

PHYSISCHE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS

Was sollten Aktuare im Blick haben?

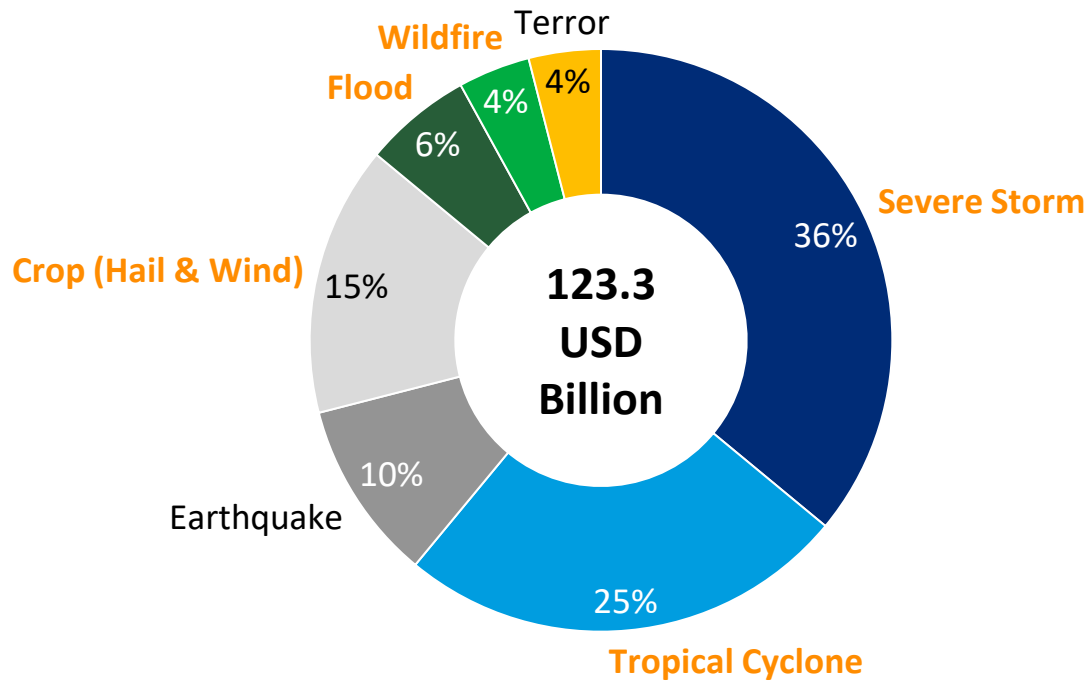
qx-Club, 03.09|2024

Daniel Teetz

A business of Marsh McLennan

DER KLIMAWANDEL BEEINFLUSST MAßGEBLICH NAHEZU ALLE RELEVANTEN NATUR-KATASTROPHEN IN UNTERSCHIEDLICHEM AUSMAß UND GEOGRAFISCHER AUSPRÄGUNG

Globale Versicherte Average Annual Losses (AAL) von Katastrophen
(Source: Verisk)



*Indicative of what has become a new norm, the insured losses surpassed USD 100 billion for the fourth consecutive year.
[...]*

*As weather hazards are intensifying due to climate change, **risk assessment and insurance premiums** need to keep up with the fast-evolving risk landscape
[...]*

*Last year's global insured losses were driven by **high event occurrence**, in particular of medium-severity events.
[...]*

Swiss Re Institute: sigma 01/2024: Natural catastrophes in 2023

Fast alle Gefahren, die maßgeblich zu den weltweit versicherten Katastrophenschäden beitragen, sind potenziell vom Klimawandel beeinflusst. „Sekundäre“ Gefahren wie Hagel und Flut mit niedrigeren Schäden pro Ereignis gewinnen weiter an Bedeutung.

Source: Verisk, Global Modeled Catastrophe Losses in 2022

PHYSISCHE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS

Was sollten Aktuare im Blick haben?

1 Physikalische Grundlagen & Überblick

2 Naturgefahren

2.1 Hitzewellen

2.2 Überflutungen

2.3 Windstürme

2.4 Hagel

3 Was gibt es noch zu beachten?



DER KLIMAWANDEL IST AUF DIE VOM MENSCHEN VERURSACHTE STÖRUNG DER ENERGIEBILANZ DURCH TREIBHAUSGASEMISSIONEN ZURÜCKZUFÜHREN

Energieflüsse an der Erdoberfläche

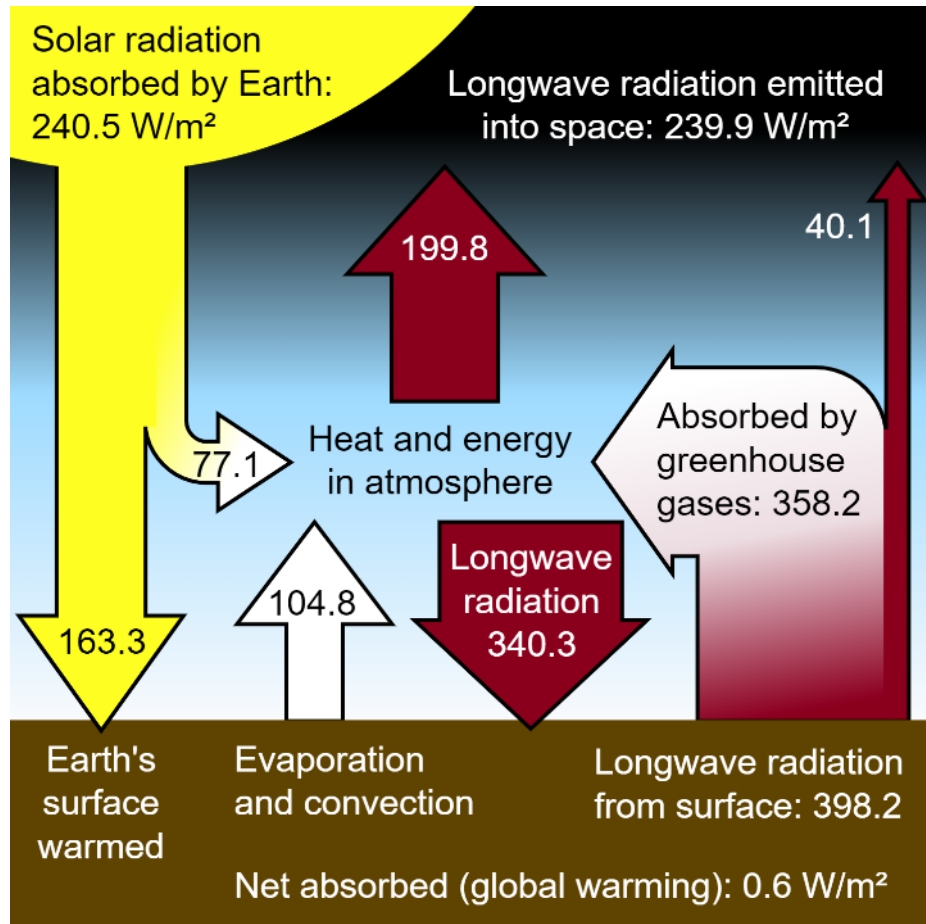


Image: Wikimedia Commons.

Klimawandel und Globale Erwärmung

- Globale Erwärmung abhängig von Energiebilanz der Erde: Einfallende Sonnenenergie vs. abgestrahlte Energie
 - Gängige Klassifikation von Szenarien: Erwarteter Netto-Strahlungsantrieb in W/m^2 , e.g. bei den Repräsentativen Konzentrationspfaden (RCPs) des fünften Sachstandsberichts
- **Wasserdampf** spielt eine wichtige Rolle beim Treibhauseffekt, da er die Strahlung in der Erdatmosphäre absorbiert. Dies stellt eine wichtige Rückkopplungsschleife für den Klimawandel dar:
 - Höhere Lufttemperaturen erhöhen die maximale Menge an **Feuchtigkeit in der Atmosphäre** - $\sim 7\%$ pro 1°C (Clausius-Clayperon-Gleichung)
 - Mehr Wasserdampf erhöht den **Strahlungsantrieb**, wodurch sich die Temperatur in der Atmosphäre weiter erhöht.
- Weitere wichtige Rückkopplungsschleifen sind die Eis-Albedo-Rückkopplungsschleife und die Nettowolkenrückkopplung. Insbesondere Letztere ist eine Quelle **großer Unsicherheiten** und **erheblicher Unterschiede** zwischen verschiedenen Klimamodellen.

FÜR VIELE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS GIBT ES BELEGE, ABER UNSICHERHEITEN ÜBER DEREN AUSMAß UND REGIONALEN UNTERSCHIEDE

Emissionen und Strahlungsantrieb

- Anthropogene CO₂-Emissionen
- Steigende Treibhausgaskonzentration
- Zunehmender Strahlungsantrieb
- ...

Unmittelbare Klimaauswirkungen

- Anstieg der Temperatur und Temperaturvolatilität
- Anstieg des Meeresspiegels
- Anstieg der Luftfeuchtigkeit
- Gletscherschmelze
- ...

Auswirkungen der Gefahr

Anstieg der ...
Hitzewellen, Waldbrände, Dürren
Niederschlag, wechselnde Niederschlagsmuster
Fluss-, Sturz- und Küstenüberschwemmungen
Intensität von Hurrikanen und Taifunen
Intensität konvektiver Gewitter

Zweifelsfrei Gesichert

Starke Empirische Belege

Fundierte theoretische Grundlagen

Wahrscheinlich in mehreren
Regionen, aber starke regionale
Unterschiede

Erhebliche Unsicherheit in der vorhergesagten Größenordnung

EIN GUTER STARTPUNKT SIND DIE IN DEN IPCC-BERICHTEN ZUR VERFÜGUNG GESTELLTEN ÜBERSICHTEN ZUM KLIMAWANDELEINFLUSS AUF VERSCHIEDENE KLIMAFAKTOREN

Region	Climatic Impact-driver																													
	Heat and Cold				Wet and Dry							Wind				Snow and Ice					Coastal and Oceanic				Other					
	Mean air temperature	Extreme heat	Cold spell	Frost	Mean precipitation	River flood	Heavy precipitation and pluvial flood	Landslide	Aridity	Hydrological drought	Agricultural and ecological drought	Fire weather	Mean wind speed	Severe wind storm	Tropical cyclone	Sand and dust storm	Snow, glacier and ice sheet	Permafrost	Lake, river and sea ice	Heavy snowfall and ice storm	Hail	Snow avalanche	Relative sea level	Coastal flood	Coastal erosion	Marine heatwave	Ocean acidity	Air pollution weather	Atmospheric CO ₂ at surface	Radiation at surface
Mediterranean (MED)	●	●	●	●	●		5					6	7			●		●				●		2		●		●		
Western and Central Europe (WCE)	●	●	●					4								●		●						2		●		●		
Eastern Europe (EEU)	●	●	●													●												●		
Northern Europe (NEU)	●	●	●	●	●	1										●		●						8	2,3		●		●	

High confidence of decrease
Medium confidence of decrease
Low confidence in direction of change
Medium confidence of increase
High confidence of increase
Not broadly relevant

1. Excluding southern UK.
 2. Along sandy coasts and in the absence of additional sediment sinks/sources or any physical barriers to shoreline retreat.
 3. The Baltic Sea shoreline is projected to prograde if present-day ambient shoreline change rates continue.
 4. For the Alps, conditions conducive to landslides are expected to increase.
 5. Low confidence of decrease in the southernmost part of the region.
 6. General decrease except in Aegean Sea.
 7. Medium confidence of decrease in frequency and increase in intensities.
 8. Except in the northern Baltic Sea region.
 ● Already emerged in the historical period (medium to high confidence)
 ● Emerging by 2050 at least in scenarios RCP8.5/SSP5-8.5 (medium to high confidence)
 ● Emerging after 2050 and by 2100 at least in scenarios RCP8.5/SSP5-8.5 (medium to high confidence)

Source: Table 12.7 (p.1844) in: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896

AUSWAHL RELEVANTER NATURKATASTROPHEN AUS SICHT DER VERSICHERER ERFORDERT EINEN BLICK AUF DIE RISIKOEXPONIERUNG IN VERSCHIEDENEN SEGMENTEN

Naturgefahren, Klimawandeleinfluss, und Risikoexponierung für Versicherer

	Klimawandeleinfluss	Schaden / Unfallrisiken	Leben / Kranken-Risiken	Makroökonomische Risiken	#
Hitzewellen	Gesichert	Gering	Hoch	Hoch	2.1
Waldbrände	Gesichert	Mittel	Hoch	Gering	
Dürren	Sehr Wahrscheinlich	Gering	Mittel	Hoch	
Überflutungen	Sehr Wahrscheinlich	Hoch	Mittel	Mittel	2.2
Windstürme	Unklar	Hoch	Gering	Mittel	2.3
Hagel	Wahrscheinlich	Hoch	Gering	Mittel	2.4
Erdrutsch & Lawinen	Unklar	Mittel	Gering	Gering	
Subsidenz	Unklar	Mittel	Gering	Gering	
Kippunkte	Unklar	Hoch	Hoch	Hoch	

Subjektive Einschätzungen, im Wesentlichen basierend auf:

1: Für Klimawandeleinfluss: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Für SCS/Hagel wurde eine Anpassung aufgrund von seitdem publizierter Forschung vorgenommen, siehe Abschnitt 2.4.

2: Für Schaden / Unfallrisiken (deutsches Portfolio): Verisk: Global Modeled Catastrophe Losses in 2022

3: Für Leben / Kranken-Risiken (deutsches Portfolio): WHO & Oliver Wyman: Quantifying the Impact of Climate Change on Human Health (2023)

4: Für Makroökonomische Risiken: NGFS-Szenarien und weiteren Publikationen, u.a. Kotz et. al. The economic commitment of climate change (2024), Kotz et. al. Global warming and heat extremes to enhance inflationary pressures (2024)

PHYSISCHE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS

Was sollten Aktuare im Blick haben?

1 Physikalische Grundlagen & Überblick

2 Naturgefahren

2.1 Hitzewellen

2.2 Überflutungen

2.3 Windstürme

2.4 Hagel

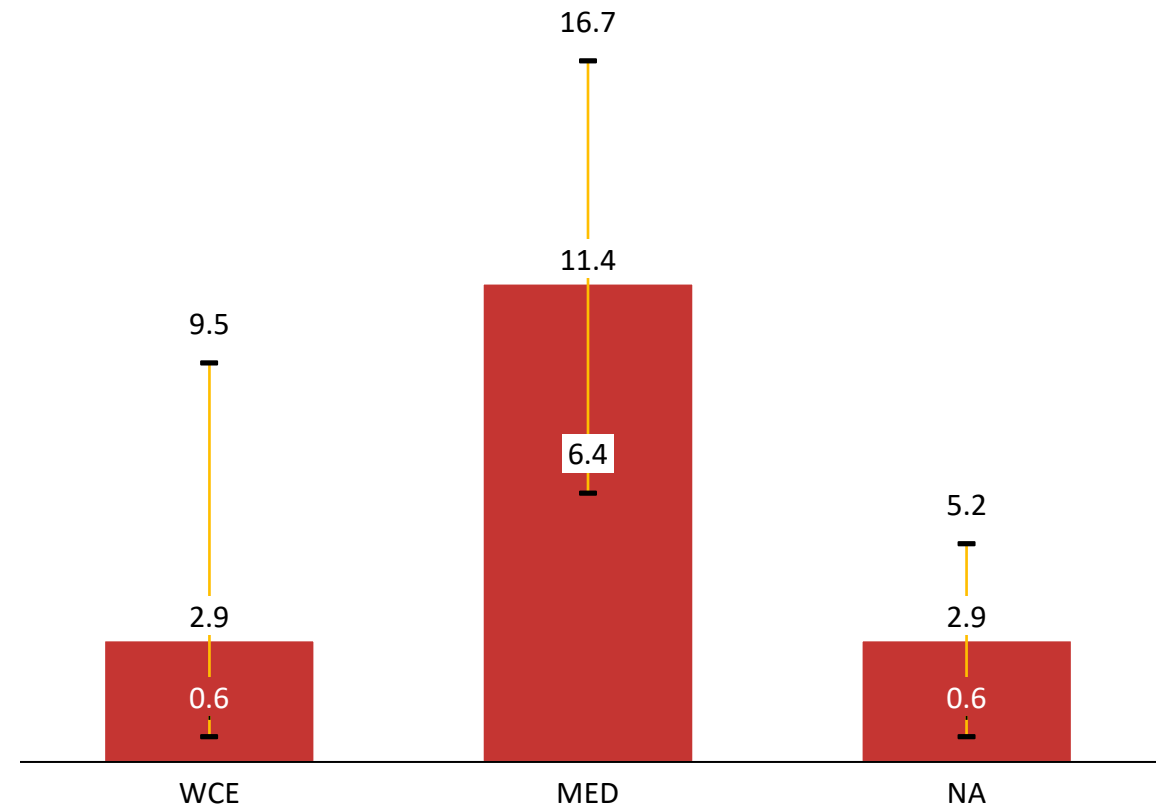
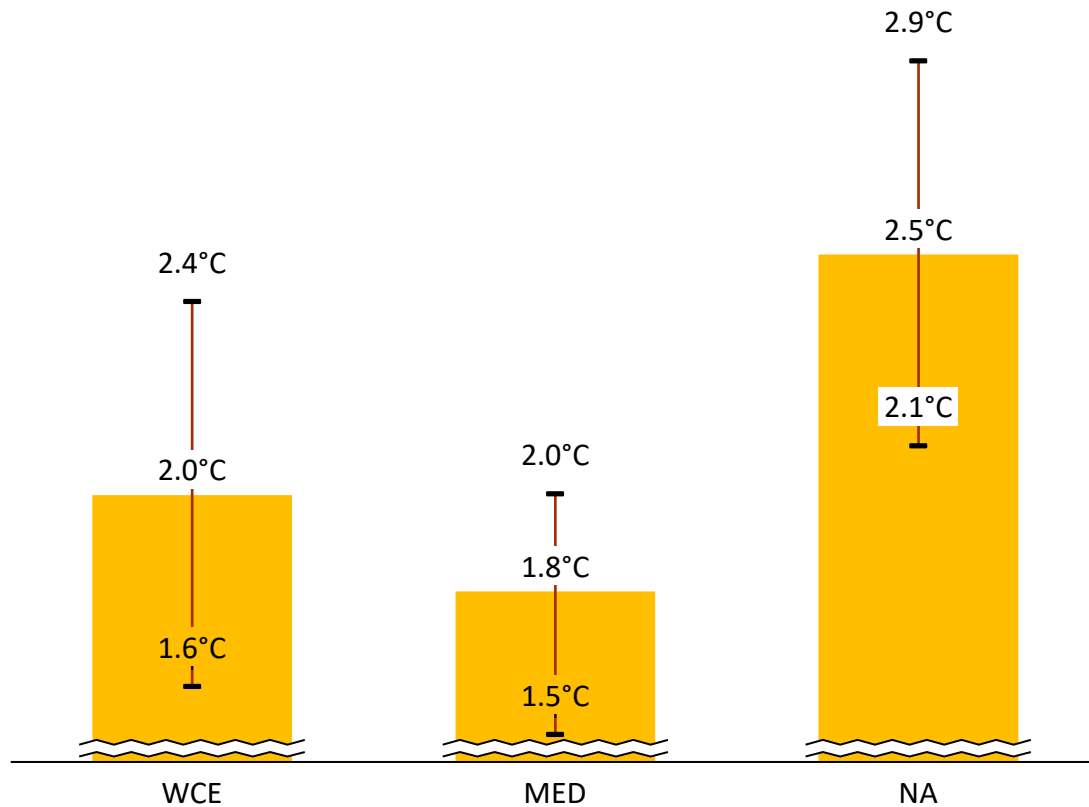
3 Was gibt es noch zu beachten?



HITZEWELLEN SIND EINE UNMITTELBARE KONSEQUENZ GLOBALER ERWÄRMUNG, MIT KLAR IDENTIFIZIERBAREN LOKALEN AUSWIRKUNGEN

Local Temperature Anomaly with 90% Confidence Interval
(at 1.5°C Global Warming, Anomaly Relative to 1850-1900)

Annual Days with max. Temperature above 35°C with 90% CI
(at 1.5°C Global Warming, Anomaly Relative to 1850-1900)

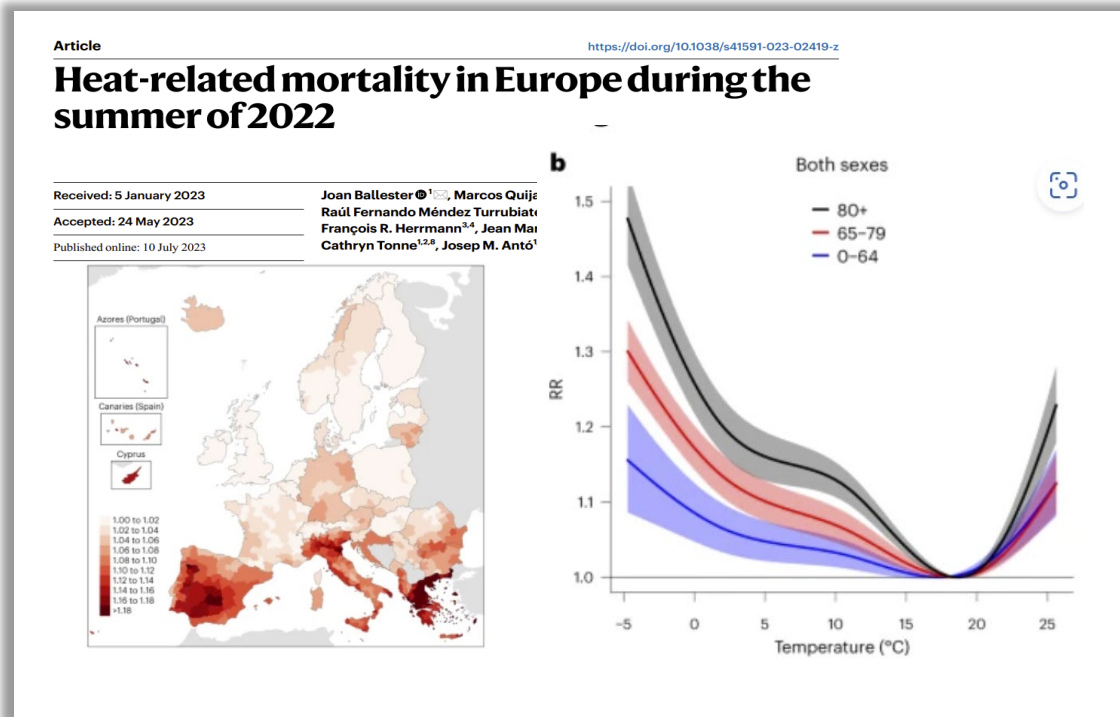


Source: IPCC Interactive Atlas of Working Group I (Physical Science Basis), see: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>

AUSWIRKUNGEN VON HITZEWELLEN AUF MORTALITÄT UND VERSCHIEDENE KRANKHEITSBILDER SIND GEGENSTAND VERSCHIEDENER MEDIZINISCHER STUDIEN

Der Zusammenhang zwischen Hitzewellen und Mortalität ist klar nachgewiesen. Ältere Menschen sind hier deutlich exponierter.

Weitere Studien stellen den Zusammenhang mit verschiedenen Krankheitsbildern her, vor Allem Atemwegs-, Nerven-, und psychische Krankheiten



Hitzewellen haben klar nachgewiesene Auswirkungen auf Mortalität und Morbidität – die Exponierung des eigenen Portfolios hängt stark von der Zusammensetzung ab und sollte auf Basis von Schadensfalldaten untersucht werden

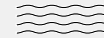
ÜBERSCHWEMMUNGEN TRETEN IN VERSCHIEDEN ARTEN AUF, MIT DEUTLICH UNTERSCHIEDLICHEN EINFLUSSFAKTOREN AUS DEM KLIMAWANDEL

Sturm- und Küstenfluten



- Plötzliche und starke Fluten, die entlang der Küstenlinie auftreten
- Bedingt durch starke Winde, die das Wasser von Meeren an die Küsten treiben

Flusshochwasser



- Flüsse treten über Ufer und überschwemmen das angrenzende Gebiet
- Bedingt durch großräumige und ausgiebige Niederschläge

Sturzflut



- Plötzliche und starke Flut auch fernab von Gewässern
- Bedingt durch heftige Regenfälle oder das plötzliche Schmelzen von Schnee

Gefährdete Gebiete

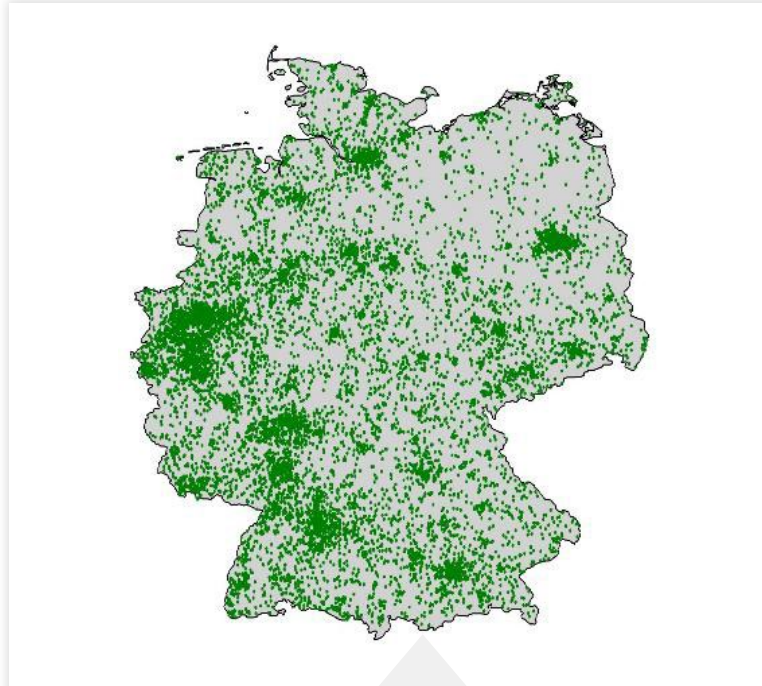
- Küstenfluten sind vor allem in Küstengebieten gefährlich, insbesondere in Gebieten mit schwachen Küstenschutzmaßnahmen.
- Gefährdete Umgebungen von Flusshochwasser können auf Gebiete in der Nähe von Flüssen oder Bächen beschränkt werden
- Sturzfluten können potentiell überall auftreten. Hanglagen oder Mulden begünstigen Schäden durch Sturmfluten.

Klimawandeleinfluss

- Der Anstieg des Meeresspiegels erhöht den Wasserstand und macht Küstengebiete anfälliger für Überschwemmungen.
- Darüber hinaus können häufigere und intensivere Stürme zu höheren Sturmfluten führen
- Verschiedene Klimawandelauswirkungen via diverse Faktoren wie vermehrte Niederschläge, beschleunigte Schneeschmelze und den Abfluss von Wasser aus trockenen Böden.
- Steigende Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster führen zu Starkregenereignissen.
- Urbanisierung, undurchlässige Flächen und trockenere Böden verringern die Wasseraufnahmekapazität des Bodens

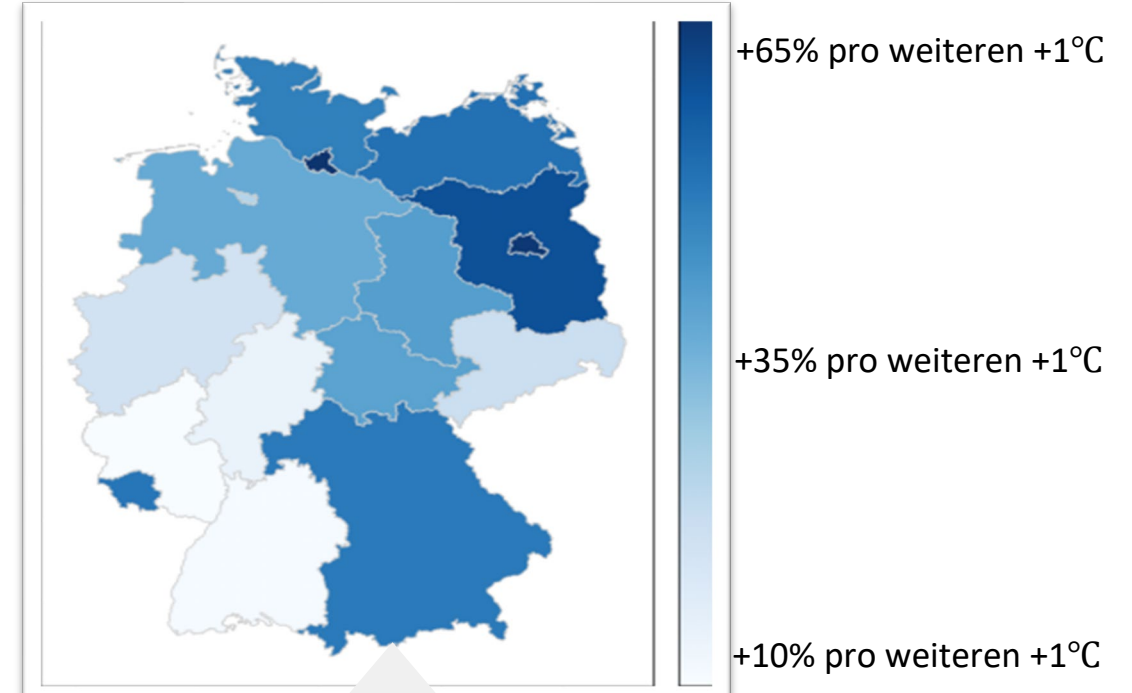
ÜBERSCHWEMMUNGEN SIND STARK POSITIONSABHÄNGIG – FLUSSHOCHWASSERRISIKEN KÖNNEN GUT AUF BASIS ÖFFENTLICH VERFÜGBARER DATEN ABGESCHÄTZT WERDEN

Testportfolio – 10,000 Gebäude nach Bevölkerungsdichte verteilt



Änderung im
Flusshochwasser-
risiko

Änderung im Flutrisiko auf Basis von ISIMP-
Flutkarten



- Flutrisiken hängen sehr stark von der genauen Position des exponierten Wertes ab.
- Flusshochwasserrisiken können auf Basis von öffentlichen Daten zu Klimawandeleinflüssen bewertet werden

- Unser Testportfolio weist im Nordosten Deutschlands einen stärkeren Anstieg auf als der Südwesten Deutschlands.
- Diese Beobachtung steht im Einklang mit der Beobachtung, dass der Rhein vor allem im Süden Deutschlands neben Niederschlägen auch durch den Abfluss von Schmelzwasser getrieben wird

WINDSTÜRME IN EUROPA SIND ZWAR GROßE SCHADENSTREIBER, AKTUELL GIBT ES ABER KEINE KLARE EVIDENZ FÜR DIREKTIONALEN EINFLUSS VON KLIMAWANDEL

Windstürme in Europa

- Windstürme in Europa sind unter den Naturkatastrophen typischerweise die größten Schadenstreiber für Versicherer¹
- Der zukünftige Einfluss des Klimawandels auf Frequenz und Intensität von Windstürmen ist unklar².
 - Aktuelle Generation von Klimamodellen verfügen in der Regel nicht die Granularität, um verlässliche Aussagen zu treffen.
 - Es existieren Studien, welche auf eine Zunahme schließen³, aber auch solche in denen abschwächende Faktoren dominanter sind⁴.
 - Auf der historischen Zeitskala lässt sich kein klarer Trend erkennen.

base	1.5°C	2.0°C	3.0°C
Wind losses (€ billion)			
4.6	4.5	4.6	4.6
Wind losses (% of GDP)			
0.04	0.04	0.04	0.04

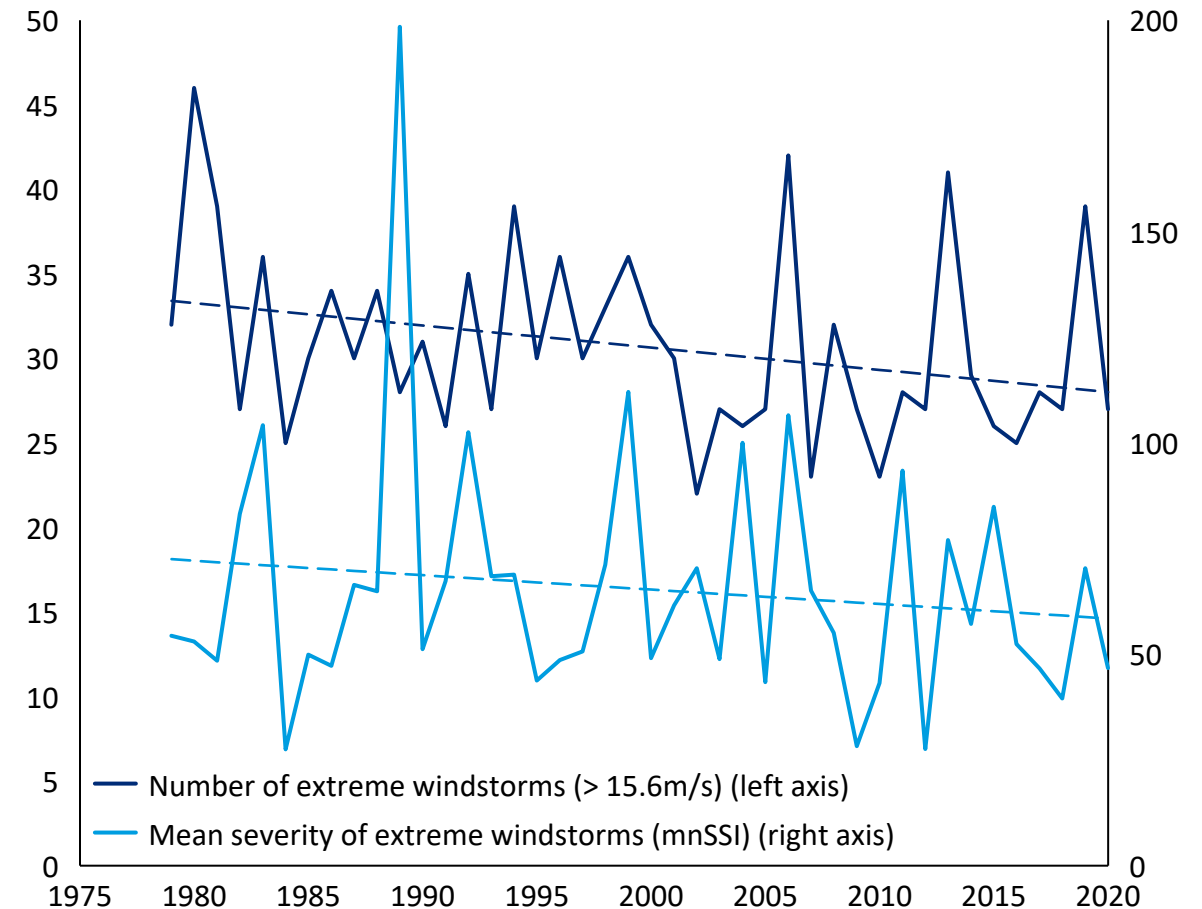
1: Verisk, Global Modeled Catastrophe Losses in 2022

2: Spinoni et. al. (JRC), Global warming and windstorm impacts in the EU (2020)

3: Little et. al., Future increased risk from extratropical windstorms in northern Europe (2023)

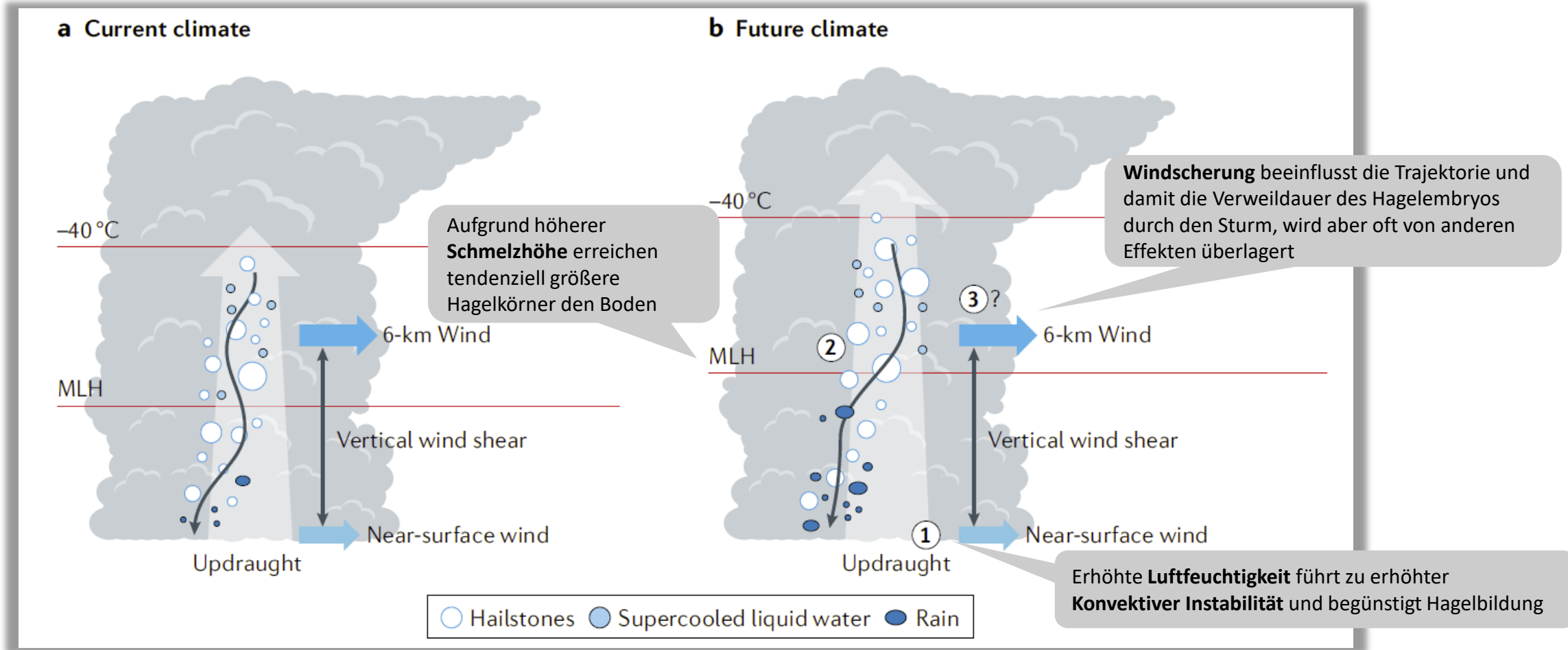
4: Comou et. al., The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation (2018)

Anzahl und Intensität schwerer Windstürme in Europa



Source: Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, (2022): Winter windstorm indicators for Europe from 1979 to 2021 derived from reanalysis. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: [10.24381/cds.9b4ea013](https://doi.org/10.24381/cds.9b4ea013)

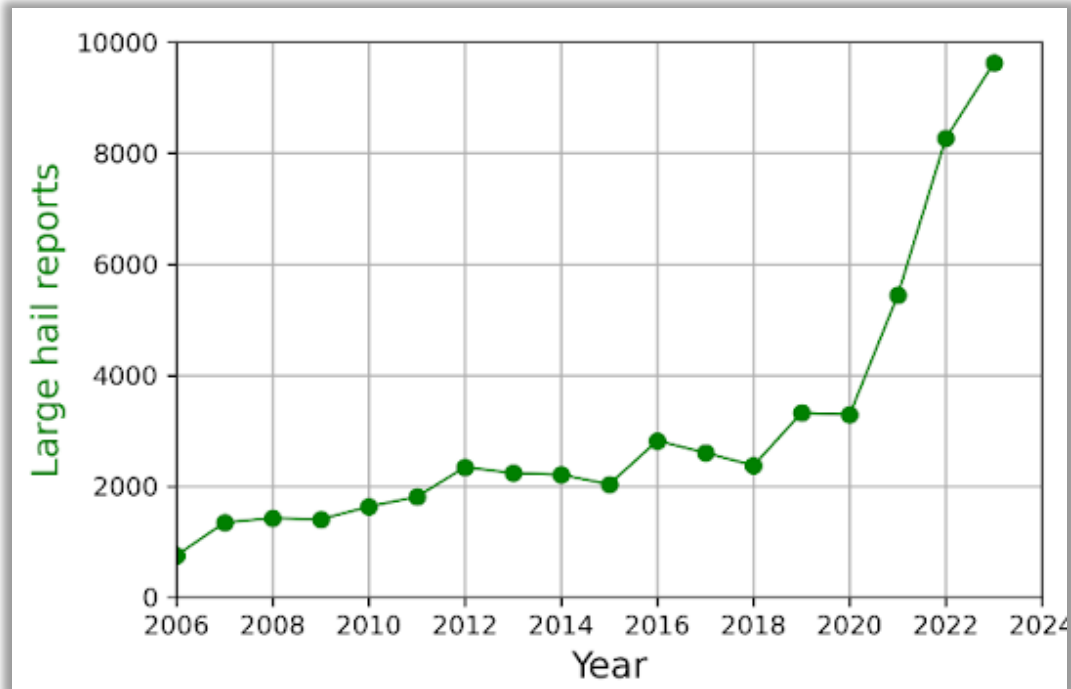
HAGEL IST VOM KLIMAWANDEL INSBESONDERE DURCH LUFTFEUCHTIGKEIT UND KONVEKTIVER INSTABILITÄT BEEINFLUSST



Hagelbildung sind von verschiedenen, z.T. gegenläufigen Faktoren beeinflusst, was die Vorhersage präziser Auswirkungen erschwert

Quelle: Raupach et. Al., The effects of climate change on hailstorms, Nature Reviews (2021)

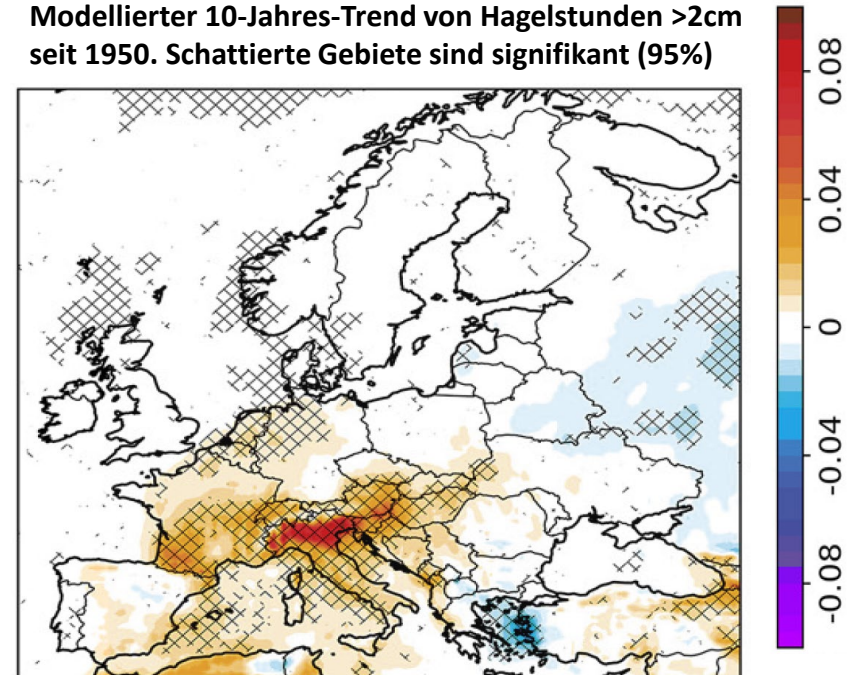
FÜR HAGEL KONNTEN IN DEN LETZTEN JAHREN KLARE TRENDS UND KLIMAWANDEL-EINFLÜSSE NACHGEWIESEN WERDEN



Die Anzahl von Berichten über schwere Hagelereignisse hat in den letzten Jahren massiv zugenommen – jedoch können Hagelereignisse nicht so zuverlässig gemessen werden wie andere Naturereignisse, weswegen die Isolation von Klimasignalen und Langzeittrends herausfordernd ist.

[Hailstorms of 2023](#) | [European Severe Storms Laboratory \(essl.org\)](#)

Modellierter 10-Jahres-Trend von Hagelstunden >2cm seit 1950. Schattierte Gebiete sind signifikant (95%)



Modellauswertungen über historische klimatische Bedingungen bestätigen allerdings den deutlichen Anstieg und geben klare Hinweise auf Klimawandeleinflüsse. Auswertungen von zukunftsgerichteten Klimamodellen sagen weitere Anstiege voraus.

[Modeled Multidecadal Trends of Lightning and \(Very\) Large Hail in Europe and North America \(1950–2021\) in: Journal of Applied Meteorology and Climatology Volume 62 Issue 11 \(2023\) \(ametsoc.org\)](#)

Rädler et. Al., Frequency of severe thunderstorms across Europe expected to increase in the 21st century due to rising instability, Nature (2019)

PHYSISCHE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS

Was sollten Aktuare im Blick haben?

1 Physikalische Grundlagen & Überblick

2 Naturgefahren

2.1 Hitzewellen

2.2 Überflutungen

2.3 Windstürme

2.4 Hagel

3 Was gibt es noch zu beachten?



JE NACH SEGMENT SOLLTEN VERSCHIEDENE GEFAHREN IM BLICK BEHALTEN WERDEN – UND ABHÄNGIG VON DER GEFAHR SIND UNTERSCHIEDLICHE ASPEKTE ZU BEACHTEN

Naturgefahren, Klimawandeleinfluss, und Risikoexponierung für Versicherer

+ Inflation!

	Klimawandeleinfluss	Schaden / Unfallrisiken	Leben / Kranken- Risiken	Makroökonomische Risiken	Was sollte man im Blick behalten?
Hitzewellen	Gesichert	Gering	Hoch	Hoch	Risiko (L/H)
Waldbrände	Gesichert	Mittel	Hoch	Gering	Exponierung
Dürren	Sehr Wahrscheinlich	Gering	Mittel	Hoch	Risiko (Makro)
Überflutungen	Sehr Wahrscheinlich	Hoch	Mittel	Mittel	Risiko & Pricing Forschungsstand
Windstürme	Unklar	Hoch	Gering	Mittel	Forschungsstand
Hagel	Wahrscheinlich	Hoch	Gering	Mittel	Risiko & Pricing Forschungsstand
Erdrutsch & Lawinen	Unklar	Mittel	Gering	Gering	Exponierung
Subsidienz	Unklar	Mittel	Gering	Gering	Exponierung
Kippunkte	Unklar	Hoch	Hoch	Hoch	Forschungsstand

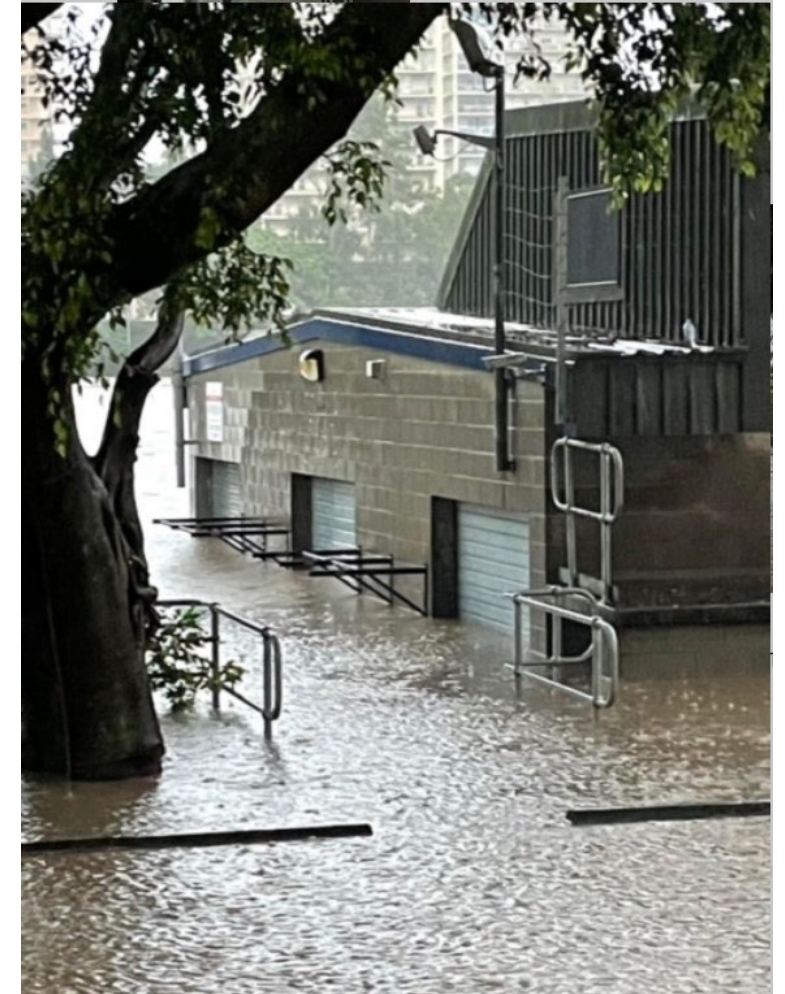
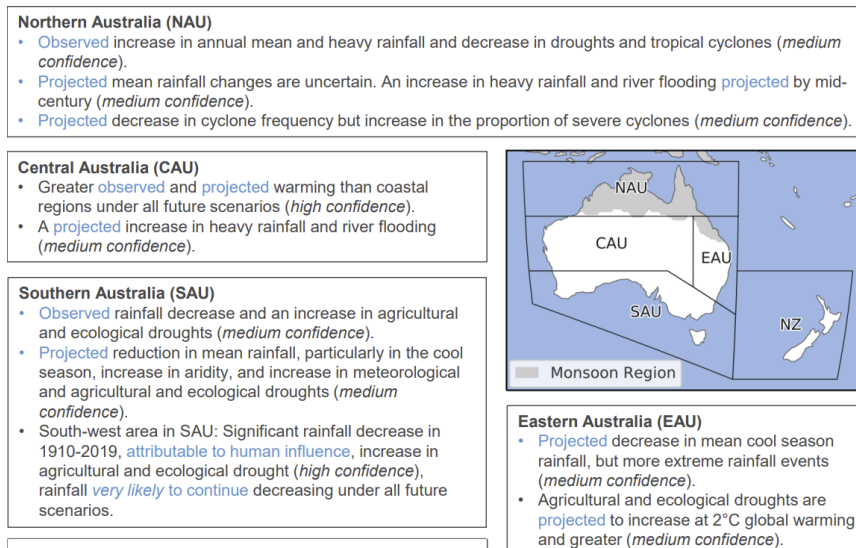
Subjektive Einschätzungen, siehe Folie 7

DIE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS SIND EIN SEHR AKTIVES FORSCHUNGSFELD, SPEZIFISCHE ERGEBNISSE UND AUSSAGEN ÄNDERN SICH SCHNELL

Beispiel: Flussüberschwemmungen in Australien

Die kontinuierliche Weiterentwicklung verschiedener technischer Aspekte (insbes. Downscaling und bias-correction) kann die Ergebnisse maßgeblich beeinflussen

- In einem CMIP5-Downscaling-Experiment von 2020 (Gu et.al.) implizierten die Ergebnisse einen Rückgang von Flussüberschwemmungen in weiten Teilen Australiens¹
- Unter Verwendung einer anderen, granulareren Downscaling-Methode kommen Wilson et al. (2022) und Peter et al. (2023) zu eine Zunahme von Flussüberschwemmungen in den meisten Teilen des Kontinents²



1: Global Increases in Compound Flood-Hot Extreme Hazards Under Climate Warming - Gu - 2022 - Geophysical Research Letters - Wiley Online Library
2: Hess et. al, A Systematic Review of Climate Change Science Relevant to Australian Design Flood Estimation (2023) (copernicus.org)
Regional Fact Sheet Australasia (ipcc.ch)
© Oliver Wyman

Image: 2022 Eastern Australia Floods (Wikipedia, Universal Deus, licensed under Creative Commons)

BEI DER MODELLIERUNG ERGEBEN SICH VERSCHIEDENE HERAUSFORDERUNGEN ZU DATEN, ISOLATION VON KLIMAWANDELSIGNAL, INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

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

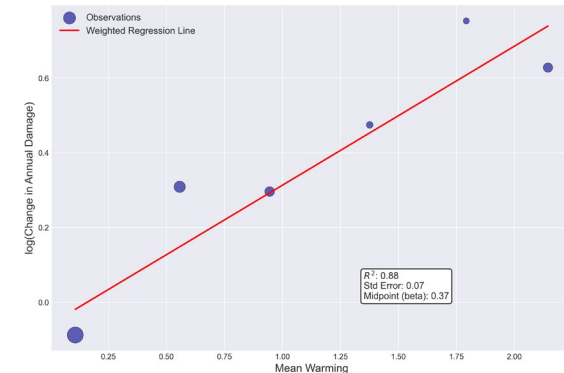
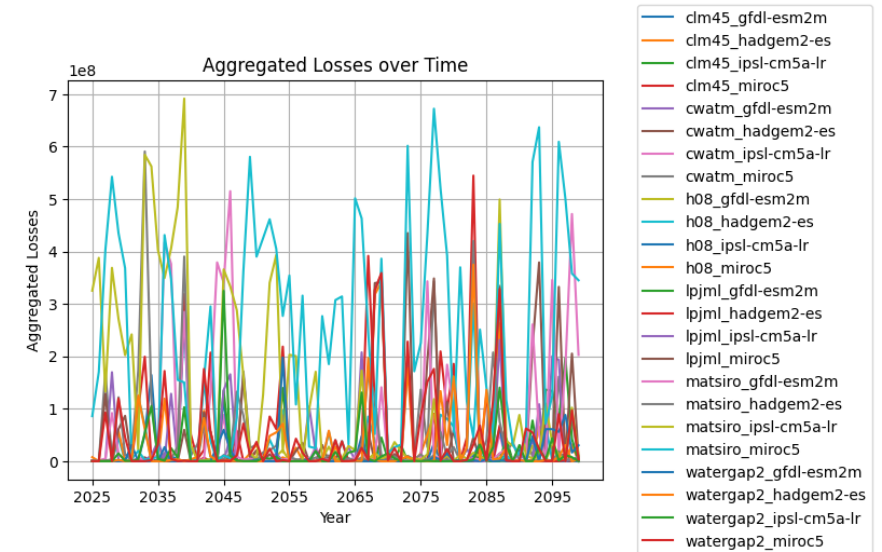
Anwendung von Daten & Interpretation der Ergebnisse ist auch für den geübten Aktuar eine Herausforderung:

- Verfügbarkeit **unternehmenseigener Daten** (zB Geodaten, Gebäudeeigenschaften,...)
- Welche **spezifische Naturgefahr** wird in den Daten modelliert?
- Unterscheidung zwischen **Klimawandel** und **bestehenden Oszillationen** („Welchen Klimawandel meinen wir?“)
- 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 begünstigen eine frühzeitige und tiefe Auseinandersetzung mit der Modellierung

Beispiel – Isolation Klimawandelsignal aus ISIMIP-Flutdaten



SCHÄDEN DURCH DEN KLIMAWANDEL KÖNNEN DURCH INTERKATION MIT WEITEREN SOZIOÖKONOMISCHEN FAKTOREN ENORM VERSTÄRKT WERDEN

Physische Klimawandelschäden stehen in einem **starken Zusammenspiel** mit anderen sozioökonomischen Faktoren.

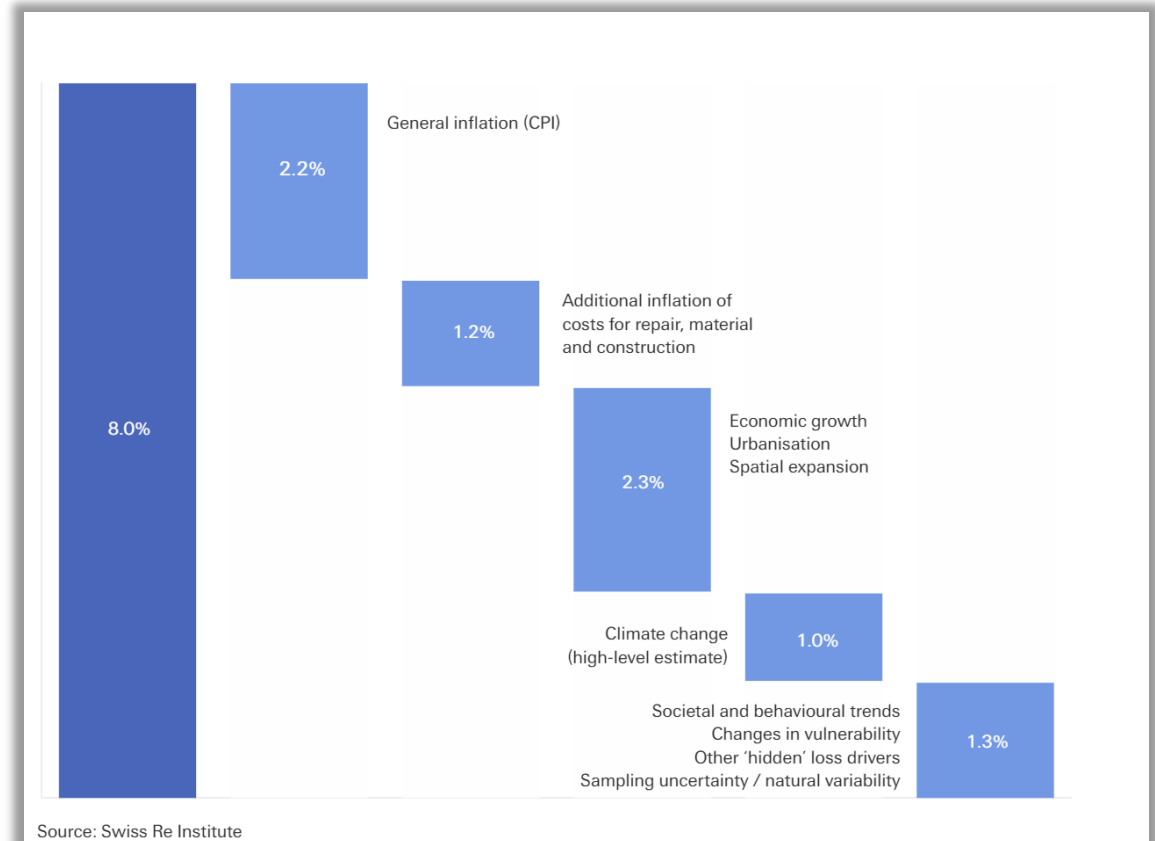
- Beispielsweise kann ein starker **Anstieg der Inflation** die Wiederaufbaukosten nach Katastrophen erheblich in die Höhe treiben. Auf der anderen Seite sind Klimarisiken auch für Inflation höchst relevant:
 - **Preisdruck auf Energie** aus Dekarbonisierung wirkt inflationstreibend¹
 - **Physische Risiken**, die natürliche Ressourcen, Lieferketten und Produktivität unter Druck setzen sind ebenfalls inflationstreibend^{1 2}
- Faktoren auf der Mikroebene, wie z. B. Gebäudeeigenschaften, lokale Umgebungsbedingungen, können Schäden verstärken oder abschwächen – zum Beispiel:
 - Während der Überschwemmungen 2021 fungierten **Ölheizungen** als enormer Schadenstreiber, welche durch Austreten von Öl die Häuser sofort unbewohnbar machten³.
 - Auf der anderen Seite können **Frühwarnsysteme** für Hochwasserrisiken die Kosten von Hochwasserschäden erheblich senken⁴.
 - Individuelle oder aggregierte **Gegenmaßnahmen gegen Hitzewellen** können insbesondere in **wohlhabenden Schichten** Gesundheitsrisiken massiv mitigieren

1: [Will the green transition be inflationary? Expectations matter – ECB Working Paper Series \(europa.eu\)](#)

2: [Climate change risk to price stability: Higher average temperatures increase inflation — Potsdam Institute for Climate Impact Research \(pik-potsdam.de\)](#)

3: [NHES - Brief communication: Critical infrastructure impacts of the 2021 mid-July western European flood event \(copernicus.org\)](#)

Attribution von SCS-Schäden in den USA zwischen 2008 und 2023⁵



4: [The benefit of continental flood early warning systems to reduce the impact of flood disasters - Publications Office of the EU \(europa.eu\)](#)

5: Swiss Re Institute: sigma 01/2024: Natural catastrophes in 2023

KLIMAMODELLE SIND NOCH EIN RELATIV JUNGES FORSCHUNGSGEBIET, DAS TROTZ EINIGER WICHTIGER EINSCHRÄNKUNGEN WICHTIGE ERKENNTNISSE LIEFERT



Es ist schwierig, Vorhersagen zu treffen, besonders über die Zukunft.

Zugeschrieben Niels Bohr, Physiker

Eigenschaften von Klimavorhersagen

Klimamodelle haben sich aus Wettermodellen mit granularen Ergebnissen entwickelt

Ausgaben nicht zu überinterpretieren und nicht von der natürlichen Variabilität ablenken lassen

Klimamodelle sind hochgradig nichtlinear und sehr empfindlich gegenüber Anfangsbedingungen

Hängen Sie sich nicht an Dezimalzahlen auf, sondern konzentrieren Sie sich auf Trends und Treiber. Die Analyse ist eine Übung des Verständnisses und nicht der Präzision.

Klimamodellierung ist das Ergebnis multidisziplinärer Zusammenarbeit

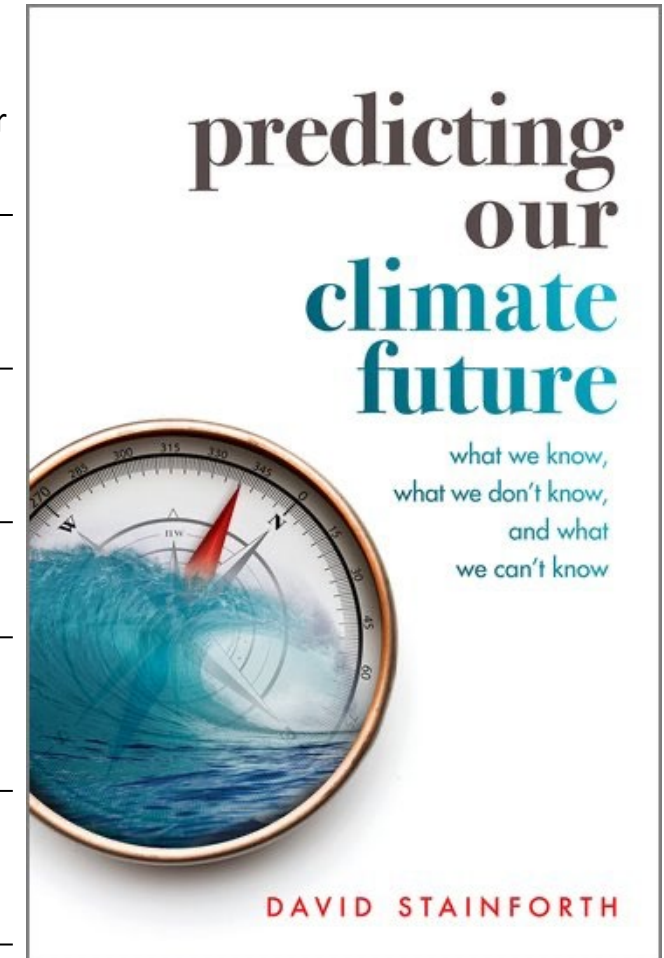
Die Wechselwirkungen zwischen Modulen sind nicht immer gut verstanden. Reflektieren Sie auch Beobachtungsdaten.

Klimamodelle untersuchen Gruppen möglicher Zukünfte, aber die Realität ist eine einmalige Wette

Modellbereiche sind nur die untere Grenze der Unsicherheit. Kippunkte werden z.B. typischerweise nicht reflektiert.

Klimamodellierung liefert wertvolle und umsetzbare Erkenntnisse

Es gibt viele signifikante Klimaauswirkungen, die über alle Modelle hinweg konsistent sind und in der Realität beobachtet werden, was ausreicht, um Maßnahmen zu ergreifen.



QUALIFICATIONS, ASSUMPTIONS, AND LIMITING CONDITIONS

This report is for the exclusive use of the Oliver Wyman client named herein. This report is not intended for general circulation or publication, nor is it to be reproduced, quoted, or distributed for any purpose without the prior written permission of Oliver Wyman. There are no third-party beneficiaries with respect to this report, and Oliver Wyman does not accept any liability to any third party.

Information furnished by others, upon which all or portions of this report are based, is believed to be reliable but has not been independently verified, unless otherwise expressly indicated. Public information and industry and statistical data are from sources we deem to be reliable; however, we make no representation as to the accuracy or completeness of such information. The findings contained in this report may contain predictions based on current data and historical trends. Any such predictions are subject to inherent risks and uncertainties. Oliver Wyman accepts no responsibility for actual results or future events.

The opinions expressed in this report are valid only for the purpose stated herein and as of the date of this report. No obligation is assumed to revise this report to reflect changes, events, or conditions, which occur subsequent to the date hereof.

All decisions in connection with the implementation or use of advice or recommendations contained in this report are the sole responsibility of the client. This report does not represent investment advice nor does it provide an opinion regarding the fairness of any transaction to any and all parties. In addition, this report does not represent legal, medical, accounting, safety, or other specialized advice. For any such advice, Oliver Wyman recommends seeking and obtaining advice from a qualified professional.



A business of Marsh McLennan