

VERSION 1.1

# Klimawandelszenarien im ORSA

Ansätze zur Umsetzung der aufsichtlichen Anforderungen  
16. Februar 2022





---

**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.**

Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin  
Tel. 030 2020-5000, Fax 030 2020-6000  
www.gdv.de, berlin@gdv.de

**Verantwortlich**

Götz Treber  
Leiter Kompetenzzentrum  
Unternehmenssteuerung und Regulierung  
Tel. 030 2020-5470  
E-Mail: g.treber@gdv.de

**Redaktionsschluss**

Februar 2022

Diese korrigierte Nachauflage (August 2022) wurde in das neue Corporate Design des GDV gesetzt. Außerdem wurden einige Abbildungen bzw. Abbildungsbeschreibungen angepasst und orthografische Korrekturen vorgenommen. Inhaltlich gab es keine Anpassungen gegenüber der Erstauflage (Version 1.0) „Ansätze zur Umsetzung der aufsichtlichen Anforderungen an Klimawandelszenarien im ORSA“.

**Autoren**

Projektgruppe Klimawandelszenarien im ORSA  
Dr. Linda Michalk  
Dr. Wolfgang Reichmuth

**Publikationsassistenz**

Heike Strauß

**Bildnachweis**

Unsplash

**Alle Ausgaben**

auf GDV.DE

**Disclaimer**

Die Inhalte wurden mit der erforderlichen Sorgfalt erstellt. Gleichwohl besteht keine Gewährleistung auf Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Angemessenheit der darin enthaltenen Angaben oder Einschätzungen.

# Inhalt

<b>Inhalt</b> .....	03
<b>Einleitung</b> .....	04
<b>1. Regulatorische Anforderungen</b> .....	06
<b>2. Szenario-Auswahl</b> .....	11
a. Was ist NGFS? .....	11
b. Delayed-Transition-Szenario .....	14
c. Current-Policies-Szenario .....	14
d. Referenzszenario .....	14
e. Integrated Assessment Models und NiGEM-Modell .....	14
<b>3. Methodik</b> .....	16
a. Grundlegende Überlegungen .....	16
b. Kapitalanlage .....	19
c. Schaden-/Unfallversicherung .....	19
d. Personenversicherung .....	19
<b>4. Auswirkungen auf die Kapitalanlage</b> .....	21
a. Qualitative Analyse .....	21
b. NGFS-Baseline-Szenario .....	21
c. Herleitung sektorspezifischer Aktien- und Spreadentwicklungen .....	21
d. Entwicklung der wirtschaftlichen Größen in den NGFS-Szenarien .....	26
i. Zins .....	26
ii. Aktien .....	27
iii. Spreads von Unternehmens- und Staatsanleihen .....	29
iv. Immobilien .....	29
v. Wechselkurse .....	30
vi. Bruttoinlandsprodukt .....	31
vii. Inflation .....	31
viii. Arbeitslosigkeit .....	32
<b>5. Auswirkungen auf die Personenversicherung</b> .....	33
a. Risiken für Leben und Gesundheit .....	33
b. Stornorisiko .....	36
c. Kostenrisiko .....	37
<b>6. Auswirkungen auf die Schaden-/Unfallversicherung</b> .....	38
a. Ansätze zur Quantifizierung des Änderungsrisikos physischer Risiken .....	38
b. Physische Risiken .....	40
i. Sturm .....	40
ii. Überschwemmung .....	42
iii. Hagel .....	42
iv. Waldbrand/Dürre .....	44
c. Rückversicherung .....	44
d. Transitionsrisiken .....	45
<b>7. Sonstige Risiken</b> .....	46
<b>8. Kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen</b> .....	47

# Einleitung

**M**it ihrer Nachhaltigkeitspositionierung bekennen sich die deutschen Versicherer zu den Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen und zu den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens. Sie unterstützen das Ziel einer Dekarbonisierung der europäischen Wirtschaft und sind bereit, ihren Beitrag dafür zu leisten.

Der sich beschleunigende Klimawandel wird für die Gesellschaft Gefahren und Belastungen mit sich bringen, die umso stärker ausfallen, desto weniger Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Ein möglichst rascher Übergang zu einer nachhaltigeren Art des Wirtschaftens und Lebens erscheint unausweichlich. Dieser Übergang ist wiederum mit erheblichen wirtschaftlichen Unsicherheiten und Umwälzungen verbunden.

Für die deutsche Versicherungswirtschaft gehört daher eine Auseinandersetzung mit dem Klimawandel zu einer nachhaltigen Geschäftstätigkeit. Als Risikoträger und Investor stehen die Versicherungsunternehmen vor der Aufgabe, mit dem Klimawandel verbundene Risiken vorausschauend zu identifizieren und zu bewerten. Dazu können Szenarioanalysen dienen, in denen mögliche Entwicklungen exemplarisch untersucht werden. Dies ist mittlerweile auch eine Anforderung, die seitens der Aufsicht an die Unternehmen gestellt wird. Erkenntnisse daraus sollen in der Geschäftsplanung und -strategie berücksichtigt und schon kurzfristig in den ORSA-Berichten dargestellt werden.

Für viele Unternehmen stellt diese neue Aufgabe eine Herausforderung dar. Daher hat der Verband in einer Projektgruppe, in der Mitgliedsunternehmen verschiedener Sparten sowie der Verband der Privaten Krankenversicherung vertreten sind, das vorliegende Dokument erarbeitet. Es soll Denkanstöße geben, wie die Unternehmen das Thema Klimawandelrisiken im ORSA möglicherweise angehen und sich den Anforderungen der Aufsicht annähern könnten. Die praktische Umsetzung in den Unternehmen muss sich am eigenen Risikoprofil und den jeweiligen Möglichkeiten orientieren und steht ausschließlich in der Verantwortung der Unternehmen. Alle Aussagen im vorliegenden Dokument sind unverbindlich und die beschriebenen Ansätze als exemplarisch zu verstehen. Der Verband übernimmt keine Haftung für Fehler und unterschiedliche Interpretationen.

Die BaFin erwartet eine Bewertung materieller Klimawandelrisiken mit Hilfe entsprechender Szenarien bereits in den 2022 einzureichenden ORSA-Berichten. Aufgrund der sehr knapp bemessenen Frist hat der Verband sich entschieden, möglichst rasch erste Ansätze zur Verfügung zu stellen, die bei der praktischen Umsetzung helfen könnten. Daher wird dieses Dokument bereits jetzt den Mitgliedsunternehmen zur Verfügung gestellt, obwohl es sich nur um ein vorläufiges Ergebnis handelt. Die Arbeiten daran sollen fortgesetzt werden. Der vorliegende Stand erhebt nicht den Anspruch einer erschöpfenden Darstellung des Themas. Keinesfalls wird beabsichtigt, einheitliche Marktstandards zu definieren oder verbindliche Ansätze zur Umsetzung der aufsichtlichen Anforderungen vorzugeben.

Abschließend sei noch auf die Guidance<sup>1</sup> der EIOPA zu Klimawandelszenarien im ORSA hingewiesen, deren Entwurf am 10. Dezember 2021 zur Konsultation veröffentlicht wurde. Die Guidance soll für die Versicherungsunternehmen nicht bindend sein und ebenfalls eine praktische Starthilfe zur Umsetzung von Klimawandelanalysen im ORSA bieten, ohne andere Ansätze auszuschließen. Ihre endgültige Fassung wird von der EIOPA voraussichtlich im Juni 2022 veröffentlicht werden.<sup>1a</sup>

## Überblick

In Kapitel 1 werden die regulatorischen Anforderungen geschildert, die sich vor allem aus der Opinion<sup>2</sup> der EIOPA zu Klimawandelszenarien im ORSA vom 19. April 2021 ergeben. Außerdem sind Konkretisierungen der aufsichtsrechtlichen Erwartungen durch Gespräche mit der BaFin (unter anderem in dem BaFin-Workshop im März 2021) und den BaFin-Hinweisen<sup>3</sup> zum Solvency-II-Berichtswesen vom 20. Dezember 2021 dargestellt.

In Kapitel 2 werden die Szenarien beschrieben, die in diesem Dokument exemplarisch als Narrativ und als Grundlage für die Analysen genutzt werden. Zusätzliche Quellen die u. a. auch weitere Möglichkeiten zur Auswahl der Szenarien bieten, werden in einer separaten Materialsammlung aufgeführt.

<sup>1</sup> (EIOPA, 2022)

<sup>1a</sup> Die Veröffentlichung ist am 2. August 2022 erfolgt.

<sup>2</sup> (EIOPA, 2021a)

<sup>3</sup> (BaFin, 2021)

Kapitel 3 stellt verschiedene mögliche Ansätze vor, wie die Bewertung von Klimaszenarien methodisch erfolgen könnte. Es werden unter anderem Überlegungen zu Projektionen, Mehrperiodigkeit, Geschäftsentwicklung und zum Zeithorizont beschrieben. Die Unterabschnitte des Kapitels ergänzen die Betrachtung mit Besonderheiten für die Kapitalanlage, Schaden-/ Unfall- und Personenversicherung.

Die Auswirkungen der Klimawandelszenarien auf die Kapitalanlage werden in Kapitel 4 diskutiert. Zunächst wird eine Möglichkeit genannt, wie ein erster qualitativer Ansatz aussehen könnte. Grundlagen für die weitere Analyse bilden zwei Abschnitte zum NGFS-Baseline-Szenario und zur Herleitung sektorspezifischer Aktien- und Spreadentwicklungen. Den Hauptteil bildet die Darstellung der Entwicklung der für die Kapitalanlage wichtigen Größen Zins, Aktien, Spreads, Immobilien und Wechselkurse. Daneben wird die Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt, Inflation und Arbeitslosigkeit beschrieben, die für die Analyse der Passivseite von Interesse sein kann.

In Kapitel 5 werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Personenversicherung, d. h. auf die Versicherungstechnik der Lebens- und Krankenversicherer, erläutert. Dabei werden verschiedene Risiken für Leben und Gesundheit analysiert. Der mögliche Einfluss des Klimawandels auf das Storno- und das Kostenrisiko wird ebenfalls samt Modellierungsmöglichkeiten betrachtet.

In Kapitel 6 wird der Einfluss des Klimawandels auf die versicherungstechnischen Risiken der Schaden-/ Unfallversicherung dargestellt. Dabei werden die Auswirkungen der physischen Risiken auf die einzelnen Risiken Sturm, Überschwemmung, Hagel sowie Dürre und Waldbrand beleuchtet. Es werden methodische Ansätze vorgestellt, die es ermöglichen könnten, Aussagen über Jährlichkeiten zu treffen. Abschließend werden Denkanstöße zum Umgang mit Rückversicherungsverträgen im Kontext mit Klimawandel gegeben und die Bedeutung von Transitionsrisiken für Schaden-/Unfallversicherer diskutiert.

Kapitel 7 skizziert sonstige Risiken im Zusammenhang mit Klimawandelszenarien. Dazu können operationelle Risiken, Reputationsrisiken und Liquiditätsrisiken gehören.

Kapitel 8 soll Denkanstöße für eine kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen aus den Klimawandelszenarien geben. Dazu wird eine Reihe möglicher Fragen formuliert. Außerdem dient das Kapitel der Einordnung von Ergebnissen aus Klimawandelszenarien jedweder Art, die notwendigerweise einen beispielhaften Charakter haben und mit großen Unsicherheiten verbunden sind.

### NGFS-Lizenz

Für die Darstellungen der Entwicklung wirtschaftlicher Größen in diesem Dokument und der dazugehörigen Datei *Daten\_NGFS\_Bundesbank.xlsx* wurden Daten aus dem [NGFS Scenario Explorer](#) genutzt. Bei dem NGFS handelt es sich um das Network for Greening the Financial System (im Folgenden auch "Rechteinhaber" genannt), einem weltweiten Zusammenschluss von Zentralbanken und Aufsichtsbehörden. Alle Daten unterliegen einem Urheberrechtsschutz des Rechteinhabers, der daran einfache Datenbankrechte nach dem EU-suigeneris-Datenbankschutz geltend macht. Der Rechteinhaber stellt den NGFS Scenario Explorer den Nutzern aber kostenfrei zur Verfügung. Dies geschieht unter Ausschluss der Gewährleistung sowie unter Einbezug der unter <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs/#/license> einsehbaren Lizenzvereinbarung, die als Public License eine Adaption der Creative Commons Attribution 4.0 International Public License darstellt. Mit der Nutzung des NGFS Scenario Explorers werden die zugrundeliegenden Daten (zu wirtschaftlichen Größen) durch Anwendung von Szenarien einer Bearbeitung unterzogen. Die in Kapitel 4d enthaltenen Abbildungen und die entsprechenden Daten in der oben genannten Datei sind das Ergebnis dieser Bearbeitung. Das Urheberrecht des Rechteinhabers setzt sich an diesen Abbildungen und Daten fort.

### Korrigierte Nachauflage

Diese Nachauflage Version 1.1 wurde in das neue Corporate Design des GDV gesetzt. Damit verbunden wurden einige Abbildungen bzw. Abbildungsbeschreibungen angepasst und orthografische Korrekturen vorgenommen. Inhaltlich gab es keine Anpassungen gegenüber der Erstauflage (Version 1.0) „Ansätze zur Umsetzung der aufsichtlichen Anforderungen an Klimawandelszenarien im ORSA“.

# 1. Regulatorische Anforderungen

## Hintergrund

Mit dem Aktionsplan im Jahr 2018 zur Finanzierung nachhaltigen Wachstums und dem daraus resultierenden Call for Advice zur Integration von Nachhaltigkeit in Solvency II hat die EU-Kommission den Startschuss für das Thema Klimawandelszenarien im ORSA gegeben. So steht in der EIOPA-Opinion<sup>4</sup> zu Nachhaltigkeit in Solvency II vom 30. September 2019 u. a. in Bezug auf ORSA:

- Die Analyse von Szenarien ermöglicht es den Unternehmen, die Auswirkungen von Nachhaltigkeitsrisiken über den Zeithorizont von einem Jahr hinaus zu berücksichtigen. Eine solche Analyse sollte in das Risikomanagement, die Unternehmensführung und den ORSA der Unternehmen eingebettet sein. Dies sollte die Unternehmen in die Lage versetzen, die mit dem Klimawandel verbundenen Risiken, denen sie ausgesetzt sind, vorausschauend zu ermitteln und zu bewerten und die Geschäftsplanung und -strategie zu untermauern.
- Der Klimawandel wird wahrscheinlich die Häufigkeit/Schwere von Naturkatastrophen erhöhen. Solche erwarteten Schwankungen müssen in den Risikomanagementstrategien vorausschauend im ORSA erfasst werden. Daten aus der Vergangenheit allein ermöglichen wahrscheinlich keine belastbare Vorhersage für zukünftige Risiken.

Die EIOPA schreibt in der Opinion, dass weitere Arbeiten erforderlich seien, um eine einheitliche Reihe von quantitativen Parametern zu definieren, die in Klimawandelszenarien verwendet werden könnten und die die Unternehmen dann gegebenenfalls in ihre ORSA-, Risikomanagement- und Governance-Praktiken übernehmen können.

Mit der Veröffentlichung der Delegierten Verordnung 2021/1256<sup>5</sup> zur Änderung der Delegierten Rechtsakte zu Solvency II im Amtsblatt der Europäischen Union müssen Nachhaltigkeitsrisiken in das Risikomanagement und das ORSA integriert werden. Die Fassung ist ab dem 2. August 2022 anzuwenden.

<sup>4</sup> (EIOPA, 2019)

<sup>5</sup> (Europäische Kommission, 2021a)

Im April 2021 hat die EIOPA in der Opinion zu Klimawandelszenarien im ORSA (EIOPA, 2021a) ihre Erwartungen konkretisiert, was Unternehmen bei der Anwendung dieser Szenarien beachten sollen. Ein expliziter Anwendungsbeginn wird nicht genannt, jedoch heißt es, dass die EIOPA das Monitoring der Anwendung zwei Jahre nach Veröffentlichung starten wird.

Die Integration von Klimawandelszenarien in den aufsichtlichen Prozess durch entsprechende Vorschläge im Review der Solvency II-Richtlinie ist auch ausdrücklich als Maßnahme 3(d) in der Renewed Sustainable Finance Strategy<sup>6</sup> der EU-Kommission von Juli 2021 genannt. Die Maßnahme findet sich in den Vorschlägen der EU-Kommission zum Solvency-II-Review, die im September 2021 veröffentlicht wurden, dementsprechend wieder. Bei entsprechender Umsetzung würde die Anforderung aus der Opinion, Klimawandelszenarien zu rechnen, auf Richtlinienenebene verankert. Der Anwendungsbeginn der neuen Richtlinie steht noch nicht fest, wird aber voraussichtlich nicht vor 2024 erwartet.<sup>6a</sup>

Im Folgenden werden die wesentlichen Inhalte der EIOPA-Opinion (EIOPA, 2021a) vorgestellt.

## Ziele der Opinion

Der Entwurf der Stellungnahme legt die Erwartungen der EIOPA an die zuständigen nationalen Behörden dar, wie die Integration von Klimawandelszenarien durch Versicherer in ihre ORSA unter Anwendung eines risikobasierten und verhältnismäßigen Ansatzes überwacht werden soll.

- Die aufsichtliche Konvergenz soll in Europa verbessert werden.
- Das vorausschauende Management der Klimawandelrisiken soll in der kurzfristigen als auch langfristigen Perspektive gefördert werden.
- Die Klimaszenarien der Unternehmen müssen (weiter)entwickelt werden, wenn neue Methoden verfügbar sind und die Unternehmen Erfahrungen gesammelt haben.

<sup>6</sup> (Europäische Kommission, 2021b)

<sup>6a</sup> Anmerkung im August 2022: Der Anwendungsbeginn wird voraussichtlich nicht vor 2025 erwartet.

→ Die verwendeten Szenarien sollen zu einem gewissen Grad standardisiert sein. Dabei sollen die Konsistenz auf dem Markt und die Individualität der ORSAs ausbalanciert sein.

### Klimawandelrisiken in der Kurz- und Langfristperspektive

Die Risiken sollen in der Kurzfristperspektive betrachtet werden. Dabei sollen nicht nur physische Risiken (z. B. wegen Häufigkeit, Stärke und Verteilung von Extremwetterereignissen), sondern auch transitorische Risiken (z. B. wegen Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer oder technologischer Neuerungen) betrachtet werden.

In der Langfristperspektive sollen Szenarien für die strategische Planung und Geschäftsstrategie informativ eingesetzt werden. Dabei könnten strategische Möglichkeiten sowie Herausforderungen im Blickfeld sein (wie z. B. Geschäftsmodell, Risikoprofil, Versicherbarkeit, Bezahlbarkeit, Solvenzlage, etc.).

### Definition von Klimawandelrisiken

Klimawandelrisiken/Nachhaltigkeitsrisiken sind keine eigene Risikokategorie, sondern materialisieren sich über die nachfolgenden bereits bekannten Risikoarten.

**Transitionsrisiken** sind Risiken, die sich aus dem Übergang zu einer kohlenstoffarmen und klimaresistenten Wirtschaft ergeben. Sie umfassen:

- Politische Risiken, z. B. als Folge von Energieeffizienzanforderungen, Kohlenstoffpreismechanismen oder politischen Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Landnutzung.
- Rechtliche Risiken, z. B. das Risiko von Rechtsstreitigkeiten, wenn negative Auswirkungen auf das Klima nicht vermieden oder minimiert werden oder wenn eine Anpassung an den Klimawandel nicht erfolgt.<sup>7</sup>
- Technologische Risiken, z. B. wenn eine weniger klimaschädliche Technologie eine klimaschädlichere Technologie ersetzt.

<sup>7</sup> Vgl. (Network for Greening the Financial System, 2021a). Solche Haftungs- bzw. Prozessrisiken werden teilweise auch als eigene Risikoart verstanden. Insbesondere durch die Möglichkeit der Risikoübertragung durch Haftpflichtversicherungen (wie z. B. allgemeine Haftpflicht, Berufshaftpflicht oder D&O-Versicherung) sind diese Risiken von besonderer Bedeutung für Versicherungsunternehmen. Daneben können diese Risiken auch aus direkten Ansprüchen gegen Versicherer (z. B. aufgrund unzureichender Offenlegung) entstehen.

→ Marktstimmungsrisiken, z. B. wenn sich die Entscheidungen von Verbrauchern und Geschäftskunden hin zu weniger klimaschädlichen Produkten und Dienstleistungen verschieben.

→ Reputationsrisiken, z. B. die Schwierigkeit, Kunden, Mitarbeiter, Geschäftspartner und Investoren zu gewinnen und zu halten, wenn ein Unternehmen im Ruf steht, das Klima zu schädigen.

**Physische Risiken** sind Risiken, die sich aus den physischen Auswirkungen des Klimawandels ergeben. Sie umfassen:

- Akute physische Risiken, die sich aus bestimmten Ereignissen ergeben, insbesondere wetterbedingten Ereignissen wie Stürmen, Überschwemmungen, Bränden oder Hitzewellen, die Produktionsanlagen beschädigen und Wertschöpfungsketten unterbrechen können.
- Chronische physische Risiken, die sich aus längerfristigen Veränderungen des Klimas ergeben, wie z. B. Temperaturveränderungen, Anstieg des Meeresspiegels, verringerte Wasserverfügbarkeit, Verlust der biologischen Vielfalt und Veränderungen der Produktivität von Land und Boden.

In der Anlage A zu Anhang II zur Delegierten Verordnung 2021/2139<sup>8</sup> mit den Screening-Kriterien zu den Umweltzielen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel werden physische Risiken wie in Tabelle 1 dargestellt klassifiziert (die Klassifizierung ist aber nicht abschließend).

### Materialitätsbewertung

Die Materialität von Klimawandelrisiken soll durch eine Kombination von qualitativen und quantitativen Analysen identifiziert werden. Dazu schreibt die EIOPA (vgl. Rz. 3.8.–3.14 in (EIOPA, 2021a)):

- Qualitative Analysen können einen Einblick geben zu Aufsichtsrisiken wie Marktrisiko, Gegenparteiisiko, Underwriting-Risiko, Operationelles Risiko, Reputationsrisiko, Strategisches Risiko, etc.
- Quantitative Analysen können zur Bewertung des Exposures von Assets und Underwriting Portfolien in Bezug auf Transitionsrisiken und physischen Risiken als integrale Bestandteile der bekannten Risikoarten genutzt werden.

<sup>8</sup> (Europäische Kommission, 2021c)

### Klassifikation von Klimagefahren durch die EU-Kommission

Tabelle 1 · Anlage A zu Anhang II zur Delegierten Verordnung 2021/2139

	Temperatur	Wind	Wasser	Feststoffe
<b>Chronisch</b>	Temperaturänderung (Luft, Süßwasser, Meerwasser)	Änderung der Windverhältnisse	Änderung der Niederschlagsmuster und -arten (Regen, Hagel, Schnee/Eis)	Küstenerosion
	Hitzestress		Variabilität von Niederschlägen oder der Hydrologie	Bodendegradierung
	Temperaturvariabilität		Versauerung der Ozeane	Bodenerosion
	Abtauen von Permafrost		Salzwasserintrusion	Solifluktion
			Anstieg des Meeresspiegels Wasserknappheit	
<b>Akut</b>	Hitzewelle	Zyklon, Hurrikan, Taifun	Dürre	Lawine
	Kältewelle / Frost	Sturm (einschließlich Schnee-, Staub- und Sandstürme)	Starke Niederschläge (Regen, Hagel, Schnee/Eis)	Erdrutsch
	Wald- und Flächenbrände	Tornado	Hochwasser (Küsten-, Flusshochwasser, pluviales Hochwasser, Grundhochwasser)	Bodenabsenkung
			Überlaufen von Gletscherseen	

Quelle: (Europäische Kommission, 2021c)

- Bei den Analysen sollen künftige Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden.
- Rückversicherungsschutz physischer Risiken ist laut der EIOPA kein Grund für Immaterialität.
- Bei Nicht-Materialität von Risiken muss eine Erklärung für die Gründe angegeben werden.
- Mindestens zwei langfristige Szenarien sollten gerechnet werden:
  - Ein Klimawandelszenario, bei dem der globale Temperaturanstieg unter 2 °C bleibt, vorzugsweise nicht mehr als 1,5 °C, im Einklang mit den Verpflichtungen der EU;<sup>9</sup>
  - ein Klimawandelszenario, bei dem der globale Temperaturanstieg 2 °C übersteigt.

#### Umfang der Klimawandelrisiken

Materielle Risiken sollen – wo angemessen – anhand einer hinreichend breiten Spannbreite an kurz- und langfristigen Szenarien bewertet werden (vgl. Rz. 3.15–3.21 in (EIOPA, 2021a)):

- Erst eine große Spanne an Szenario-Ergebnissen mit den verbundenen Risiken und Unsicherheiten ermöglicht dem Management einen hinreichend tiefen Einblick für Entscheidungen und Maßnahmen.
- Die Unsicherheit nimmt bei einem langen Modellierungs-Zeithorizont zu (getrieben durch externe Faktoren wie Demografie, ökonomische Entwicklung, Politik zu CO<sub>2</sub>-Emissionen, technischer Wandel, Marktstimmung, etc.) und ergibt eine Vielzahl an denkbaren, künftigen Zuständen.

- Das Ziel ist, die Robustheit der Geschäftsstrategie unter möglichst vielen verschiedenen Bedingungen zu bewerten.

#### Projektionen der Bilanz

Generell stellt die EIOPA in der Opinion (in Rz.3.23) ihre Erwartung klar, dass bei der Darstellung der Bilanz, der Solvenzkapitalanforderung und des Gesamtsolvabilitätsbedarfs bei einem kurzfristigen Zeithorizont ein hohes Maß an Genauigkeit gegeben sein muss. Hingegen darf, je länger der Zeithorizont ist, die Projektion der Bilanz desto ungenauer ausfallen (Rz. 3.22).

Für einen (sehr) kurzfristigen Betrachtungszeitraum gilt, dass Unternehmen die aktuelle Bilanz generell als Grundlage für ihre Analyse heranziehen können und

<sup>9</sup> Mit der umgangssprachlichen Formulierung eines Temperaturanstiegs um x Grad Celsius ist jeweils ein Anstieg um x Kelvin gemeint.



keine Projektion der Bilanz vornehmen müssen. Für andere, auch langfristige Zeithorizonte erlaubt die Aufsicht die Verwendung der aktuellen Bilanz als Vereinfachung und stellt dies als Möglichkeit dar, Mehrperiodizität zu vermeiden (Rz. 5.14–5.15).

Als weitere denkbare Variante beschreibt die Aufsicht eine teilweise Projektion der Bilanz, um nicht die komplette Bilanz fortschreiben zu müssen und dennoch den langfristigen Charakter der Klimawandelszenarien zu bewahren. Beispielsweise könnte so die Schadenentwicklung für verschiedene Naturgefahren oder Regionen projiziert werden oder die Aktivseite der Bilanz könnte isoliert betrachtet werden, um Auswirkungen der Transitionsrisiken auf das Investmentportfolio im Zeitverlauf zu bewerten (Rz. 5.16).

Die EIOPA schreibt, dass die komplette Projektion der Bilanz einige Vorteile hätte wie die Gewährleistung der internen Konsistenz und die Kompatibilität von Maßnahmen, dennoch könne es nicht das Ziel sein, alle einzelnen Bilanzbestandteile im Detail in die Zukunft fortzuschreiben, sondern sich vor allem auf die für die Analyse wichtigen Bestandteile zu fokussieren. Als Beispiele nennt die EIOPA die Berücksichtigung des Neugeschäfts in der Projektion der Verbindlichkeiten und die Antizipation eines Anstiegs des SCR für gezeichnete Risiken (Rz. 5.17–5.18).

### Zeithorizont

Die EIOPA stellt in ihrer Opinion (Rz. 3.3) klar, dass der Zeithorizont für die Bewertung der langfristigen Klimawandelrisiken anhand der Szenarioanalysen länger ausfallen könnte als der übliche Zeithorizont im ORSA. Sie definiert den Zeithorizont für die Betrachtung des Klimawandels im ORSA folgendermaßen:

- Aktueller Klimawandel: Bisherige Aufzeichnungen der Auswirkungen
- Kurzfristiger Klimawandel: Ausblick auf die nächsten 5–10 Jahre
- Mittelfristiger Klimawandel: Ausblick auf die nächsten 30 Jahre
- Langfristiger Klimawandel: Ausblick auf die nächsten 80 Jahre (bis zum Ende des Jahrhunderts)

Die Hinweise<sup>10</sup> zum Solvency-II-Berichtswesen der BaFin, die am 20. Dezember 2021 veröffentlicht wurden, stellen unter anderem ihre Erwartungshaltung zur Anwendung von Klimawandelszenarien einschließlich des Zeithorizonts der Szenarien dar:

» Im ORSA-Bericht sind Klimaänderungsrisiken explizit zu adressieren, zumindest wenn sie materiell für das Unternehmen sind. In diesem Fall ist auf die kurz- und langfristige Perspektive (5–10 bzw. **80 Jahre**) für das Unternehmen einzugehen.«

In Gesprächen zwischen dem Verband und der BaFin wurde in Bezug auf die langfristige Perspektive der Klimawandelszenarien festgehalten, dass es in einem ersten Schritt ausreichend ist, wenn sich die Unternehmen zunächst auf einen **Zeithorizont von 30 Jahren beschränken** und diesen dann später verlängern. Dieses Vorgehen ist mit der BaFin abgestimmt und zulässig.

Hintergrund für die Nennung der 80 Jahre in den BaFin-Hinweisen ist die Tatsache, dass dieser Zeithorizont von der EIOPA in ihrer Opinion herangezogen wird.

Konkret heißt das, dass es Unternehmen derzeit erlaubt ist, eine andere Wahl für den langfristigen Zeithorizont zu treffen als den von der Aufsicht offiziell genannten. Damit könnte sich auch eine gewisse, dazu konsistente, Verschiebung der anderen zeitlichen Perspektiven ergeben.

Auch die Beispiele in der Guidance der EIOPA orientieren sich eher an dem kurzfristigen oder mittelfristigen Zeithorizont.

Wie ein möglicher Umgang mit den unterschiedlichen Zeithorizonten in der praktischen Anwendung aussehen könnte, wird in Kapitel 3 dargestellt.

### (Weiter-)Entwicklung der Klimawandelanalysen

Die EIOPA und die BaFin erwarten eine (Weiter-)Entwicklung der Szenarien bei Umfang, Tiefe und Methoden:

- Zunächst kann der Fokus auf Haupttreiber und What-If-Analysen gelegt werden, um Langfrist-Szenarien zu vereinfachen.
- Unternehmen sollen Expertise und Kapazitäten (weiter-)entwickeln.
- Heutige Szenarien enthalten (noch) nicht alle relevanten Informationen zu transitorischen und physischen Risiken.
- Es entstehen neue Herausforderungen, wenn langfristige, multi-periodische Szenarien gerechnet werden.
- Systematische Verbesserungen der Analysen sind das Ziel.

<sup>10</sup> (BaFin, 2021)

Ein wichtiges Anliegen für die Aufsicht ist, dass die Versicherungsunternehmen die Analyse der Klimawandelrisiken weiterentwickeln oder – sofern noch nicht geschehen – umgehend mit der Auseinandersetzung bezüglich der Klimawandelrisiken beginnen. Auch wenn beispielsweise die Daten und Methoden den Unternehmen in der eigentlich erforderlichen Granularität und Qualität noch nicht vorliegen, so ist es ausdrücklich von der Aufsicht erwünscht, mit der vorhandenen Grundlage zu starten. Dafür könnten auch neue Wege erforderlich sein und z. B. einfachere Annahmen und Methoden als sonst üblich verwendet oder im Bereich der Kapitalanlage auf öffentlich bekannte Ergebnisse/Tools großer Vermögensverwalter, Indexanbieter usw. zurückgegriffen werden. Ein Abwarten, bis die erwünschte Datenbasis vorhanden bzw. soweit fortgeschritten ist, dass Unternehmen diese Risiken genauso akkurat wie z. B. ihre versicherungstechnischen Risiken bewerten können, lehnt die BaFin ab. Die Unternehmen sollen dagegen schon jetzt die vorhandenen Daten/Annahmen (aus externen Quellen etc.) nutzen, um diese Risiken so gut wie möglich und für sie angemessen zu bewerten.

Die Aufsicht betont außerdem die Wichtigkeit und Notwendigkeit der (quantitativen) Analysen gerade im Bereich von langfristigen Szenarien, jedoch würden qualitative Szenarien für Unternehmen ohne Erfahrungen in dem Bereich zunächst genügen. Die qualitativen Analysen können als Annäherung und Herantasten an das Thema genutzt werden und den Boden bereiten für quantitative Ansätze. Die Aufsicht erwartet mit gewonnener Expertise systematische Verbesserungen der Analysen.

Der evolutionäre Ansatz bezieht sich auf die für die Analysen genutzten Daten und Modelle, aber auch auf die Bandbreite der Annahmen für die Szenarien. Eine Erweiterung bzw. Vertiefung verschiedener Aspekte sollte bei der Weiterentwicklung der Szenarien berücksichtigt werden (weitere Nachhaltigkeitsrisiken, Politik, Makro- und Mikroaspekte in der Ökonomie, Geschäfts-

ausrichtung/-modell usw.). Auch könnte in einer ersten Stufe des evolutionären Prozesses die vertiefte Auseinandersetzung z. B. mit dem gravierenderen Temperaturanstiegsszenario begonnen werden (globaler Anstieg der Temperatur um mehr als 2 °C). Ein zweites Anstiegsszenario (z. B. mit begrenztem Anstieg von 1,5 °C) könnte mit einer Abweichungsanalyse im Vergleich zu dem ersten Szenario untersucht werden.

### Low-Risk Profile Undertakings

Wie bereits oben erwähnt, schlägt die EU-Kommission im Rahmen der Überprüfung von Solvency II vor, dass ein neuer Artikel über die Analyse von Klimawandelrisiken in die Solvency-II-Richtlinie eingefügt werden soll, wonach die Versicherer künftig jede wesentliche Exponierung gegenüber Risiken des Klimawandels ermitteln und ggf. mit mindestens zwei langfristigen Klimaszenarien die Auswirkungen auf ihr Geschäft bewerten müssen. Versicherer, die als Unternehmen mit schwachem Risikoprofil – sogenannte Low-risk profile undertakings (LRPU) – eingestuft werden, sollen laut dem Vorschlag von der Szenarioanalyse befreit sein, jedoch nicht von der Materialitätsüberprüfung. Eine Definition, welche Unternehmen künftig als LRPU gelten sollen, ist ebenfalls in den Vorschlägen der EU-Kommission enthalten.

Die BaFin schreibt dazu in ihren aktuellen Hinweisen zum Solvency-II-Berichtswesen, dass Unternehmen mit schwachem Risikoprofil, sofern sie materiellen Klimawandelrisiken ausgesetzt sind, zumindest angeben müssten, inwieweit sie Klimarisiken gegenüber exponiert seien. Außerdem müssten sie angeben, welche klimaänderungsbedingten mittelfristigen Auswirkungen sie für ihre künftige Schadenentwicklung, ihren Kapitalbedarf und ihre Kapitalanlagen erwarten und wie sie hierauf reagieren würden.

## 2. Szenario-Auswahl

Die Literatur zum Thema Klimawandel und Klimawandelszenarien ist umfassend und wächst ständig weiter an. Außerdem ist klar, dass selbst die aktuell vorliegenden Erkenntnisse zum Teil mit großen Unsicherheiten verbunden sind. Die Erforschung des Klimawandels und die sich daraus ergebenden Klimawandelszenarien sind Work-in-Progress. Die EIOPA macht in ihrer "Opinion on the supervision of the use of climate change risk scenarios in ORSA"<sup>11</sup> auch keine Vorgaben zur Nutzung oder Berücksichtigung bestimmter Klimawandelszenarien. Für Versicherungsunternehmen gibt es in der praktischen Umsetzung daher vielfältige Möglichkeiten, sich dem Thema zu nähern.

Die Projektgruppe des Verbandes hat sich im Vorfeld mit einer Vielzahl verschiedenen Quellen auseinandergesetzt (siehe separate Materialsammlung). Dabei wurden sowohl wissenschaftliche Ausarbeitungen zum Thema als auch Studien, die in der (internationalen) aufsichtlichen Praxis bereits praktische Anwendung gefunden haben (u. a. Bank of England, De Nederlandsche Bank, Network for Greening the Financial System), berücksichtigt.

Für dieses Dokument wurden die Arbeiten des „Network for Greening the Financial System“ (NGFS)<sup>12</sup> als Ausgangsbasis gewählt. **Die Auswahl dieser Quelle ist aber keine Festlegung in dem Sinn, dass dies die einzig mögliche oder sinnvolle Auswahl ist.** Eine Festlegung dieser Art ist nicht gewollt oder möglich. Jedes Versicherungsunternehmen kann auch – mit Blick auf das individuelle Risikoprofil – andere valide Quellen für eigene Zwecke zu Grunde legen oder diese ergänzend heranziehen.

Die Auswahl des NGFS als primäre Basis für die Arbeiten der Projektgruppe erfolgte hauptsächlich vor dem Hintergrund, dass das NGFS konkrete Klimawandelszenarien vorgibt, die den Anforderungen der Aufsicht entsprechen. Zusätzlich stellt NGFS mit dem [NGFS Scenario Explorer](#) und dem [Climate Impact Explorer](#) praktische Tools für die Modellierung von Klimawandelszenarien zur Verfügung.<sup>13</sup> Auch dadurch, dass das NGFS aus Zentralbanken und Aufsichtsbehörden (u. a. Bundesbank

und BaFin) besteht, war es naheliegend hierauf zurückzugreifen. Aus Sicht der Projektgruppe haben diese Argumente den Ausschlag für die Auswahl des NGFS gegeben.

### a. Was ist NGFS?

Das Network for Greening the Financial System (NGFS) wurde im Jahr 2017 gegründet und besteht aus Zentralbanken und Aufsichtsbehörden, die sich zu umweltfreundlichen Best Practices bekennen und dazu beitragen möchten, das klimabezogene Risikomanagement in der Finanzbranche zu entwickeln sowie den Wechsel zu einer nachhaltigen Wirtschaft zu unterstützen.

Die einzelnen Klimaszenarien des NGFS werden jeweils durch einen Pfad für den künftigen CO<sub>2</sub>-Preis beschrieben. Dabei dient der CO<sub>2</sub>-Preis vereinfachend als Maß für die Intensität der gesamten klimapolitischen Maßnahmen.<sup>14</sup> In der Realität setzen Regierungen viele verschiedene fiskalische und regulatorische Instrumente ein, die mit unterschiedlichen Kosten und Nutzen verbunden sind.

In den NGFS-Szenarien besteht außerdem eine Abhängigkeit der Ergebnisse von der unterstellten Verwendung der staatlichen Einnahmen aus dem CO<sub>2</sub>-Preis.<sup>15</sup> Wenn diese Einnahmen für Investitionen verwendet werden, steigert dies die künftige Wirtschaftsleistung. Wenn die Einnahmen stattdessen (z. B. durch rückgeführte Staatsschulden, gesenkte Steuern oder erhöhte Transfers) an die Wirtschaftssubjekte zurückgegeben werden und zumindest teilweise nicht in Investitionen, sondern in den Konsum fließen, ergibt sich im Vergleich eine deutlich geringere künftige Wirtschaftsleistung als im ersten Fall.

In den folgenden beiden Abschnitten beschriebenen Szenarien wird jeweils eine Rückgabe der Einnahmen aus dem CO<sub>2</sub>-Preis an die Haushalte unterstellt. Unter Gesichtspunkten der sozialen Gerechtigkeit und politischen Durchsetzbarkeit scheint eine (teilweise) Kompensation der Haushalte aus deutscher Sicht auch eine plausible Annahme zu sein. Im Vergleich zu den betrachteten Szenarien bestünde bei einer un-

<sup>11</sup> (EIOPA, 2021a)

<sup>12</sup> Zur Übersicht vgl. (Network for Greening the Financial System, 2021c).

<sup>13</sup> Eine Erläuterung des Zusammenhangs zwischen NGFS-Szenarien und Climate Impact Explorer-Daten ist in (Network for Greening the Financial System, 2021b) zu finden.

<sup>14</sup> Vgl. (Network for Greening the Financial System, 2021c), S. 15.

<sup>15</sup> Vgl. (Network for Greening the Financial System, 2021c), S. 39.

vollständigen Rückgabe in der Realität noch Potenzial für eine bessere wirtschaftliche Entwicklung aufgrund erhöhter Investitionen.

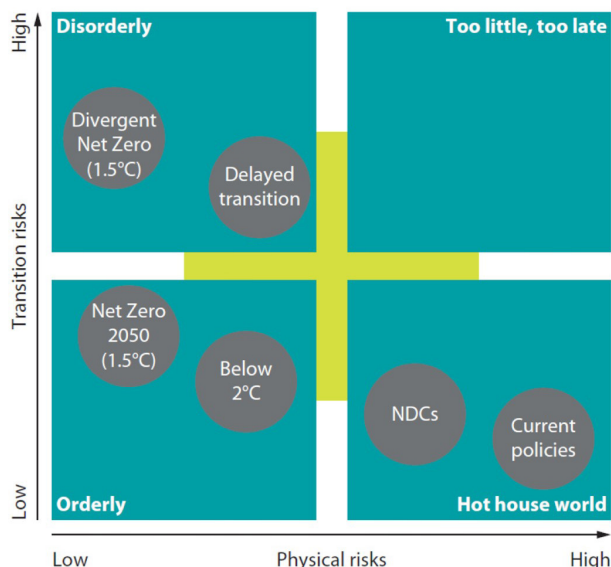
Durch eine quantitative Auswertung lassen sich indikativ die Auswirkungen der Klimaszenarien bewerten.

Das NGFS bietet sechs unterschiedliche Szenarien an, die über drei Quadranten der NGFS-Szenario-Matrix verteilt sind (siehe Abbildung 1). Die Quadranten stehen für vier verschiedene Ausgänge bzw. den Übergängen dorthin.

In den Orderly-Szenarien wird angenommen, dass die Klimapolitik ohne weitere Verzögerungen eingeführt und schrittweise verschärft wird. Sowohl die physischen Risiken als auch die Transitionsrisiken sind relativ gering. Die Disorderly-Szenarien gehen von einem höheren Übergangsrisiko wegen einer verzögerten oder uneinheitlichen Politik in den Ländern und Sektoren aus. So müssten beispielsweise die Kohlenstoffpreise nach einer gewissen Zeit der Verzögerung abrupt steigen. In den Hot-House-World-Szenarien wird die Annahme getroffen, dass einige klimapolitische Maßnahmen in einigen Ländern umgesetzt werden, aber die Bemühungen weltweit nicht ausreichen, um eine signifikante globale Erwärmung aufzuhalten. Die Szenarien führen zu schweren physischen Risiken, einschließlich unumkehrbarer Auswirkungen wie dem Anstieg des Meeresspiegels.

## NGFS-Szenarien

**Abbildung 1** · Überblick über die NGFS-Szenarien. Die Szenarien sind in den Kreisen entsprechend ihrer physischen bzw. transitorischen Risiken dargestellt.



Quelle: (Network for Greening the Financial System, NGFS Climate Scenarios Database, Technical Documentation V2.2, 2021)

Somit sind die Szenarien mit dem Ausgang Hot-House-World besonders dafür geeignet, den Fokus auf die physischen Risiken zu setzen. Die Szenarien aus dem Quadranten Disorderly eignen sich besonders, um die Transitionsrisiken zu beleuchten. Aus diesem Grund werden im Folgenden die beiden Szenarien Delayed Transition stellvertretend für ein Disorderly-Szenario und Current Policies als ein Hot-House-World-Szenario für die weitere Analyse betrachtet.

Grundsätzlich sind verschiedene künftige sozio-ökonomische Entwicklungen denkbar.<sup>16</sup> Die Übergangspfade der NGFS-Szenarien beruhen sämtlich auf denselben Grundannahmen zu den wichtigsten sozio-ökonomischen Faktoren, wie z. B. einer harmonisierten Entwicklung der Bevölkerung, der wirtschaftlichen Entwicklung sowie der Nahrungsmittel- und Energienachfrage. Diese sozioökonomischen Annahmen sind dem gemeinsamen sozioökonomischen Pfad SSP2<sup>17</sup> des Weltklimarates [Intergovernmental Panel on Climate Change \(IPCC\)](#) entnommen.

Die NGFS-Szenarien enthalten generell keine wirtschaftlichen Schäden durch physische Risiken, d. h. die wirtschaftlichen Entwicklungen werden ohne Berücksichtigung der Auswirkungen von Emissionen und Temperaturänderungen auf Infrastruktursysteme und den Kapitalstock projiziert. Die steigenden Temperaturen wirken sich auf die Wirtschaft lediglich über eine allmählich sinkende Arbeitsproduktivität aus.

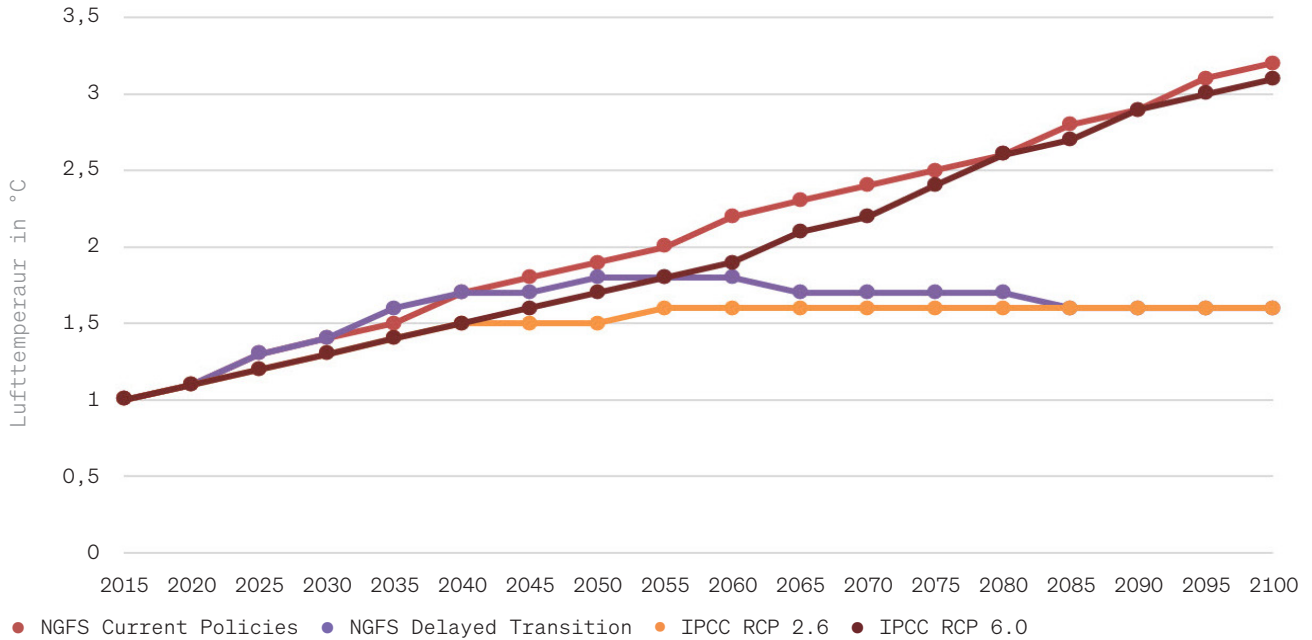
Um die physischen Risiken mit einbeziehen zu können, ist eine Zuordnung zu Repräsentativen Konzentrationspfaden (RCP) des IPCC denkbar: Die verschiedenen Orderly und Disorderly Szenarien liegen noch ungefähr im Bereich des Niedrigtemperaturszenarios (RCP 2.6), während das Current-Policies-Szenario nahe am Hochtemperaturszenario (RCP 6.0) liegt. Abbildung 2 zeigt, dass in den Szenarien NGFS Delayed Transition und RCP 2.6 der Temperaturanstieg jeweils Mitte des Jahrhunderts endet und langfristig klar unterhalb von 2 °C bleibt, während er sich in den beiden Szenarien Current Policies und RCP 6.0 ungebremst fortsetzt und Ende des Jahrhunderts 3 °C übersteigt. Dementsprechend ergibt sich auch in Bezug auf die bereits erwähnte Arbeitsproduktivität nach anfänglichen leichten Rückgängen zur Mitte des Jahrhunderts im Delayed-Transition-Szenario eine Stabilisierung, während sich der Rückgang im Current-Policies-Szenario sogar noch beschleunigt (vgl. Abbildung 3).

<sup>16</sup> Vgl. (Network for Greening the Financial System, 2021b), S. 73.

<sup>17</sup> Vgl. z. B. (Kriegler, et al., 2012) und (O'Neill, et al., 2017).

### Lufttemperatur

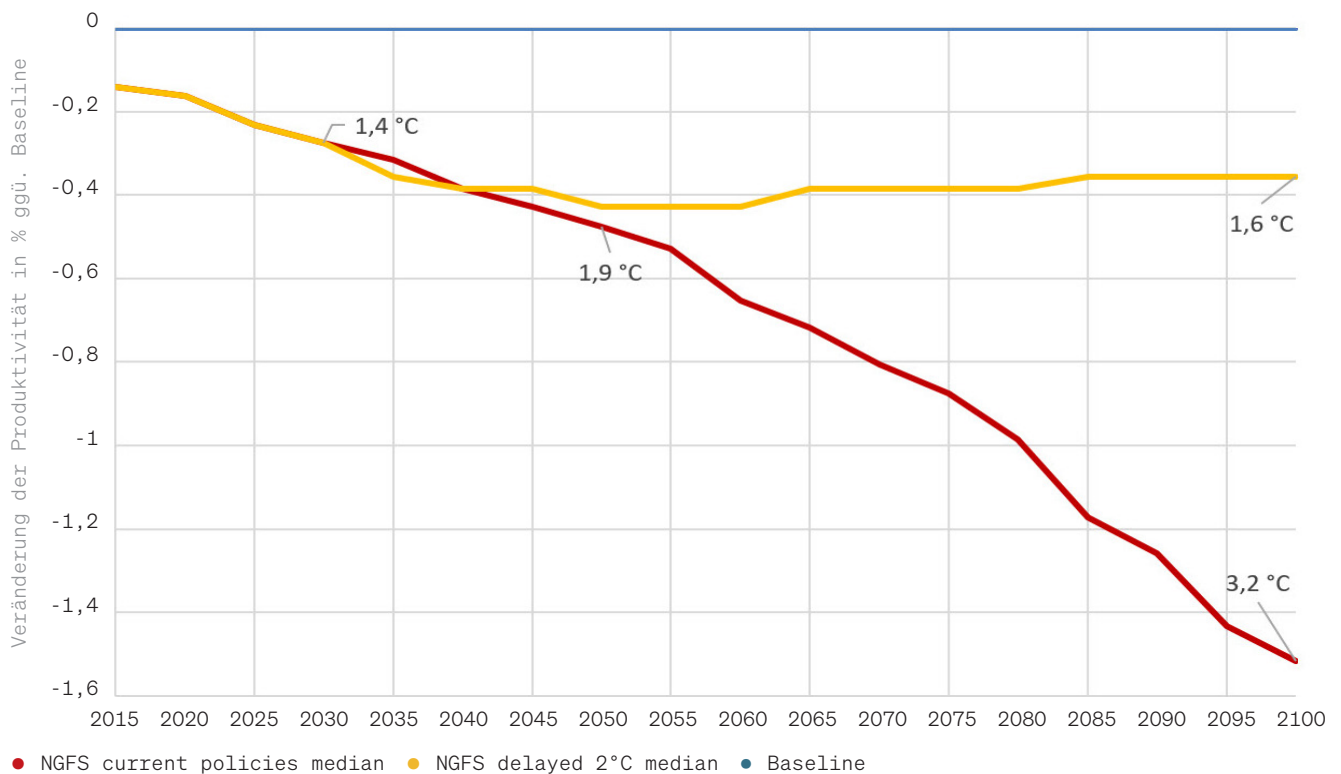
**Abbildung 2** · Anstieg der Lufttemperatur in Grad Celsius in Deutschland in den Szenarien Current Policies und Delayed Transition des NGFS und RCP 2.6 sowie RCP 6.0 des IPCC im Vergleich zum Referenzzeitraum 1986–2006



Quelle: Climate Analytics, 2021. Climate Impact Explorer. Available at: <http://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/>

### Arbeitsproduktivität

**Abbildung 3** · Prozentualer Rückgang der Arbeitsproduktivität aufgrund von Hitzestress in Deutschland in den NGFS-Szenarien Delayed Transition und Current Policies



Quelle: Climate Analytics, 2021. Climate Impact Explorer. Available at: <http://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/>

### b. Delayed-Transition-Szenario

Das NGFS-Delayed-Transition-Szenario ist ein Disorderly-Szenario.

Es gelten folgende Annahmen:

- Zunächst gibt es keine zusätzlichen oder verschärften Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, bevor ab 2030 – zuvor unerwartet – dann recht deutlich ausfallende Maßnahmen ergriffen werden.
- Es bestehen erhebliche Transitionsrisiken, deren Auswirkungen mit Hilfe dieses Szenarios abgeschätzt werden können. Die physischen Risiken sind vergleichsweise gering.
- Net-Zero-CO<sub>2</sub>-Emissionen werden erst nach 2070 erreicht, insgesamt ist der Unterschied der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum „Net Zero 2050“-Szenario aber relativ gering.
- Der erwarteter Anstieg der globalen Temperatur im Jahr 2100 im Vergleich zur Referenzperiode 1986–2006 beträgt 1,6 °C. Der erwartete Verlauf der Lufttemperatur ist mit dem RCP 2.6 des IPCC vergleichbar.

### c. Current-Policies-Szenario

Das NGFS-Current-Policies-Szenario ist ein Hot-House-World-Szenario.

Es gelten folgende Annahmen:

- Es werden dauerhaft keine zusätzlichen oder verschärften Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ergriffen.
- Es bestehen erhebliche langfristige physische Risiken, deren Auswirkungen mit Hilfe dieses Szenarios abgeschätzt werden können.
- Der erwartete Anstieg der globalen Temperatur im Jahr 2100 im Vergleich zur Referenzperiode 1986–2006 beträgt 3,2 °C. Der erwartete Verlauf der Lufttemperatur ist mit dem RCP 6.0 des IPCC vergleichbar.

### d. Referenzszenario

Die Bewertung klimabedingter Risiken erfordert die Definition eines Benchmark- bzw. Referenzszenarios, d. h., für alle betrachteten Variablen sollte eine Aus-

prägung festgelegt werden, gegenüber derer die Auswirkungen der adversen Szenarien bzw. Klimawandelszenarien bewertet werden. Für die Bewertung der physischen Risiken wird als Referenzszenario in der Regel das aktuelle Niveau oder ein vorindustrieller Durchschnitt verwendet (z. B. globale Erwärmung, Niederschlag, Meeresspiegel). Für die makrofinanziellen Auswirkungen von Klimarisiken (insbesondere Transitionsrisiken) ist eine solche Sicht vor dem Hintergrund des langfristigen Zeithorizonts jedoch ungeeignet. Bei einem Vergleich mit der laufenden Berichtsperiode (beispielsweise gegenüber 2050) würden die makrofinanziellen Auswirkungen des Klimawandels von allgemeinen Wachstumstrends und sozioökonomischen Entwicklungen überlagert werden. Daher sollten die ökonomischen Auswirkungen von Klimarisiken im Vergleich zu einem allgemeinen Wachstumstrend betrachtet werden, d. h. einem hypothetischen (kontrafaktischen) Szenario in der Abwesenheit von Klimarisiken. Dies stellt sicher, dass die Auswirkungen von Klimarisiken ceteris paribus analysiert werden. In den NGFS-/NiGEM-Szenarien steht mit dem Baseline-Szenario ein solches Referenzszenario zur Verfügung (siehe Abschnitt 4.b).

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass sich durch die Eigenschaft des Kontrafaktischen im NGFS-Baseline-Szenario ein anderer Blick auf die Ergebnisse der Klimaszenarien ergibt als bei bislang gebräuchlichen Stresstests: Es geht nicht um fiktive potenzielle adverse Entwicklungen. Vielmehr wird sich die Zukunft mutmaßlich im Spektrum der Klimawandelszenarien mit transitorischen und physischen Risiken bewegen. Das NGFS-Baseline-Szenario befindet sich außerhalb dieses Spektrums.

### e. Integrated Assessment Models und NiGEM-Modell

Bei genauerer Betrachtung gibt es von den NGFS-Szenarien jeweils drei verschiedene Versionen. Dahinter stecken unterschiedliche **Integrated Assessment Models (IAMs)**, die jeweils dazu dienen, die komplexe Dynamik zwischen Makroökonomie, Landwirtschaft und Landnutzung, Energie, Wasser und Klima zu modellieren:

- GCAM
- MESSAGEix-GLOBIOM
- REMIND-MAgPIE.

Alle drei Modelle sind ausgereifte, komplexe Modelle, die in der wissenschaftlichen Literatur breit ver-

wendet werden. Bei MESSAGEix-GLOBIOM und REMIND-MAGPIE handelt es sich um Allgemeine Gleichgewichtsmodelle mit vorausschauenden ökonomischen Agenten, die eine intertemporale Optimierung vornehmen. Im Unterschied dazu stellt GCAM lediglich ein Partielles Gleichgewichtsmodell dar, bei dem die Entwicklung des wirtschaftlichen Outputs (Bruttoinlandsprodukt) und der Energienachfrage exogen vorgegebenen Annahmen folgt und die Agenten nur rückblickende Informationen verwenden. Dennoch scheinen alle drei Modelle für die Zwecke der Klimawandelanalysen im ORSA grundsätzlich geeignet zu sein. In vielen Fällen fallen die Ergebnisse auch ähnlich aus.

Um die folgenden – exemplarischen – Ausführungen und Darstellungen nicht zu überfrachten, musste ein Modell ausgewählt werden. Wir haben uns dabei an der Deutschen Bundesbank orientiert, die sich in ganz ähnlichen Analysen dazu entschieden hat, MESSAGEix-GLOBIOM zu Grunde zu legen.<sup>18</sup> Über den [NGFS Scenario Explorer](#) sind aber Daten für alle drei IAMs verfügbar.

### NiGEM-Modell

In den jeweiligen IAMs, die hinter den NGFS-Szenarien stecken, werden jeweils nur wenige wirtschaftliche Größen modelliert. Um auch zu weitergehen

den wirtschaftlichen Fragen des Klimawandels und der Transition Antworten zu erhalten, hat das National Institute of Economic and Social Research die NGFS-Szenarien mit seinem schon länger bestehenden NiGEM-Modell kombiniert.

NiGEM ist ein globales makroökonomische Modell, das von vielen Institutionen im öffentlichen und privaten Sektor für Wirtschaftsprognosen, Szenariorechnungen und Stresstests verwendet wird.<sup>19</sup> Es besteht aus miteinander verbundenen Ländermodellen der wichtigsten Volkswirtschaften. Für Zwecke der NGFS-Szenarien baut NiGEM vor allem auf der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Preise und des wirtschaftlichen Outputs aus dem IAM auf. Auch die Temperaturentwicklung wirkt sich im Zeitverlauf via Arbeitsproduktivität auf die wirtschaftlichen Größen in NiGEM aus.

Bei der Darstellung der Ergebnisse aus NGFS/NiGEM gilt es vor allem bei den wirtschaftlichen Größen zu beachten, dass entweder ihre Entwicklung in dem jeweiligen Szenario selbst oder die Abweichung von ihrer Entwicklung in einem Referenzszenario betrachtet werden kann. In Veröffentlichungen zu NGFS wird meist die zweite Variante gewählt. In den Darstellungen in diesem Dokument werden hingegen die eigentlichen Szenario-Ergebnisse gezeigt und zusätzlich mit dem Referenzszenario verglichen (siehe Abschnitte 2.d und 4.b).

<sup>18</sup> Vgl. (Schober, et al., 2021)

<sup>19</sup> Vgl. (National Institute of Economic and Social Research, 2020) und (National Institute of Economic and Social Research, 2021).

## 3. Methodik

### a. Grundlegende Überlegungen

Während die heutigen Bewertungen meist auf historischen Daten beruhen, muss für die Klimaszenarien die Bewertung auf vorwärts gerichteten Daten basieren.

Betrachtet man unterschiedliche Klimaszenarien (z. B. die NGFS-Szenarien, siehe Kapitel 2, Abbildung 2 zur Temperaturentwicklung und Abbildung 3 zur Arbeitsproduktivität, über die sich in dem Modell neben CO<sub>2</sub>-Preis und Energieangebot auch die Temperatur auf die wirtschaftliche Entwicklung auswirkt) zu verschiedenen Zeitpunkten in der Zukunft, so wirken diese insbesondere auf

- Bilanz (insbesondere Eigenmittel),
- Solvenzkapitalanforderung (SCR) und
- Gesamtsolvabilitätsbedarf (GSB).

Daneben werden auch Profitabilitätskennzahlen (wie beispielsweise in der Gewinn- und Verlustrechnung) berührt, deren Betrachtung ggf. ebenfalls hilfreich sein kann.

Je nach Erwartung für die Zukunft („erwartetes Szenario“) können die Klimaszenarien aber auch bereits die darauf aufbauende Bewertung per heute (2021) verändern. Dies ist insbesondere für langlaufende Biometrie-Produkte der Fall, wenn die aktuellen Rechnungsgrundlagen noch eher dem Referenzszenario zuzuordnen sind.

Verschiedene mögliche Ansätze, wie die Bewertung von Klimaszenarien methodisch erfolgen kann, lassen sich grob einteilen in:

- Neubewertung per heute (Sensitivitätsanalyse);
- Stresstest, wie er in der Form instantaner Schocks in der SCR-Berechnung Anwendung findet. Im Kontext von Klimaszenarien sind dies eher „Zeitreisen“, d. h., eine Verschiebung des Bestands (Aktiv- wie Passivseite) in die Zukunft unter Beibehaltung der Restlaufzeiten;
- Projektion, etwa wie in der BaFin-Prognoserechnung für Lebensversicherungsunternehmen (LVU). Diese Projektion kann sowohl statisch erfolgen als auch in

einer Weiterentwicklung Managementregeln beinhalten, die auf Klimaszenarien reagieren.

Die nachfolgende Übersicht (Tabelle 2) zeigt die konkreten Unterschiede dieser Ansätze anhand der beispielhaft gewählten Zeitpunkte 2021, 2030 und 2050.

**Szenario\_1** und **Szenario\_2** könnten hier beispielsweise für die Narrative des Current-Policies- bzw. des Delayed-Transition-Szenarios stehen. Ob und wie stark sich die Stresse zu einem bestimmten Zeitpunkt zwischen den Szenarien unterscheiden, hängt von der konkreten Parametrisierung ab.

Wichtig ist hierbei, dass bei einer Bewertung per einem ausgewählten Jahr immer eine Erwartung zur Zukunft mit einfließt, da die Bewertungsgrundlagen aufgrund der Annahme vorwärtsgerichteter Erwartungen der Marktteilnehmer auch den zukünftigen Pfad der Ökonomie in dem betrachteten Szenario widerspiegeln. Ebenso gilt dies für die Versicherungstechnik. In diesem Sinne ist dann auch eine langfristige Betrachtung über das ausgewählte Jahr hinaus gegeben.

### Überlegungen zu Mehrperiodigkeit, Projektionen und Geschäftsentwicklung

Tabelle 2 deutet bereits eine optionale, schrittweise Entwicklung der Methodik an. In einem ersten quantitativen Schritt können die beiden ersten Ansätze Sensitivitätsanalyse und Stresstest erfolgen. Dabei wird die vorhandene Bilanz ohne Projektion als Referenz bzw. Ausgangswert für die Berechnungen genutzt. Dies entspricht den Anforderungen der Aufsicht bei Analysen mit einem kurzfristigen Zeithorizont. Außerdem ist die Verwendung der aktuellen Bilanz als Vereinfachung auch bei einem langfristigen Zeithorizont zulässig (siehe Kapitel 1).

Eine Möglichkeit für eine Weiterentwicklung wäre eine (teilweise) Projektion der Bilanz, sofern und soweit es von den Unternehmen als sinnvoll und notwendig erachtet wird, d. h. abhängig vom unternehmensindividuellen Risikoprofil und den bisherigen Erkenntnissen zu Klimaszenarien. Bei der Weiterentwicklung könnten bereits vorhandene Projektionen (z. B. BaFin-Prognoserechnung, Mittelfristplanung) für die nächsten 5–15 Jahre als Referenzszenario herangezogen werden.



## Methodische Ansätze zur Bewertung der Szenarien

**Tabelle 2** · Übersicht der verschiedenen Ansätze Sensitivitätsanalyse, Stresstest und Projektion

BESTAND	PER	ZUKUNFT	BILANZ	SCR	GSB	
2021	2021	Referenz	vorhanden	vorhanden	vorhanden	Sensitivitätsanalyse
	2021	Szenario_1	neu	neu	neu	
	2021	Szenario_2	neu	neu	neu	
2021	2030/50	Referenz	vorhanden	vorhanden	vorhanden	Stresstest „Zeitreise“
	2030/50	Szenario_1	neu	neu	neu	
	2030/50	Szenario_2	neu	neu	neu	
2030	2030	Referenz	LVU: z. B. BaFin-Prognoserechnung			Projektion
	2030	Szenario_1	neu	neu	neu	
	2030	Szenario_2	neu	neu	neu	
2050	2050	Referenz	neu	neu	neu	Projektion
	2050	Szenario_1	neu	neu	neu	
	2050	Szenario_2	neu	neu	neu	

Quelle: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Diese ließen sich dann zu einer (statischen) Projektion für die verschiedenen Klimaszenarien anpassen bzw. erweitern. Je nach Ergebnis dieser statischen Projektion würde eine Ergänzung um unterschiedliche geschäftsstrategische Maßnahmen erfolgen, ggf. sogar um dynamische Managementregeln. Um die Komplexität der Projektion im handhabbaren Rahmen zu halten, könnte eine Beschränkung auf bestimmte Aspekte angezeigt sein, wie zum Beispiel auf

- Schadenentwicklungen für verschiedene Naturgefahren oder Regionen;
- die Betrachtung der Aktivseite isoliert von den versicherungstechnischen Risiken, um Auswirkungen auf das Investment Portfolio zu untersuchen, oder
- das Neugeschäft.

Die Projektion der vollen Bilanz würde auf einen komplexen, herausfordernden Mehrperioden-Ansatz hinauslaufen. Dieser erforderte eine Vielzahl von zusätzlichen Annahmen für weit in der Zukunft liegende Zeitpunkte, u. a. auch zum Kapitalanlageuniversum.

Generell dürften Bilanz-Projektionen mit einem Mehrperiodenansatz mit einem gewissen Modellfehler verbunden sein, der die Interpretation der Ergebnisse erschwert. Das Identifizieren von Vulnerabilitäten und Ableiten von sinnvollen Maßnahmen ist aber auch bereits mit Stresstests mit „Ceteris-paribus-Analysen“ auf Basis der aktuellen Bilanz möglich.

Je nach Unternehmen wird die strategische Planung eher eine kontinuierliche Geschäftsfortführung oder eine dynamische Veränderung der Bestandsstruktur

vorsehen. Dementsprechend wird der Bedarf zu einer Berücksichtigung von Bestandsveränderungen unternehmensindividuell unterschiedlich ausfallen. Unabhängig davon ist jedoch zu beachten, dass im Verlauf der Dekarbonisierung bzw. Transition die Wirtschaft sich – je nach Szenario – auch bereits im Laufe von einem Jahrzehnt insgesamt und besonders für einzelne Branchen sehr stark ändern kann. Historische Begebenheiten wie die Verbreitung von Mobilfunk im Massenmarkt innerhalb von weniger als fünf Jahren oder der Durchbruch des Online-Versandhandels in den letzten Jahren verdeutlichen dies. Entsprechend kann es je nach Szenario sein, dass Kunden neu gewonnen werden müssen (vgl. veränderte Mobilität, Energiewende, energetische Gebäudesanierung, usw.). Diese Effekte können materiell sein und müssen dann entsprechend in der Methodik berücksichtigt werden.

Wie oben erwähnt ist der Umgang mit der Mehrperiodigkeit der Szenarien eine wichtige methodische Frage. Grundsätzlich ergeben sich hieraus zwei Entscheidungsdimensionen: (1) die Berücksichtigung von reaktiven Managementmaßnahmen/-regeln (statische vs. dynamische Bilanz) sowie (2) die Anwendung eines instantanen Schocks zu einem oder mehreren ausgewählten Zeitpunkten gegenüber einer fortlaufenden Betrachtung in einem bestimmten Zeitintervall. Im Sinne der Evolution der Methodenkompetenz erscheint die Annahme eines instantanen Schocks und einer statischen Bilanz („Stresstest“ bzw. „Zeitreise“) mit Blick auf den Implementierungsaufwand sowie die Aussagekraft und Vergleichbarkeit derzeit ausreichend und für viele Unternehmen angemessen. Hierfür können die Szenarien für einen oder mehrere ausgewählte Zeitpunkte als

instantaner Schock auf die aktuelle Bilanz (bzw. die Bilanz zum Referenzstichtag) abgebildet werden. Dieser (quantitative) Ansatz kann beispielsweise ergänzend mit einer separaten (qualitativen) vorausschauenden Bewertung reaktiver Managementmaßnahmen kombiniert werden. In Zukunft könnten Erweiterungen in Betracht gezogen werden, die auch dynamischere Ansätze umfassen, sofern diese sich unternehmensindividuell als sinnvoll oder notwendig erweisen.

### Zeithorizont

Der Zeithorizont von Klimawandelrisiken ist im Vergleich zu herkömmlichen Stresstests oder Szenarioanalysen wesentlich länger. Die Auswahl des Betrachtungszeitraums/-punktes sollte dabei sowohl dem Szenario-Narrativ als auch der strategischen Unternehmensplanung Rechnung tragen. Mit Blick auf den ersten Aspekt kann dies zum Beispiel bedeuten, dass Szenarien mit Fokus auf transitorische Risiken eher kurz- bis mittelfristig bzw. zum angenommenen Zeitpunkt der stärksten ökonomischen Auswirkungen betrachtet werden, wohingegen für Szenarien mit Fokus auf physische Risiken eine langfristige Betrachtung angenommen werden kann. Dies kann bedeuten, dass bei der Kalibrierung der Szenarien beispielsweise ein „konservativer“ Ansatz in Bezug auf physische Risiken gewählt wird, indem diese zeitlich vorweggenommen werden.<sup>20</sup> Gleichzeitig sollte insbesondere im Falle eines dynamischen Ansatzes und/oder der Berücksichtigung von Managementmaßnahmen die strategische Relevanz des Szenariohorizonts gewährleistet werden, um plausible Ergebnisse zu erzielen.

### Quantifizierung der Szenarien

Für eine quantitative Bewertung von Klimawandelrisiken müssen die Szenarien mit einer angemessenen Granularität quantifiziert werden. Dafür ist es notwendig, die Auswirkungen auf die wichtigsten physikalischen, makroökonomischen und finanziellen Variablen zu bewerten. Dabei besteht die Herausforderung insbesondere darin, High-level-Szenarien in detaillierte Informationen über die wichtigsten ökonomischen Variablen zu übersetzen. Hierfür können die im Folgenden beschriebenen Variablen der NGFS-/NiGEM-Szenarien als Modellierungsbausteine genutzt werden. Die NGFS-Szenarien bieten Informationen über Transitionspfade sowie physikalische Klimavariablen und makroökonomische Indikatoren für die wichtigsten Wirtschaftsregionen. Die Zeitreihen sind über den [NGFS](#)

<sup>20</sup> Hierbei sollte auch die Divergenz zwischen den Szenarien abgebildet werden, da physische Risiken mittelfristig bereits durch vergangene Emissionen bestimmt werden und damit über alle Szenarien nahezu identisch sind. Zukünftig angenommene Maßnahmen in den Transitionsszenarien reduzieren physische Risiken erst langfristig.

[Scenario Explorer](#) verfügbar. Als Zielbild wäre sowohl eine angemessene geografische als auch sektorale Granularität wünschenswert, um das unternehmensspezifische Risikoprofil angemessen zu berücksichtigen. Insbesondere sektorale Modellierungen sind für die Analyse von Transitionsrisiken bedeutend, jedoch bisher nur in sehr begrenztem Umfang verfügbar.

### Stressherleitung

Aus der Definition des Referenzszenarios ergeben sich grundsätzlich zwei mögliche Ansätze zur Herleitung und Implementierung von Stressen. Zum einen kann der anzuwendende Stress als Differenz zwischen den Klimawandelszenarien und dem Referenzszenario zum ausgewählten Zeitpunkt spezifiziert werden. Zum anderen kann für alle Szenarien inklusive des Referenzszenarios ein Stress als Differenz zwischen dem ausgewählten Zeitpunkt und dem Ist-Niveau (bzw. Bilanzstichtag) spezifiziert und implementiert und anschließend die Abweichung der Ergebnisse zwischen den Klimaszenarien und dem Referenzszenario betrachtet werden. Die Wahl des Ansatzes hängt von der konkreten unternehmensspezifischen Implementierung ab. Der erste Ansatz unterstellt implizit eine Einpreisung des Referenzszenarios in die aktuelle Bilanz, wohingegen der zweite Ansatz technische Nachteile bei der Implementierung birgt, da die Änderungen der Risikofaktoren aufgrund des allgemeinen Wachstumstrends hier je nach Wahl des Zeitpunktes sehr hoch ausfallen können (weite Extrapolation).

### Bewertungskennzahlen

Um die Auswirkungen eines Szenarios zu bewerten, können eine Reihe von Indikatoren herangezogen werden, für die die Stressszenarien berechnet werden. Ziel dieser Indikatoren sollte es sein, ein umfassendes Bild der Auswirkungen der gewählten Szenarien auf die Risiko- und Solvenzposition zu vermitteln. Dazu zählen, wie oben genannt, Bilanz (insbesondere Eigenmittel), Solvenzkapitalanforderung (SCR), Gesamtsolvabilitätsbedarf (GSB) oder Profitabilitätskennzahlen. Wie bereits ausgeführt, können in zusätzlichen Analysen, wie Teilprojektionen oder dynamischen Ansätzen, auch Aktiv- und Passivseite isoliert betrachtet werden, z. B. um die Auswirkungen eines Szenarios auf den Marktwert des Anlageportfolios im Zeitverlauf abzubilden.

### Interpretierbarkeit und Einschränkungen

Bei der Interpretation der Ergebnisse quantitativer Analysen und der Ableitung möglicher Handlungsempfehlungen sollte das hohe Maß der mit dem Klimawandel verbundenen Unsicherheit und der Grenzen der Prognosen, insbesondere bei Kombination verschiedener Modelle wie probabilistischer Klima- und sozioökonomischer Modelle, berücksichtigt werden.

Die folgenden Abschnitte ergänzen zusätzliche Überlegungen für die Kapitalanlage, Schaden-/Unfallversicherung und Personenversicherung.

## b. Kapitalanlage

Für die Bewertung der finanziellen Auswirkungen der Klimawandelrisiken auf die Kapitalanlage gelten die oben genannten Empfehlungen, insbesondere die Berücksichtigung des Referenzszenarios (für mehr Details zum NGFS- Baseline-Szenario siehe Abschnitt 4.b).

### Sektorale Disaggregation

In Hinblick auf Transitionsrisiken erscheint es wichtig, die Auswirkungen auch auf sektoraler Ebene zu betrachten, da Emittenten bzw. Sektoren mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen grundsätzlich stärker von einem Anstieg des CO<sub>2</sub>-Preises (direkt oder indirekt) betroffen sein werden. Derzeitige Ansätze für Stresstests haben sich bisher eher auf qualitativer Ebene oder mittels heuristischer Ansätze mit sektoralen Effekten beschäftigt. Dies ist der mangelnden Verfügbarkeit von granularen sektoralen Informationen in den gängigen Szenarien und Modellen geschuldet. In Abschnitt 4.c wird ein Ansatz vorgestellt, der sich teilweise an einer ähnlichen Analyse der Deutschen Bundesbank orientiert, mit dem sektorspezifische Assetpreisentwicklungen aus den makroökonomischen NGFS-/NiGEM-Szenarien abgeleitet werden könnten.

Bei mangelnder sektoraler Verfügbarkeit der kapitalanlagerelevanten Risikofaktoren kann die Abbildung der gesamtwirtschaftlichen Effekte mittels Stressfaktoren für Assetklassen jedoch als eine Art Ausgangswert für eine durchschnittliche Portfolioallokation interpretiert werden (d. h. Branchenallokation entspricht sektoraler Verteilung der Bruttowertschöpfung in investierten Regionen). Ausgehend hiervon könnten beispielsweise auf Basis von Expertenschätzungen Skalierungsfaktoren für verschiedene Portfolioallokationen definiert und angewendet werden.

Auch innerhalb von Sektoren können sich Emittenten unterscheiden. Individuelle Klimastrategien, finanzielle Ressourcen und Kapazitäten können die Exposition gegenüber Klimarisiken auch innerhalb einer Branche erheblich beeinflussen. Solche emittentenspezifischen Faktoren können beispielsweise durch unternehmensbezogene Nachhaltigkeitsdaten (z. B. Ratings etc.) berücksichtigt werden. Ein solcher Ansatz ist derzeit eindeutig als Zusatz zu den oben beschriebenen Ansätzen zu sehen, da es hierfür bislang keine standardisierte Methode gibt und Nachhaltigkeitsdaten weitgehend

kommerziell lizenziert und daher in unterschiedlichem Umfang bei Versicherungsunternehmen und Asset Managern vorhanden sind.

## c. Schaden-/Unfallversicherung

### Entwicklung des Exposures

Für die zukünftigen Zeiträume sind Annahmen zum Exposure zu treffen.

Typischerweise dürfte es zumindest für kürzere Zeiträume ein valider Ansatz sein, das Exposure z. B. hinsichtlich Naturgefahren auf Basis der Entwicklungen der letzten Jahre fortzuschreiben. Für längerfristige Zeiträume dürfte diese Fortschreibung eher weniger tragfähig sein. Es könnte sich dann beispielsweise ein „Einfrieren“ eines Exposures der näheren Zukunft anbieten. Damit werden dann für die ferneren Zeiträume ausschließlich Effekte der geänderten äußeren Einflüsse wie geänderter Extremwetterereignisse sichtbar. Unter Umständen könnten aber auch bereits deutlichere Verschiebungen im Exposure zu erwarten sein, als die einfache Fortschreibung nahelegt. Diese sollten dann entsprechend integriert werden.

Drei Beispiele seien als Anregungen genannt:

- Möglicherweise sollen im Rahmen einer Nachhaltigkeitsstrategie des Unternehmens bestimmte Risiken stärker gezeichnet und andere weniger stark gezeichnet werden. Auch könnte es Änderungen im Deckungsumfang geben.
- Schwere Ereignisse führen zu einer stärkeren Zeichnung von Naturgefahren. Beispielsweise ist nach der Sturmflut „Bernd“ Mitte Juli 2021 die Versicherungsdichte elementar marktweit um 4 Prozentpunkte gestiegen, üblich sind ansonsten 1 bis 2 Prozentpunkte.
- Ein neuer regulatorischer Rahmen für die Naturgefahrenversicherung führt zu deutlichen Änderungen der Abschlussquote. Hier kann beispielsweise auf das Positionspapier „Zukunft der Naturgefahrenversicherung“<sup>21</sup> verwiesen werden.

## d. Personenversicherung

### Bestandsentwicklung

Ziel der Betrachtung von Klimawandelszenarien im ORSA ist es, materielle Risiken für das Unternehmen

<sup>21</sup> (GDV, 2021)

zu identifizieren. Die Entwicklung des Versicherungsbestandes kann insbesondere im Hinblick auf die Langfristigkeit der Verpflichtungen in der Lebensversicherung eine Rolle spielen. Für die genannten verschiedenen Herangehensweisen ergeben sich daher unterschiedliche Anforderungen an die zu Grunde gelegte Bestandsentwicklung:

- Stresstests („Zeitreisen“): Stresstests auf dem bestehenden Bestand können dazu dienen, Bestandsgruppen zu identifizieren, die erhöhten Risiken ausgesetzt sind.
- Projektion für den Zeitraum bis ca. 10 Jahre: Für ein Klimawandelszenario kann vereinfachend auf die Bestandsentwicklung aus vorhandenen Szenarien aus der eigenen Mittelfristplanung oder der Prognoserechnung zurückgegriffen werden.
- Projektionen über einen längerfristigen Zeitraum (Multiperiodenansatz): Für einen längeren Projek-

tionshorizont könnte die Entwicklung des Neugeschäfts anhand geeigneter Treiber projiziert werden, sofern und soweit es von den Unternehmen als sinnvoll und notwendig erachtet wird. Dies wäre insbesondere konsistent zu einem statischen Ansatz von Managementmaßnahmen/-regeln bezüglich der Neugeschäftssteuerung. Reaktive Managementmaßnahmen/-regeln könnten davon abweichend auch den Produktmix hinsichtlich einzelner Produktgruppen (z. B. „grüne“ Produkte) berücksichtigen.

Für den Bereich der Lebensversicherung kann als Treiber für das Neugeschäft oder einzelne Bestandsgruppen eine Korrelation z. B. zum Bruttoinlandsprodukt zu Grunde gelegt werden. Das Volumen des Neugeschäfts (ggf. nach Bestandsgruppen) kann dann mit der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts des NGFS-Szenarios skaliert werden und so Jahr für Jahr fortgeschrieben werden.

## 4. Auswirkungen auf die Kapitalanlage

### a. Qualitative Analyse

Unternehmen ohne bisherige Erfahrung könnten damit beginnen, langfristige Klimawandelszenarien zunächst weitestgehend qualitativ zu analysieren und vereinfachende Annahmen für die Klimaszenarien zu unterstellen.

Eine qualitative Risikoanalyse der Klimaszenarien kann durch ein Scoring der einzelnen Szenarioauswirkungen auf die Kapitalanlage erfolgen. Wichtig ist dabei, die wesentlichen Risiken zu identifizieren und zu überlegen, wo diese Risiken auftreten könnten. Eine Möglichkeit dafür ist es, die Risiken und die Auswirkungen auf die einzelnen Marktrisiken und Kapitalanlageklassen herunterzubrechen. Im Scoring kann dabei zum Beispiel zwischen keiner, geringer, mittlerer und hoher Auswirkung auf die einzelnen Marktrisiken und Kapitalanlageklassen, jeweils über verschieden lange Zeithorizonte bis hin zu den Folgen in 80 Jahren, unterschieden werden. Ein wesentlicher Schritt dabei ist es, ein Bewertungsschema festzulegen, d. h. die Grenzen der Scoring-Kategorien zu bestimmen. Die Grenzen legen zum Beispiel fest, in welcher Höhe der Marktwert der Aktien sinken müsste, um als geringe, mittlere oder hohe Auswirkung klassifiziert zu werden.

### b. NGFS-Baseline-Szenario

Für quantitative Analysen stellen die ökonomischen Projektionen mit dem NiGEM-Modell einen gute Ausgangsbasis dar. Die Projektionen knüpfen an aktuelle Daten und Konjunkturprognosen für die nächsten Quartale an. Somit sind auch die Folgen der Covid-19-Pandemie (zumindest teilweise) enthalten. Von diesen Werten ausgehend werden die ökonomischen Größen endogen im Modell fortgeschrieben.<sup>21a</sup>

Im NGFS-Baseline-Szenario wird angenommen, dass lediglich die bereits heute geltenden Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels unverändert fortgeführt werden. Es gibt keine zusätzlichen oder verschärften Maßnahmen. Insbesondere wird jedoch unterstellt, dass es trotzdem zu keiner weiteren Klimaveränderung käme und die Durchschnittstemperaturen nicht weiter ansteigen. Dies stellt den entscheidenden Unterschied

zum Current Policy-Szenario dar, in dem die Temperaturen weiter steigen und sich mit der Zeit auch auf die ökonomischen Größen auswirken. Im NGFS-Baseline-Szenario treten somit weder transitorische noch dauerhafte Risiken auf.

Dieses kontrafaktische Szenario dient ausschließlich als Vergleichsgrundlage für die anderen Szenarien, wenn man transitorische oder dauerhafte Effekte, die im Zusammenhang des Klimawandels stehen, von einer „normalen“ Entwicklung unterscheiden möchte. In den Veröffentlichungen zu NGFS werden dementsprechend in der Regel für die ökonomischen Größen gar keine Originalergebnisse für die einzelnen Szenarien, sondern jeweils die Abweichungen vom NGFS-Baseline-Szenario dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass der NGFS Scenario Explorer – je nach betrachteter Datenreihe – teils absolute und teils relative Abweichungen liefert.

Im Folgenden werden jedoch nicht diese Abweichungen, sondern die eigentlichen Ergebnisse für die beiden betrachteten Szenarien und für das NGFS-Baseline-Szenario dargestellt. Dadurch wird vermieden, „normalerweise“ ansteigende wirtschaftliche Entwicklungen zu verdecken.

### c. Herleitung sektorspezifischer Aktien- und Spreadentwicklungen

Das NiGEM-Modell liefert in erster Linie makroökonomische Größen und nur relativ wenige Finanzmarktgrößen. Zu den Ergebnissen gehören Projektionen für Aktienkurse, die zwar regional, aber nicht nach volkswirtschaftlichen Sektoren differenziert sind. Aussagen zur Entwicklung von Unternehmensanleihen oder deren Spreads fehlen ganz. Diese müssen daher mit Hilfe zusätzlicher Quellen/Methoden bestimmt werden.

In einer Analyse<sup>22</sup> der EIOPA werden Transitionsrisiken für einige besonders karbonintensive Branchen abgeschätzt und deren mittelfristig (für einen Zeitpunkt, keine Zeitreihe) erwartete Aktienkursrückgän-

<sup>21a</sup> Anmerkung im August 2022: Der Ausgangspunkt lag noch vor dem starken Anstieg der Inflation und dem Krieg in der Ukraine.

<sup>22</sup> (EIOPA, 2020)

ge beziffert. Mit einer pauschalen Annahme hat die EIOPA daraus auch Wertverluste für entsprechende Anleihen abgeleitet.<sup>23</sup>

Die Deutsche Bundesbank hat in einem Sonderkapitel ihres Finanzstabilitätsberichts 2021<sup>24</sup> untersucht, wie sich Transitionsrisiken aus der Klimapolitik auf die Portfolios im deutschen Finanzsystem auswirken könnten. Dabei bilden NGFS-Szenarien ebenfalls den Ausgangspunkt. Aufbauend auf den Ergebnissen aus dem NiGEM-Modell werden in weiteren Schritten sektorspezifische Projektionen für Aktien und Anleihen bestimmt.<sup>25</sup>

Im Folgenden wird ein mögliches Vorgehen beschrieben, dass sich teilweise am Ansatz der Bundesbank orientiert.

Die Bundesbank bestimmt zunächst mit einem Sektorenmodell, wie stark die verschiedenen Sektoren der Volkswirtschaft im Zuge der Dekarbonisierung von Rückgängen ihrer Outputs betroffen sein könnten.<sup>26</sup>

<sup>23</sup> Es wird angenommen, dass der Effekt auf die Unternehmensanleihen das 0,15-fache des Effekts auf die Aktien beträgt (vgl. (EIOPA, 2020), S. 27). Dieselbe Annahme hatte auch schon die PRA bei ihrem Stresstest 2019 verwendet (vgl. (Prudential Regulation Authority, Bank of England, 2019)).

<sup>24</sup> (Deutsche Bundesbank, 2021), S. 83–110

<sup>25</sup> Details finden sich in dem ergänzenden Papier (Schober, et al., 2021).

<sup>26</sup> Es handelt sich um ein Produktionsnetzwerkmodell (Input-Output-Modell), das neben den sektoralen Emissionsdaten vor allem die internationalen und intersektoralen Wertschöpfungsketten abbildet (kalibriert mit Daten der [World Input-Output Database](#)) und mit Hilfe von Substitutions- und Nachfrageelastizitäten die Folgen der Einführung eines allgemeinen CO<sub>2</sub>-Preises simuliert (vgl. (Schober, et al., 2021), S. 13–15 sowie speziell (Frankovic, 2022)).

Das Ergebnis sind die in Abbildung 4 dargestellten Skalierungsfaktoren, mit deren Hilfe eine gesamtwirtschaftliche Veränderung des Outputs (Bruttoinlandsprodukt, BIP) auf die – über- oder unterdurchschnittlich betroffenen – einzelnen Sektoren umgerechnet werden kann.<sup>27</sup>

Wenn der aktuelle und aller Voraussicht nach auch der künftig erwartete Output zurückgeht, sinken auch die Gewinnerwartungen der betroffenen Unternehmen. Da sich der Unternehmenswert in dem Modell aus den diskontierten künftigen Gewinnen ergibt, sinken die Aktienkurse entsprechend. Zur Ermittlung der erwarteten sektorspezifischen Kursentwicklung im Zuge der Transition werden die Skalierungsfaktoren aus dem Sektorenmodell auf die Entwicklung der Aktienindizes aus dem NiGEM-Modell angewandt.<sup>28</sup> Damit ergeben sich sektorspezifische Aktienkursentwicklungen, die das systematische Risiko der verschiedenen Sektoren berücksichtigen.

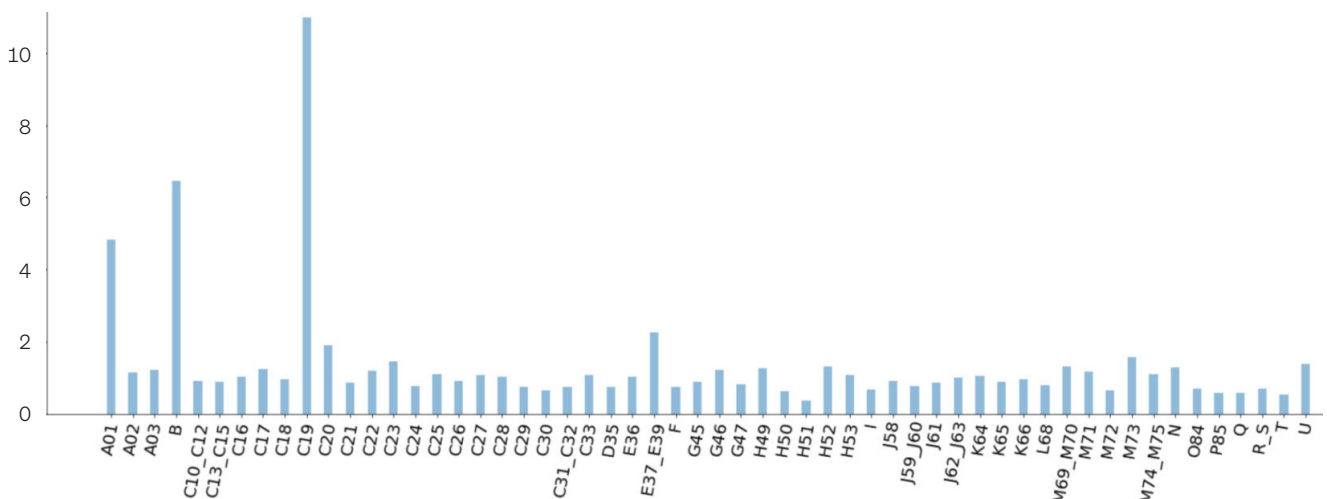
Allerdings beziehen sich diese Skalierungsfaktoren nur auf die Phase der Transition, in der es vorübergehend zu einem Rückgang des Outputs kommt. Für den anschließenden Wiederanstieg sowie für Phasen mit unveränderter CO<sub>2</sub>-Bepreisung – also das gesamte Current-Policies-Szenario sowie die ersten Jahre im Delayed-Transition-Szenario – sind sie nicht geeignet. Bei einer plötzlich

<sup>27</sup> Daten siehe separate Datei.

<sup>28</sup> Der Skalierungsfaktor könnte dabei als „beta“-Faktor der Kapitalmarkttheorie interpretiert werden.

### Skalierungsfaktoren für die unterschiedlichen Sektoren

**Abbildung 4** · Skalierungsfaktoren aus dem Input-Output-Modell für einzelne Sektoren (entsprechend der [NACE-Klassifizierung](#)).  
Lesebeispiel: Ein transitionsbedingter Rückgang des gesamtwirtschaftlichen Outputs um 1% wäre mit einem Rückgang des Outputs im Sektor der Kokerei und Mineralölverarbeitung (C19) um ca. 11% verbunden.



Quelle: (Schober, et al., 2021), S. 15.

eingeleiteten Dekarbonisierung, die zu einem allgemeinen Rückgang der Aktienkurse führt, ist mit einem weit überproportionalen Kurseinbruch in „braunen“ Sektoren wie beispielsweise der Kohle- und Mineralölverarbeitung (C19) zu rechnen. Bei einer späteren allgemeinen Erholung ist aber keineswegs ein ebenso überproportionaler Wiederanstieg der Kurse in diesem Bereich zu erwarten. Für die Aufschwungsphase der Transition würden eigentlich ebenfalls spezielle Skalierungsfaktoren benötigt, die aber derzeit nicht vorliegen.<sup>29</sup> Hilfsweise könnte eine gleichlaufende Erholung aller Sektoren unterstellt werden.<sup>30</sup> Dies gilt ebenso für die Jahre vor Beginn der Transition und für das gesamte Current-Policies-Szenario. Im Ergebnis würden die Skalierungsfaktoren aus dem Sektorenmodell der Bundesbank nur für die Jahre 2030 bis ca. 2035 im Delayed-Transition-Szenario angewandt werden, während ansonsten die sektorspezifische Aktienkursentwicklung mit der allgemeinen Aktienkursentwicklung identisch wäre.

<sup>29</sup> Genau genommen wäre insgesamt eine Differenzierung zwischen „braunen“ und „grünen“ Bereichen erforderlich: Braune Bereiche würden vermutlich auch nach dem Höhepunkt der Transition nicht „normal“ weiter wachsen, während grüne Bereiche auch am Anfang der Transition nicht schrumpften. Ein Problem der Analyse auf Ebene der Sektoren ist aber, dass die NACE-Klassifizierung nicht nach braun oder grün differenziert. So umfasst beispielsweise der Sektor Energieerzeugung (D.35.11) gleichermaßen mit fossilen Brennstoffen betriebene Kraftwerke, Kernkraftwerke, mit sekundären Energieträgern betriebene Kraftwerke und mit erneuerbaren Energieträgern betriebene Energieerzeugungsanlagen.

<sup>30</sup> Datenbanken wie die [Trade in Value Added \(TiVA\) Database](#) der OECD, die wiederum auf ihrer Inter-Country Input-Output (ICIO) Database beruht, stellen zwar detaillierte Informationen über Ist-Zustand und Historie der internationalen und intersektoralen Wertschöpfungsketten bereit, liefern aber keine unmittelbaren Anhaltspunkte für die Sensitivitäten bei veränderten Bedingungen, wie sie im Zuge der Transition herrschen würden.

Aus den sektorspezifischen Aktienkursentwicklungen leitet die Bundesbank anschließend entsprechende Entwicklungen für Unternehmensanleihen ab. Dazu werden zunächst für geeignete Indizes empirische Aktienrenditen<sup>31</sup> sowie entsprechende Änderungen von CDS-Spreads bestimmt. Anschließend werden den Perzentilen der invertierten Verteilung der Aktienrenditen die entsprechenden Perzentile der CDS-Spread-Änderungen zugeordnet.<sup>32</sup> Dies entspricht dem Grundsatz nach der empirischen Beobachtung, dass steigende Spreads typischerweise mit sinkenden Aktienkursen einhergehen.<sup>33</sup> Für diese Zuordnung lässt sich sodann eine lineare Approximation bestimmen, die jeder Änderung eines sektorspezifischen Aktienkurses eine dazu passende gegenläufige Änderung der sektorspezifischen CDS-Spreads zuordnet (siehe Abbildung 5).<sup>34</sup>

Bei dem soweit geschilderten Vorgehen der Bundesbank bleibt aber noch der Schritt offen, mit Hilfe von

<sup>31</sup> Die Rendite ist hier als relative Wertänderung über drei Monate definiert.

<sup>32</sup> Der Grund für die Betrachtung der Perzentile sollen dem Vernehmen nach Datenausreißer sein.

<sup>33</sup> Vgl. z. B. (Fama & French, 1993). (Elton, Gruber, Agrawal, & Mann, 2001) zeigen ferner, dass sich nur ein geringer Teil der Spreads von Unternehmensanleihen mit erwarteten Ausfällen erklären lässt, während etwa die Hälfte des Spreads eine Kompensation für systematisches Risiko darstellt, das den gleichen Einflüssen wie das systematische Risiko am Aktienmarkt unterliegt. Auf einer kurzfristigen Zeitskala sind Spreads zudem ein vorlaufender Indikator für makroökonomische Größen wie Output und Arbeitslosigkeit (vgl. z. B. (Gilchrist, Yankov, & Zakrajsek, 2009) oder (Karlssoon, 2020)).

<sup>34</sup> Tabelle 3 enthält die Ergebnisse einer entsprechenden Kleinst-Quadrat-Schätzung (OLS) für verschiedene CDS-Spreads mit Daten der letzten zehn Jahre. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit für iTraxx Europe und CDX Investment Grade wurde einheitlich der Beobachtungszeitraum 11.01.2011–30.11.2021 (täglich Daten) gewählt.

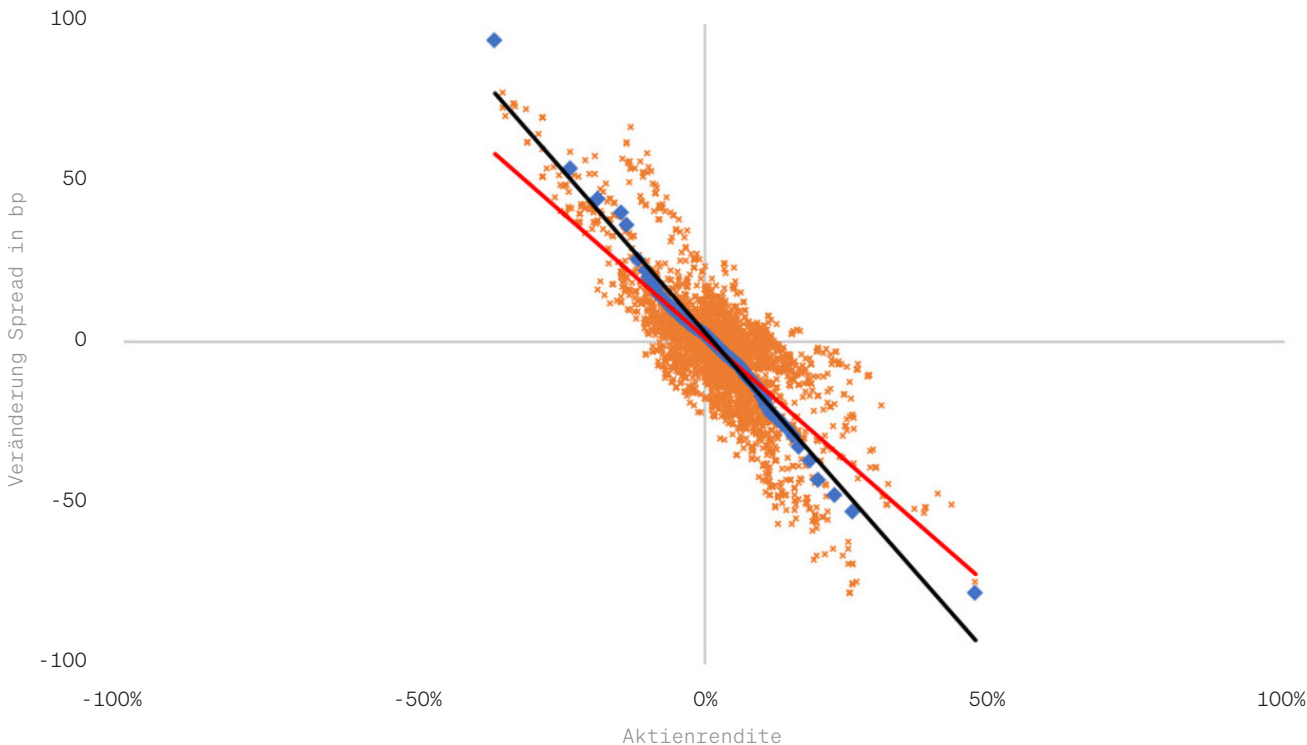
**Tabelle 3** · Eigene Berechnungen: Korrelationen  $\rho$ , Ergebnisse einer OLS-Regression  $y = m \cdot x + b$  und Bestimmtheitsmaße  $R^2$  für die Originaldaten und die Perzentile der Datenreihen zu CDS-Spreads und Aktienindizes; Ländergruppen und Datenreihen in Anlehnung an (Schober, et al., 2021), S. 18, Tabelle 2. Die sehr hohen Korrelationen und Bestimmtheitsmaße für die simulierten Daten dürften ein Artefakt der Betrachtung von Perzentilen sein, die implizit zusätzliche Annahmen über die gemeinsame Verteilung trifft. Sinnvoller scheint hier die Betrachtung der Originaldaten zu sein.

LÄNDERGRUPPE	DATEN		ANALYSE MIT ORIGINALDATEN				ANALYSE MIT PERZENTILEN			
	y	x	$\rho$	m	b	$R^2$	$\rho$	m	b	$R^2$
DE	iTraxx Europe	DAX	-0,758	-157,3	1,253	0,575	-0,988	-204,7	2,897	0,977
US	CDX Investment Grade	S&P 500	-0,873	-223,2	5,893	0,761	-0,985	-251,7	7,223	0,970
RoEUR	iTraxx Europe	Euro Stoxx 50	-0,757	-168,3	-0,084	0,573	-0,992	-223,9	1,178	0,985
ODC	CDX Investment Grade	MSCI World	-0,887	-215,2	3,890	0,787	-0,986	-243,4	4,961	0,971
EMDC (WD)	CDX Emerging Market	MSCI EM	0,607	26,23	-0,624	0,369	-0,859	-38,7	0,072	0,738

Quelle: eigene Berechnungen

### Zusammenhang von Spreadänderungen und Aktienrenditen

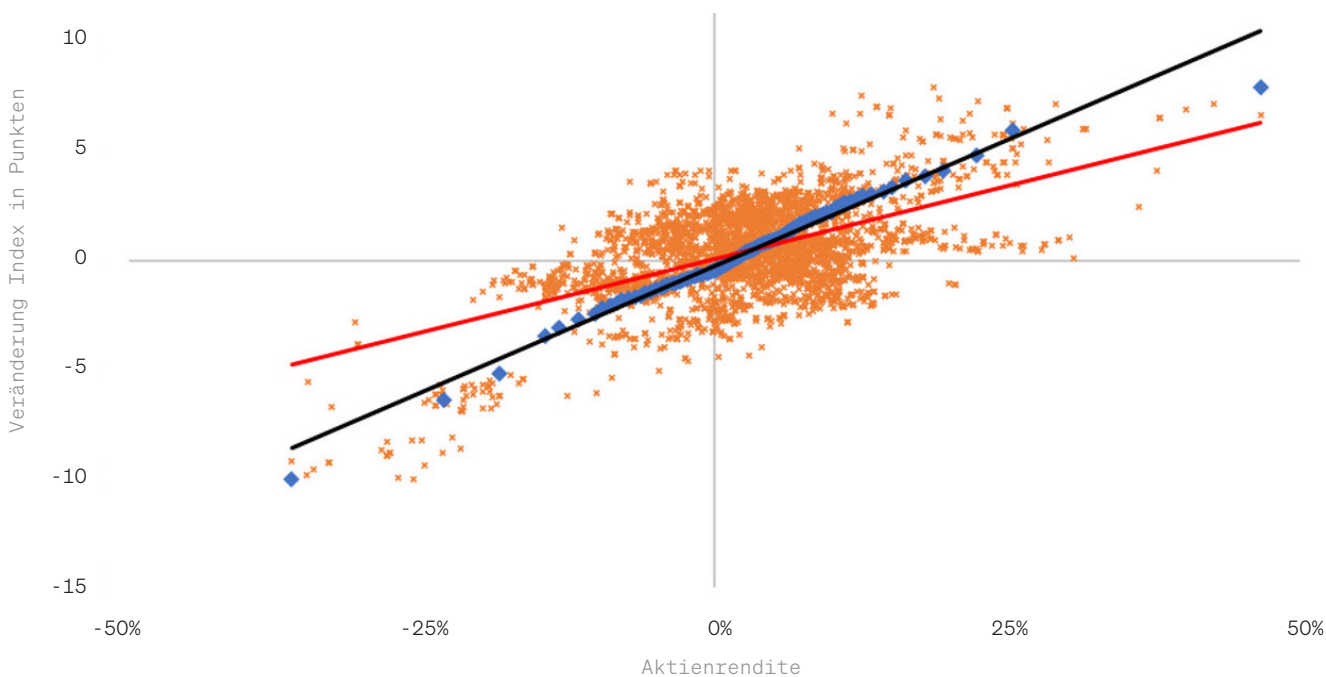
**Abbildung 5** · Zusammenhang von Spreadänderungen und Aktienrenditen für Deutschland. Darstellung wie in Schober et al. (2021), S. 19, Abbildung 10, Teilgrafik links oben (Datenpunkte: Originaldaten („Empirie“) in orange, Perzentile („Simulation“) in blau; lineare Approximationen (OLS): für Originaldaten in rot, für Perzentile in schwarz). Die geringfügigen Abweichungen zu (Schober, et al., 2021) werden vermutlich durch einen etwas unterschiedlichen Beobachtungszeitraum verursacht.



Quelle: eigene Berechnungen

### Zusammenhang von Anleihenindex-Änderungen und Aktienrenditen

**Abbildung 6** · Zusammenhang von Änderungen eines Anleihenindex und Aktienrenditen für Deutschland. Darstellung wie in (Schober, et al., 2021), S. 19, Abbildung 10, Teilgrafik links oben (Datenpunkte: Originaldaten („Empirie“) in orange, Perzentile („Simulation“) in blau; lineare Approximationen (OLS): für Originaldaten in rot, für Perzentile in schwarz). Die andere Ausrichtung der Datenwolke als in Abbildung 5 ergibt sich durch die Betrachtung von Indexänderungen an Stelle von Spreadänderungen.



Quelle: eigene Berechnungen



### Kleinste-Quadrate-Schätzung für verschiedene Anleiheindizes

**Tabelle 4** · Korrelationen  $\rho$ , Ergebnisse einer OLS-Regression  $y = m x + b$  und Bestimmtheitsmaße  $R^2$  für die Originaldaten und die Perzentile der Datenreihen zu Anleihen- und Aktienindizes.

LÄNDERGRUPPE	DATEN		ANALYSE MIT ORIGINALDATEN				ANALYSE MIT PERZENTILEN			
	y	x	$\rho$	m	b	$R^2$	$\rho$	m	b	$R^2$
DE	iBoxx Euro Corporates 5-7Y Overall Index	DAX	0,553	13,44	0,129	0,305	0,989	23,23	-0,18	0,978
US	iBoxx USD Corporates 5-7Y Price Index	S&P 500	0,442	16,79	-0,334	0,196	0,991	36,74	-1,037	0,981
RoEUR	iBoxx Euro Corporates 5-7Y Overall Index	Euro Stoxx 50	0,517	13,46	0,262	0,267	0,995	25,49	0,012	0,990

Quelle: eigene Berechnungen

CDS-Spreads entsprechende Anleihespreads zu bestimmen. Diese hängen nicht ausschließlich von den jeweiligen Ausfallwahrscheinlichkeiten ab, deren Einschätzung die CDS-Spreads widerspiegeln. Somit wäre noch eine zusätzliche Annahme über das Verhältnis von CDS- und Anleihespreads zu treffen.

Stattdessen bietet sich es an, direkt den Zusammenhang von Anleihen- und Aktienindizes zu untersuchen, ohne den Zwischenschritt über die CDS-Spreads zu gehen. Auch hier wäre prinzipiell eine Betrachtung von Perzentilen möglich.<sup>35</sup> Durch die Zuordnung von Perzentilen würden aber implizit Annahmen über die gemeinsame Verteilung getroffen, die im Ergebnis nicht nur einen zu engen Zusammenhang der beiden Datenreihen vortäuschten, sondern auch zu einer spürbar anderen linearen Approximation führten (siehe Abbildung 6). Sinnvoller erscheint somit die einfache Betrachtung der Originaldaten.

Tabelle 4 enthält beispielhafte Ergebnisse einer Kleinste-Quadrate-Schätzung (OLS) für verschiedene Anleiheindizes mit Daten der letzten zehn Jahre. Ein längerer Beobachtungszeitraum würde dabei geringere Korrelationen (und Bestimmtheitsmaße) liefern, ein kürzerer dagegen höhere.<sup>36</sup> Derartige Schätzungen können in gleicher Weise auch für andere Indizes

(z. B. für Non-Financials oder andere Laufzeitbänder) durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der OLS-Schätzung (z. B.  $y = 13,44 x + 0,129$  bezogen auf den DAX) können schließlich auf die zuvor bestimmten sektorspezifischen Entwicklungen der Aktienkurse angewandt werden. Dadurch ergibt sich eine sektorspezifische Schätzung der Entwicklung von Unternehmensanleihen.<sup>37</sup> Diese Wertentwicklung berücksichtigt – genau wie bei den Aktienkursen – das systematische Risiko der verschiedenen Sektoren im Zuge der Transition.

Idiosynkratische Risiken – das „alpha“ – einzelner Unternehmen bzw. der von ihnen begebenen Eigen- und Fremdkapitalinstrumente können in einer an den volkswirtschaftlichen Sektoren ausgerichteten Betrachtung nicht ermittelt werden. Dazu müsste zunächst die Vulnerabilität aller als Investitionsobjekt dienenden Unternehmen im Zuge der Transition bestimmt werden, beispielsweise (vereinfachend) anhand ihrer Karbonintensität. Ein derartiger Ansatz wäre allerdings sehr viel aufwendiger. Womöglich könnte er jedoch zu einem späteren Zeitpunkt ins Auge gefasst werden, wenn entsprechende Daten problemlos verfügbar sind.

<sup>35</sup> Im Fall der Anleihenindizes entfielen dabei der Invertierungsschritt.

<sup>36</sup> Für die Tabelle wurden (vergleichbar mit den Analysen für die CDS-Spreads) tägliche Daten aus dem Beobachtungszeitraum 01.01.2011–30.11.2021 verwendet, wobei ein offensichtlich fehlerhafter Datenpunkt vom 04.08.2016 entfernt wurde.

<sup>37</sup> Der Zusammenhang von Anleihen- und Aktienentwicklungen ist zwar nicht besonders eng, ihn zu ignorieren wäre aber der größere Fehler. Im Vergleich zu der pauschalen Annahme in (EIOPA, 2020) wird dieser Zusammenhang durch die lineare Approximation zumindest etwas besser (und nachvollziehbar begründet) abgebildet.

## d. Entwicklung der wirtschaftlichen Größen in den NGFS-Szenarien

### i. Zins

Anleihen und andere zinssensitive Kapitalanlagen machen üblicherweise den größten Teil der Aktivseite einer Versicherungsbilanz aus. Bei Lebensversicherungen spielt der Zins zudem eine herausragende Rolle bei der Bewertung der versicherungstechnischen Rückstellungen. Für die Solvency-II-Rechnungen stellt die EIOPA daher eine risikofreie Zinsstrukturkurve zur Verfügung, die entweder auf Swap-Daten (wie beim Euro) oder auf Staatsanleihen beruht und jenseits der Laufzeit 20 Jahre extrapoliert wird.

Ein direkt vergleichbares Instrument fehlt in den NGFS/NiGEM-Szenarien. Diese enthalten stattdessen drei andere Zinsvariablen, die sowohl auf Länderebene als auch für verschiedene Aggregate (z. B. Europe, World) jährlich über den gesamten Szenariohorizont (2021–2050) zur Verfügung stehen:

- Central bank intervention rate (Leitzins / kurzfristiger Nominalzins)
- Long term interest rate (Langfristiger Nominalzins: Rendite 10-jähriger Staatsanleihen)
- Long-term real interest rate (Langfristiger Realzins: Rendite 10-jähriger Staatsanleihen abzüglich Inflation)

Als Ersatz für den risikofreien Zins aus Solvency II könnte die (nominale) Rendite 10-jähriger deutscher Staatsanleihen (Bund), die am europäischen Anleihemarkt als Benchmark gelten, herangezogen werden. Bei vergleichbaren Laufzeiten stellt dies eine sehr gute Näherung dar. Es wird dabei jedoch implizit eine flache Zinsstruktur unterstellt, die am langen Ende deutlich niedrigere Zinsen als die extrapolierte Solvency-II-Zinskurve aufweist. Dies führt zu entsprechend höheren Bewertungen auf Aktiv- und Passivseite. Da dieser Effekt aber grundsätzlich in allen Szenarien auftritt, dürfte er sich in einem Vergleich zwischen den Szenarien nicht allzu stark auswirken.

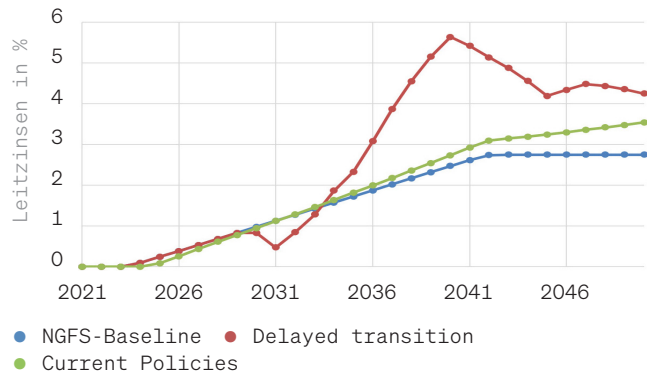
Für das NGFS-Baseline-Szenario und die beiden adversen Szenarien ist in Abbildung 7, Abbildung 8 und Abbildung 9 die Entwicklung der drei verfügbaren Zinsvariablen dargestellt.

### NGFS-Baseline-Szenario

In allen drei Szenarien steigen die kurz- und langfristigen Zinsen über den Szenariozeitraum an. Das nomi-

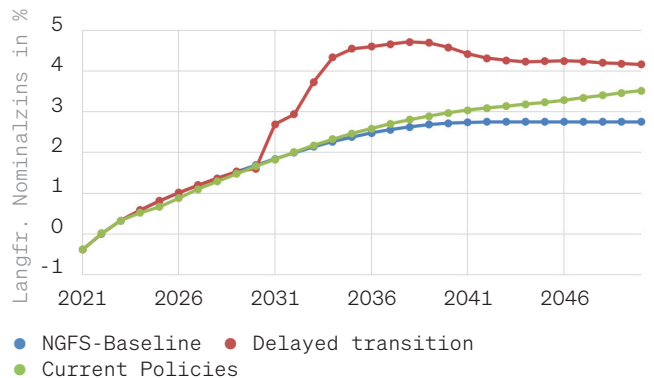
### Leitzinsen

**Abbildung 7** · Entwicklung des EZB-Leitzinses in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed transition und Current policies bis 2050 (Unit: Percentage points, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1, Region: Europe)



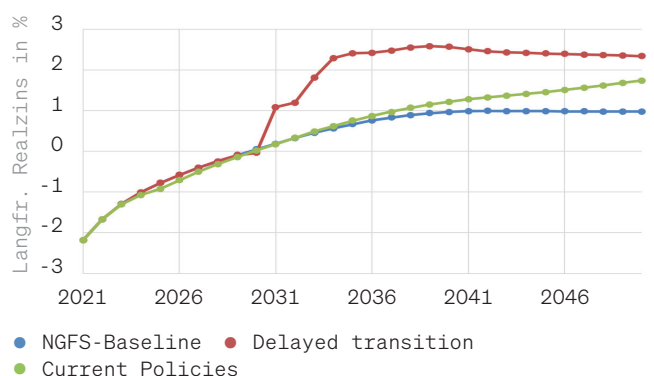
### Langfristiger Nominalzins

**Abbildung 8** · Entwicklung des langfristigen Nominalzinses in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050 (Unit: Percentage points, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1, Region: Europe)



### Langfristiger Realzins

**Abbildung 9** · Entwicklung des langfristigen Realzinses in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050 (Unit: Percentage points, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1, Region: Europe)



Quelle Abbildung 7, 8 und 9: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Scenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

## Abweichung des kurz- und langfristigen Nominalzinses vom NGFS-Baseline-Szenario

**Tabelle 5** · Abweichung (absolut) des kurz- und langfristigen Nominalzinses vom NGFS-Baseline-Szenario für ausgewählte Zeitpunkte in Prozentpunkten (Unit: Percentage points, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1, Region: Europe)

SZENARIO	REGION	VARIABLE	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>Delayed transition</b> (with MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs)	NiGEM NGFS v1.21 Europe	NiGEM Central bank Intervention rate	0,0000	-0,1442	0,6016	3,1679	1,4398	1,4947
		NiGEM Long term interest rate	-0,0002	-0,0888	2,1932	1,8818	1,4945	1,4282
<b>Current Policies</b> (with MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs)	NiGEM NGFS v1.21 Europe	NiGEM Central bank Intervention rate	-0,1543	-0,0262	0,0930	0,2639	0,4968	0,7894
		NiGEM Long term interest rate	-0,1470	-0,0317	0,0859	0,2537	0,4839	0,7735

Quelle: NGFS Scenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

nale Zinsniveau liegt im NGFS-Baseline-Szenario zunächst im Bereich der beiden adversen Szenarien und ab 2030 unterhalb. Die zunächst steigende projizierte Inflationsrate führt zu Beginn des Szenariozeitraums zu einem negativen langfristigen Realzins, der erst ab 2030 in allen drei Szenarien positiv ist.

### Delayed Transition

Im Verlauf des gesamten Szenarios steigen die kurz- und langfristigen Zinsen in Europa und anderen großen Volkswirtschaften. Ein Teil des Zinsanstiegs spiegelt die Auswirkungen höherer Investitionen wider, die zur Transition zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft erforderlich sind. Die Zinsstruktur ist bis 2030 normal. Der abrupte Anstieg des CO<sub>2</sub>-Preises im Jahr 2030 führt zu einem Angebotsschock und einer Rezession. Infolgedessen senken die Zentralbanken weltweit die Leitzinsen und halten diese für einige Jahre niedrig. Die Risikoaversion der Marktteilnehmer führt zu einem Aufwärtsdruck auf die langfristigen Zinssätze. Es kommt zu einer Versteilung der Zinskurve, die im weiteren Zeitverlauf wieder abnimmt.

### Current Policies

Im Verlauf des gesamten Szenarios steigen die kurz- und langfristigen Zinsen in Europa und anderen großen Volkswirtschaften. Steigende Risikoprämien erhöhen den Aufwärtsdruck auf die langfristigen Zinssätze. Die Zinsstruktur flacht im Verlauf des Szenariozeitraums ab. Dies spiegelt die makroökonomische und politische Unsicherheit wider, die mit den zunehmenden Auswirkungen der physischen Klimawandelrisiken verbunden ist.

Je nach betrachteter Bewertungskennzahl sollte sowohl Aktiv- als auch Passivseite in die Berechnung des Zinsstressses einfließen. Aufgrund der Bedeutung des Zinsrisikos kann hierbei ggf. auf bestehende Zinsanstiegs-

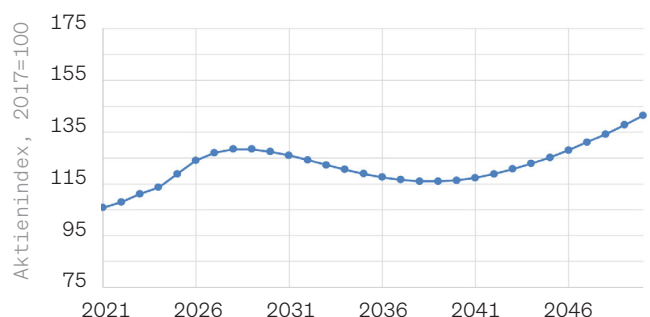
und Zinsrückgangs-Szenarien bzw. Sensitivitäten zurückgegriffen und anhand dieser extra- oder interpoliert werden. Für die Parametrisierung des Zinsstressses sollte dabei in Einklang mit dem kontrafaktischen Ansatz auf die Abweichung der adversen Szenarien zum NGFS-Baseline-Szenario abgestellt werden (siehe Abschnitt 4.b). Ausgewählte Werte hierfür sind der Tabelle 5 zu entnehmen (basierend auf MESSAGE-GLOBIOM 1.1). Die vollständigen Daten sind über den NGFS Scenario Explorer abrufbar.

## ii. Aktien

Die NGFS-Daten enthalten umfangreiche Aktienkursdaten aus dem zu Grunde liegenden NiGEM-Modell in der Variablen „NiGEM|Equity prices“, die für 30 verschiedene Länder über den gesamten Szenariohorizont (2021–2050) zur Verfügung stehen. Insgesamt

### Aktienkurs im NGFS-Baseline-Szenario

**Abbildung 10** · Aktienkursentwicklung im NGFS-Baseline-Szenario bis 2050 (Unit: 2017=100, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs, Region: Germany)



Quelle: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Scenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

liegen Daten für Europa sowie wichtige Märkte außerhalb Europas (USA, China, Japan) vor. Die Variablen beschreiben die Entwicklung wichtiger Indizes für die einzelnen Länder, z. B. den NYSE Composite für die USA oder den FTSE 100 für Großbritannien. Für jedes Land ist nur ein übergreifender Index verfügbar, Daten bspw. für den TecDAX sind somit nicht ableitbar.

### NGFS-Baseline-Szenario

Für das NGFS-Baseline-Szenario wird die Aktienkursentwicklung als prozentuale Veränderung zum Basisjahr 2017 angegeben. Abbildung 10 zeigt die Entwicklung beispielhaft für Deutschland für das MESSAGE-GLOBIOM 1.1-Modell.

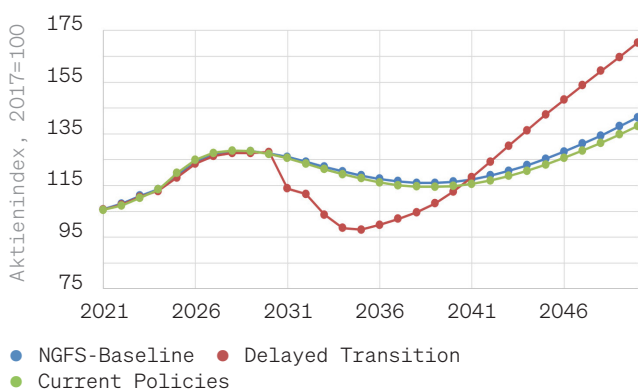
Um beispielsweise einen DAX-Stand für das Jahr 2040 im NGFS-Baseline-Szenario zu berechnen, muss der DAX-Stand vom Jahresende 2017 mit der in den NiGEM-Daten verfügbaren prozentualen Veränderung multipliziert werden:

$$\begin{aligned} DAX_{Baseline,2040} &= DAX_{2017} \cdot \frac{x_{Baseline,2040}}{100} \\ &= 12.917,64 \cdot \frac{116,4214}{100} \\ &= 15.038,90 \end{aligned}$$

Für die Szenarien Delayed Transition und Current Policies sind die Aktienkursentwicklungen als relative Abweichungen vom NGFS-Baseline-Szenario angegeben. Entsprechend kann ein DAX-Stand für das Jahr

### Aktienkurs in den Szenarien Delayed Transition und Current Policies

**Abbildung 11** · Aktienkursentwicklung in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050 (Unit: 2017=100, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs, Region: Germany)



Quelle: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Scenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

2040 z. B. für das Szenario Delayed Transition wie folgt berechnet werden:

$$\begin{aligned} DAX_{Delayed,2040} &= DAX_{2017} \cdot \frac{x_{Baseline,2040}}{100} \cdot \left(1 + \frac{x_{Delayed,2040}}{100}\right) \\ &= 12.917,64 \cdot \frac{116,4214}{100} \cdot \left(1 + \frac{-3,2300}{100}\right) \\ &= 14.553,14 \end{aligned}$$

Abbildung 11 zeigt die Entwicklung aller drei Szenarien NGFS-Baseline, Delayed Transition und Current Policies beispielhaft für Deutschland für das MESSAGE-GLOBIOM 1.1-Modell.

### Delayed Transition

Im Szenario Delayed Transition zeigt sich bis zum Jahr 2030 ein weitgehend identischer Verlauf zum NGFS-Baseline-Szenario. Mit Beginn der Transition kommt es zunächst zu einem deutlichen Einbruch der Aktienkurse. Anschließend kommt es zu einer deutlichen Erholung, so dass ab dem Jahr 2041 die Aktienkurse sogar über den Kursen des NGFS-Baseline-Szenarios liegen.

Sektorspezifische Aktienkursentwicklungen für die Jahre 2030 bis 2035 lassen sich mit Hilfe der in Abschnitt 4.c beschriebenen Skalierungsfaktoren herleiten.<sup>38</sup> Bei einem allgemeinen Kursrückgang von 2030 auf 2031 um 10,47 % würden beispielsweise die Aktienkurse der Nahrungs- und Futtermittelindustrie (C10) nur um  $0,92 \cdot 10,47 \% = 9,63 \%$  sinken. Auch in den Folgejahren würden sie weiter etwas weniger stark als der Gesamtmarkt (jeweils um das 0,92-Fache) sinken. Mit dem einsetzenden Aufschwung ab dem Jahr 2036 sollten die Skalierungsfaktoren nicht mehr angewandt werden. Das erreichte sektorspezifische Kursniveau kann dann – wie auch schon in den Jahren vor 2030 – mit der allgemeinen Kursentwicklung fortgeschrieben werden.

Einen Sonderfall stellt lediglich der Sektor der Kokerei und Mineralölverarbeitung (C19) dar. Bei einem 10,98-mal so starken Rückgang der Aktienkurse wie am Gesamtmarkt wäre bereits im Jahr 2031 ein Totalverlust zu unterstellen ( $10,98 \cdot 10,47 \% > 100 \%$ ).

<sup>38</sup> Skalierungsfaktoren siehe separate Datei sowie Abbildung 4.

### Current Policies

Der Verlauf der Aktienkurse in diesem Szenario ist fast identisch zum NGFS-Baseline-Szenario, allerdings sind die Aktienkurse systematisch etwas niedriger als im NGFS-Baseline-Szenario.

Bei der in Abschnitt 4.c hilfswise vorgeschlagenen Annahme (gleichlaufende Entwicklung) unterscheiden sich in diesem Szenario die sektorspezifischen Aktienkursentwicklungen nicht von der allgemeinen Aktienkursentwicklung.

### Aktienrisiko

Für eine vollständige Betrachtung wird zusätzlich noch eine Entwicklung des Aktienrisikos benötigt. Da dieses in der Standardformel sehr einfach faktor-basiert aus den Marktwerten der Aktienpositionen hergeleitet wird, kann das Aktienrisiko für die Szenariojahre nach dem üblichen Standardformelansatz aus den hergeleiteten Marktwerten der Aktienpositionen berechnet werden. Angesichts der Unsicherheiten in einer Modellierung wie NGFS/NiGEM, erscheint auch eine Skalierung des gesamten Aktienrisikos mittels der Marktwertveränderung des gesamten Aktienportfolios angemessen.

### iii. Spreads von Unternehmens- und Staatsanleihen

Soweit sich keine Kurse am Markt beobachten lassen, werden für die Bewertung von Anleihen und anderen zinssensitiven Wertpapieren geeignete Zinssätze benötigt (Mark-to-Model). Dieser Zinssatz entspricht dem als risikofrei angenommenen Zins plus einem emittenten- oder emissionspezifischem Spread.

Das NiGEM-Modell stellt Renditen 10-jähriger Staatsanleihen zur Verfügung (siehe Abschnitt 4.d.i). Wenn die deutsche Bundrendite als risikofreier Zins verwendet wird, ergeben sich daraus (zumindest für diese Laufzeit) unmittelbar die Spreads der Staatsanleihen anderer Länder. Dies entspricht auch der marktüblichen Begrifflichkeit für Spreads in Europa.

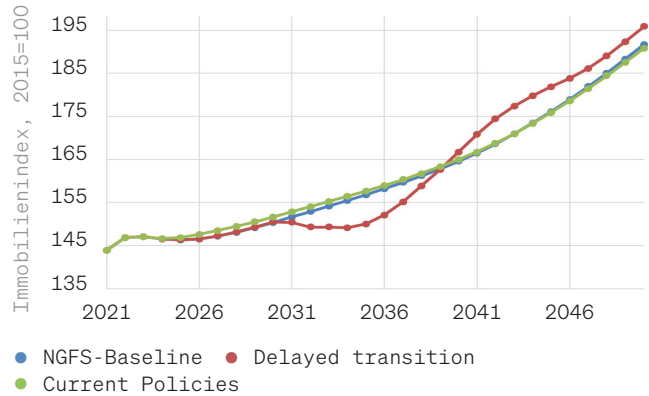
Für Unternehmensanleihen können die Spreads mit Hilfe des in Abschnitt 4.c beschriebenen Verfahrens auf Grundlage der Aktienkursentwicklung für einzelne Sektoren geschätzt werden.<sup>39</sup>

Käme es am Markt tatsächlich zu bestimmten Spreadänderungen, würde sich auch die Höhe der Volatilitäts-

<sup>39</sup> Zu den sektorspezifischen Aktienkursentwicklungen siehe Abschnitt 4.d.iii.

### Wohnimmobilien

**Abbildung 12** · Entwicklung eines Wohnimmobilien-Indizes in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050 (Unit: index 2015=100, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs, Region: Germany)



Quelle: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Scenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

anpassung (VA) ändern. Prinzipiell würde eine Neuberechnung der Volatilitätsanpassung in den jeweiligen Klimawandelszenarien realistischere Ergebnisse liefern.<sup>40</sup> Sie wäre aber recht aufwendig und erforderte für weit in der Zukunft liegende Zeitpunkte zudem zusätzliche Annahmen.<sup>41</sup> Um sich im Rahmen des ORSA mit den Folgen des Klimawandels auseinandersetzen zu können, dürfte eine Neuberechnung der Volatilitätsanpassung in der Regel nicht notwendig sein. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist dann aber zu beachten, dass die Effekte von Spreadänderungen tendenziell überschätzt werden und die Ergebnisse dementsprechend konservativ ausfallen.

### iv. Immobilien

Auch Immobilien stellen einen nicht unerheblichen Teil der Kapitalanlage deutscher Versicherungsunternehmen dar. Schwerpunkt mit deutlich über 50 % der Immobilienanlagen sind dabei Büro- und Handelsimmobilien. Institutsindividuell können sich dabei auch andere Schwerpunkte ergeben. Insgesamt liegt die Immobilienquote der Erstversicherer jedoch unter 5 % der Kapitalanlagen (von möglichen institut-

<sup>40</sup> Bei der Bestimmung des SCR wird eine sogenannte dynamische Volatilitätsanpassung nur bei internen Modellen akzeptiert. Bei Stresstests der EIOPA enthielten Szenarien mit erhöhten Spreads dagegen regelmäßig auch einen angepassten (höheren) Wert für die Volatilitätsanpassung.

<sup>41</sup> Für die VA-Berechnung werden für das gesamte Referenzportfolio der EIOPA nicht nur Spreads für den jeweiligen Zeitpunkt, sondern auch deren langfristige (dreißigjährige) Durchschnitte (LTAS) sowie entsprechende Portfolio-Gewichte benötigt (vgl. (EIOPA, 2021b)).

sindividuellen Abweichungen abgesehen), so dass bei den für die Kapitalanlage zunächst wichtigsten Transitionsrisiken die Auswirkungen auf den ORSA begrenzt erscheinen.

Im NGFS Scenario Explorer sind Variablen für Immobilienpreise für alle relevanten Länder vorhanden. Es handelt sich jedoch um Variablen ausschließlich für Wohnimmobilien, was die Nutzbarkeit ggf. einschränkt. Dargestellt sind die Ergebnisse in Abbildung 12 als Entwicklung eines Indizes, der im Jahr 2015 einen Stand von 100 hatte.

Die Szenarien lassen sich bis zum Jahr 2050 rechnen. Als Input wird das Modell MESSAGE-GLOBIOM verwendet.

### Delayed Transition

Für das Delayed-Transition-Szenario wird angenommen, dass zunächst keine zusätzlichen politische Maßnahmen getroffen werden. Die fortschreitenden Klimaeränderungen machen dann ab 2030 entsprechend starke politische Maßnahmen notwendig. Die Ergebnisse des Inputmodells scheinen dieser Annahme auch mit den zunächst moderat steigenden Immobilienpreisen bis 2030 zu entsprechen. Der gebremste Anstieg der Immobilienpreise ab 2030 im Delayed-Transition-Szenario könnte auf die ergriffenen starken Politikmaßnahmen zurückzuführen sein, die Anpassungsmaßnahmen an den Immobilien (Dämmung, Umstellung der Heiztechnik, grüne Dächer, Solaranlagen, usw.) notwendig machen. Nachdem die Anpassungsmaßnahmen erfolgt sind, könnten die Immobilienpreise wieder steigen.

### Current Policies

Im Szenario Current Policies ist der Verlauf eher gleichförmig zum NGFS-Baseline-Szenario. In diesem Szenario wird unterstellt, dass die derzeitigen politischen Maßnahmen unverändert fortgeführt werden. Der ständige Anstieg der Immobilienpreise scheint weniger auf fehlenden transitorischen Maßnahmen, sondern vielmehr auf ökonomischen Faktoren zu beruhen (Knappheit von Wohnraum, teure Baustoffe, etc.). Die dann gegenüber dem Delayed-Transition-Szenario folgende geringere Wertsteigerung könnte mit den fehlenden Anpassungsmaßnahmen bei Immobilien und den sich immer stärker bemerkbar machenden klimatischen Veränderungen zusammenhängen, die beispielsweise das Wohnen in Städten und in nicht klimageschützten Immobilien weniger attraktiv erscheinen lässt.

Insgesamt scheinen die Auswirkungen von Klimarisiken die Wertentwicklung von Wohnimmobilien bei

dem verwendeten Inputmodell weniger stark zu beeinflussen. Es können sich aber merkliche Unterschiede in der Werthaltigkeit abhängig von der Energieeffizienz der Wohnimmobilien zeigen.<sup>42</sup>

## v. Wechselkurse

Die NGFS-Szenarien enthalten Daten zu Wechselkursen aus dem zu Grunde liegenden

NiGEM-Modell in der Variablen „NiGEM|Exchange rate“. Die Daten stehen auf Länderebene über den gesamten Szenariohorizont (2021-2050) zur Verfügung. Es liegen dabei Daten für Europa sowie wichtige Märkte außerhalb Europas vor. Die Variable beschreibt den Wechselkurs als Preis der inländischen Währung ausgedrückt in US-Dollar.

Abbildung 13 zeigt beispielhaft die Entwicklung des Wechselkurses Euro per US-Dollar für die drei Szenarien NGFS-Baseline, Current Policies und Delayed Transition für das MESSAGE-GLOBIOM 1.1-Modell:

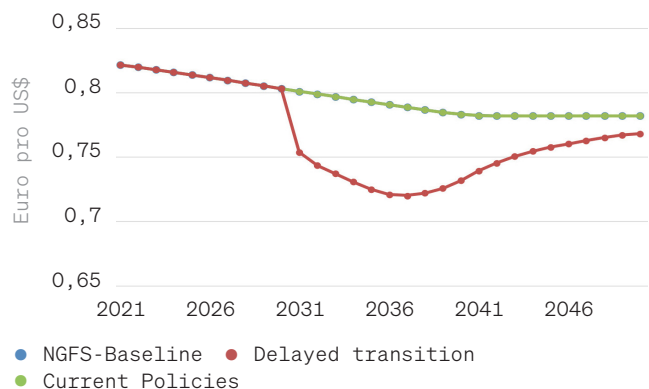
### Current Policies

Der Verlauf des Wechselkurses im Current-Policies-Szenario ist im gesamten Zeitraum identisch zum NGFS-Baseline-Szenario.

<sup>42</sup> Vgl. (ter Steege, L.; Vogel, E., 2021).

## Wechselkurs zum Dollar

**Abbildung 13** · Entwicklung des Wechselkurses zum US-Dollar in den NGFS-Szenarien Baseline, Current Policies und Delayed Transition bis 2050 (Unit: Euro per US\$, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs, Region: Europe)



Quelle: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Scenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

### Delayed Transition

Im Szenario Delayed Transition ist bis zum Jahr 2030 ein identischer Verlauf zum NGFS-Baseline-Szenario zu erkennen. Das Delayed-Transition-Szenario unterstellt ab 2030 erhebliche politische Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels. Dies macht sich ab dem Jahr 2031 in den Wechselkursen bemerkbar. Es kommt zu einem Einbruch im Wechselkurs und anschließend zu einer Erholung, wobei der Wechselkurs aber unter dem NGFS-Baseline-Szenario bleibt.

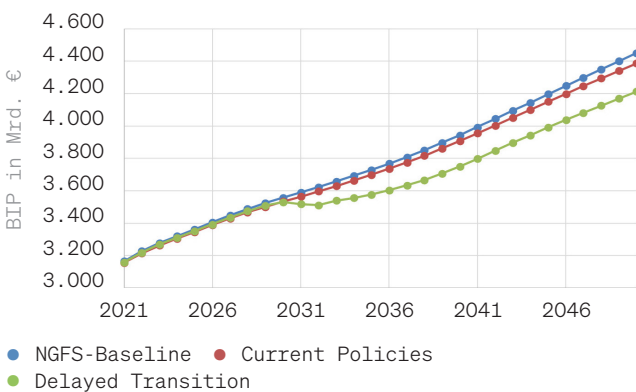
### vi. Bruttoinlandsprodukt

Die NGFS-Daten enthalten umfangreiche Daten zum Bruttoinlandsprodukt aus dem zu Grunde liegenden NiGEM-Modell in der Variablen „NiGEM|Gross Domestic Product (GDP)“, die sowohl auf Länderebene als auch für verschiedene Aggregate (z. B. Europa, Afrika, Asien, Welt) über den gesamten Szenariohorizont (2021–2050) zur Verfügung stehen. Insgesamt liegen Daten für Europa sowie wichtige Märkte außerhalb Europas (USA, China, Japan) vor. Die Variable beschreibt für die verschiedenen Szenarien das Bruttoinlandsprodukt in Preisen bezogen auf ein Basisjahr.

Die Daten können als Hilfsgröße zur Herleitung weiterer volkswirtschaftlicher Größen herangezogen werden oder auch beispielsweise zur Ableitung von Stornowahrscheinlichkeiten in der Lebens- und Krankenversicherung eingesetzt werden.

### Bruttoinlandsprodukt

**Abbildung 14** · Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Deutschland in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050 (Unit: Mrd. € in Preisen von 2015, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs, Region: Germany)



Quelle: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Szenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

Abbildung 14 zeigt die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts für alle drei Szenarien NGFS-Baseline, Delayed Transition und Current Policies beispielhaft für Deutschland für das MESSAGE-GLOBIOM 1.1-Modell.

Im Delayed-Transition-Szenario, das ab 2030 starke politische Maßnahmen unterstellt, um den Klimawandel noch eindämmen zu können, wird der mit diesen Maßnahmen verbundene Rückgang des Bruttoinlandsprodukts deutlich. Der Verlauf des Bruttoinlandsprodukts im Current-Policies-Szenario entspricht weitestgehend dem NGFS-Baseline-Szenario, wobei das Bruttoinlandsprodukts leicht hinter dem NGFS-Baseline-Szenario zurückbleibt.

### vii. Inflation

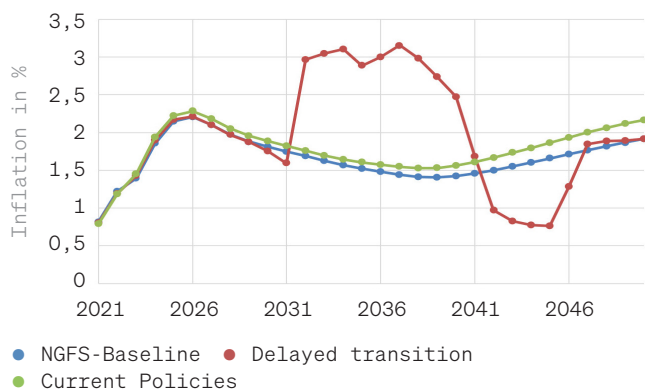
Auch für die Inflation sind umfangreiche NGFS-Daten (NiGEM-Modell) vorhanden. Diese erstrecken sich ebenfalls bis zum Jahr 2050 (2021–2050). Alle wichtigen Märkte wie Europa, Nordamerika, Asien, Lateinamerika und Afrika sind abbildbar. Die Daten liegen auch auf Einzelländerebene vor.

Die Daten zur Inflation können ebenfalls als Hilfsgröße auch außerhalb der Kapitalanlage herangezogen werden (z. B. Ableitung von Stornowahrscheinlichkeiten in der Lebens- und Krankenversicherung).

Abbildung 15 zeigt die Inflationsentwicklung in Deutschland für das NGFS-Baseline-, das Current-Policies- und das Delayed-Transition-Szenario.

### Inflationsrate

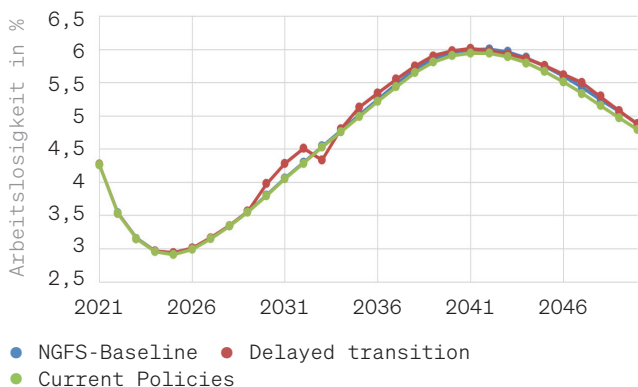
**Abbildung 15** · Entwicklung der Inflationsrate in Deutschland in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050 (Unit: percentage point, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs, Region: Germany)



Quelle: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Szenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

## Arbeitslosigkeit

**Abbildung 16** · Entwicklung der Arbeitslosigkeit in Deutschland in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050 (Unit: percentage rate, Model: NiGEM NGFS v1.21, IAM: MESSAGE-GLOBIOM 1.1 inputs, Region: Germany)



Quelle: Darstellung basierend auf Daten aus dem NGFS Scenario Explorer. Available at: <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs>

### Delayed Transition

Bei dem Delayed-Transition-Szenario sind höhere Inflationsraten für 10 Jahre ab 2031 aufgrund verspäteter Maßnahmen (höhere Energiepreise) unterstellt. Nach dem Jahr 2041 sinkt die Inflationsrate gegenüber dem NGFS-Baseline-Szenario dann für ca. 5 Jahre, um dann nahezu gleich dem NGFS-Baseline-Szenario zu sein.

### Current Policies

Das Szenario Current Policies zeigt über die gesamte Laufzeit eine geringe, aber gleichlaufende, prozentuale Erhöhung gegenüber dem NGFS-Baseline-Szenario.

### viii. Arbeitslosigkeit

Arbeitslosigkeit ist eine Hilfsgröße zur Bestimmung und Plausibilisierung anderer Risiken (z. B. Storno in der Lebens- und Krankenversicherung), für die Projektion der Kapitalanlage ist sie vernachlässigbar.

Die Daten aus den Szenarien sind bis zum Jahr 2050 vorhanden. In der vorliegenden Auswertung (siehe Abbildung 16) liegt der Fokus auf Deutschland, es stehen aber auch die Daten von Europa zur Verfügung, nicht aber für Asien oder Welt gesamt.

Bei dem Szenario Delayed Transition ist ein kurzfristiger moderater Anstieg der Arbeitslosigkeit (2030–2032) zu beobachten, der jedoch 2033 wieder kompensiert wird. Die dann folgende Abweichung vom NGFS-Baseline-Szenario ist vernachlässigbar gering. Das Szenario Current Policies entwickelt sich nahezu identisch zum NGFS-Baseline-Szenario. Auch hier ist die Abweichung vernachlässigbar gering.



## 5. Auswirkungen auf die Personenversicherung

Der Klimawandel kann sich z. B. durch folgende Punkte auf die Versicherungstechnik der Lebens- und Krankenversicherer in Deutschland (teilweise auf ganz Europa übertragbar) auswirken:<sup>43</sup>

- Zunahme von **Hitzewellen** (Statistisches Bundesamt: Sterbefallzahlen im August 2020 liegen 6 % über dem Durchschnitt der Vorjahre)<sup>44</sup>
- Rückgang von Kältephasen
- Rückgang der Luftverschmutzung
- Ausbreitung von Infektionskrankheiten (z. B. Borreliose, Vogelgrippe, Meningitis, Dengue-Fieber und tropische bakterielle und virale Infektionen)
- Zunahme der Häufigkeit und Stärke von Extrem-Wetterereignissen (außer Hitzewellen)
- Änderungen der Ernährung (insbesondere weniger Fleischkonsum)

Neben den direkten Auswirkungen auf die Versicherungstechnik sind außerdem indirekte Auswirkungen, vor allem durch die ökonomische Entwicklung, insbesondere auf Neugeschäft und Storno, zu erwarten. Aufgrund der Diskontierung künftiger Zahlungen hängt die Bewertung versicherungstechnischer Rückstellungen daneben auch stark von der Zinsentwicklung ab. Auch für die Höhe der erwarteten Zahlungen spielt bei den in Deutschland üblichen Verträgen mit Überschussbeteiligung die Kapitalmarktentwicklung eine Rolle. Hierfür wird auf Kapitel 4 verwiesen.

Die Auswirkungen des Klimawandels schlagen sich letztlich in Realisierungen der versicherungstechnischen Risiken

- Sterblichkeitsrisiko,
- Langleblichkeitsrisiko,
- Invaliditätsrisiko (LV: BU, Pflege, Erwerbsunfähigkeit, Dread Disease etc.),
- Morbiditätsrisiko (KV),
- Stornorisiko und
- Kostenrisiko

nieder.

<sup>43</sup> Vgl. z. B. (Umweltbundesamt, 2021), Kapitel 4.

<sup>44</sup> (Statistisches Bundesamt, 2020)

Um den Best-Estimate der vt. Rückstellungen in einem Klimaszenario (wie Delayed Transition oder Current Policies) zu bestimmen, müssen daher ggf. die biometrischen Rechnungsgrundlagen/Annahmen um die Klimaszenario-bedingten Effekte angepasst werden. Falls bestimmt werden soll, wie hoch in diesem Szenario (und zu diesem Zeitpunkt) das SCR wäre, sind auf die bereits für die Klimaeffekte angepassten biometrischen Rechnungsgrundlagen/Annahmen dann zusätzlich die Standardformel-Stresse anzuwenden. Eine Anpassung der Standardformel-Stresse ist grundsätzlich auch denkbar, insbesondere für die langfristigen Untersuchungen, dies erscheint jedoch nicht notwendig.

Im Folgenden werden die relevanten Auswirkungen des Klimawandels auf die Versicherungstechnik der Personenversicherer beschrieben.

### a. Risiken für Leben und Gesundheit

#### Anstieg Temperatur, Hitzewellen, Kältewellen

Ein Anstieg der Temperatur bzw. das zukünftige Auftreten von Hitze- oder Kältewellen sind vor allem für die Entwicklung der **Sterblichkeit bzw. Langlebigkeit** relevant.

Der menschliche Organismus kann sich zwar grundsätzlich an unterschiedliche Verhältnisse, wie sie in den verschiedenen gegenwärtigen Klimazonen der Erde herrschen, anpassen. Belastend wirken aber vor allem kurzfristige, ungewohnte Veränderungen. In Mitteleuropa ist daher weniger der Anstieg der Durchschnittstemperatur, sondern in erster Linie das verstärkte Auftreten von Temperaturextremen (Hitzewellen) unmittelbar gesundheitsrelevant.

Für quantifizierte Auswirkungen des Klimawandels auf die Sterblichkeiten in Hitze- oder Kältewellen wird auf (Gasparrini, Antonio et al., 2017) verwiesen. Dort werden explizit hitze- sowie kältebedingte Übersterblichkeiten untersucht. Im Ergebnis nehmen in allen Erderwärmungsszenarien erwartungsgemäß die durch Kältewellen verursachten Übersterblichkeiten ab. Die durch Hitzewellen verursachten Übersterblich-

keiten nehmen umgekehrt zu, je nach Szenario auch sehr deutlich.

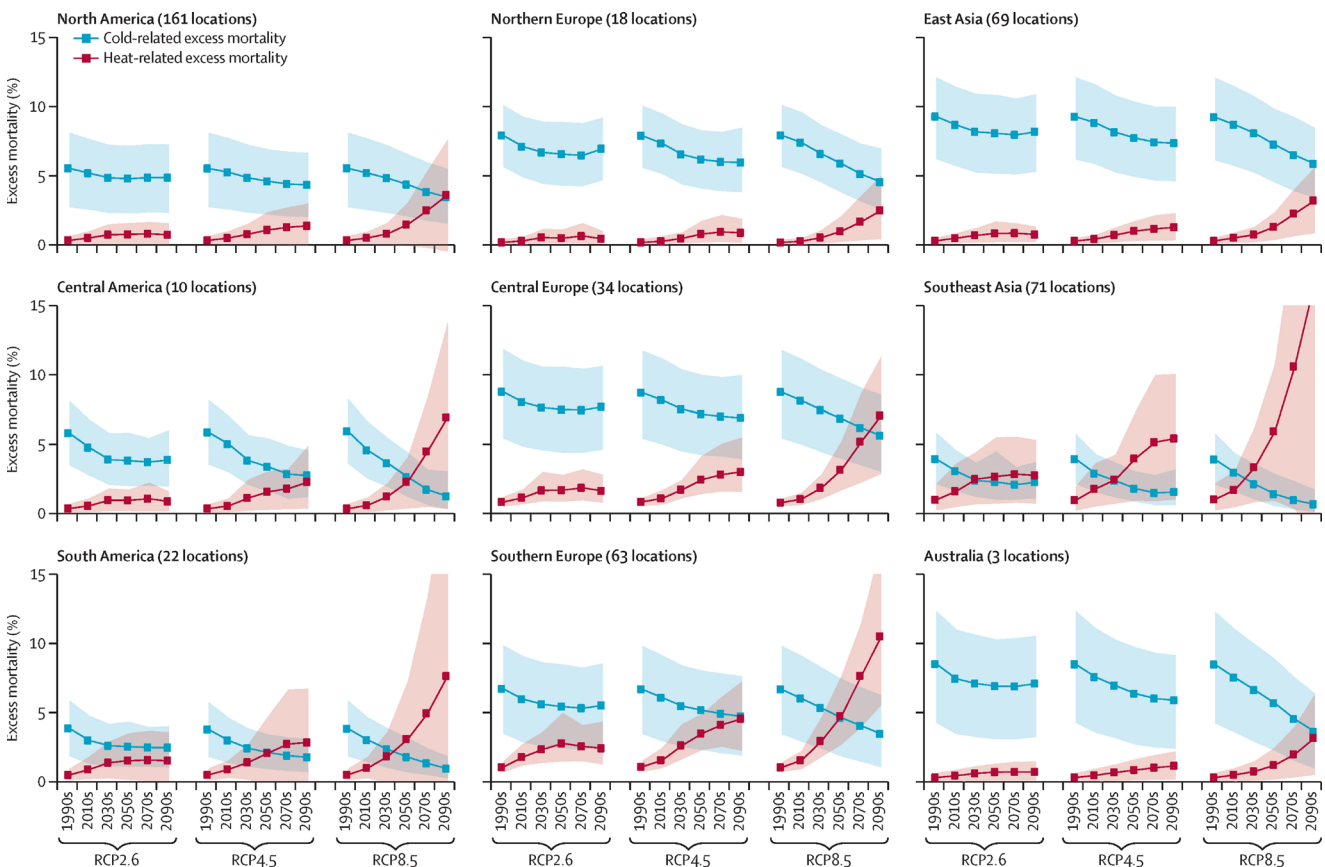
Es sollte im Rahmen der Klimawandelszenarien also untersucht werden, inwiefern der Bestand des Unternehmens gegenüber Übersterblichkeiten aus Hitze- und/oder Kältewellen exponiert ist. In der Lebensversicherung sind vom Grundsatz her gegenläufige Effekte zu erwarten: Während sich bei Rentenversicherungen Entlastungen ergeben (Altersschwerpunkt 65+), kommt es bei der Todesfallversicherung zu Belastungen (Schwerpunkt vor allem im Altersbereich 20 bis 60, vom Grundsatz auch Verträge mit Sterbegeldversicherungen im Altersbereich 65+). Welcher Effekt überwiegt, ist unternehmensspezifisch und kann z. B. bei Monolinern durchaus relevant sein, während bei einem stark diversifizierten Bestand auch die Annahme, dass keine relevanten Auswirkungen resultieren, angemessen sein kann.

Für mögliche Quantifizierungen wird auf die nachfolgende Abbildung 17 aus (Gasparrini, Antonio et al., 2017) verwiesen, aus der die Übersterblichkeiten abgelesen werden können. Die Grafik zeigt die hitze- und kältebedingte Übersterblichkeit nach Dekaden in neun Regionen und unter drei IPCC-Klimawandelszenarien (RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5). Die Schätzungen sind angegeben als durchschnittliche dekadische Anteile des General Circulation Models-Ensembles. Die schattierten Bereiche stellen 95 % der empirischen Konfidenzintervalle dar. Das IPCC-Szenario RCP 2.6 kann für das Delayed-Transition-Szenario herangezogen werden. Das Current-Policies-Szenario entspricht dagegen dem IPCC-Szenario RCP 6.0; daher sollte eine Mittelung zwischen RCP 4.5 und RCP 8.5, also ein kontinuierlicher Anstieg auf langfristig ca. 5 % bei Hitzewellen, eine gute Näherung darstellen.

Auch hinsichtlich der **Invalidisierungen** (Berufsunfähigkeitsversicherungen) sind durch die Klimaerwärmung grundsätzlich Auswirkungen denkbar, wo-

## Übersterblichkeit

Abbildung 17 · Trends der hitze- und kältebedingten Übersterblichkeit nach Regionen



Quelle: Gasparrini, Antonio et al., 2017, S. e365

bei in erster Linie im Freien ausgeübte Berufe betroffen sein sollten. So kann dort die Gefahr von Hautkrebs oder Allergien steigen.<sup>45</sup> Auch eine Zunahme psychischer Erkrankungen, z. B. infolge der wirtschaftlichen bzw. sozioökonomischen Entwicklungen, ist möglich. Andererseits kann es auch zu entlastenden Effekten kommen, wenn sich z. B. eine geringere Luftverschmutzung (vgl. unten) oder eine gesündere Ernährung (geringerer Fleischkonsum) bzw. Lebensweise gesundheitsfördernd auswirken.

Infolge der gegenläufigen Effekte erscheint im Delayed-Transition-Szenario mit einer geringeren Erderwärmung keine Anpassung der Invalidisierungen erforderlich. Auch bei einem stärkeren Temperaturanstieg im Current-Policies-Szenario sollte eine Anpassung nicht zwingend notwendig sein, eine mögliche Exposition, z. B. gegenüber Berufen im Freien, sollte jedoch überprüft werden.

Für die Entwicklung der **Krankheitskosten** (Morbidität) gilt ähnliches. Dort können neben Menschen, die im Freien arbeiten, auch Menschen mit chronischen Erkrankungen sowie Ältere, Schwangere, Säuglinge oder Kinder betroffen sein.

Über die oben dargestellten quantitativen Analysen hinaus ist unternehmensindividuell eine qualitative Berücksichtigung der nachfolgenden Aspekte denkbar.

### **Geringere Luftverschmutzung**

Eine Belastung mit Feinstaub und Ozon stellt ein Gesundheitsrisiko dar und kann zu Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen. Die durch Luftverschmutzung verursachten Krankheiten und vorzeitigen Todesfälle können sich negativ auf die versicherungstechnischen Ergebnisse auswirken. Bei einem Rückgang der Luftverschmutzung als Nebeneffekt von Maßnahmen zur Begrenzung der Erderwärmung sind positive Einflüsse auf die Sterblichkeit bzw. Invalidität/Morbidität denkbar.

### **Ausbreitung neuartiger Infektionskrankheiten**

Die Ausbreitung neuartiger Infektionskrankheiten kann für die Krankheitskostenentwicklung (Morbidität) relevant werden. Die Temperaturveränderungen sorgen dafür, dass Krankheitserreger in neue Gebiete vordringen und entsprechende Risiken für die dort lebenden Menschen mit sich bringen. Auch die Veränderungen bei Niederschlägen, Wind und Wärme verschieben die Bedrohungen durch andere menschliche

Krankheiten. Die Bedeutung dieser Gefahren könnte in Zukunft noch weiter zunehmen.

Der Klimawandel ermöglicht Arten, die unter historischen und aktuellen Bedingungen keine überlebensfähigen Populationen aufbauen konnten, nun eventuell die Etablierung außerhalb ihres bisherigen Verbreitungsgebietes. Handelt es sich um Insekten, welche auch für den Menschen problematische Pathogene (Viren, Bakterien, Parasiten) in sich lebensfähig halten und entsprechend beispielsweise durch Stiche übertragen können, dann erwächst mit deren Ausbreitung auch ein Gesundheitsproblem. Allerdings können hohe Temperaturen auch zu einer Begrenzung von Pathogenen führen. Krankheiten können neben den Insekten auch durch Vögel oder Säugetiere übertragen werden.

Nach dem Lancet-Countdown-Bericht<sup>46</sup> zum Einfluss des Klimawandels auf die Gesundheit nimmt durch den Klimawandel die Wahrscheinlichkeit zu, dass sich verschiedene Krankheiten stärker verbreiten. So werden auch in Europa Ausbrüche von Dengue- oder Zika-Fieber wahrscheinlicher. Im Norden Europas und in den USA siedeln sich den Studien zufolge zudem mehr Bakterien an, die unter anderem zu Wundinfektionen führen können.

### **Verlängerung der Vegetationsperiode und Ausbreitung von Neophyten**

Durch die Ausbreitung von Neophyten und eine Verlängerung der Vegetationsperiode können sich Auswirkungen auf die Krankheitskostenentwicklung (Morbidität) ergeben, z. B. durch eine stärkere und längere Exposition gegenüber Allergenen auf Allergien oder zunehmende chronische Atemwegserkrankungen (Asthma).

### **Auswirkungen klimabedingter Migration**

Auch klimabedingte Migrationsbewegungen können für die Versicherungstechnik relevant werden. Steigende Temperaturen, ein steigender Meeresspiegel, veränderte Niederschlagsmuster, schmelzende Gletscher und auftauende Permafrostböden, zunehmende Extremwetterlagen und häufigere Naturkatastrophen (wie z. B. Überschwemmungen oder Waldbrände) können Lebensgrundlagen gefährden, (Ressourcen-) Konflikte verschärfen und die Heimat von Millionen Menschen zeitweise oder dauerhaft unbewohnbar machen. Auch wenn der Effekt aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit von Migrationsprozessen und einer unzulänglichen Datenlage schwer zu messen ist, gehört der Klimawandel zu den wesentlichen Faktoren, die Migrationsbewegungen in Gang setzen können. Massenhafte Migration kann in den Ziel- und Herkunftsländern

<sup>45</sup> Vgl. (GERICS Climate Service Center Germany, 2020).

<sup>46</sup> (Romanello, et al., 2021), vgl. auch (Sustainable Insurance Forum, 2021).

gebieten wiederum eine Veränderung der gesellschaftlichen Strukturen auslösen, die die Unsicherheit der Kalkulationsgrundlagen erhöhen könnte.

## b. Stornorisiko

**Definition:** Stornowahrscheinlichkeiten sind Teil der nicht-biometrischen Rechnungsgrundlagen und haben einen erheblichen Einfluss auf die Zahlungsströme des Unternehmens.

Das Storno eines Versicherungsvertrages, also die einseitige Beendigung des Vertrages durch den Kunden kann für das Versicherungsunternehmen einen finanziellen Verlust darstellen. Durch Storno entsteht dabei nicht nur ein Verlust zukünftiger Gewinnmöglichkeiten, sondern es findet auch ein Eingriff in den bestehenden Risikoausgleich im Versicherungskollektiv statt, sei es durch eine entstehende Antiselektion oder durch eine Veränderung des generationenübergreifenden Ausgleichs von Risikokapital.<sup>47</sup> Je nach Vertragsbedingungen und Laufzeit kann das Storno eines Versicherungsvertrages durch den Versicherungsnehmer aber auch eine Chance für das Unternehmen darstellen. Ein Stornorisiko entsteht für ein Unternehmen dann, wenn durch ein geändertes Stornoverhalten im versicherten Kollektiv ein finanzieller Nachteil entsteht.

**Sparten:** Eine Änderung des Stornoverhaltens betrifft in erster Linie kapitalbildende Lebensversicherungen. Für Berufsunfähigkeitsversicherungen ist durch die hier genannten Treiber kein Einfluss auf die Stornowahrscheinlichkeiten zu erwarten, da es für einen Kunden durch die erneute Gesundheitsprüfung schwierig ist, zu einem späteren Zeitpunkt erneut eine Berufsunfähigkeitsversicherung abzuschließen, und ein Storno daher insbesondere bei einer ungünstigen finanziellen Lage des Kunden wenig Vorteile bringt.

**Treiber:** In der Praxis ist zu beobachten, dass Versicherungsnehmer in ihrem Stornoverhalten nicht primär finanzrationalen Überlegungen im Sinne der Kapitalmarkttheorie folgen, sondern ihr Stornoverhalten in erster Linie mit der persönlichen Situation/dem persönlichen akuten Kapitalbedarf des Versicherungsnehmers zusammenhängt.<sup>48</sup> Neben einschneidenden privaten Lebensereignissen, die sich im Versichertenkollektiv ausgleichen, hängt die erlebte wirtschaftliche Situation eines Versicherungsnehmers insbesondere auch mit seinen Einkommensverhältnissen zusammen

und ist daher korreliert mit der Situation auf dem Arbeitsmarkt, beschrieben durch die aktuelle Arbeitslosenquote. Auch die gesamtwirtschaftliche Lage in Form des Bruttoinlandsprodukts kann die erlebte wirtschaftliche Situation eines Versicherungsnehmers beeinflussen, wenn sich durch eine Rezession Auftragslagen verschlechtern oder eine erhoffte Verbesserung der wirtschaftlichen Situation ausbleibt.

Daneben können auch regional stark ausgeprägte Naturkatastrophen zu akuten Kapitalbedarfen seitens der Versicherungsnehmer und somit zu einem Storno der Versicherungsverträge führen. Denkbar wäre hier eine Korrelation zu Überschwemmungsereignissen in Folge von Starkregen, siedlungsnahen Waldbränden oder extremen Stürmen. Da all diese Ereignisse jedoch regional eingegrenzt sind, sollte ein regional gut diversifizierter Bestand davon nur untergeordnet betroffen sein.

**Vorgehensweise:** Unternehmen können ermitteln, ob ihre Bestände hinsichtlich der Stornowahrscheinlichkeiten mit historischen Zeitreihen zu Arbeitslosigkeit oder Bruttoinlandsprodukt (BIP) korrelieren. Wird eine Korrelation gefunden, so können die derzeit gültigen Best-Estimate-Annahmen anhand der von NGFS projizierten Treiber (Arbeitslosenquote, BIP siehe dazu Abschnitt 4.d.viii bzw. Abschnitt 4.d.vi) fortgeschrieben werden. Im Rahmen eines vollständigen Szenarios können mit dieser Methode Vor- und Nachteile, die sich durch die Entwicklung des Stornoverhaltens ergeben, identifiziert werden.

**Empirische Einordnung:** In Folge der Finanzkrise kam es um 2010 herum (BIP-Veränderung ca. -6 % im Jahr 2009) zu einer Stornowelle in der LV, jedoch konnte durch die Pandemie (BIP-Veränderung ca. -5 % im Jahr 2020) mit einem ähnlich tiefen BIP-Rückgang keine Stornowelle beobachtet werden. Im Delayed-Transition-Szenario kommt es im Jahr 2031 zu einem Stagnieren des BIPs (nicht zu einem Rückgang). Der durch die plötzliche CO<sub>2</sub>-Bepreisung hervorgerufene Rückgang des BIPs überlagert hier den Wachstumstrend des NGFS-Baseline-Szenarios. Das Stagnieren des BIPs könnte durchaus einen Einfluss auf das Stornoverhalten haben, von einer ausgeprägten Stornowelle analog zur Finanzkrise ist an dieser Stelle jedoch eher nicht auszugehen. Eine andere Frage wäre, bei welchen Verträgen und in welchen Situationen ein höheres Storno für das Versicherungsunternehmen überhaupt nachteilig oder aber evtl. auch vorteilhaft wäre.

<sup>47</sup> (DAV, 2017)

<sup>48</sup> Vgl. (DAV, 2019).

### c. Kostenrisiko

Das Kostenrisiko erfasst das Risiko eines Verlustes oder einer nachteiligen Veränderung der Versicherungsverbindlichkeiten, das sich aus Veränderungen in der Höhe, im Trend oder in der Volatilität der bei den Verwaltungskosten von Versicherungsverträgen anfallenden Kosten ergibt. Dabei werden Schwankungen aller Kosten berücksichtigt, die zur Erfüllung von Versicherungsverträgen dienen.

In der SCR-Standardformel wird ein Anstieg der bei der Berechnung der versicherungstechnischen Rückstellungen berücksichtigten Kosten um 10 % und ein Anstieg der Kosteninflationsrate um 1 % p. a. angenommen.

Um die Auswirkungen der Klimawandelrisiken auf das Kostenrisiko abzuschätzen, könnte die Entwicklung der Inflationsraten gemäß NGFS-Szenarien herangezogen werden (für Details zu Entwicklung der Inflation siehe Kapitel 4.d.vii). Insbesondere beim Delayed-Transition-Szenario könnten Annahmen mit einer deutlich höheren Inflation in den Jahren 2032–2040 in Frage kommen. Die Angemessenheit dieser Annahmen sollte aufgrund der unternehmensindividuellen Besonderheiten überprüft werden.

## 6. Auswirkungen auf die Schaden-/Unfallversicherung

### a. Ansätze zur Quantifizierung des Änderungsrisikos physischer Risiken

Die Klimamodelle liefern recht konkrete Aussagen über die Entwicklung der mittleren Temperatur. Etwas weniger konkret liegen Aussagen über weitere Klimaparameter vor, wobei sich die Aussagen zunächst überwiegend auf die Mittelwerte dieser Größen beziehen. Für die Risikoeinschätzung der Versicherung ist aber nicht nur die Entwicklung der Mittelwerte entscheidend, sondern insbesondere die Entwicklung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen, mit ganz besonderem Blick auf den extremeren Teil der Verteilung („Tail“; im Kontext von Solvency II oft die 200-Jährlichkeit). Hierfür liegen deutlich weniger Aussagen vor. Überdies sind diese meist deutlich vager formuliert. Im Folgenden sollen Anregungen gegeben werden, wie aus den vorliegenden Aussagen über die Klimaparameter gewisse Aussagen über das Versicherungsrisiko abgeleitet werden können. Diese haben den Charakter reiner Modellrechnungen wie auch die Ansätze in den vorherigen Kapiteln.

Beispielsweise sind folgende Typen von Aussagen über Klimaparameter in der Literatur zu finden (siehe auch Abschnitt b in diesem Kapitel):

- Die Häufigkeit von xxx-Ereignissen nimmt wahrscheinlich zu.
- Die Häufigkeit von xxx-Ereignissen nimmt je Grad Erwärmung um  $a$  % zu.
- Die Häufigkeit von xxx-Ereignissen nimmt bis zu einer Schwere von  $y1$  um  $x1$  %, ab der Schwere von  $y2$  um  $x2$  % zu.
- Der Aufwand für xxx-Ereignisse nimmt im Mittel je Grad Erwärmung um  $a$  % zu.

Der Platzhalter xxx kann dabei beispielsweise für Sturm, Hagel oder Starkregen stehen.

Mit diesen Aussagen können folgende Ansätze verfolgt werden, um diese „versicherungstechnisch zu übersetzen“:

Das Risiko wird auch im ORSA üblicherweise durch eine kumulative Wahrscheinlichkeitsverteilung  $F(x)$  beschrieben. Die Variable  $x$  beschreibt den Schaden und die Funktion  $F$  die Wahrscheinlichkeit, den Schaden  $x$  nicht zu überschreiten. Meist betrachtet man den Jahresschaden  $x$  und betrachtet die Funktion  $F$  nur für so hohe  $x$ , dass  $F(x)$  schon „nahe bei 100 %“ liegt. Dann beschreibt  $100\% - F(x)$  die Wahrscheinlichkeit, den Jahresschaden  $x$  in einem Jahr zu übertreffen. Der Kehrwert ist die oft diskutierte „Wiederkehrperiode“ oder „Jährlichkeit“. Vielfach wird auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung einzelner (Kumul-) Ereignisse betrachtet, die sich in Jahresgesamtschäden überleiten lässt.

- Man geht davon aus, dass sich alle Schadensereignisse homogen um einen festen Faktor  $a$  erhöhen. Das wäre eine Möglichkeit, eine entsprechende prognostizierte Erhöhung des Erwartungswertes abzubilden. Dann liegt es nahe, im Szenario statt dem Schaden  $x$  den entsprechend um den Faktor  $a$  vergrößerten Schaden  $a * x$  zu betrachten: Dieser hat die gleiche Wahrscheinlichkeit, wie der Schaden  $x$  heute, also betrachte  $F(a*x)$  als Wahrscheinlichkeitsverteilung im Szenario ggü.  $F(x)$  in der aktuellen Risikoeinschätzung.

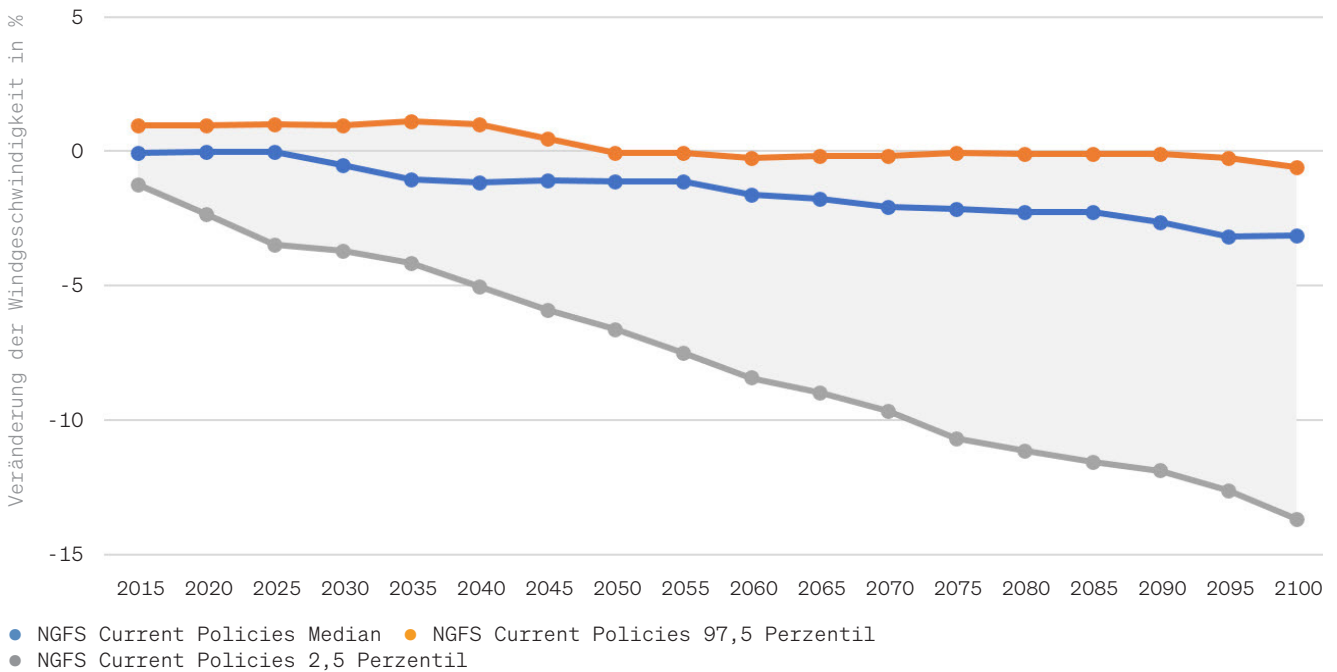
Dies ist insbesondere für die Berücksichtigung von Inflation, Wertezuwachs und Erhöhung der Bestände der richtige Ansatz. Er kann zur Berücksichtigung dieser Effekte mit anderen Ansätzen kombiniert werden.

- Man geht davon aus, dass sich (nur) die Häufigkeit der Ereignisse verändert. Dies ist in naheliegender Weise in den Risikoeinschätzungen umsetzbar:

- Verwendet man eine Kombination von (Kumul-)Schadenanzahl- und -höhenverteilungen, liegt es nahe, die gemäß Klimamodell angenommene Erhöhung der erwarteten Anzahl in den Parametern der verwendeten Schadenanzahl-Verteilung umzusetzen.

### Windgeschwindigkeit im Current-Policies-Szenario

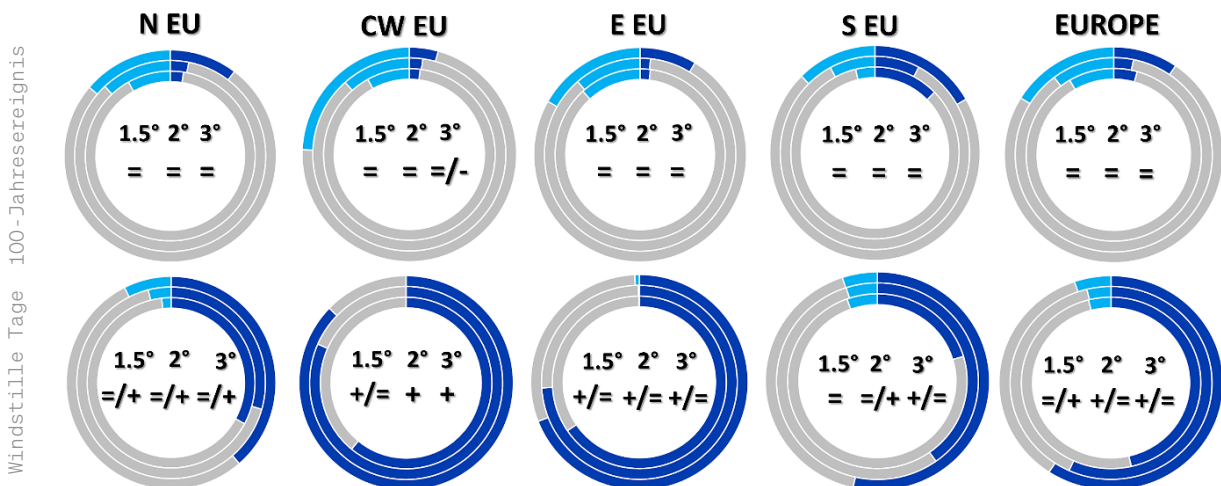
Abbildung 18 · Entwicklung der Windgeschwindigkeit (Veränderungen in Prozent) im Current-Policies-Szenario



Quelle: Climate Analytics, 2021. Climate Impact Explorer. Available at: <http://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/>

### Windgeschwindigkeit in verschiedenen Erwärmungsszenarien

Abbildung 19 · Entwicklung der Windgeschwindigkeit bei 100-Jahresereignissen sowie Anzahl der ruhigen Tage in Europa. Angegeben ist der Flächenanteil (in %) für jede Region (Nordeuropa, Mittelwesteuropa, Osteuropa, Südeuropa) mit signifikanter Zunahme (dunkelblau), keiner Veränderung (grau) und Abnahme (hellblau). Die Veränderung der 100-jährigen Windgeschwindigkeit ist signifikant, wenn sie größer als 0,3 m/s ist und 2/3 der Modelle über das Vorzeichen der Veränderung übereinstimmen. Die Veränderung der Anzahl der windstillen Tage ist signifikant, wenn sie mehr als 5 Tage beträgt und 2/3 der Modelle über das Vorzeichen der Veränderung übereinstimmen. Der innere Kreis steht für 1,5 °C, der mittlere für 2 °C, der äußere für 3 °C Erwärmung.



Quelle: JRC PESETA IV (Figure 7.)

- Verwendet man zur Modellierung des Jahresgesamtschadens eine Loss-Event-Tabelle, könnte man bei der Kalibrierung der Häufigkeit eine Anpassung in Höhe der vom Klima modell erwarteten Erhöhung der erwarteten Anzahl umsetzen.
  - Verwendet man näherungsweise eine analytisch darstellbare Verteilungsfunktion zur Approximation der Jahresgesamtschadenverteilung in hohen Quantilen, kann man die Überschreitenswahrscheinlichkeit entsprechend anpassen.
- Man geht von einer Veränderung der Verteilung des einzelnen Kumulschadens aus. Dann wird man eine prognostizierte Veränderung der Kumulschadenhöhen nicht durch eine Veränderung eines Skalenparameters abbilden, da dies eher geeignet ist, Volumen- oder Preisveränderungen abzubilden. Im Gegenzug müsste man die ggf. verwendete Kumulschaden-Höhenverteilung über eine reine Skalen-Veränderung hinaus anpassen:
- Möchte man eine vom Klimamodell prognostizierte Erhöhung des Erwartungswertes abbilden, kann hierzu eine geeignete Veränderung der Parameter, z. B. des Exponenten einer Paretoverteilung, berechnet werden.
  - Möchte man eine vom Klimamodell prognostizierte Verschiebung von z. B. zwei Stützstellen der Kumulschadenverteilung umsetzen, lässt sich eine geeignete Veränderung der Parameter einer zwei- oder mehrparametrischen Verteilung geeignet ermitteln.

Bei Verwendung von Loss-Event-Tabellen, könnte eine unterschiedliche Gewichtung der modellierten Ereignisse in Abhängigkeit von deren modellierter Wiederkehrperiode erwogen werden.

## b. Physische Risiken

Für eine tiefgehende, quantitative Analyse der physischen Risiken wären Angaben zu Stärke, Frequenz, Wiederkehrperioden für alle Risiken zu den betroffenen Sparten für die Schaden-/Unfallversicherung und für die verschiedenen Zeithorizonte notwendig. Diese Angaben sind in den NGFS-Klimawandel-szenarien nicht enthalten. Mit Hilfe der methodischen Ansätze aus dem vorhergehenden Abschnitt 6.a und den Informationen aus diesem Abschnitt können die Auswirkungen des Klimawandels ansatzweise abgeschätzt werden. Dabei werden in Unterabschnitten die auslösenden Gefahren Sturm, Überschwemmung, Hagel und Waldbrand/Dürre betrachtet.

## i. Sturm

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gefahr Sturm können sowohl gesamthaft als auch differenziert betrachtet werden. Man könnte trennen in Extremereignisse wie tropische Zyklone, allgemeine Sturmereignisse sowie kurzfristige Ereignisse wie Tornados. In den verschiedenen Studien zum Thema Sturm findet man unterschiedliche Granularitäten in der Betrachtungsweise.

Sturmrisiken betreffen insbesondere die Sachversicherung mit ihren privaten und gewerblichen Risiken. Weitere Sparten sind die Kfz-Kaskoversicherung sowie die Transportversicherung.

Die Studienlage zeichnet kein einheitliches Bild zur zukünftigen Entwicklung des Sturmrisikos. Im Folgenden wird insbesondere auf die NGFS-Szenarien und die Studie „JRC PESETA IV“ (Joint Research Centre, 2020) eingegangen, da darin ein umfangreiches Zahlenmaterial zu den verschiedenen Temperaturanstiegsszenarien verfügbar ist.

Bei der Einschätzung der Entwicklung in Bezug auf die allgemeinen Sturmereignisse ist ein Blick auf die Anzahl und die Intensität hilfreich.

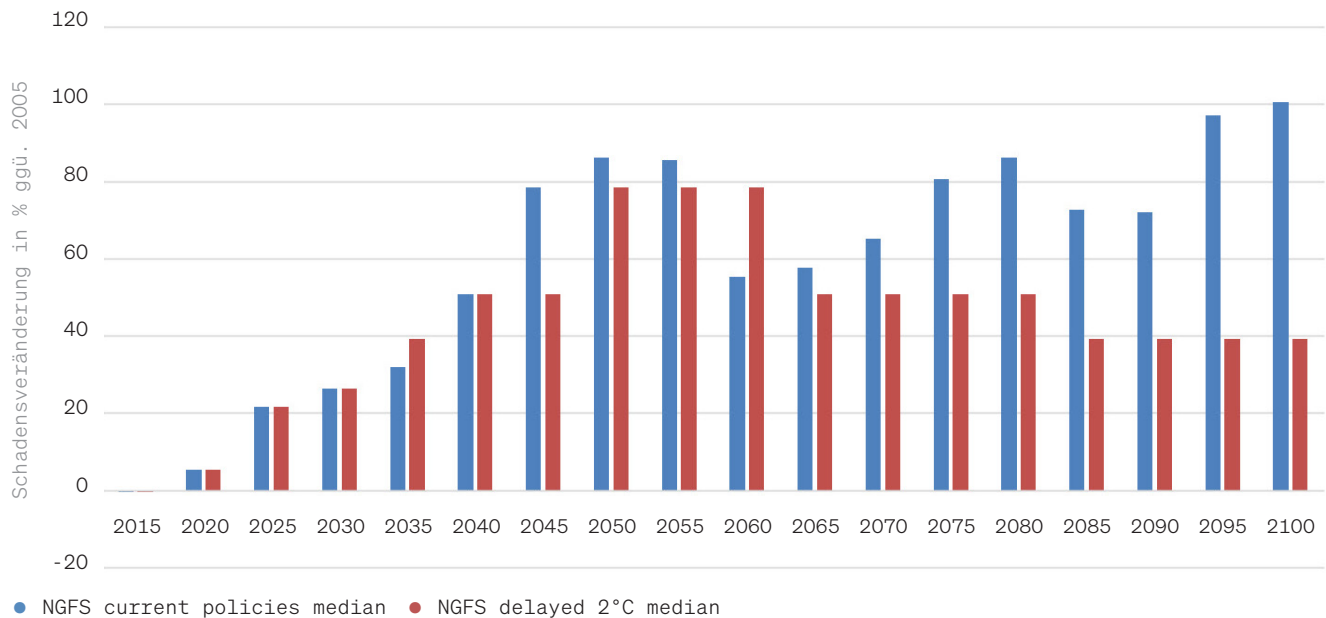
Bei den NFGS-Szenarien wurde die relative Veränderung der Windgeschwindigkeit für Deutschland und je Bundesland modelliert. Als Referenzwert wurden die Jahre von 1986 bis 2006 herangezogen. In den relevanten NGFS-Szenarien fällt der Median der relativen Veränderungen bundesweit ab dem Jahr 2025 unter 0 %. Die obere Grenze verbleibt bei 1 % oder nimmt ab (vgl. Abbildung 18).

In der Studie „JRC PESETA IV“ wurden unter anderem die Anzahl der sturmfreien Tage sowie die Veränderung der Windgeschwindigkeit bei 100-Jahresereignissen in Europa analysiert. Hierbei wurde Europa in die vier Bereiche „Nord“- „Zentralwest“- „Ost“- und „Südeuropa“ aufgeteilt. In Zentralwesteuropa, wozu Deutschland gehört, nimmt nach den Ergebnissen aus dieser Studie in allen drei Szenarien die Anzahl der sturmfreien Tage in den meisten Regionen zu. Bei den 100-Jahresereignissen bleibt die Windgeschwindigkeit gleich oder nimmt in manchen Regionen ab. In nur wenigen Regionen wird jedoch eine Zunahme von mehr als 0,3 m/s simuliert (vgl. Abbildung 19). Der mittlere jährliche Sturmaufwand in Deutschland wird in allen drei Temperaturszenarien bei 0,03 % des BIP gesehen (ohne Berücksichtigung von sozioökonomischen Veränderungen, siehe JRC PESETA IV Task 13).



## Schäden aus Flussüberschwemmungen

**Abbildung 20** · Entwicklung des jährlichen erwarteten Schadens aus Flussüberschwemmungen für das Current-Policies- und das Delayed-Transition-Szenario



Quelle: Climate Analytics, 2021. Climate Impact Explorer. Available at: <http://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/>

Bei tropischen Zyklonen liegt gemäß der Studie „JRC PESETA IV“ kein robuster Trend in Europa vor. Aus den hinter den NGFS-Szenarien stehenden Modellen ergeben sich zwar auch Erkenntnisse zu tropischen Zyklonen in Deutschland, wonach mit deutlichen Zunahmen zu rechnen ist. Dies wird von den Erzeugern der Szenarien aber als nicht belastbar eingestuft, und nach deren Aussage werden die Ergebnisse diesbezüglich aus dem NGFS Szenario Explorer entfernt werden. Tropische Zyklone in Deutschland sind demnach als unwahrscheinlich einzustufen.

Tornados sind kurzfristig auftretende Sturmereignisse, die einen lokal begrenzten Raum betreffen. Eine Einschätzung hinsichtlich einer möglichen Zunahme von Häufigkeit oder Intensivität aufgrund des Klimawandels ist aktuell nicht erkennbar (vgl. [Tornadoliste Deutschland](#)).

Die Ergebnisse der betrachteten Studien liefern mit Sicherheit kein abschließendes Bild über den Einfluss des Klimawandels auf die Gefahr Sturm. Sie sind sogar uneinheitlich in Bezug auf ihre Grundaussage, legen aber mindestens ein unverändertes Sturmrisiko nahe. Qualitativ und intuitiv lässt sich dies durch die Annäherung der Temperatur zwischen den Polen und dem Äquator begründen. Die durch den Klimawandel verursachte Temperaturerhöhung ist an den Polen am stärk-

ten und am Äquator am niedrigsten. Aufgrund der Temperaturannäherungen fällt der Temperatureausgleich durch Stürme geringer aus. Extremereignisse mit heftigen Stürmen können jedoch weiterhin auftreten.

Es existieren noch weitere Studien (siehe separate Materialsammlung), die sich mit der Entwicklung der Gefahr Sturm beschäftigen und aus denen sich eine große Spannweite von Aussagen ergibt.

Die Unternehmen sollten daher bei der Gestaltung ihrer ORSA-Szenarien den Fokus auf die jeweilige Zielsetzung der Szenarien legen sowie die Wesentlichkeit der Auswirkung des Klimawandels auf die Gefahr Sturm prüfen. Insbesondere müssen die Unternehmen eigenständig festlegen, von welcher Auswirkung des Klimawandels auf die Gefahr Sturm im ORSA ausgegangen wird.

Aus den genannten Studien ergibt sich nur die Entwicklung des mittleren jährlichen Aufwands aus Sturmschäden. Im Hinblick auf Volatilität, Standardabweichung, Jährlichkeiten, Wiederkehrperioden usw. ist die Datenlage sehr dünn. Um dennoch Aussagen hierzu im ORSA-Szenario machen zu können, müssen Annahmen getroffen werden. Eine mögliche Annahme wäre, zu unterstellen, dass der Variationskoeffizient für das Sturmrisiko unverändert bleibt, d. h., die Standardabweichung steigt durch Klimawandel genauso stark an wie

der mittlere jährliche Sturmschaden. Oder allgemeiner kann man sagen, dass der Variationskoeffizient um einen per Expertenschätzung festzulegenden Faktor ansteigt. Gegeben die Entwicklung des mittleren Sturmschadens sowie die Entwicklung der Standardabweichung können dann auch Aussagen zur Entwicklung des Sturmrisikos getroffen werden, z. B. durch Momentenschätzung einer geeigneten Extremwertverteilung wie Lognormal, Pareto oder (Inverse) Burr-Verteilung und Auswertung des 99,5 %-Quantils.

## ii. Überschwemmung

Das Überschwemmungsrisiko betrachtet das Risiko von Schäden, die dadurch entstehen, dass normalerweise trockenliegende Bodenfläche vollständig von Wasser bedeckt ist. Eine Überschwemmung tritt immer dann auf, wenn oberirdische Gewässer ausufern oder Grund durch Starkregenereignisse überflutet wird. Die Ursachen für Überschwemmungen sind vielfältig. Sie reichen von Schneeschmelze, Rückstau in der Kanalisation bis hin zu Starkregenereignissen. Im Folgenden werden nur Flussüberschwemmungen betrachtet, da diese zum einen eine hohe Materialität aufweisen und zum anderen die verfügbaren Daten relativ gut sind.

Überschwemmungsrisiken betreffen insbesondere die Sachsparten, also die Wohngebäudeversicherung, Hausratversicherung, Kfz-Kaskoversicherung, aber auch gewerbliche Sachversicherung inkl. Betriebsunterbrechungsversicherung.

Im [Climate Impact Explorer](#) finden sich detaillierte Angaben zu Flussüberschwemmungen für die NGFS-Szenarien, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird. Hervorzuheben ist hier vor allem die Modellierung der Veränderung des jährlichen erwarteten Schadens aus Flussüberschwemmungen für die verschiedenen Klimaverläufe. Die Angaben werden in Abständen von fünf Jahren für ganz Deutschland sowie eine Vielzahl weiterer Länder gemacht und legen das Jahr 2005 als Referenzjahr zu Grunde. Im Delayed-Transition-Szenario steigt der Median der relativen Veränderung bis ins Jahr 2050 auf +78,4 %. Ab dem Jahr 2060 sinkt der Median langsam wieder, bis er im Jahr 2100 bei +39,3 % liegt. Im Current-Policies-Szenario steigt der Median der relativen Veränderung auf +86,1 % im Jahr 2050. Während er sich die folgenden 30 Jahre in einem Korridor zwischen +55,5 % und +86,3 % bewegt, erreicht er in den Jahren 2095 mit +97,2 % und 2100 mit +100,5 % immer neue Höchstwerte.

Die Entwicklung dieser Variablen lässt sich als Entwicklung des Brutto-Schadenbedarfs für Flussüberschwemmungen interpretieren. Unter der Annahme, dass sich der Schadenbedarf in allen Regionen (bzw. CRESTA-Zonen) Deutschlands gleich entwickelt, könnten Unternehmen daher ihren Schadenbedarf für Überschwemmungen aus dem Referenzjahr 2005 gemäß der relativen Veränderung des jährlichen erwarteten Schadens fortschreiben, um den Schadenbedarf für die beiden betrachteten Klimaverläufe zu erhalten.

Im Hinblick auf Volatilität, Standardabweichung, Quantile, Jährlichkeiten, Wiederkehrperioden usw. liegen im Climate Impact Explorer keine Daten vor. Um im ORSA-Szenario dennoch Angaben hierzu machen zu können, müssen Annahmen getroffen werden. Mögliche Annahmen sind in Abschnitt 6.a dargelegt. Plausibel erscheinen bspw. folgende Annahmen:

- Es könnte unterstellt werden, dass der Variationskoeffizient für das Überschwemmungsrisiko unverändert bleibt, d. h., die Standardabweichung steigt durch Klimawandel genauso stark an wie der mittlere jährliche Überschwemmungsschaden.
- Es könnte für die Ist-Schadenverteilung eine Paretoverteilung mit passendem Erwartungswert und passender Standardabweichung unterstellt werden. Der Parameter der Paretoverteilung könnte nun derart angepasst werden, dass die durch die NGFS-Daten vorgegebene Veränderung des Erwartungswertes reproduziert wird. Die Veränderung von Quantilwerten kann dann approximativ aus der angepassten Verteilung abgelesen werden.

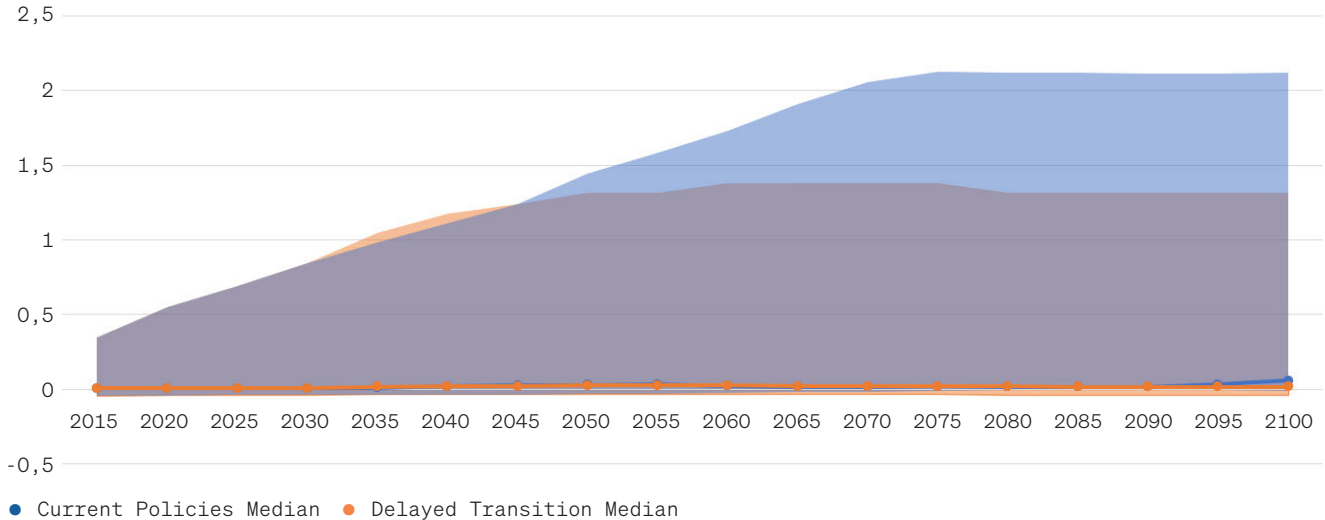
## iii. Hagel

Das Hagelrisiko betrachtet das Risiko von Schäden durch Niederschlag, der aus Eisklumpen besteht. Diese sogenannten Hagelkörner entstehen, wenn innerhalb einer Gewitterzelle unterkühltes Wasser an Kristallisationskernen zu Eis gefriert. Starke Aufwinde und ein bestimmtes Maß an vertikaler Windscherung sind im Folgenden nötig, um Hagelkörner auf eine Größe anzuwachsen zu lassen, die Schadenspotenzial birgt. Die daraus folgenden Hagelschauer, die den Aufschlag der Hagelkörner auf den Erdboden bezeichnen, können beträchtliche Schäden verursachen.

Die Schäden betreffen vor allem die Agrarversicherung, die bereits bei Hagelkörnern ab einem Durchmesser von 2 cm betroffen sein kann. Von größeren Hagelkörnern ab einem Durchmesser von 5 cm können

## Waldbrände

**Abbildung 21** · Prozentuale Veränderung der Fläche, die in Deutschland jährlich Waldbränden ausgesetzt ist, im Vergleich zum Referenzzeitraum 1986–2006 für die NGFS-Szenarien Current Policies und Delayed Transition. Die farbigen Flächen zeigen die Spanne zwischen dem 2,5- und 97,5-Perzentil der Veränderung. Der Median wird durch die beiden Linien dargestellt.



Quelle: Climate Analytics, 2021. Climate Impact Explorer. Available at: <http://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/>

auch Kfz-Kaskoversicherung, Wohngebäudeversicherung und gewerbliche Sachversicherung betroffen sein.

NGFS bietet keine Angaben zu Hagelereignissen. Im Climate Impact Explorer finden sich z. B. keine auf Hagel anwendbaren Informationen. Eine Überprüfung von anderen Quellen bietet jedoch Aufschluss dazu, wie und ob sich das Hagelrisiko aufgrund des Klimawandels verändert. Mehrere Studien weisen darauf hin, dass das Hagelrisiko in Deutschland im Zuge des Klimawandels zunehmen wird.

So wird in (Raupach, 2021) beschrieben, dass Stärke und Frequenz von Hagelstürmen in Europa ansteigen, aber auch darauf hingewiesen, dass alles noch mit einer großen Unsicherheit verbunden ist.

Eine Studie der Munich Re (Munich Re, 2020) geht einen Schritt weiter und weist konkrete Zahlen für zwei Klimawandelszenarien aus:

→ Im ersten Klimawandelszenario gelingt es, die Temperaturzunahme innerhalb von 2,4 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu halten. Eine solche Temperaturzunahme werde zu einem Anstieg von 30–40 % von Hagelereignissen mit einem Durchmesser von größer als 5 cm in Europa führen, bzw. einem Anstieg von 10–20 % von Hagelereignissen mit einem Durchmesser zwischen 2 cm und 5 cm.

→ Im zweiten Klimawandelszenario wird eine Temperaturzunahme von 4 °C bis zum Ende des Jahrhunderts im Vergleich zur vorindustriellen Zeit angenommen. Dabei hat die Temperatur zum Ende des Jahrhunderts das Maximum noch nicht erreicht. Bei Annahme dieses Szenarios wird ein Anstieg von Hagelereignissen mit einem Durchmesser von größer als 5 cm (zwischen 2 cm und 5 cm) von 100 % (80 %) in Mitteleuropa erwartet.

Im Hinblick auf Volatilität, Standardabweichung oder Quantile bietet die Studie der Munich Re keine Daten. Um im ORSA-Szenario dennoch Angaben hierzu machen zu können, müssen Annahmen getroffen werden (siehe Abschnitt 6.a). Plausibel erscheint beispielsweise:

→ Es könnte angenommen werden, dass der Variationskoeffizient für das Hagelrisiko unverändert bleibt, d. h. die Standardabweichung steigt durch Klimawandel genauso stark an wie der mittlere jährliche Hagelschaden.

→ Es könnte für die Ist-Schadenverteilung eine geeignete Verteilung (z. B. Pareto-Verteilung) mit passendem Erwartungswert und passender Standardabweichung angenommen werden. Der oder die Parameter der ausgewählten Verteilung könnten nun derart angepasst werden, dass die durch die Studie der Munich Re vorgegebene Veränderung des Erwartungswertes reproduziert wird. Die Veränderung

von Quantilen kann dann approximativ aus der angepassten Verteilung ermittelt werden.

#### iv. Waldbrand/Dürre

Hitzeperioden mit ausbleibenden Niederschlägen führen zu Dürren, die in verschiedenen Bereichen risikoerhöhend wirken:

- Höhere Wahrscheinlichkeit/Intensität von Wald- und Böschungsbränden (z. B. durch Funkenschlag entlang von Bahnstrecken). Insbesondere Waldbrände können zu einem bedeutenden Kumulfeuerschaden bei an das betroffene Waldgebiet angrenzenden Gebäuden führen.
- Niedrigere Flusspegelstände mit entsprechenden Störungen des Binnenschiffverkehrs
- Ernteausfälle

Betroffene Sparten sind damit insbesondere die Gebäudeversicherung, die Transportversicherung und die Ernteausfallversicherung.

Verwendbare Indikatoren aus den NGFS-Szenarien:

- Dürre: Informationen können indirekt abgeleitet werden über Änderungen der Temperatur, Niederschläge und Erträge von Weizen, Mais
- Waldbrand: Veränderung des Flächenanteils, der in Deutschland jährlich Waldbränden ausgesetzt ist (je nach Szenario 1,2 % bis 2 % Änderung im 97,5-Perzentil), siehe Abbildung 21

In welchem Zustand die Böden in Deutschland aktuell sind, zeigt der [Dürremonitor Deutschland](#) des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ). Eine Dürre liegt vor, wenn die aktuelle Bodenfeuchte unter das langjährige 20-Perzentil fällt. Als Referenz wird der Zeitraum 1951–2015 zu Grunde gelegt.

Der mit dem Klimawandel verbundene Temperaturanstieg führt dazu, dass Dürren in südlichen und westlichen Regionen Europas häufiger auftreten, länger andauern und intensiver werden. Mit dem Grad der Erwärmung steigt auch entsprechend fast überall in Europa die Wahrscheinlichkeit einer hohen bis extremen Waldbrandgefahr. In Mittel- und Osteuropa zeigen die prognostizierten Trends jedoch mehr Klimavariabilität

und sind unsicherer.<sup>49</sup> Daraus lässt sich schließen, dass für Deutschland keine verlässlichen Angaben über die zukünftige Entwicklung möglich sind.

Ein erster Ansatz für die Unternehmen könnte jedoch darin bestehen, die betroffenen Bestände in den o. g. Sparten zu identifizieren. Am Beispiel Waldbrand könnte dies dadurch geschehen, dass man seinen versicherten Gebäudebestand mit einer Flächennutzungskarte verschneidet und den Teilbestand identifiziert, der sich innerhalb eines bestimmten Korridors um die Waldfläche befindet. Anschließend könnte man Radien betrachten, in denen ein Totalverlust durch Waldbrand unterstellt wird, und – analog den Vorgaben von Solvency II – den Radius mit dem höchsten Versicherungsbestand als potenzielles Kumulrisiko definieren.

#### c. Rückversicherung

Rückversicherungs (RV)-Verträge werden üblicherweise mit einer Laufzeit von einem Jahr abgeschlossen. Jährlich im Herbst wird über die Konditionen für das nächste Kalenderjahr verhandelt. Abgeschlossene RV-Verträge bzw. bekannte RV-Konditionen gibt es somit höchstens für das direkte Folgejahr. Das heißt, bei Projektionen in die Zukunft muss man Annahmen treffen, welchen Rückversicherungsschutz man zukünftig haben wird. Eine mögliche Annahme wäre, dass es keine Änderungen gibt, Deckungsumfang und Preis blieben somit unverändert. Im Falle des Klimawandel-Szenarios ist das möglicherweise keine sinnvolle Annahme.

Es wären also folgende Fragen zu klären: Wie passt das Unternehmen die Rückversicherungsstruktur an die Entwicklung bei den Naturgefahren an? Und sind die Rückversicherer bereit, die angepasste Rückversicherungsstruktur auch abzusichern und zu welchem Preis? Auch bei Nicht-Anpassung des Rückversicherungsschutzes stellt sich Frage nach dem Preis. Tendenziell wird der Preis wohl steigen, wenn die Schäden zunehmen. Ein erster Anhaltspunkt, um zu dieser Frage belastbare Annahmen zu treffen, könnte die aktuelle Verhandlungsrunde sein rund um das Schadenereignis „Bernd“ und die RV-Deckung zu Naturgefahren im nächsten Jahr. Unternehmen könnten sich hieran orientieren bzw. die Annahmen damit begründen. Die getroffenen Annahmen sollten möglichst belastbar und gut dokumentiert sein.

Kurz: Welche RV-Deckung wird unterstellt im Projektionszeitraum?

<sup>49</sup> Vgl. (Joint Research Centre, 2020).

#### d. Transitionsrisiken

Aus veränderten ökonomischen, politischen, gesellschaftlichen oder rechtlichen Rahmenbedingungen können Transitionsrisiken entstehen. Ein wesentlicher Treiber für diese Risiken sind Maßnahmen im Kontext einer Umstellung auf eine kohlenstoffarme Wirtschaft.<sup>50</sup> Zudem bestehen unmittelbare Wechselwirkungen zwischen physischen Risiken und Transitionsrisiken. So werden einerseits die physischen Folgen des Klimawandels stärker, je später die Gesellschaft ihre Treibhausgasemissionen reduziert. Andererseits können mögliche Anpassungsstrategien der Politik in Folge von Naturereignissen schneller und stärker wirken, was wiederum die Transitionsrisiken erhöhen kann.<sup>51</sup> Transitionsrisiken können disruptiv auftreten und fallen „...umso schwerer aus, je stärker der Richtungswechsel der Politik ist.“<sup>52</sup> Deshalb sind die Ergebnisse unternehmensindividueller Analysen der Auswirkungen von Transitionsrisiken größerer Unsicherheit unterworfen als die Analysen anderer Risiken.

Nach Einschätzung der DAV sind die Auswirkungen von Transitionsrisiken im Kontext des Klimawandels insbesondere in den Bereichen der Kapitalanlagen, des Gegenparteausfallrisikos und der Strategischen Risiken hoch, während die Folgen für Versicherungstechnische Risiken, Operationelle Risiken, Stornorisiken und Reputationsrisiken als mittel eingestuft werden.<sup>53</sup>

Grundsätzlich sind sämtliche Kompositsparten und Kundengruppen von Transitionsrisiken betroffen. So werden Privatkunden z. B. durch gesetzliche Änderungen bei der energetischen Sanierung von Gebäuden oder bei Energiekosten unmittelbar von veränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen berührt. Zudem wirken sich Transitionsrisiken sowohl auf die Mobilität und damit auf die K-Versicherung als auch auf sozioökonomische Faktoren (z. B. Urbanisierung) und damit das Wohngebäudeportfolio aus.

Deutlich stärker sind jedoch voraussichtlich Transitionsrisiken im Bereich der gewerblichen oder industriellen Versicherung zu erwarten. Hierbei sind insbesondere emissionsintensive Branchen in Relation zur Wertschöpfung überproportional von Wertschöpfungsverlusten betroffen, wie die Landwirtschaft oder die Energiewirtschaft.<sup>54</sup> Die DAV nennt als weitere direkte Auswirkungen z. B. den Ausfall von Unternehmen und Assets für die

Kredit- und Kautionsversicherung. Hinzu kommen indirekte Auswirkungen für die Haftpflichtsparten, wenn durch Klimaveränderung Geschädigte Entschädigungsansprüche gegen Unternehmen stellen, die direkt oder indirekt für die Schäden des Klimawandels verantwortlich gemacht werden.<sup>55</sup>

Im Hinblick auf die erste Bewertung von Transitionsrisiken für einen Kompositversicherer kommt der Kapitalanlage eine besondere Bedeutung zu. Aber auch auf den Versichertenbestand, die Produkte, die Schadenregulierung und den Vertrieb können sie unmittelbare Auswirkungen haben. So kann es risikoe erhöhend im Hinblick auf Transitionsrisiken sein, wenn

- der Versicherungsbestand wenig diversifiziert ist und Schwerpunkte im Versichertenportfolio für Produkte und oder Branchen bestehen, die voraussichtlich stark von veränderten politischen Rahmenbedingungen betroffen sind. Dies kann stornoerhöhend und beitragsreduzierend bei umsatzabhängigen Tarifen sein. Gleichwohl können Sekundäreffekte auf Vertriebspartner entstehen, wenn durch eine Schwerpunktbildung im Bestand Veränderungen in den Sektoren auch Auswirkungen auf das vermittelte Privatkundengeschäft haben;
- Produkte Kostenpositionen beinhalten, die künftig die Schadenregulierungsaufwände in Folge gesetzlicher/behördlicher Anpassungen erhöhen.

Deshalb kann eine erste qualitative Analyse von Transitionsrisiken im Hinblick auf die Diversifikation erfolgen z. B. für den Bestand

- nach Privat- und Firmenkunden,
- nach Sparten,
- nach geographischen Schwerpunkten,
- des Firmenkundengeschäfts nach Branchen/Sektoren.

Im Firmenkundengeschäft kann eine Verzahnung zwischen den unternehmensindividuellen Assetklassen und den Betriebsarten der Gewerbe-/Industrieversicherung sinnvoll sein, wenn z. B. Daten für die CO<sub>2</sub>-Relevanz von Investments vorliegen. Zudem zeigen die oben angeführten Spartenbeispiele, dass eine Analyse des Produktportfolios Kenntnisse zur Einschätzung der Transitionsrisiken bringen kann. So ist die Frage, welche Policen in relevanten Betriebsarten umsatzbezogen sind und welches Beitragsvolumen hiervon betroffen ist. Zudem kann eine Analyse der Mehrkostenthematik in Sach inkl. behördlicher Aufbaubeschränkungen Hinweise auf veränderte Bewertungen des Prämien- und Reserverisikos geben.

<sup>50</sup> Vgl. (BaFin, 2019)

<sup>51</sup> Vgl. (BaFin, 2019), S. 14

<sup>52</sup> Bundesbank (2021), S. 93

<sup>53</sup> Vgl. (DAV, 2021), S. 26.

<sup>54</sup> Vgl. Deutsche Bundesbank (2021), S. 94 ff.

<sup>55</sup> Vgl. (DAV, 2021), S. 15.

## 7. Sonstige Risiken

### Operationelle Risiken

Operationelle Risiken können sich aus folgenden Aspekten ergeben (die Aufzählung ist beispielhaft und nicht abschließend, unternehmensindividuelle Punkte wären zusätzlich zu berücksichtigen):

- Unzureichende Verfügbarkeit von Personal infolge von Naturkatastrophen;
- Beeinträchtigung der technischen Infrastruktur (IT) z. B. bei Stromausfällen;
- Eingeschränkte Nutzbarkeit der eigenen Geschäftsräume;
- Bei Häufung der Schadenmeldungen in Folge von Naturkatastrophen und/oder Kumulschadensereignissen sind vermehrte Fehler in der Bearbeitung möglich;
- Im Notfallbetrieb möglicherweise höhere Risikoexponierung gegenüber Cyberangriffen.

Wie generell bei operationellen Risiken erscheint auch in der hier vorgenommenen Szenariobetrachtung das Erarbeiten von Notfallplänen und technischen Sicherungsmaßnahmen in vielen Fällen wichtiger als das Vorhalten einer bestimmten Kapitalanforderung.

Bei unklaren Haftungsfragen (Umfang des Versicherungsschutzes) sind auch rechtliche Risiken möglich.

Zusätzliche rechtliche Risiken, denen Dritte ausgesetzt sind, können für das Versicherungsunternehmen ebenfalls eine Rolle spielen, wenn der Dritte Versicherungsnehmer oder Investitionsobjekt des Versicherungsunternehmens ist. Im Zuge der Transition können beispielsweise neue gesetzliche Regelungen oder Gerichtsurteile sich stark auf den Aktienkurs betroffener Unternehmen auswirken. Derartige indirekte rechtliche Risiken sind aber Teil der versicherungstechnischen Risiken bzw. der Kapitalanlagerisiken des Versicherungsunternehmens und stellen keine operationellen Risiken oder eine eigene Risikokategorie dar.

### Reputationsrisiken

Reputationsrisiken beschreiben Risiken aus einer möglichen Schädigung des Rufes des Unternehmens in Folge einer negativen Wahrnehmung in der Öffentlichkeit. Im Zusammenhang mit den Risiken aus dem Klimawandel sind Risiken z. B. aus Investitionsentscheidungen oder angebotenen Produkten denkbar.

### Liquiditätsrisiken

Mit Liquiditätsrisiko wird das Risiko bezeichnet, zum Begleichen fälliger Zahlungsverpflichtungen benötigte Zahlungsmittel nicht oder nur zu erhöhten Refinanzierungskosten beschaffen zu können. Generell wird dem Liquiditätsrisiko durch ausreichende Fungibilität und Diversifikation der Kapitalanlagen Rechnung getragen. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel sind z. B. Liquiditätsrisiken aus erhöhten Schadenzahlungen denkbar.

## 8. Kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen

Die Betrachtung von Klimawandelszenarien im ORSA dient dazu, dass sich Versicherungen damit auseinandersetzen, wie sie als Unternehmen vom Klimawandel betroffen sind. Sowohl der Klimawandel selbst als auch seine möglichen Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft können Folgen für die künftige Risiko- und Solvenzlage des Unternehmens haben. Auch die Bekämpfung des Klimawandels kann in einer Übergangsphase zu erheblichen Transitionsrisiken führen.

Mit den Analysen sollen Vulnerabilitäten entdeckt werden, um im Unternehmen ggf. frühzeitig Gegenmaßnahmen treffen zu können. „Frühzeitig“ kann dabei ganz unterschiedliche Zeitpunkte bedeuten. Manche Entscheidungen stehen vielleicht schon heute an, andere Entscheidungen sind – wenn überhaupt – erst weit in der Zukunft zu treffen. Mit diesem Erkenntnisgewinn und den ggf. daraus abgeleiteten Maßnahmen kann und soll die Resilienz des Unternehmens erhöht werden.

In der Analyse der Szenarien könnte für den kurzen Zeithorizont das Augenmerk auf die Entwicklung üblicher Kenngrößen gelegt werden. Dazu gehören insbesondere

- Eigenmittel,
- SCR und
- Gesamtsolvabilitätsbedarf.

Für den sich anschließenden längeren Zeithorizont stehen eher qualitative Erkenntnisse im Vordergrund. Beispiele dafür wären:

- Ist das Geschäftsmodell langfristig nachhaltig möglich?
  - Können potenzielle nachteilige Entwicklungen abgeschwächt oder verhindert werden?
  - Wo will das Unternehmen zukünftig hin? Welche Handlungsmöglichkeiten gibt es?
  - Wie sehen die zukünftigen und ggf. heutigen dazugehörigen Managemententscheidungen aus?
  - Wie anpassungsfähig ist das Unternehmen (Laufzeit der Verträge, Prämienanpassungsklauseln, Risikopräventionsmaßnahmen, Entwicklung neuer Geschäftsfelder, etc.)?
- Bei der Einordnung von Ergebnissen aus einzelnen Szenarien muss in jedem Fall beachtet werden, dass es sich dabei um **keine Prognosen**, sondern um reine **What-If-Analysen** handelt, mit denen lediglich Risiken identifiziert werden sollen.
- Mit Sicherheit wird keines der NGFS-Szenarien genau so eintreten. Die Szenarien dienen stattdessen dazu, beispielhaft mögliche Entwicklungen in sich stimmig analysieren zu können. In den hier gewählten Szenarien Delayed Transition und Current Policies zeigen sich dabei einmal schwerpunktmäßig transitorische und einmal schwerpunktmäßig physische Risiken. In gewisser Weise wird damit ein Raum aufgespannt, in dem viele verschiedene Entwicklungen denkbar sind.
- Genauso wenig ist zu erwarten, dass die Unternehmen genau das Schicksal erleiden, wie es in den Analysen durchgespielt wird – vor allem, da zumeist vermutlich kein reaktives Verhalten berücksichtigt ist. Tatsächlich haben die Unternehmen die Möglichkeit gegenzusteuern. Vermeintlich schlechte Ergebnisse in den Szenarien sind daher nicht per se negativ zu sehen, sondern im Gegenteil wertvoll für das Unternehmen, da sie vorausschauend Handlungsbedarf aufzeigen. Der Lerneffekt durch die Auseinandersetzung mit ungünstigen Szenarien soll gerade darin bestehen, durch rechtzeitige Maßnahmen zu verhindern, dass vergleichbare Ergebnisse tatsächlich einmal eintreten.
- Wie sind die Auswirkungen auf die strategische Planung?
  - Wie sind die Auswirkungen auf die Geschäftsstrategie (Verfügbarkeit, Versicherbarkeit, Anpassung, Vermeidung, Produktgestaltung, Bezahlbarkeit, Vertriebswege, etc.)?
  - Wie sind die Auswirkungen auf den eigenen Geschäftsbetrieb (Betroffenheit der Standorte/Mitarbeiter)?
  - Sind die Resilienz und die Robustheit der Unternehmensstrategien unter verschiedenen nachteiligen Entwicklungen gegeben?

### **Besonderheiten der Kapitalanlage**

Als größter institutioneller Kapitalanleger kann die deutsche Versicherungswirtschaft einen wesentlichen Beitrag zur Finanzierung der Dekarbonisierung der Realwirtschaft leisten. Gleichzeitig sind Versicherer in ihrer Rolle als Kapitalanleger aber auch in hohem Maße den mit diesem Übergang verbundenen Risiken auf den Kapitalmärkten ausgesetzt. Die Transition beeinflusst die künftige Wertentwicklung insbesondere von Aktien, Anleihen und Immobilien. Es wird mehr oder weniger Betroffene, und es wird Gewinner und Verlierer geben.

Selbst wenn die im Mittel erwarteten Veränderungen in den heutigen Marktpreisen bereits eingepreist sein sollten – was teilweise bezweifelt wird –, ist die künftige Entwicklung mit großen Unsicherheiten behaftet. Am Kapitalmarkt können sich auch Pfade realisieren, die nicht den heutigen mittleren Erwartungen entsprechen. Es hängt insbesondere vom Zeitpunkt und den Maßnahmen, mit denen die Transition vorangetrieben wird, ab, ob es dabei zu deutlichen Einbußen bei bestimmten Kapitalanlagen kommen könnte. Generell ist zu erwarten, dass Verwerfungen umso heftiger ausfallen könnten, je länger die Transition hinausgezögert wird. Diese Risiken gilt es in den heutigen Kapitalanlageentscheidungen mitzubetrachten.

### **Besonderheiten der Personenversicherung**

Es ist sinnvoll, auch die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Versicherungstechnik der Personenversicherer zu untersuchen und zu verstehen. Die biometrischen Risiken dieser Versicherungssparte scheinen zwar zunächst wenig betroffen zu sein. Durch die langen Laufzeiten vieler Verträge können sich aber auch Entwicklungen, die erst in vielen Jahren wirksam werden, auf heute abgeschlossene Verträge auswirken. Künftige Trends und Risiken müssen daher möglichst gut antizipiert werden. Anders als bei vielen Krankenversicherungen besteht bei Lebensversicherungen nicht die Möglichkeit, später mit Beitragsanpassungen auf neue Entwicklungen zu reagieren.

Möglicherweise haben andere, nicht unmittelbar mit dem Klimawandel zusammenhängende, Faktoren einen deutlich größeren Einfluss auf die künftige Entwicklung von Lebenserwartung und Gesundheit in Mitteleuropa. Die Erfahrungen mit der Covid-19-Pandemie und deren Bekämpfung lassen dabei beispielsweise an

neue Pandemien oder an Durchbrüche in der Bekämpfung von Krankheiten wie Krebs denken. Dies ändert aber nichts daran, dass sich Lebens- und Krankenversicherer damit auseinandersetzen sollten, inwieweit ihr auf Jahrzehnte angelegtes Geschäftsmodell Risiken des Klimawandels unterliegt. Dass sich das Klima während der Laufzeit vieler Verträge spürbar wandelt, ist unausweichlich. Inwieweit dies für das Unternehmen materielle Folgen haben könnte, gilt es zu bewerten. Je nach Ausgang dieser Bewertung könnten sich vertiefte Analysen dann als erforderlich oder als nicht erforderlich erweisen. Möglicherweise könnten sich aus Erkenntnissen zu langfristigen Risiken schon Folgen für die heutige Produktpolitik ergeben.

### **Besonderheiten der Schaden-/Unfallversicherung**

Versicherer wollen und müssen Menschen und Unternehmen finanziell gegen Naturgefahren absichern, die absehbar heftiger und häufiger werden. Damit müssen gerade Schaden-/Unfallversicherer den Klimawandel im Blick haben und dessen Folgen abschätzen können. Auch wenn zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren schon seit Jahren viel Forschungsarbeit geleistet wurde, sind die Angaben zu den konkreten Veränderungen der Gefahren mit großen Unsicherheiten verbunden. Das heißt, dass genau wie im Fall der Kapitalanleger und der Betrachtung der versicherungstechnischen Risiken der Personenversicherung, die Analysen weitestgehend einer What-If-Analyse entsprechen. Die Bewertung der Auswirkungen sollte folglich nicht als ein wahrscheinliches oder erwartetes Ergebnis angesehen werden.

Hinzu kommt, dass neben den Veränderungen bei den eigentlichen Naturgefahren es auch zu Veränderungen anderer Rahmenbedingungen kommen kann. Schadenprävention durch reformiertes Baurecht, klimabewusstes Bauen und klimaangepasste Infrastruktur spielt dabei eine Schlüsselrolle, um die Schäden des Klimawandels möglichst gering zu halten. Es sollte auch nicht außer acht gelassen werden, dass Schaden-/Unfallversicherer viele kurzfristige Anpassungsmöglichkeiten haben wie bei den Prämien, im Deckungsumfang oder in ihrer Zeichnungsstrategie.



## LITERATURVERZEICHNIS

- BaFin. (2019):** Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken. Von [https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/dl\\_mb\\_Nachhaltigkeitsrisiken.html](https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/dl_mb_Nachhaltigkeitsrisiken.html) abgerufen
- BaFin. (2021):** Hinweise zum Solvency-II-Berichtswesen für Erst- und Rückversicherungsunternehmen sowie Versicherungsgruppen. Von [https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/VA/dl\\_Hinweisschreiben\\_Berichtspflichten\\_SolvencyII.html](https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/VA/dl_Hinweisschreiben_Berichtspflichten_SolvencyII.html) abgerufen
- DAV. (2017):** Fachgrundsatz der Deutschen Aktuarvereinigung e. V. - Stornoabzüge in der Lebensversicherung. Von [https://aktuar.de/unsere-themen/fachgrundsaeetze-oeffentlich/2022-01-27\\_DAV-Hinweis\\_Storno-abzuege\\_Lebensversicherung.pdf](https://aktuar.de/unsere-themen/fachgrundsaeetze-oeffentlich/2022-01-27_DAV-Hinweis_Storno-abzuege_Lebensversicherung.pdf) abgerufen
- DAV. (2019):** Fachgrundsatz der Deutschen Aktuarvereinigung e. V. - Best Estimate in der Lebensversicherung. Von [https://aktuar.de/unsere-themen/fachgrundsaeetze-oeffentlich/2019-06-27\\_DAV-Hinweis\\_Best\\_Estimate\\_Lebensversicherung.pdf](https://aktuar.de/unsere-themen/fachgrundsaeetze-oeffentlich/2019-06-27_DAV-Hinweis_Best_Estimate_Lebensversicherung.pdf) abgerufen
- DAV. (2021):** Ergebnisbericht des Ausschusses Schadenversicherung: Klimawandel – aktuarielle Implikationen. Von <https://aktuar.de/unsere-themen/fachgrundsaeetze-oeffentlich/Ergebnisbericht%20AG%20Klimawandel.pdf> abgerufen
- Deutsche Bundesbank. (2021):** Finanzstabilitätsbericht. Von <https://www.bundesbank.de/de/publikationen/berichte/finanzstabilitaetsberichte/finanzstabilitaetsbericht-2021-879732> abgerufen
- EIOPA. (2019):** Opinion on Sustainability within Solvency II. Von [https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/publications/opinions/2019-09-30\\_opinionsustainabilitywithinsolvencyii.pdf](https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/publications/opinions/2019-09-30_opinionsustainabilitywithinsolvencyii.pdf) abgerufen
- EIOPA. (2020):** Sensitivity analysis of climate-change related transition risk. Von [https://www.eiopa.europa.eu/document-library/publication/sensitivity-analysis-of-climate-change-related-transition-risks\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/document-library/publication/sensitivity-analysis-of-climate-change-related-transition-risks_en) abgerufen
- EIOPA. (2021a):** Opinion on the supervision of the use of climate change risk scenarios in ORSA. Von <https://www.eiopa.europa.eu/document-library/opinion/opinion-supervision-of-use-of-climate-change-risk-scenarios-orsa> abgerufen
- EIOPA. (2021b):** Technical documentation of the methodology to derive EIOPA's risk-free in-terest rate term structures. Von <https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/eiopa-bos-21-475-technical-documentation.pdf> abgerufen
- EIOPA. (2022):** Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA. Von [https://www.eiopa.europa.eu/document-library/other-documents/application-guidance-climate-change-materiality-assessments-and\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/document-library/other-documents/application-guidance-climate-change-materiality-assessments-and_en) abgerufen
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Agrawal, D., & Mann, C. (2001):** Explaining the Rate Spread on Corporate Bonds. *The Journal of Finance*, LV(1), S. 247-277. doi:<https://doi.org/10.1111/0022-1082.00324>
- Europäische Kommission. (2021a):** Delegierte Verordnung (EU) 2021/1256 der Kommission vom 21. April 2021 zur Änderung der Delegierten Verordnung (EU) 2015/35 im Hinblick auf die Einbeziehung von Nachhaltigkeitsrisiken in die Governance von Versicherungs- und Rückversicherungsunternehmen. Von [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2021.277.01.0014.01.DEU&toc=O%AD-J%3AL%3A2021%3A277%3ATOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2021.277.01.0014.01.DEU&toc=O%AD-J%3AL%3A2021%3A277%3ATOC) abgerufen
- Europäische Kommission. (2021b):** Anhang der Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen - Strategie zur Finanzierung einer nachhaltigen Wirtschaft. Von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52021DC0390> abgerufen
- Europäische Kommission. (2021c):** Delegierte Verordnung (EU) 2021/2139 der Kommission vom 4. Juni 2021 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates durch Festlegung der technischen Bewertungskriterien, anhand deren bestimmt wird, unter welchen Bedingungen davon auszugehen ist, dass eine Wirtschaftstätigkeit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz oder zur Anpassung an den Klimawandel leistet, und anhand deren bestimmt wird, ob diese Wirtschaftstätigkeit erhebliche Beeinträchtigungen eines der übrigen Umweltziele vermeidet. Von [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg\\_del/2021/2139/oj](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2021/2139/oj) abgerufen
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993):** Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*(33), S. 3-56. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- Frankovic, I. (2022):** The impact of carbon pricing in a multi-region production net-work model and an application to climate scenarios. *Bundesbank Technical Papers*. Von <https://www.bundesbank.de/en/publications/research/discussion-papers/the-impact-of-carbon-pricing-in-a-multi-region-production-net-work-model-and-an-application-to-climate-scenarios-845684> abgerufen
- Gasparrini, Antonio et al. (2017):** Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *The Lancet Planetary Health*. doi:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30156-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30156-0)
- GDV. (2021):** Positionspapier zur Zukunft der Versicherung gegen Naturgefahrenereignisse in Deutschland. Von <https://www.gdv.de/resource/blob/71796/6f0fb2efaf19015693e6051a36bb1c0d/pdf-data.pdf> abgerufen
- GERICS Climate Service Center Germany. (2020):** Gesundheit und Klimawandel. Von [https://www.climate-service-center.de/about/news\\_and\\_events/news/085867/index.php.de](https://www.climate-service-center.de/about/news_and_events/news/085867/index.php.de) abgerufen

**Gilchrist, S., Yankov, V., & Zakrajsek, E. (2009):** Credit Market Shocks and Economic Fluctuations: Evidence from Corporate Bond and Stock Markets. *Journal of Monetary Economics*(56), S. 471-493. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2009.03.017>

**Joint Research Centre. (2020):** Climate change impacts and adaptation in Europe – JRC PE-SETA IV final report. doi:[10.2760/171121](https://doi.org/10.2760/171121)

**Karlsson, S. Ö. (2020):** The relation between the corporate bond-yield spread and the real economy: Stable or time-varying? *Economic Letters*(186). doi:<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.108883>

**Kriegler, E., O'Neill, B. C., Hallegatte, S., Kram, T., Lempert, R. J., Moss, R. H., & Wilbanks, T. (2012):** The need for and use of socio-economic scenarios for climate change analysis: A new approach based on shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change*, 22(4), S. 807-822. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.05.005>

**Munich Re. (2020):** Climate change will result in more severe hailstorms in Europe. Von <https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/climate-change/climate-change-and-severe-hailstorms-in-europe.html> abgerufen

**National Institute of Economic and Social Research. (2020):** National Institute Global Econometric Model (NiGEM) - Manual.

**National Institute of Economic and Social Research. (2021):** NiGEM Technical Documentation. Von <https://nimodel.niesr.ac.uk/index.php?t=5> abgerufen

**Network for Greening the Financial System. (2021a):** Climate-related litigation: raising awareness about a growing source of risk. Von <https://www.ngfs.net/en/climate-related-litigations-raising-awareness-about-growing-source-risk> abgerufen

**Network for Greening the Financial System. (2021b):** NGFS Climate Scenarios Database, Technical Documentation V2.2. [ngfs\\_climate\\_scenarios\\_technical\\_documentation\\_\\_phase2\\_june2021.pdf](https://www.ngfs.net/sites/default/files/ngfs_climate_scenarios_technical_documentation__phase2_june2021.pdf). Von [https://www.ngfs.net/sites/default/files/ngfs\\_climate\\_scenarios\\_technical\\_documentation\\_\\_phase2\\_june2021.pdf](https://www.ngfs.net/sites/default/files/ngfs_climate_scenarios_technical_documentation__phase2_june2021.pdf) abgerufen

**Network for Greening the Financial System. (2021c):** NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors. [ngfs\\_climate\\_scenarios\\_phase2\\_june2021.pdf](https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2021/08/27/ngfs_climate_scenarios_phase2_june2021.pdf). Von [https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2021/08/27/ngfs\\_climate\\_scenarios\\_phase2\\_june2021.pdf](https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2021/08/27/ngfs_climate_scenarios_phase2_june2021.pdf) abgerufen

**O'Neill, B. C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., Solecki, W. (2017):** The Roads Ahead: Narratives for Shared Socioeconomic Pathways describing World Futures in the 21st Century. *Global Environmental Change*, 42, S. 169-180. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>

**Prudential Regulation Authority, Bank of England. (2019):** General Insurance Stress Test 2019 Scenario Specification, Guidelines and Instructions. Von <https://www.bankofengland.co.uk/prudential-regulation/letter/2019/insurance-stress-test-2019> abgerufen

**Raupach, T. H. (2021):** The effects of climate change on hailstorms. *Nature Reviews Earth & Environment* (Volume 2), S. 213-226. doi:[http://dx.doi.org/10.1038/s43017-020-00133-9](https://doi.org/10.1038/s43017-020-00133-9)

**Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P., Hughes, N., & Jamart, L. e. (2021):** The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01787-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01787-6)

**Schober, D., Eitzel, T., Falter, A., Frankovic, I., Gross, C., Kablau, A., Wilke, H. (2021):** Sensitivitätsanalyse klimabezogener Transitionsrisiken des deutschen Finanzsektors. Bundesbank Technical Papers. Von <https://www.bundesbank.de/resource/blob/875940/8e7ac54396fb19056eb9e4f201939a0b/mL/2021-13-technical-paper-data.pdf> abgerufen

**Statistisches Bundesamt. (2020). Pressemitteilung:** Sterbefallzahlen im August 2020. Von [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/10/PD20\\_399\\_12621.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/10/PD20_399_12621.html) abgerufen

**Sustainable Insurance Forum. (2021):** SIF Scoping Study: Nature-related risks in the global insurance sector. Von [https://www.sustainableinsuranceforum.org/view\\_pdf.php?pdf\\_file=wp-content/uploads/2021/11/UN\\_Nature-Related-Risks-in-the-Global-Insurance-Sector\\_v9.pdf](https://www.sustainableinsuranceforum.org/view_pdf.php?pdf_file=wp-content/uploads/2021/11/UN_Nature-Related-Risks-in-the-Global-Insurance-Sector_v9.pdf) abgerufen

**ter Steege, L.; Vogel, E. (2021):** German residential real estate valuation under NGFS climate scenarios. Bundesbank Technical Papers. Von <https://www.bundesbank.de/resource/blob/831402/fbc5a504f-74d74e93a326468ddbda966/mL/2021-09-technical-paper-data.pdf> abgerufen

**Umweltbundesamt. (2021):** Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland, Teilbericht 5: Risiken und Anpassung in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit. Von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Teil-5-Wirtschaft-Gesundheit> abgerufen

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1:</b> Überblick über die NGFS-Szenarien. Die Szenarien sind in den Kreisen entsprechend ihrer physischen bzw. transitorischen Risiken dargestellt. ....	12
<b>Abbildung 2:</b> Anstieg der Lufttemperatur in Grad Celsius in Deutschland in den Szenarien Current Policies und Delayed Transition des NGFS und RCP 2.6 sowie RCP 6.0 des IPCC im Vergleich zum Referenzzeitraum 1986–2006. ....	13
<b>Abbildung 3:</b> Prozentualer Rückgang der Arbeitsproduktivität aufgrund von Hitzestress in Deutschland in den NGFS-Szenarien Delayed Transition und Current Policies. ....	13
<b>Abbildung 4:</b> Skalierungsfaktoren aus dem Input-Output-Modell für einzelne Sektoren (entsprechend der NACE-Klassifizierung). ....	22
<b>Abbildung 5:</b> Zusammenhang von Spreadänderungen und Aktienrenditen für Deutschland. Darstellung wie in Schober et al. (2021). ....	24
<b>Abbildung 6:</b> Zusammenhang von Änderungen eines Anleihenindizes und Aktienrenditen für Deutschland. Darstellung wie in (Schober, et al., 2021). ....	24
<b>Abbildung 7:</b> Entwicklung des EZB Leitzinses in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	26
<b>Abbildung 8:</b> Entwicklung des langfristigen Nominalzinses in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	26
<b>Abbildung 9:</b> Entwicklung des langfristigen Realzinses in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	26
<b>Abbildung 10:</b> Aktienkursentwicklung im NGFS-Baseline-Szenario bis 2050. ....	27
<b>Abbildung 11:</b> Aktienkursentwicklung in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	28
<b>Abbildung 12:</b> Entwicklung eines Wohnimmobilienindizes in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	29
<b>Abbildung 13:</b> Entwicklung des Wechselkurses zum US-Dollar in den NGFS-Szenarien Baseline, Current Policies und Delayed Transition bis 2050. ....	30
<b>Abbildung 14:</b> Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	31
<b>Abbildung 15:</b> Entwicklung der Inflationsrate in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	31
<b>Abbildung 16:</b> Entwicklung der Arbeitslosigkeit in den NGFS-Szenarien Baseline, Delayed Transition und Current Policies bis 2050. ....	32
<b>Abbildung 17:</b> Trends der hitze- und kältebedingten Übersterblichkeit nach Regionen. ....	34
<b>Abbildung 18:</b> Entwicklung der Windgeschwindigkeit (Veränderungen in Prozent) im Current-Policies-Szenario. ....	39
<b>Abbildung 19:</b> Entwicklung der Windgeschwindigkeit bei 100-Jahresereignissen sowie Anzahl der ruhigen Tage in Europa. ....	39
<b>Abbildung 20:</b> Entwicklung des jährlichen erwarteten Schadens aus Flussüberschwemmungen für das Current-Policies- und das Delayed-Transition-Szenario. ....	41
<b>Abbildung 21:</b> Prozentuale Veränderung der Fläche, die in Deutschland jährlich Waldbränden ausgesetzt ist im Vergleich zum Referenzzeitraum 1986–2006. ....	43

**MITWIRKENDE**

<b>Allermann, Dr. Lars</b>	R+V Versicherung AG
<b>Aumüller, Dr. Ursula</b>	Swiss Life AG Niederlassung für Deutschland
<b>Becker, Laura</b>	Provinzial Rheinland Versicherung AG
<b>Borowski, Karl</b>	ERGO Group AG
<b>Burghoff, Dr. Olaf</b>	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
<b>Büssing, Sarah</b>	HDI AG
<b>Büttner, Florian</b>	HUK-COBURG Versicherungsgruppe
<b>Disselkamp, Theresa</b>	SIGNAL IDUNA Gruppe
<b>Färber, Melanie</b>	Allianz Deutschland AG
<b>Faulhaber, Oliver</b>	SV SparkassenVersicherung Holding AG
<b>Friedemann, Jochen</b>	HDI AG
<b>Hirschfeld, Dr. Bernd</b>	Generali Deutschland AG
<b>Hübel, Dr. Benjamin</b>	HUK-COBURG Asset Management GmbH
<b>Kakkar, Rajeev</b>	Helvetia Versicherungen
<b>Keller, Dr. Jan</b>	Vereinigte Hagelversicherung VVaG
<b>König, Prof. Dr. Robert</b>	VGH Versicherungen Hannover
<b>Kureljusic, Jelena</b>	Generali Deutschland AG
<b>Löbber, Jochen</b>	Gothaer Finanzholding AG
<b>Lumpe, Lars</b>	Sparkassen-Versicherung Sachsen
<b>Michalk, Dr. Linda</b>	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
<b>Pilous, Michael</b>	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
<b>Piotrowiak, Dr. Sven</b>	NÜRNBERGER Versicherungsgruppe
<b>Raithel, Sascha</b>	Verband der Privaten Krankenversicherung e. V.
<b>Reichmuth, Dr. Wolfgang</b>	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
<b>Richter, Anna</b>	HDI Deutschland AG
<b>Rück, Ulrich</b>	Generali Deutschland AG
<b>Schmidt, Jan</b>	Vereinigte Hagelversicherung VVaG
<b>Schneider, Dirk</b>	HUK-COBURG Asset Management GmbH
<b>Schwarz, Jeannette</b>	Mecklenburgische Versicherungs-Gesellschaft a. G.
<b>Struck, Meike</b>	Itzehoer Versicherung
<b>Subow, Marianne</b>	Gothaer Finanzholding AG
<b>Sußmann, Dr. Gerald</b>	Versicherungskammer Bayern
<b>Weiter, Axel</b>	HDI AG
<b>Wrede, Matthias</b>	Provinzial Holding Aktiengesellschaft

**ANSPRECHPARTNER**

Dr. Linda Michalk ([L.michalk@gdv.de](mailto:L.michalk@gdv.de); +49 30 2020-5487)

Dr. Wolfgang Reichmuth ([w.reichmuth@gdv.de](mailto:w.reichmuth@gdv.de); +49 30 2020-5496)



---

**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.**  
Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin  
Tel. 030 2020-5000, Fax 030 2020-6000  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [berlin@gdv.de](mailto:berlin@gdv.de)