputationsrisiken**, die sich als Folge von unangemessenem Verhalten in den ESG-Bereichen ergeben können. Weitere Risiken (zusätzlich zu den Reputationsrisiken) in diesem Zusammenhang sind (vgl. BaFin 2019, S. 18):

1. Haftungsrisiken, die aus nicht gesetzlichem Verhalten entstehen,
2. Übergangsrisiken durch alle Maßnahmen, mit denen ein Unternehmen Umwelt- oder Nachhaltigkeitsziele erreichen will,
3. Umweltrisiken durch unterlassene Maßnahmen zum Verfolgen von Nachhaltigkeitszielen sowie
4. Pandemierisiken als eine mögliche Konsequenz von Umweltrisiken.

7.3.1.1 Rahmenbedingungen und Regelungssysteme

Im Hinblick auf ESG-Risiken gibt es bereits eine Vielzahl an Organisationen, Projekten und dokumentierten Standards bzw. Vorgehensmodellen, wobei man hier allgemein unterscheiden kann zwischen (vgl. Heep-Altiner et al. 2022):

- einem *internationalen* Wirkungskreis mit
 - *allgemeinen* Projekten/Institutionen wie etwa das Carbon Disclosure Project (CDP) oder die Global Reporting Initiative (GRI),
 - *versicherungsspezifischen* Institutionen wie etwa das CRO-Forum oder der Zusammenschluss der internationalen Versicherungsaufsichten IAIS sowie
 - Projekten und Regelungen der *Vereinten Nationen* wie etwa die Klimarahmenkonvention, das Kyoto-Protokoll oder das Pariser Übereinkommen,
- einem *europäischen* Wirkungskreis mit
 - *allgemeinen* Institutionen/Veröffentlichungen der EU wie das EU-Parlament und das Umweltmanagementsystem EMAS (Eco Management and Audit Scheme) sowie
 - *versicherungsspezifischen* Regelungen wie etwa alle Regelungen im Zusammenhang mit Solvency II sowie
- einem *nationalen* Wirkungskreis mit
 - *allgemeinen* Regelungen beispielsweise durch BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) oder das DGCN (Deutsches Global Compact-Netzwerk) und
 - *versicherungsspezifischen* Regelungen durch die BaFin (Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht).

Für die Versicherungsbranche soll durch die verschiedenen Regelungen und Vorschriften erreicht werden, dass *Nachhaltigkeitsrisiken* in der Kapitalanlage und dem Underwriting kontrolliert und *Nachhaltigkeitschancen* aktiv genutzt werden, um dadurch die allgemeine Kundenzufriedenheit zu steigern.

7.3.1.2 Nachhaltigkeit und Unternehmensorganisation

Die zuvor skizzierten Regelkreise mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen haben (mehr oder weniger zwingende) Auswirkungen auf die Organisation eines Unternehmens. Insbesondere müssen Nachhaltigkeitsziele in die Steuerung integriert werden; entsprechend sollte Nachhaltigkeit die Handlungsmaxime für alle relevanten Unternehmensbereiche werden (vgl. Wunder 2014).

Dies bedeutet, dass jedes Unternehmen ein individuelles Nachhaltigkeitsverständnis definieren sollte und die eigenen Mitarbeiter in dieser Hinsicht sensibilisieren, aber auch geeignet schulen sollte.

Für Versicherungsunternehmen können dabei die „*Principles for Sustainable Insurance*“ (PSI) der Vereinten Nationen als Grundlage herangezogen werden (UNEP FI 2012):

„Principle 1: We will embed in our decision-making environmental, social and governance issues relevant to our insurance business. [...]

Principle 2: We will work together with our clients and business partners to raise awareness of environmental, social and governance issues, manage risk and develop solutions. [...]

Principle 3: We will work together with governments, regulators and other key stakeholders to promote widespread action across society on environmental, social and governance issues. [...]

Principle 4: We will demonstrate accountability and transparency in regularly disclosing publicly our progress in implementing the Principles.“

Diese Prinzipien beinhalten also, dass für die Versicherungswirtschaft relevante ESG-Themen in die Entscheidungsfindung einbezogen werden sowie eine Zusammenarbeit zwischen Kunden und Partnern angestrebt wird, um die Sensibilität für ESG-Themen zu erhöhen. Ebenso sollen die Unternehmen mit Regierungen und anderen relevanten Parteien zusammenarbeiten, um diese Ziele verfolgen zu können. Wobei dies alles in einer transparenten Art und Weise erfolgen muss.

Ein Nachweis, dass ein Unternehmen die Prinzipien verfolgt, kann durch eine aktive Einbindung der Prinzipien in die *Vergütungsstrukturen* und durch ein klar nachvollziehbares *Nachhaltigkeitsmanagement* erfolgen.

Nachhaltigkeitsmanagement und in diesem Zusammenhang auch das Zusammenspiel mit dem Risikomanagement müssen dabei klar definiert auf die Geschäfts- und Risikostrategie einwirken – insbesondere im Hinblick auf

- die *Geschäftsorganisation* im Allgemeinen (vgl. BaFin 2017, Rn. 21),
- den *Underwritingprozess* (vgl. UNEP FI 2012, S. 4),
- den *Kapitalanlageprozess* (vgl. BaFin 2019, S. 23 f.) sowie
- die *interne Revision* und das *Notfallmanagement* (vgl. BaFin 2019, S. 24).

Die Beurteilung der Relevanz von Maßnahmen aus Sicht des Unternehmens bzw. der Geschäftsorganisation sowie der unterschiedlichen Stakeholder wie Versicherungsnehmer oder Analysten kann dabei mit Hilfe einer Wesentlichkeitsmatrix erfolgen.

Der Aufbau einer effektiven **Governance Struktur** kann mit Hilfe einer Szenarioanalyse verprobt werden. Hierfür müssen die Verantwortlichkeiten definiert und organisiert werden. Dabei sind alle Mitarbeiter einzubeziehen, die für die Identifikation und Einschätzung von ESG-Risiken verantwortlich sind (vgl. DGCN 2019).

7.3.2 Kapitalanlage

Die Kapitalanlage ist neben der Risikozeichnung (Underwriting) einer der beiden Kernprozesse eines Versicherungsunternehmens aufgrund der Existenz freier liquider Salden bedingt durch den zeitlichen Nachlauf der Schadenzahlungen gegenüber den Versicherungsbeiträgen. Es liegt also in der Natur des Versicherungsgeschäftes, dass Versicherer zu den größten institutionellen Kapitalanlegern weltweit gehören.

Nachhaltigkeitsrisiken können die Entwicklung der Kapitalanlagen dahingehend beeinflussen, dass spezielle Assetklassen von Ausfallrisiken bedroht sind oder aber gesellschaftlicher Druck entsteht, in bestimmte Assetklassen nicht mehr zu investieren.

Somit muss auch bzw. gerade der Kapitalanlageprozess in eine Nachhaltigkeitsstrategie besonders eingebunden werden. Die zuvor genannten vier Prinzipien für nachhaltige Versicherung sind hierfür eine gute Leitlinie (vgl. UN PRI 2019).

Nachhaltigkeitsthemen sollten bei der Analyse und der Auswahl von Investitionen integriert werden, wobei nicht nur passiv durch die Auswahlentscheidung Einfluss genommen werden kann, sondern auch aktiv, indem Versicherer als große Investoren aktiv auf eine nachhaltige Unternehmenspolitik einwirken – etwa durch Ausübung ihrer Stimmrechte in der Hauptversammlung.

Im Hinblick auf eine nachhaltige Kapitalanlage sind dabei natürlich ebenfalls die ESG-Prinzipien im Hinblick auf Umwelt (Environmental), Soziales (Social) und Unternehmensführung (Governance) maßgeblich:

- Unter **ökologischen** Gesichtspunkten orientiert sich eine nachhaltige Kapitalanlage bei der Wahl der Emittenten an der Berücksichtigung von Klimaschutz bzw. Anpassung an den Klimawandel im Allgemeinen sowie einer nachhaltigen Nutzung von Ressourcen im Besonderen (vgl. Leymann 2018).
- Eine **sozial** orientierte nachhaltige Kapitalanlage beachtet die Einhaltung arbeitsrechtlicher Standards, Prinzipien einer gerechten Entlohnung und die Achtung auf Produktsicherheit bei den Emittenten (vgl. Nowak und Leymann 2018).
- Im Hinblick auf eine angemessene **Governance** werden den Emittenten Vorgaben zu einer entsprechenden Geschäftsführung gemacht. Dies umfasst beispielsweise Steuerehrlichkeit und das Unterlassen von Korruption (vgl. BaFin 2019).

7.3.2.1 Normen und Regelungen zur nachhaltigen Kapitalanlage

Zentrale Regelungen in dieser Hinsicht finden sich zunächst einmal bei den Normen und Standards der Vereinten Nationen, die natürlich auch Einfluss auf die nationalen Standards haben, wie

- die zehn Prinzipien des Global Compact (GC) zu *Menschenrechten, Arbeitsnormen, Umweltschutz* und *Korruptionsbekämpfung* (vgl. UN Global Compact 2014),
- die 17 Sustainable Development Goals (SDG) für *allgemeine nachhaltige Entwicklung* (vgl. EU-Kommission 2016, S. 3),
- die vier UN-Principles for Sustainable Insurance (PSI) für *nachhaltige Versicherungen* (vgl. UNEP FI 2012, S. 4),
- die sechs UN-Principles for Responsible Investment (PRI) zur *nachhaltigen Kapitalanlage* (UN PRI 2019, S. 4) sowie
- die UN *Net Asset Owner Alliance* (vgl. UN PRI 2020a, b).

Neben den Vereinten Nationen gibt es aber noch andere internationale Institutionen und Organisationen, die im weiteren Kontext von Nachhaltigkeit normbildend wirken, hier insbesondere (vgl. Heep-Altiner et al. 2022):

- die International Labour Organisation (ILO),
- die World Health Organisation (WHO),
- die Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) sowie
- das Carbon-Disclosure Project (CDP).

Viele der hier formulierten Prinzipien sind dabei in die EU-Gesetzgebung eingegangen, da die EU im Kontext von Klimaschutz und Nachhaltigkeit eine Vorreiterrolle einnehmen möchte.

7.3.2.2 Nachhaltige Kapitalanlage im Unternehmenskontext

Für eine nachhaltige Kapitalanlage im Versicherungsumfeld gibt es unterschiedliche Kapitalanlagestrategien und hier insbesondere (Weber et al. 2016):

- **Screening Strategien** mit einem *positiven* Screening (zum Beispiel Best-in-Class-Ansätze) zur besonderen Auswahl (etwa bei klimafreundlichen Technologien) und einem *negativen* Screening zum expliziten Ausschluss (etwa bei kohlebasierten Geschäftsmodellen und kontroversen Waffen) von Kapitalanlageklassen,
- **Thematisches Investieren** mit einer Fokussierung auf Kapitalanlageklassen mit einem speziellen Kontext etwa im Bereich Umweltschutz,
- **Wirkungsorientiertes Investieren** mit Investitionen in Unternehmen, die eine besondere Wirkung auf einen Themenbereich wie etwa Umwelt- und Klimaschutz entfalten sollen,
- **ESG-Integration/Normbasiertes Screening** mit Investitionen in Unternehmen, die bewusst ESG-Kriterien in ihrer Geschäftsorganisation integriert haben bzw. allgemeiner (da ESG-Kriterien nicht immer einheitlich definiert sind) normbasiert operieren sowie
- **Engagement** durch bewusste Ausübung von Stimmrechten in einem Unternehmen, um dadurch aktiv Einfluss auf Unternehmensziele (insbesondere hier im Hinblick auf Nachhaltigkeit) nehmen zu können.

7.3.2.3 Rating und Scoring Modelle

Um die Auswahl im Investmentprozess im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien nachvollziehbar zu machen, erstellen viele Unternehmen sogenannte **ESG-Scores**. Für diese „Bepunktungen“ werden Basis-Informationen von darauf spezialisierten ESG-Ratingagenturen hinzugezogen. Drei wesentliche in diesem Zusammenhang am Markt tätige Rating Agenturen sind in Tab. 7.10 aufgelistet (vgl. Heep-Altiner et al. 2022).

Der Score entscheidet dann am Ende darüber, ob eine Kapitalanlage uneingeschränkt oder mit bestimmten Einschränkungen getätigt werden kann bzw. ob sie ganz unterlassen wird.

7.3.2.4 Investitionsarten für nachhaltige Kapitalanlagen

Im Kontext mit den Normen, Regelungen und Unternehmenszielen sowie im Zusammenhang mit den unternehmenseigenen ESG-Scores auf Basis von externen ESG-Ratings ergeben sich die nachfolgenden Investitionsklassen für eine nachhaltige Kapitalanlage:

- Bei nachhaltigen **Investmentfonds** werden explizit Nachhaltigkeitskriterien in die Anlagegrundsätze einbezogen.
- Bei sogenannten **Green Bonds** wird in Unternehmen investiert, deren Emissionserlöse ausschließlich für die (Re)Finanzierung von Umweltschutzprojekten verwendet wird (vgl. ICMA 2018).
- Bei sogenannten **Social Bonds** wird analog dazu in Unternehmen investiert, die besonders intensiv soziale Ziele fördern (vgl. ICMA 2020).
- Bei **Green Real Estate** wird in Immobilien(projekte) investiert, die sich im besonderen Maß an ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitskriterien orientieren (vgl. Meins und Bienert 2012).
- **Blended Finance** (als eine Art Mischfinanzierung) ist keine spezielle Kapitalanlageklasse, sondern eher eine Form, Investitionen zu strukturieren. Hier können beispielsweise öffentliche Geldgeber oder private Philanthropen sich finanziell an sozialen oder ökologisch orientierten Projekten (beispielsweise in Entwicklungsländern) beteiligen, um dadurch diese Projekte erst zu ermöglichen.
- Darüber hinaus kann gezielt in den Aufbau von **nachhaltiger Infrastruktur** investiert werden (vgl. Convergence 2018).

Tab. 7.10 Nachhaltigkeitsratings. (Quelle: eigene Darstellung, Skala von den Webseiten der Unternehmen)

Rating-Agentur	Skala	
ISS	A (+)	bis D (-)
MSCI	AAA	bis CCC
Sustainalytics	0	bis 100

Im Hinblick auf eine nachhaltige und somit klimafreundliche Kapitalanlage ist das Cambridge Institute for Sustainable Leadership (CISL) in einer Studie zur Erkenntnis gelangt, dass alles in allem nur eine Absicherung von ca. **49 Prozent** gegen Auswirkungen des Klimawandels möglich ist, das heißt, Unternehmen können diese bei der Gestaltung der Kapitalanlage nicht vollständig vermeiden (vgl. CISL 2015).

Literatur

- An der Heiden, M./Muthers, S./Niemann, H./Buchholz, U./Grabenreich, L./Matzarakis, A. (2019): Schätzung hitzebedingter Todesfälle in Deutschland zwischen 2001 und 2015, in: Bundesgesundheitsblatt 2019, Ausgabe 5, S. 571–579.
- BaFin – Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2017): MaGo Rundschreiben 2/2017 (VA) – Mindestanforderungen an die Geschäftsorganisation von Versicherungsunternehmen (MaGo), https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Rundschreiben/2017/rs_1702_mago_va.html, zugegriffen am 18.03.2021.
- BaFin – Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2019): Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken, Dezember 2019, https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/dl_mb_Nachhaltigkeitsrisiken.pdf;jsessionid=EBEEDB729117BCB37C077109261FA122.2_cid393?__blob=publicationFile&v=9, zugegriffen am 25.02.2021.
- BaFin – Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2020): Erstversicherungsstatistik 2019, https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Erstversicherer/dl_st_19_erstvu_gesamtPDF_va.pdf, zugegriffen am 14.03.2021.
- BMJV – Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG), 12.12.2019, <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>, zugegriffen am 10.11.2021.
- BVerfG – Bundesverfassungsgericht (2021): Beschl. v. 24.3.2021 – 1 BvR 2656/18, 1 BvR 78/20, 1 BvR 96/20, 1 BvR 288/20, http://www.zjs-online.com/dat/artikel/2021_3_1519.pdf, zugegriffen am 10.11.2021.
- Capellán-Peréz, I./Arto, I./Polanco-Martínez, J./González-Eguino, M./Neumann, M. (2016): Likelihood of climate change pathways under uncertainty on fossil fuel resource availability, In: Royal Society of Chemistry (Hrsg.): Energy & Environmental Science, No. 9/2016, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/ee/c6ee01008c>, zugegriffen am 01.05.2021.
- CISL – Cambridge Institute for Sustainable Leadership (2015): Unhedgeable risk, <https://www.cisl.cam.ac.uk/resources/publication-pdfs/unhedgeable-risk.pdf>, zugegriffen am 01.05.2021.
- Convergence (2018): The State of Blended Finance 2018, <https://www.oecd.org/water/OECD-GIZ-Background-document-State-of-Blended-Finance-2018.pdf>, zugegriffen am 01.05.2021.
- CRO Forum – Chief Risk Officer Forum (2019): The heat is on. Insurability and Resilience in a Changing Climate. Emerging Risk Initiative – Position Paper, Januar 2019, <https://www.thecroforum.org/wp-content/uploads/2019/01/CROF-ERI-2019-The-heat-is-on-Position-paper-1.pdf>, zugegriffen am 06.05.2020.
- DAV – Deutsche Aktuarvereinigung (Hrsg.) (2008): Herleitung der Sterbetafel DAV 2008 T für Lebensversicherungen mit Todesfallcharakter, https://aktuar.de/Dateien_extern/DAV/LV/UT_LV_14.pdf, zugegriffen am 10.11.2021.
- DAV – Deutsche Aktuarvereinigung (Hrsg.) (2021): Klimawandel – aktuarielle Implikationen in der Schadenversicherung, Ergebnisbericht des Ausschusses Schadenversicherung, Köln, 14.04.2021. <https://aktuar.de/unsere-themen/fachgrundsaeetze-oeffentlich/Ergebnisbericht%20AG%20Klimawandel.pdf>, zugegriffen am 10.11.2021.

- DEHSt – Deutsche Emissionshandelsstelle (2015): Emissionshandel in Zahlen, Mai 2015, zugegriffen am 01.05.2021.
- DEHSt – Deutsche Emissionshandelsstelle (o. J.): Die Handelsperiode 2021–2030, https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Anlagenbetreiber/2021-2030/2021-2030_node.html, zugegriffen am 10.05.2021.
- DGCN – Deutsches Global Compact-Netzwerk (2019): Bewertung von Klimarisiken in Unternehmen, https://www.globalcompact.de/wAssets/docs/Umweltschutz/Publicationen/DGCN_Diskussionspapier_TCFD_screen_190528_k.pdf, zugegriffen am 12.03.2021.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (o. J.): SRES-Szenarien, https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/sres-szenarien_node.html, zugegriffen am 20.12.2021.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2021): Monatliche Durchschnittstemperaturen bis April 2021, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5564/umfrage/monatliche-durchschnittstemperatur-in-deutschland/>, zugegriffen am 01.05.2021.
- EU-Kommission – Europäische Union-Kommission (2016): Auf dem Weg in eine nachhaltige Zukunft Europäische Nachhaltigkeitspolitik, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0739&from=de>, zugegriffen am 14.02.2021.
- Feess, E./Seeliger, A. (2013): Umweltökonomie und Umweltpolitik, 4. Auflage, Verlag Franz Vahlen, München, 2013.
- GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (2011a): Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadenssituation in der deutschen Versicherungswirtschaft, <https://www.gdv.de/resource/blob/22788/9592d3b10a654371f6ae6ba44e9a17be/publikation-auswirkungen-des-klimawandels-auf-die-schadensituation-in-der-deutschen-versicherungswirtschaft-data.pdf>, zugegriffen am 02.05.2021.
- GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (2011b): Herausforderung Klimawandel, <https://www.gdv.de/resource/blob/22784/a2756482fdf54e7768a93d30789506b7/publikation-herausforderung-klimawandel-data.pdf>, zugegriffen am 02.05.2021.
- GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (Hrsg.) (2020a): Statistisches Taschenbuch der Versicherungswirtschaft, 2020, <https://www.gdv.de/resource/blob/62142/ac6287aeb67a3a336342e33f55992ffb/statistisches-tb-2020-download-data.pdf>, zugegriffen am 18.03.2021.
- GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (2020b): Serviceteil zum Naturgefahrenreport 2020, <https://www.gdv.de/resource/blob/63612/9bf0708f9a0017e98b878078894c7e52/naturgefahrenreport-2020%2D%2D-serviceteil-data.pdf>, zugegriffen am 18.03.2021.
- GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (2021): Überblick. Zahlen & Fakten, <https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten/versicherungsbereiche/ueberblick-4580>, zugegriffen am 14.03.2021.
- GERICS – Climate Service Center Germany (o. J.): The Regional Climate Model REMO, <http://www.remo-rcm.de/>, zugegriffen am 10.11.2021.
- Heep-Altiner, M./Berg, M. (2019): Einführung in die Mikroökonomik – auf der Basis von Fallstudien, VVW GmbH, Karlsruhe, 2019.
- Heep-Altiner, M./Rohlfs, T./Berg, M./Schmidt, J-P. (Hrsg.) (2022): Klimawandel und Nachhaltigkeit für die Versicherungswirtschaft, Springer Gabler, Heidelberg, 2022, <https://www.sack.de/heep-altiner-berg-rohlfs-klimawandel-und-nachhaltigkeit-fuer-die-versicherungswirtschaft/9783658352899>, zugegriffen am 10.11.2021.
- IAA – International Actuarial Association (2019): Climate Change, Insurance and Vulnerable Populations. Discussion Paper, Resource and Environment Working Group, Oktober 2019, https://www.actuaries.org/IAA/Documents/Publications/Papers/REWG_Climate_Change_Vulnerable_Populations.pdf, zugegriffen am 09.11.2021.

- ICMA – International Capital Market Association (2018): Green Bond Principles – Voluntary Process Guidelines for Issuing Green Bonds, https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/Translations/2018/German-GBP_2018-06.pdf, zugegriffen am 14.02.2021.
- ICMA – International Capital Market Association (2020): The Social Bond Principles – Voluntary Process Guidelines for Issuing Social Bonds, <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/June-2020/Social-Bond-PrinciplesJune-2020-090620.pdf>, zugegriffen am 14.02.2021.
- IMF – International Monetary Fund (2020): Weltweites Bruttoinlandsprodukt (BIP) in jeweiligen Preisen von 1980 bis 2020 und Prognosen bis 2025 Oktober, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/159798/umfrage/entwicklung-des-bip-bruttoinlandsprodukt-weltweit/#professional>, Oktober, zugegriffen am 14.03.2021.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. The Working Group III contribution to the IPCC's Fifth Assessment Report (AR5) assesses literature on the scientific, technological, environmental, economic and social aspects of mitigation of climate change since 2007 when the Fourth Assessment Report (AR4) was released, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>, zugegriffen am 01.05.2021.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018a): Annex I: Glossary: Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_AnnexI_Glossary.pdf, zugegriffen am 15.03.2021.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018b): 1,5 °C globale Erwärmung. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf, zugegriffen am 15.03.2021.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis, <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>, zugegriffen am 20.11.2021.
- Keup-Thiel, E./Hennmuth, B./Pfeifer, S. (2012): Besonderheiten und Merkmale regionaler Klimamodelle im Hinblick auf die weitere Kopplung mit Impaktmodellen, CSC Report 9, Climate Service Center, <https://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/projekte/csc-report9.pdf>, zugegriffen am 02.05.2021.
- Klingensfeld, D. (2020): Menschheitsaufgabe Klimaschutz- Das Übereinkommen von Paris, in: Schriftenreihe Nachhaltigkeit, Wiesbaden: Hessischen Landeszentrale für politische Bildung, 2020.
- Koppe, C./Jendritzky, G. (2014): Die Auswirkungen von thermischen Belastungen auf die Mortalität. In: Lozán, J. L./Grassl, H./Karbe, L./Jendritzky, G. (Hrsg.): Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. 2. Auflage, Elektronische Veröffentlichung (Kap. 3.1.9), www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de, zugegriffen am 03.05.2021.
- Landesumweltamt Brandenburg (2010): Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg, Darstellung klimatologischer Parameter mit Hilfe vier regionaler Klimamodelle (CLM, REMO, WettReg und STAR) für das 21. Jahrhundert, https://mluk.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2334.de/i_fb113.pdf, zugegriffen am 10.03.2021.
- Leymann, F. (2018): Ökologische Nachhaltigkeit, in: wirtschaftslexikon-gabler.de, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/oekologische-nachhaltigkeit-53450/version-276539>, zugegriffen am 01.05.2021.

- Macrotrends (o. J.): World Inflation Rate 1981–2021, <https://www.macrotrends.net/countries/WLD/world/inflation-rate-cpi>, zugegriffen am 10.11.2021.
- McKinsey (2020): Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts, <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/climate-risk-and-response-physical-hazards-and-socioeconomic-impacts#>, zugegriffen am 02.05.2021.
- Meins, E./Bienert, S. (2012): Real Estate, in Staub-Bisang M. (2012): Sustainable Investing for Institutional Investors – Risks, Regulation and Strategies, Singapur, John Wiley & Sons, S. 153 – 167.
- MPI für Meteorologie – Max-Planck-Institut für Meteorologie (o. J.): ECHAM, <https://mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/echam>, zugegriffen am 10.11.2021.
- Nowak, A./Leymann, F. (2018): Soziale Nachhaltigkeit, in: wirtschaftslexikon-gabler.de, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/soziale-nachhaltigkeit-53451/version-276540>, zugegriffen am 09.03.2021.
- Rockel, B./Geyer, B. (2008): The performance of the regional climate model CLM in different climate regions, based on the example of precipitation. Meteorologische Zeitschrift Vol. 17 No. 4 (2008), S. 487 – 498.
- Rohlf, T. (2018): Risikomanagement im Versicherungsunternehmen, Identifizierung, Bewertung und Steuerung, Verlag Versicherungswirtschaft, 2. Auflage, 2018.
- Statistisches Bundesamt (2021): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Wichtige Zusammenhänge im Überblick, Dezember 2019, https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/Study-EU_shipping_climate_record_20191209_final.pdf, zugegriffen 18.03.2021.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021): Genesis-Online, <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>, zugegriffen am 20.12.2021.
- Swiss Re Institute (2020): Natural catastrophes. Insured losses (worldwide), <https://sigma-explorer.com>, zugegriffen am 30.12.2020.
- Thober, S./Marx, A./Boeing, F. (2018): Auswirkungen der globalen Erwärmung auf hydrologische und agrarische Dürren und Hochwasser in Deutschland, Leipzig, Mai 2018, https://www.ufz.de/export/data/2/207531_HOKLIM_Brosch%C3%BCre_final.pdf, zugegriffen am 02.05.2021.
- Umweltbundesamt (2013): Und sie erwärmt sich doch-Was steckt hinter der Debatte um den Klimawandel, April 2013, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf, zugegriffen am 30.04.2020.
- Umweltbundesamt (2020): Trends der Lufttemperatur, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur#steigende-durchschnittstemperaturen-weltweit>, zugegriffen am 01.05.2021.
- UFZ – Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (2018): HOKLIM Hocharaufgelöste Klimaindikatoren bei einer Erderwärmung von 1.5 Grad, <https://www.ufz.de/index.php?de=42489>, zugegriffen am 17.03.2021.
- UFZ – Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (2019): The Mesoscale Hydrologic Model mHM, <https://www.ufz.de/index.php?en=40114>, zugegriffen am 18.03.2021.
- UNEP FI – United Nations Environment Programme Finance Initiative (2012): Principles for Sustainable Insurance, Juni 2012, <https://www.unepfi.org/psi/wp-content/uploads/2012/06/PSI-document.pdf>, zugegriffen am 16.03.2021.
- UN Global Compact – United Nations Global Compact (2014): Leitfaden für nachhaltiges Wirtschaften, https://d306pr3pise04h.cloudfront.net/docs/publications%2FUN_Global_Compact_Guide_to_Corporate_Sustainability_DE.pdf, zugegriffen 01.05.2021.
- UN PRI – United Nations Principles for Responsible Investment (2019): Prinzipien für verantwortliches Investieren, Eine Investoreninitiative in Partnerschaft mit der UNEP Finance Initiative und dem UN Global Compact, <https://www.unpri.org/download?ac=10967>, zugegriffen am 15.03.2021.

- UN PRI – United Nations Principles for Responsible Investment (2020a): Institutional investors transitioning their portfolios to net zero GHG emissions by 2050, in: [unepfi.org](https://www.unepfi.org/net-zero-alliance/), <https://www.unepfi.org/net-zero-alliance/>, zugegriffen am 10.03.2021.
- UN PRI – United Nations Principles for Responsible Investment (2020b): Mitglieder der Allianz, in: [unepfi.org](https://www.unepfi.org/net-zero-alliance/alliance-members/), <https://www.unepfi.org/net-zero-alliance/alliance-members/>, zugegriffen am 10.03.2021.
- Wagner, F. (2018): Elementarschadenversicherung Definition. Hg. v. Gabler Wirtschaftslexikon, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/elementarschadenversicherung-32134>, zugegriffen am 02.05.2021.
- Weber, B./Staub-Bisang, M./Alfen, H. (2016): Infrastructure as an Asset Class – Investment Strategy, Sustainability, Project Finance and PPP, 2. Auflage, Singapore, John Wiley & Sons Ltd.
- Wigger, B. U. (2006): Grundzüge der Finanzwissenschaft. 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2006.
- Wunder, T. (2014): Strategisches Management, Integration ökologischer Nachhaltigkeit in den Strategieprozess, erschienen in: Schulz, Thomas; Bergius, Susanne, CSR und Finance, Springer Verlag.

Prof. Dr. Maria Heep-Altiner lehrt am Institut für Versicherungswesen der Technischen Hochschule Köln. Ihr Fachgebiet ist finanzielle Steuerung von Versicherungsunternehmen insbesondere unter besonderer Berücksichtigung der besonderen Anforderungen von Solvency II. Sie ist Mitglied des Vorstandes der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV) und Mitglied des Schadenausschusses sowie des Weiterbildungsausschusses, den sie leitet. Darüber hinaus ist sie Mitglied im Beirat der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin).

Prof. Dr. Torsten Rohlfs lehrt am Institut für Versicherungswesen der Technischen Hochschule Köln. Seine Fachgebiete sind insbesondere das Rechnungswesen und Risikomanagement von Versicherungsunternehmen. Er ist Wirtschaftsprüfer und war vor seiner Tätigkeit an der TH Köln Senior Manager bei der KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft im Bereich Prüfung und Beratung von Versicherungsunternehmen. Prof. Dr. Torsten Rohlfs ist Mitglied im Rating-Komitee der ASSEKURATA Assekuranz Rating-Agentur GmbH und im wissenschaftlichen Beirat des Gesamtverbands der versicherungsnehmenden Wirtschaft (GVNW). Darüber hinaus ist er Mitglied der Prüfungskommission für Wirtschaftsprüfer.

Marcel Berg studierte an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn sowie an der Universität zu Köln. Er ist Diplom-Volkswirt und Wirtschaftspädagoge (M. Sc.). Als wissenschaftlicher Mitarbeiter ist er am Institut für Versicherungswesen an der Wirtschafts- und Rechtswissenschaftlichen Fakultät der TH Köln tätig.

Prof. Dr. Jan-Philipp Schmidt ist Professor für Aktuarwissenschaften am Institut für Versicherungswesen der Technischen Hochschule Köln. Er lehrt und forscht im Bereich Finanz- und Versicherungsmathematik.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

