

Klimawandelszenarien – Was ein Aktuar darüber wissen sollte

Daniel Teetz
Oliver Wyman (Actuarial
Services)

Georg Schalaschov
WWK Lebensversicherung a.G.

Agenda

- 1 Einleitung und Überblick
- 2 Marktrisiken und NGFS-Szenarien
- 3 Naturkatastrophen in Klimawandelszenarien
- 4 Ausblick - Kritische Einordnung
- 5 Ausblick - DAV-Aktivitäten

Die Rolle des Versicherungssektors beim Klimawandel



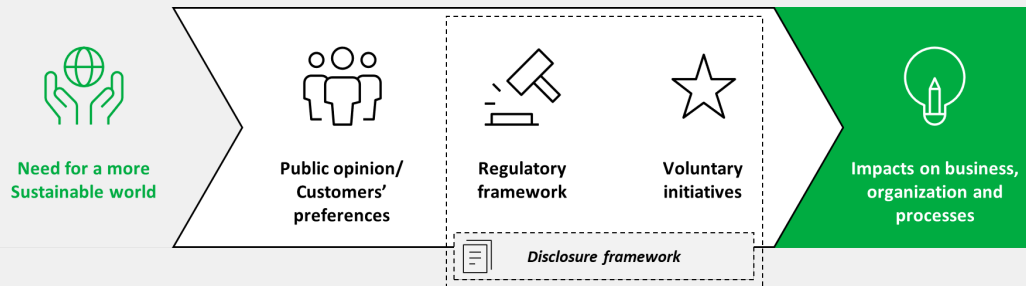
Als Anleger können Versicherer dazu beitragen, Kapitalflüsse in Richtung nachhaltigerer Wirtschaftstätigkeiten umzulenken



Als Sicherungsgeber können sie durch Zeichnungspraktiken und die Gestaltung von Produkten und Dienstleistungen einen positiven Beitrag zum nachhaltigen Wandel leisten



Als **Risikomanager** tragen sie zur Stabilität sozialer Systeme und einer evidenzbasierten Sicht auf Entwicklung von Risiken bei



Die gesellschaftliche Rolle von Versicherern erfordert ein solides und evidenzbasiertes Verständnis wesentlicher Auswirkungen des Klimawandels.

Regulatorische Vorgaben

EIOPA beschreibt den allgemeinen Umfang der Risikoanalyse des Klimawandels und liefert Vorschläge zur Quantifizierung der Szenarien. Die BaFin stellt Anforderungen für die Berichterstattung bereit

EIOPA Mindestanforderung aus August 2022 Application Guidance

Scope

- Qualitative und quantitative Bewertungen sind erforderlich
- Neben der kurzfristigen Bewertung, mindestens zwei langfristige Szenarien sind erwartet

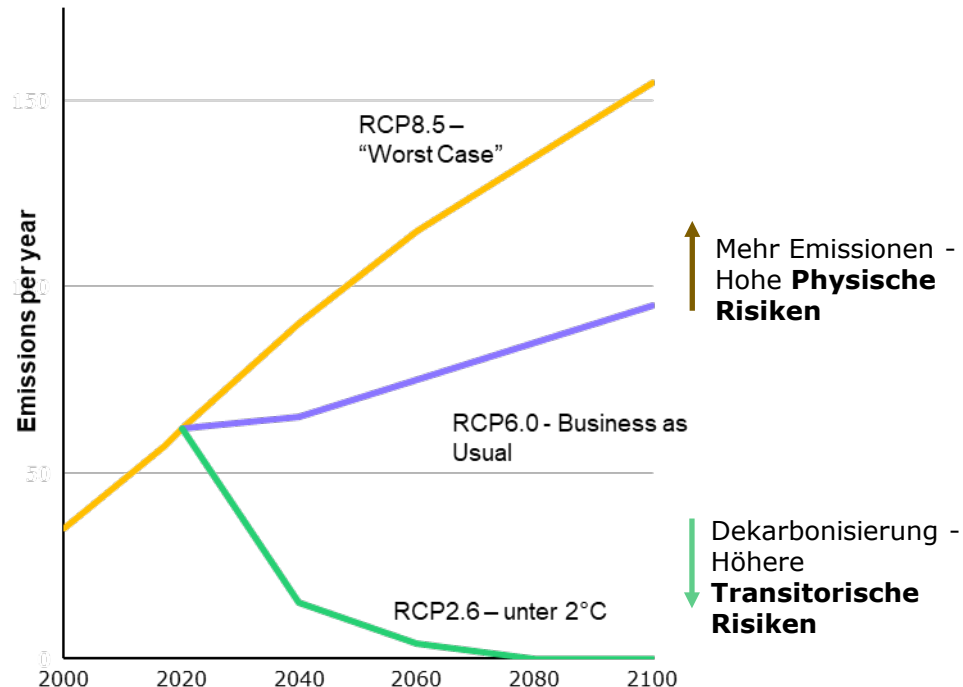
Materialität

- Der globale Temperaturanstieg bleibt unter 2°C
- Der globale Temperaturanstieg übersteigt 2°C

BaFin Hinweise zum SII-Berichtswesen September 2022

- kurz- und langfristige Perspektive (**5-10 bzw. 15-30 Jahre**) sind einzugehen
- Alle identifizierten **materiellen** Klimarisiken und ihre Bewertung sind zu erläutern
- Nicht materiellen Klimarisiken sollten **nachvollziehbar begründet** werden
- Unternehmen mit **schwachem Risikoprofil** und **materiellen** Klimarisiken müssen sich **proportional** angemessen mit diesen Risiken auseinandersetzen
- Dokumentation der Analyse bei **schwachem Risikoprofil & nicht materiellen** Klimarisiken nicht nötig

Klimaszenarien - Repräsentative Konzentrationspfade



- Entwicklungen von Treibhausgasemissionen werden häufig über **Repräsentative Konzentrationspfade (RCPs)** abgebildet.
- RCPs sind charakterisiert durch den **Strahlungsantrieb** in W/m^2 in 2100, welcher unmittelbar mit Erderwärmung und Emissionslevel zusammenhängt.
- RCPs waren zentraler Gegenstand des **fünften Sachstandsberichts des IPCC (2014)**.
- Gegenstand jüngerer Berichte sind auch „SSP-Szenarien“ und „Cx-Szenarien“, auf die wir hier aber nicht im Detail eingehen.

RCP2.6 Die weltweiten CO₂-Emissionen erreichen bis 2020 ihren Höhepunkt und sinken bis 2080 auf etwa null.

RCP8.5 Zu Beginn und Mitte des Jahrhunderts steigen die Emissionen weiterhin rapide an. Bis zum Jahr 2100 haben sich die jährlichen Emissionen bei knapp 30 Gt Kohlenstoff eingependelt, verglichen mit rund 8 Gt im Jahr 2000.



Eine Vielzahl von Forschungsarbeiten zu den Auswirkungen physischer Klimarisiken basieren auf RCPs.

Diese Forschung bildet die Grundlage für die Bewertung physischer Risiken, vor allem auf der vers. technischen Seite.

Überblick Klimaszenarien – Network for Greening the Financial Sector (NGFS)

NGFS-Szenarien

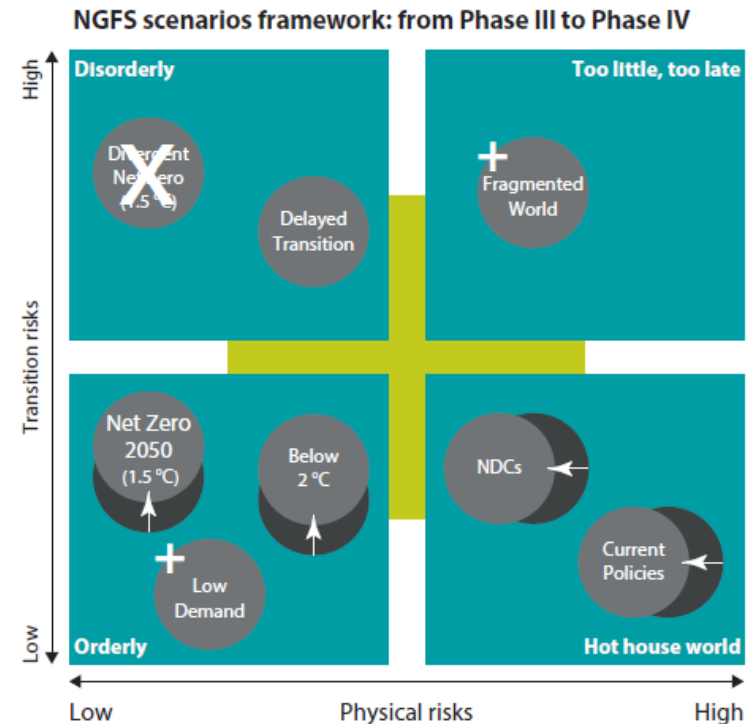
- Szenarien für die Auswirkungen des Klimawandels und Politik
- Gemeinsamer Bezugspunkt für sich entwickelnde physische Risiken und Übergangsrisiken

Aktueller Stand (Phase IV, veröffentlicht November 2023)

- Aktualisierte Wirtschafts- und Klimadaten und überarbeitete Annahmen
- Verbesserung der Modellierung akuter physischer Risiken
- Aktualisierung der Narrative der NGFS-Szenarien

Zukünftig geplante Weiterentwicklung

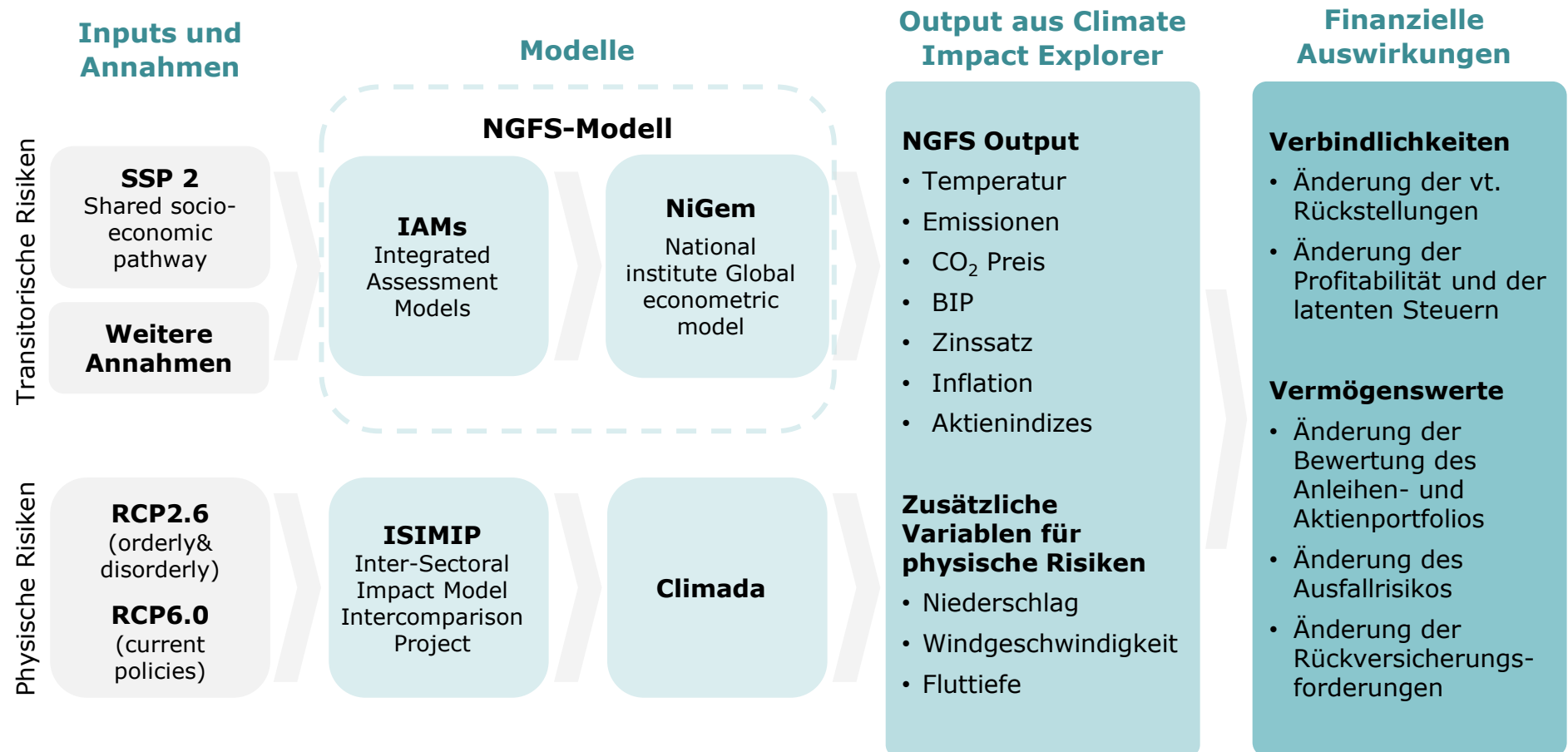
- Verbesserung der sektoralen Disaggregation und der Auswirkungsfunktion
- Kalibrierung kurzfristiger NGFS Szenarien



Positioning of scenarios is approximate, based on an assessment of physical and transition risks out to 2100.

Herleitung der NGFS Szenarien

Mehrere öffentlich verfügbare Modelle und Daten werden verwendet, um basierend auf RCP und SSP Szenarien die NGFS Szenarien herzuleiten



NGFS Bewertungsmodelle

Verwendete Modellreihe NGFS für transitorische Risiken

Höhere Granularität / mehr Variablen



IAMs

NiGem



GCAM



MESSAGE



REMIND



NiGEM v1.23 NGFS Version

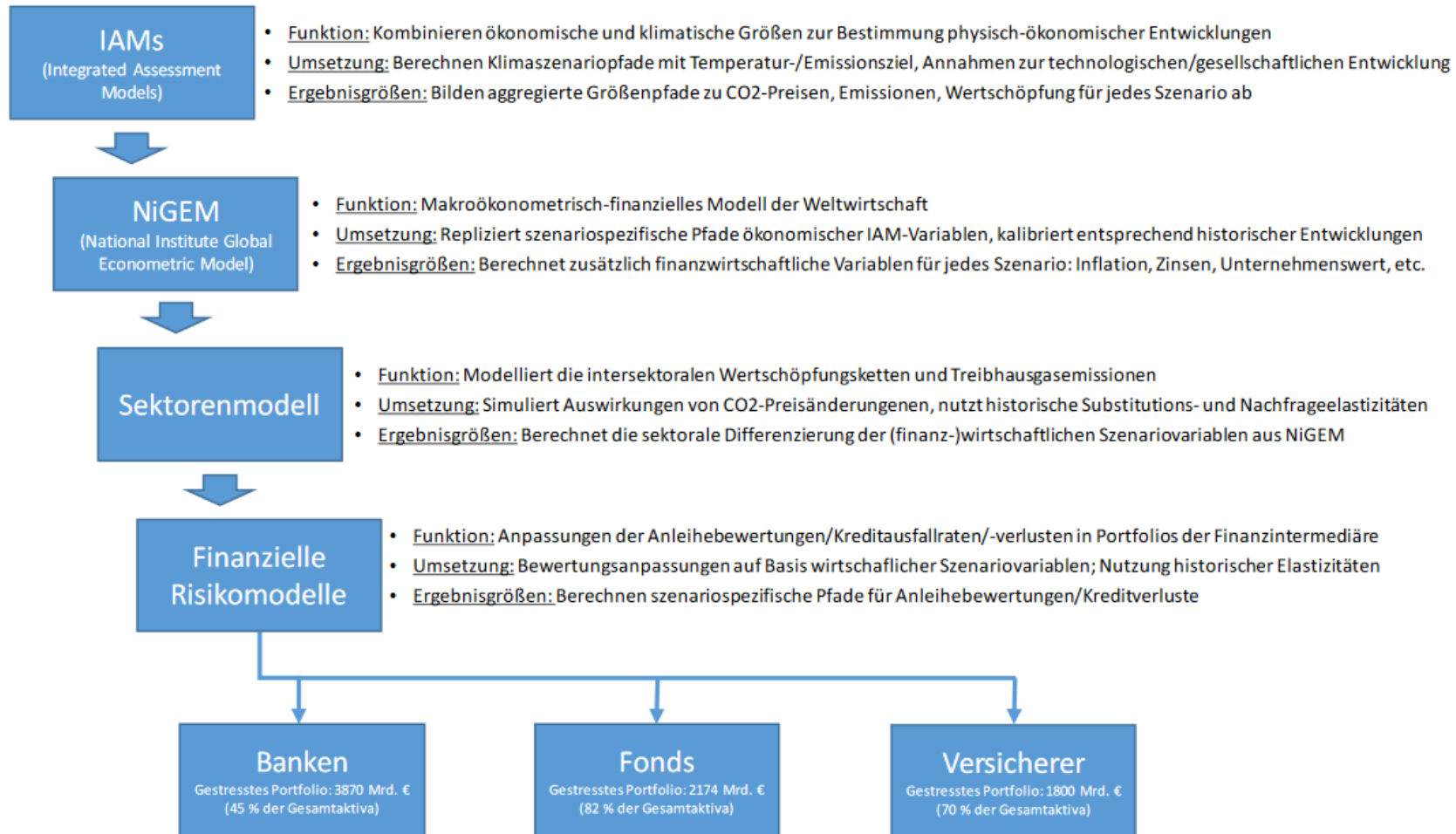
Modellausgabe Beispiele

- Aggregierte BIP, CO₂-Preise,
 - Energiepreise, Emissionsprognosen
 - Zeitintervalle von 5 Jahren bis 2100
- BIP, Arbeitslosenquote, Energiepreise
 - Spezifische ökonomische Ausgabe: Inflation, Zinssätze, Wechselkurse, Aktien- und Immobilienpreisindizes
 - Jährliche Zeitintervalle bis 2050

Datenbank

[NGFS Phase 4 Scenario Explorer \(iiasa.ac.at\)](https://iiasa.ac.at/ngfs-phase-4-scenario-explorer)

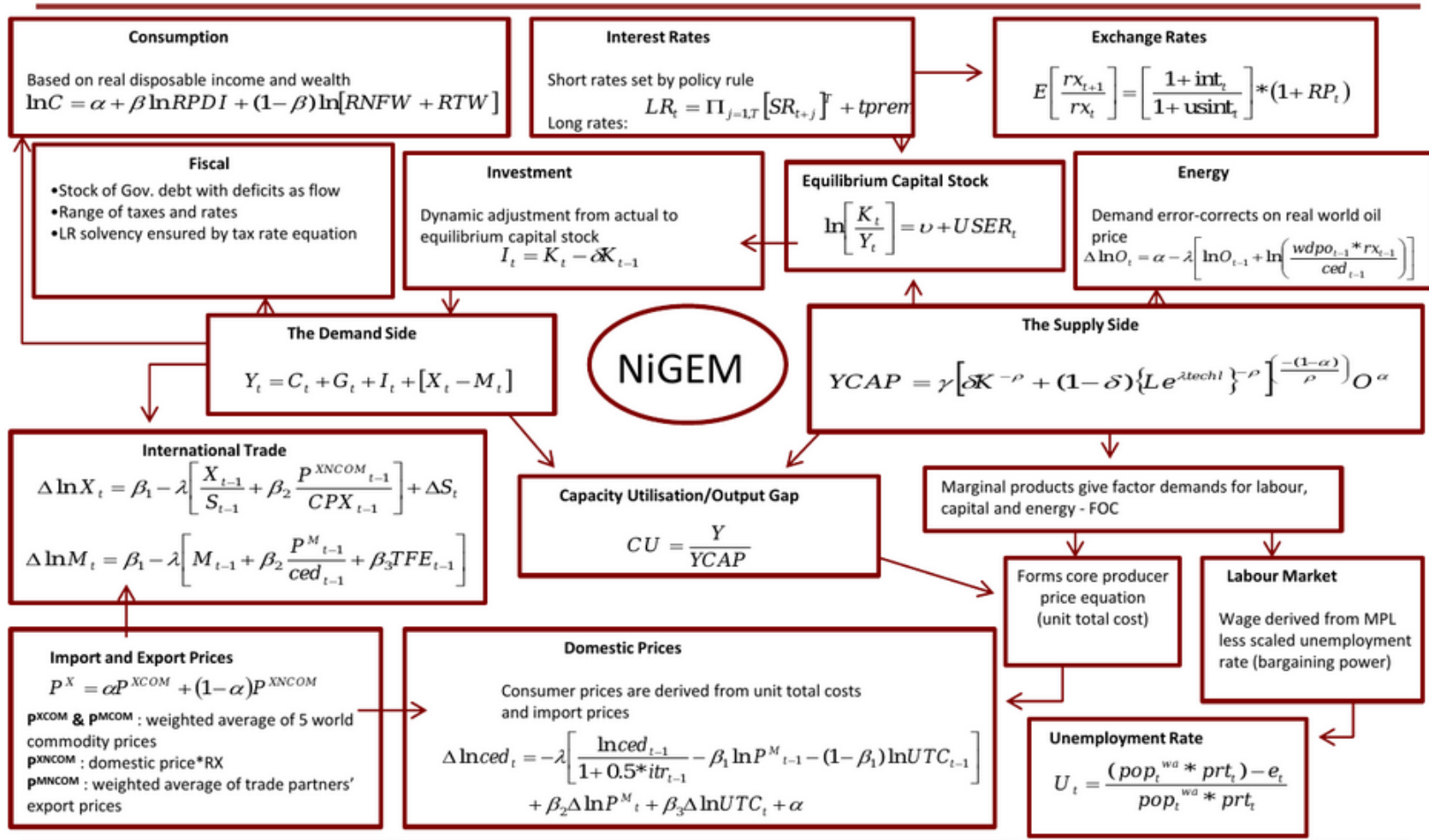
Zusammenhang zwischen Modellen



NiGEM

- NiGEM = **N**ational **I**nstitute **G**lobal **E**conometric **M**odel
- globales makroökonomisches Modell mit individuellen Ländermodellen für die wichtigsten OECD-Länder
- Das Modell ist seit 1987 bekannt, Networks for Greening the Financial System (NGFS) verwendet das Modell, um Klimaszenarien zu erstellen
- Basis für NiGEM bilden Ergebnisse der drei IAM
- Kalibrierung der NiGEM-Ergebnisse an langfristige BIP-Referenzpfade sowie zugehörige Bevölkerungs- und Primärenergieverbrauchspfade ohne Anwendung von Klimaänderungen

NiGEM - Modellstruktur



Makro-ökonomische Ergebnisse aus NiGEM

- Die Ergebnisse aus den IAMs und NiGEM sind geografisch ausdifferenziert, nicht jedoch nach realwirtschaftlichen Sektoren.
- Finanzinstitute mit unterschiedlichen Anlagenvolumen in unterschiedlich anfälligen Sektoren sind damit auch unterschiedlich hohen Risiken ausgesetzt.
 - Differenzierung nach unterschiedlichen wirtschaftlichen Sektoren notwendig (z.B. NACE-Sektoren).
- Die Lücke schließt das s.g. Produktionsnetzwerkmodell (Input-Output-Modell)
- Alle Sektoren sind dabei einem global einheitlichen CO₂-Preis ausgesetzt.
- Die Gesamthöhe der Emissionskosten hängen davon ab wie viel CO₂-Emissionen anfallen.

NiGEM im Kontext der Klimarisiken

- Das NiGEM-Modell wird sowohl in Deutschland als auch in anderen Ländern verwendet, um die Auswirkungen von Klimaszenarien auf den Finanzsektor, die Versicherungsbranche sowie andere Branchen zu studieren.
 - Die Bundesbank analysiert mithilfe von NiGEM die Sensitivität des deutschen Finanzsektors (Banken, Asset Manager, Versicherer) bzgl. Transitionsrisiken.
 - Die Zentralbanken Frankreichs und der Niederlande sowie die UK-Regulierungsbehörde RPA verwenden NiGEM, um Klimastresstests herzuleiten.

Ist NGFS in Verbindung mit NiGEM die beste Lösung?

- Es bestehen erhebliche Unsicherheiten, welche auf die verwendeten Modelle und deren Kalibrierung zurückzuführen sind.
- Die integrierten Bewertungsmodelle bilden die vorgegebenen Klimaziele in globalen CO₂-Preisszenarien ab, dabei werden die Annahmen bzgl. Klimasensitivität sowie die anfallenden Emissionsvermeidungskosten berücksichtigt. Beide Aspekte können nicht hinreichend genau bestimmt werden.
- Das verwendete Makromodell NiGEM, das Sektorenmodell, sowie die Finanzmarktmodelle weisen Unsicherheiten bzgl. der Parametrisierung auf.

Ist NGFS in Verbindung mit NiGEM die beste Lösung?

- Die Kalibrierung der NiGEM basiert auf der historischen Schätzung der modellierten Variablen
- Die Ermittlung der zentralen Parameter des Sektorenmodells zwischen fossilen und nicht-fossilen Energieträgern, erfolgt ebenso auf Schätzung historischer Daten.
- Jedes zusätzliche Modell in der Modellkette verstärkt die Unsicherheit der Gesamtanalyse, da die Ergebnisse eines Modells auf den Ergebnissen und Ungenauigkeiten des vorangehenden Modells aufbauen.
- Wie engagiert sich DAV e.V bei Nachhaltigkeitsrisiken?

NGFS v4.1 vs. v3.4

- Die NGFS-Szenarien wurden aktualisiert und berücksichtigen nun neue Länderverpflichtungen, den Einfluss des geopolitischen und wirtschaftlichen Kontexts auf Energiepreise und Investitionen, die neuesten Trends in erneuerbaren Energien sowie eine verbesserte Darstellung akuter physischer Risiken.
- Die fehlenden Szenarien für NiGEM[MESSAGE] wurden hinzugefügt.
- Das Szenario Divergierendes Netto Null wurde gestrichen.
- Zwei neue Szenarien wurden eingeführt:
 - Zersplitterte Welt (Fragmented World)
 - Geringe Nachfrage (Low Demand)
- Die Schätzung der Auswirkungen akuter physischer Risiken auf das weltweite BIP wurde in Phase 4 verbessert. Die NGFS hat zwei neue Gefahren für akute physische Risiken hinzugefügt (Hitzewellen und Dürren). Länderbezogene Prognosen für BIP-Verluste durch direkte Schäden wurden für alle vier akuten physischen Risikogefahren einbezogen.

Klimawandel und Naturkatastrophen



Waldbrände – klare Evidenz global

Zunahme von schwerem Regenfall – klare Evidenz in Zentraleuropa

Hurricanes – klare Evidenz in USA & Asien

Hagel – Evidenz in Teilen von Südeuropa

Windstürme – keine klare Evidenz in Europa

Sturzflut „Bernd“ prägt GDV-Langzeitbilanz der Naturgefahrenschäden

Wo verursachen Unwetter die höchsten Gebäudeschäden? Dazu hat der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft eine Langzeitbilanz für 2002 bis 2021 vorgelegt. Die am schlimmsten betroffenen Gebiete liegen demnach in Rheinland-Pfalz und Nord...

Record-Breaking 19 cm Hailstorm Hits Italy



Northern Europe (NEU)

- Observed increase in pluvial flooding attributed to human influence and projected to further increase at global warming of 1.5°C (*medium confidence*) and 2°C and above (*high confidence*).
- Projected decrease in river flood at global warming of 2°C and above (*medium confidence*).
- Projected increase in severe wind storms at global warming of 2°C and above (*medium confidence*).

Western & Central Europe (WCE)

- Projected increase in pluvial flooding at global warming of 1.5°C (*medium confidence*) and 2°C and above (*high confidence*).
- Observed increasing trend in river flooding and projected further increase at 2°C and above of global warming (*high confidence*).
- Projected increases in hydrological, agricultural and ecological droughts at mid-century warming levels of 2°C or above, regardless of the greenhouse gas emissions scenario (*medium confidence*).



Eastern Europe (EEU)

- Projected increase in pluvial flooding at global warming of 1.5°C (*medium confidence*) and 2°C and above (*high confidence*).
- Projected decrease in river flood at global warming of 2°C and above (*medium confidence*).
- Projected increase in fire weather at global warming of 2°C and above (*medium confidence*).

Quellen:

<https://www.essl.org/cms/hail-record-broken-again-19cm-hailstone-confirmed-in-italy/>

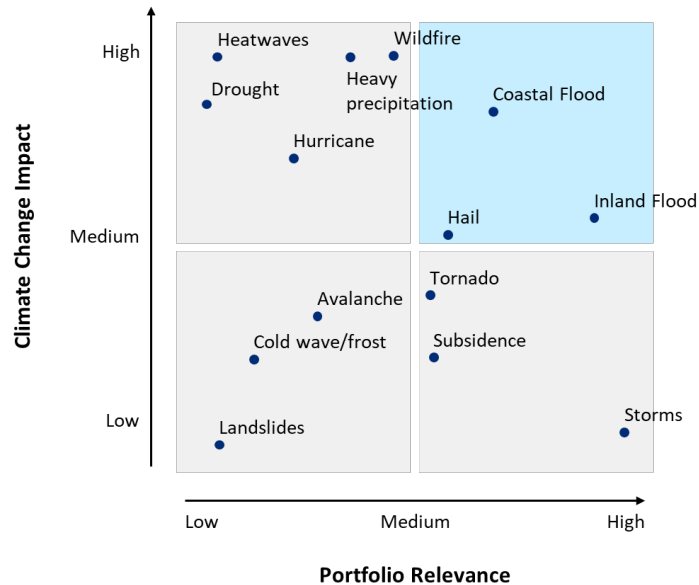
<https://www.gdv.de/gdv/medien/medieninformationen/sturzflut-bernd-praegt-gdv-langzeitbilanz-der-naturgefahrenschaeden-35442>

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Europe.pdf

https://joint-research-centre.ec.europa.eu/peseta-projects/jrc-peseta-iv_en

Herausforderungen bei der Modellierung von Naturkatastrophen unter Klimawandel

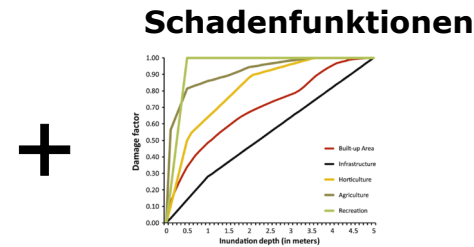
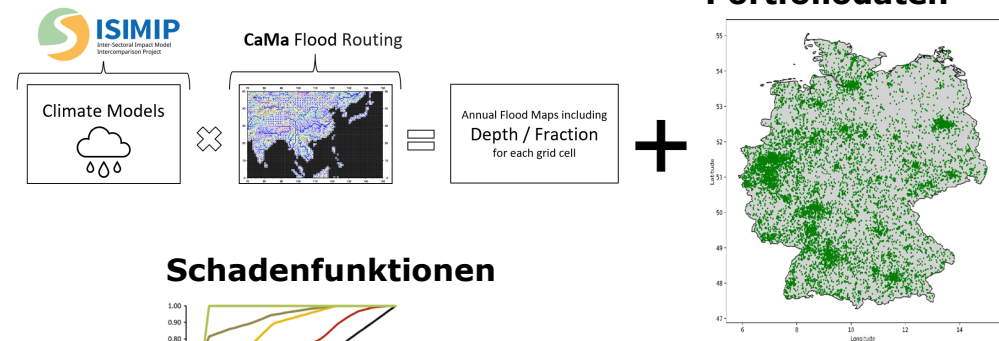
Schritt 1: Analyse der Portfoliorelevanz und Einordnung des Klimawandeleinflusses verschiedener Naturkatastrophen:



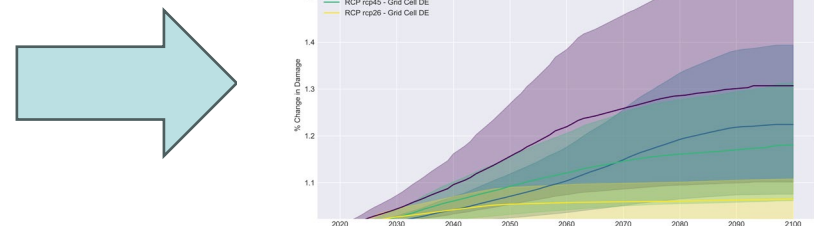
Schlüsselquellen:

- JRC Peseta IV Factsheets
- IPCC AR6 Factsheets
- Portfoliodaten

Schritt 2: Quantitative Auswirkungen



Schadenverläufe




Herausforderungen bei der Modellierung von Naturkatastrophen unter Klimawandel

Viele Daten und Informationen sind **öffentlich zugänglich**, bspw. über Journale, das Europäischen „Joint Research Centre“, oder Veröffentlichungen des IPCC o.Ä.

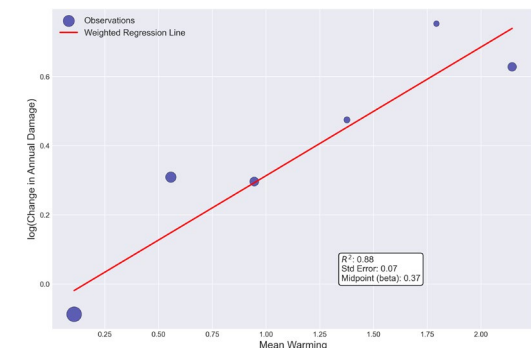
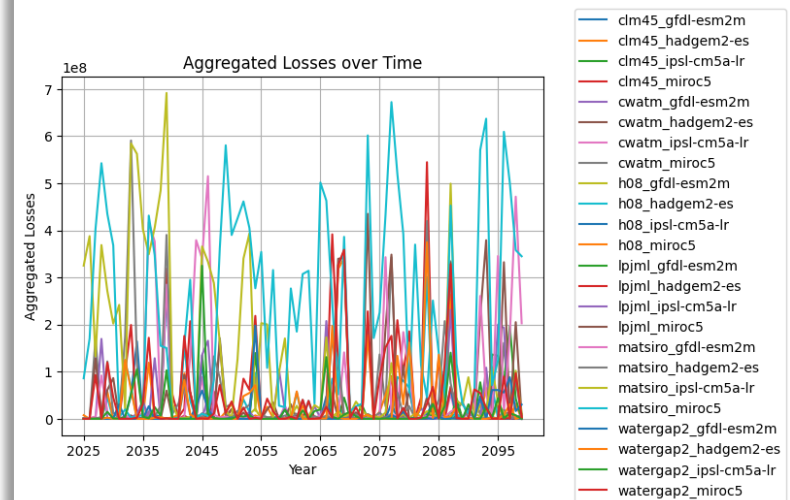
Anwendung von Daten & Interpretation der Ergebnisse ist auch für den geübten Aktuar eine Herausforderung:

- Verfügbarkeit unternehmenseigener Daten (zB Geodaten, Gebäudeeigenschaften,...)
- Welche spezifische Naturgefahr wird in den Daten modelliert?
- Unterscheidung zwischen *Klimawandel* und bestehenden Oszillationen
- Interpretation und verschiedener Klimawandel-Modellläufe
- Ergebnisse entsprechend nicht immer „naiven“ Erwartungen:
 - Nicht alle Verläufe in allen Regionen sind negativ betroffen
 - Reine Schadensprojektionen bewegen sich häufig in Größenordnungen andere sozioökonomischer Effekte
 - Unsicherheiten & Modellannahmen sind enorm



Hohe Verfügbarkeit von Daten und Informationen, doch komplexe Herausforderungen bei Anwendung und Interpretation sind weitere Gründe, sich proaktiv mit den Herausforderungen zu beschäftigen!

Beispiel – Isolation Klimawandelsignal aus ISIMIP-Flutdaten




Zu welchem Ergebnis führen Szenarioanalysen?

- “Changes expected in hazards are much smaller than changes in exposure, such as rebuild cost inflation”
- “The scenarios, as currently modeled, indicate that climate change-related risk to asset valuation would not pose a major risk to our capital position.”
- “In the current policies scenario, **physical risk is limited** over the time horizon of the analysis (2021-2050) [...]”
- “[...] in all scenarios the impact on insurance liabilities is more limited than on investment returns.”
- “We do not consider climate change to have a financially material negative effect on its **life&health** portfolios in the short, medium or long term”
- “Under the most severe scenario **AEL** are forecast to increase 1.6–2.2% p.a.. This is **less than** the increase of normalised insured losses from weather-related natural catastrophes over the past three decades (3% p.a.).”

VS

The pilot exercise revealed an overall “moderate” exposure of French banks and insurers to climate risks. However, this conclusion must be put into perspective in view of the uncertainties concerning both the speed and the impact of climate change.

 Banque de France
<https://acpr.banque-france.fr/medias/documents/PDF/> :
The main results of the 2020 climate pilot exercise - ACPR

Central Bank urges insurance firms to shield themselves against risks emerging from the climate crisis

The warning comes after the report found only 20% of insurers fully integrate climate change risk into their management framework.

The New York Times

Climate Shocks Are Making Parts of America Uninsurable. It Just Got Worse.

The largest insurer in California said it would stop offering new coverage. It's part of a broader trend of companies pulling back from dangerous areas.

 Institute and Faculty of Actuaries
 University of Exeter

The Emperor's New Climate Scenarios

Limitations and assumptions of commonly used climate-change scenarios in financial services

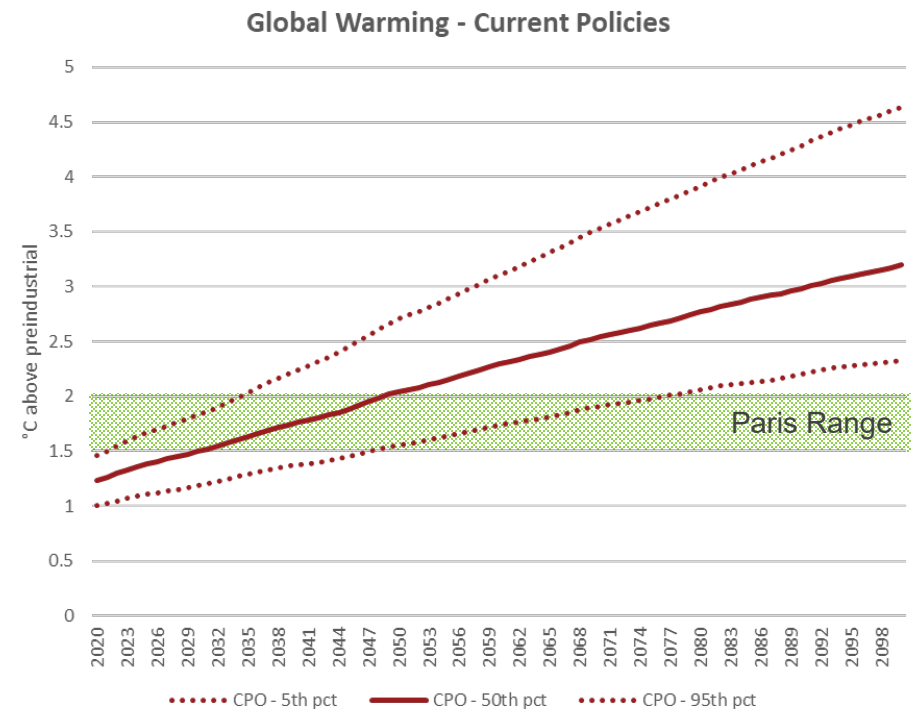
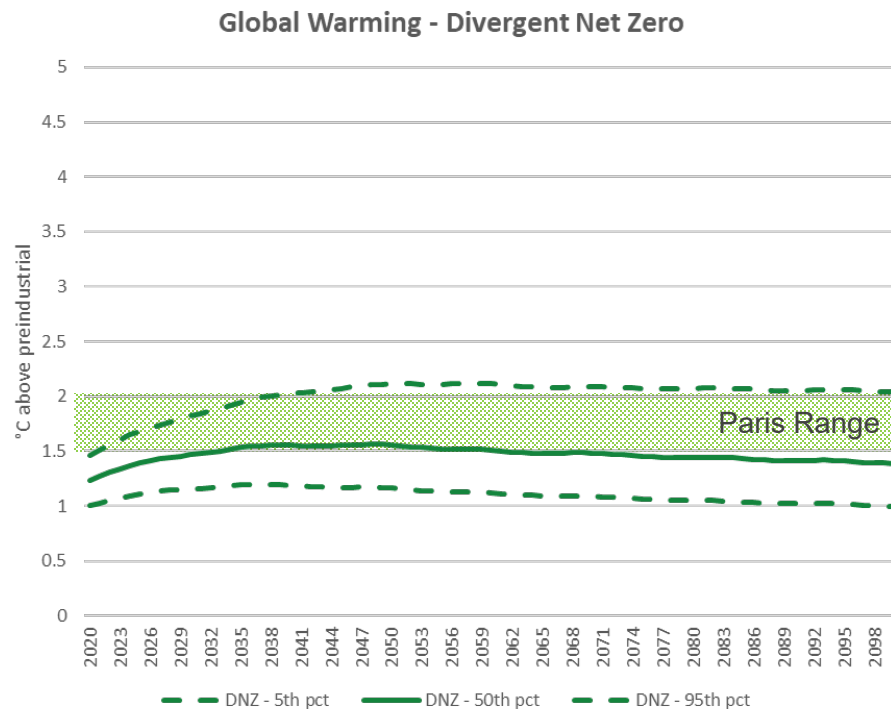
Authors: Sandy Trust, Sanjay Joshi, Tim Lenton, Jack Oliver



Die Auswertung von gängigen Szenarien führt in aller Regel zu zwar materiellen, aber dennoch überschaubaren Auswirkungen. Wieso?

Unsicherheit in Temperaturprojektionen

Temperaturprojektionen und deren 90%-Konfidenzintervalle



Quelle: NGFS, REMIND-MAGPIE 3.0-4.4 - AR6 climate diagnostics|Surface Temperature (GSAT)|MAGICCv7.5.3.

Temperaturprojektionen bilden häufig die Basis für Bewertung von physischen Risiken, doch unterliegen bereits die Temperaturprojektionen signifikanten Unsicherheiten.

Modellierung Makroökonomischer Physischer Schäden

Modellierung Physischer Schäden auf makroökonomischer Ebene

Für die NGFS-Szenarien werden chronische physische Schäden an der Wirtschaft hauptsächlich über die Kalkuhl & Wenz (PIK) - Schadensfunktion angewendet:

- Die Schäden auf das absolute BIP hängen quadratisch von der lokalen Temperatur ab
- Die Koeffizienten wurden durch historische Panelregression auf der Grundlage jährlicher Daten bestimmt.

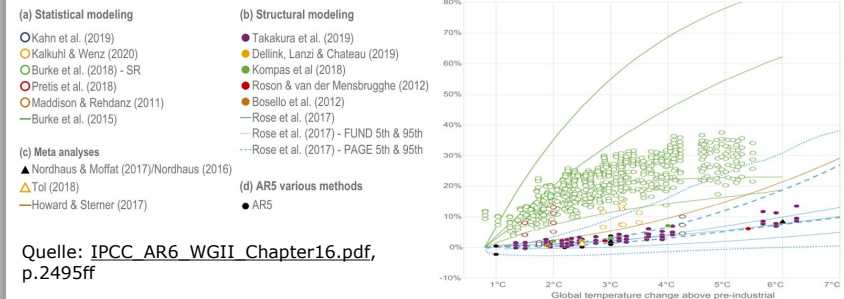
Dieser Ansatz ist von vornherein in seiner Abdeckung begrenzt und unterliegt wesentlichen Modellunsicherheiten:

- Deckt nur die Auswirkungen auf die Produktivität im Zusammenhang mit dem Temperaturwandel ab, nicht aber z. B. Extremereignisse, den Anstieg des Meeresspiegels, gesellschaftliche Dynamiken, Kipppunkte, ...
- Während diese Art von Ansatz als Mainstream angesehen werden kann und in der Forschung weit verbreitet ist (siehe z.B. IPCC-Berichte), unterliegt er zT scharfer Fundamentalkritik



Die Modellierung der physischen Schäden in gängigen Szenarien ist unsicher und teilweise umstritten. Anpassungen in der Methodik haben bislang fast ausschließlich zu höheren Schadensprojektionen geführt.

Variations in GDP Damage Estimates (from IPCC AR6)



Kippunkte im Erdklima

Kippunkte im Erdklima werden nicht berücksichtigt, können aber das Klima der Erde und damit unser wirtschaftliches Umfeld erheblich verändern.

- Kippunkte werden jenseits von 1,5 °C Erwärmung deutlich wahrscheinlicher. Die Zeithorizonte der Realisierung können jedoch von Jahrzehnten bis Jahrtausenden reichen.
- Die Verfügbarkeit belastbarer Forschungsergebnisse über die wirtschaftlichen Auswirkungen von Kippunkten ist begrenzt.
- Es besteht eine erhebliche Unsicherheit über die physikalischen Auswirkungen von Kippunkten – einige können die Umwelt der Erde über den bereits betrachteten Klimawandel hinaus wesentlich verändern.

	Proposed climate tipping element (and tipping point)	Threshold (°C)			Timescale (years)			Maximum Impact (°C)	
		Est.	Min.	Max.	Est.	Min.	Max.	Global	Regional
Global	Greenland Ice Sheet (collapse)	1.5	0.8	3	10,000	1,000	15,000	0.13	0.5 to 3.0
	West Antarctic Ice Sheet (collapse)	1.5	1	3	2,000	500	13,000	0.05	1
	Labrador-Irminger Seas/SPG Convection (collapse)	1.8	1.1	3.8	10	5	50	-0.5	-3
	East Antarctic Subglacial Basins (collapse)	3	2	6	2,000	500	10,000	0.05	?
	Amazon Rainforest (dieback)	3.5	2	6	100	50	200	0.1 - 0.2	0.4 to 2.0
	Boreal Permafrost (collapse)	4	3	6	50	10	300	0.2 - 0.4	~
	Atlantic Meridional Overturning Circulation (collapse)	4	1.4	8	50	15	300	-0.5	-4 to -10
	Arctic Winter Sea Ice (collapse)	6.3	4.5	8.7	20	10	100	0.6	0.6 to 1.2
	East Antarctic Ice Sheet (collapse)	7.5	5	10	?	10,000	?	0.6	2
	Regional	Low-latitude Coral Reefs (dieoff)	1.5	1	2	10	~	~	~
Boreal Permafrost (abrupt thaw)		1.5	1	2.3	200	100	300	Gradual++	~
Barents Sea Ice (abrupt loss)		1.6	1.5	1.7	25?	?	?	~	+
Mountain Glaciers (loss)		2	1.5	3	200	50	1000	0.08+	
Sahel and W.African Monsoon (greening)		2.8	2	3.5	50	10	500	~	+
Boreal Forest (southern dieoff)		4	1.4	5	100	50?	?	net -0.18	-0.5 to -2
Boreal Forest (northern expansion)		4	1.5	7.2	100	40?	?	net +0.14	0.5-1.0

1: Adapted from: McKay et.al. (2022). Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points, Science 377 (6611)., see also climatetippingpoints.info.



Kippunkte können das Klima, und damit auch zentrale Szenarionarrative wesentlich verändern

Szenarioanalysen unterliegen materiellen und nicht immer transparenten Einschränkungen

Komplexität

Szenarien ergeben sich aus komplexen Modellen, denen nicht immer transparente Annahmen zugrunde liegen.

Versteckte Modellannahmen können wesentliche Auswirkungen auf die Ergebnisse haben.

Eingeschränkte Modellierung

Modelle haben materielle Einschränkungen in Bezug auf die Modellierung spezifischer Schäden.

Viele Modelle spiegeln keine physischen oder sozio-ökonomischen Kippunkte wider.

Fat Tails

Signifikante Extremereignisse können die Auswirkungen erheblich verzerren. Kaskadierende oder gleichzeitige Tail-Ereignisse können wesentlich größere Auswirkungen haben als die Summe der Teilschäden.

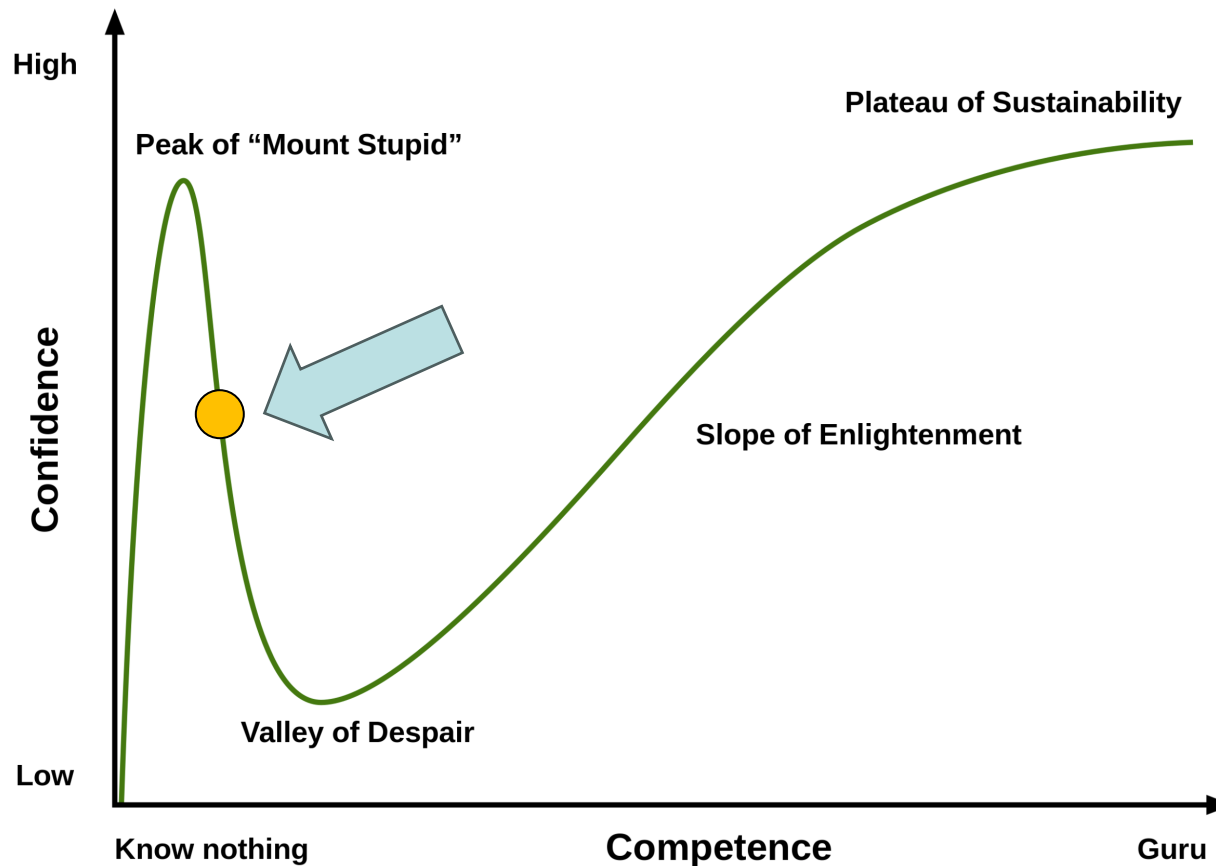
- Typische IAMs (z. B. NGFS) weisen wesentliche Einschränkungen in ihrer Schadensmodellierung auf, insbesondere in Bezug auf physische Risiken – z. B. Auswirkungen von Dürren, Folgen des Meeresspiegelanstiegs, Krankheitsprävalenz, Verlust von Menschenleben, Auswirkungen auf die Lieferkette, ...
- Physikalische Kippunkte im Erdklima werden ab etwa 1,5 °C relevant – einige davon mit potenziell wesentlichen Folgen auf Zeitskalen von weniger als 50 Jahren
- Sozioökonomische Kippunkte können z.B. Finanzkrisen, Massenmigration und militärische Konflikte sein.



Klimaszenarien können nicht alle relevanten Klimarisiken abdecken. Die Anwendung bestehender Klimaszenarien erfordert die Analyse und kritische Reflexion von Annahmen, Einschränkungen und Auswirkungen.

Was ist das Ziel von Szenarioanalysen?

Dunning–Kruger Effect



Einordnung aus DAV-Perspektive und Ausblick

Wichtiger Baustein zur Betrachtung von Klimarisiken

Besseres Verständnis von Mechanismen und Auswirkungen von Klimarisiken, unmittelbare Verwendung der Ergebnisse üblicherweise nur bedingt möglich

Kritische Auseinandersetzung mit Annahmen und Ergebnissen

Ermöglicht wichtige Einblicke in potentielle zukünftige Abläufe, Strukturen und Auswirkungen, und damit Input zur Unternehmensstrategie

Risikounterschätzung

Kipppunkte und Massenmigration aktuell noch nicht modelliert, Fortschreibung aus der Historie unzureichend

Regulatorischen Vorgaben zur Art und Weise der Modellierung stehen aus

z.B. hinsichtlich möglicher Zielgrößen wie Schadenaufwand, Risikokapital oder Solvenzquoten

Fachwissen erweitern

Vollständiges Verständnis der Modellannahmen, Modellierungsgrenzen kritisch hinterfragen

Weiterentwicklung der Klimaszenarien

Vereinfachte qualitative Ansätze z.B. Reverse Stresstest

Unternehmensweite Integration der Klimaszenarien

z.B. in die Tarifierung und Unternehmensplanung

Ausblick DAV-Aktivitäten

