

Aktuarielle Auswirkungen der Klimakrise auf die Gesundheit

Alexander Krauskopf (B&W Deloitte GmbH)



DAA

DEUTSCHE
AKTUAR-AKADEMIE GmbH

Aktuarielle Auswirkungen der Klimakrise auf die Gesundheit
Forum V der FAU Erlangen-Nürnberg, 07.02.2023

Inhaltsübersicht

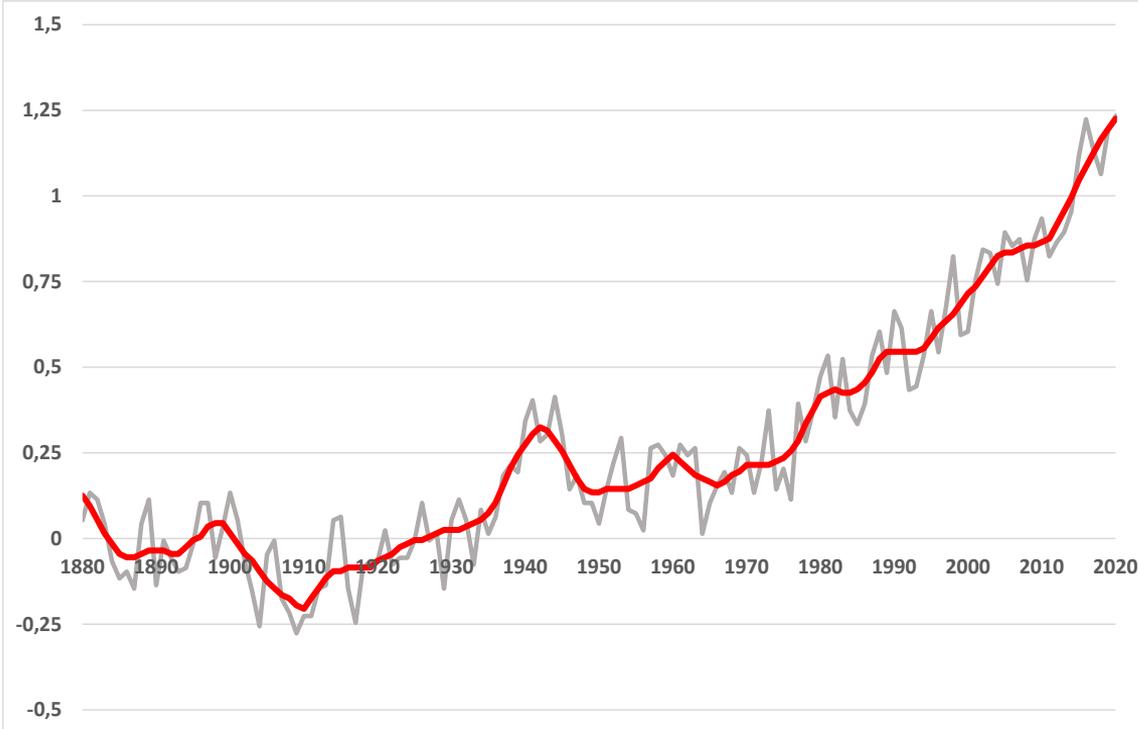
- **Einleitung**
- **Gesundheitliche Auswirkungen**
- **Wirtschaftliche Auswirkungen**
- **Modellrechnung für die PKV**

Inhaltsübersicht

- **Einleitung**
- Gesundheitliche Auswirkungen
- Wirtschaftliche Auswirkungen
- Modellrechnung für die PKV

Allgemeine Auswirkungen des Klimawandels

IPCC AR6: Globale Temperaturentwicklung seit 1880



+1,5°C-Ziel des Pariser
Klimaabkommens aus
dem Jahr 2015

- **Globale Erwärmung aktuell +1,2° C** (im Vergleich zur vorindustriellen Zeit 1880-1900)
- 1,1° C davon sind auf menschliche Treibhausgas-Emissionen zurückzuführen (IPCC AR6)

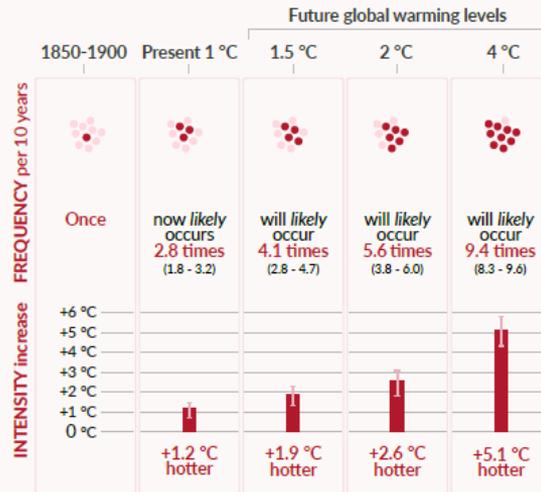
Allgemeine Auswirkungen des Klimawandels

IPCC AR6: Ausblick auf zukünftige Entwicklung

Hot temperature extremes over land

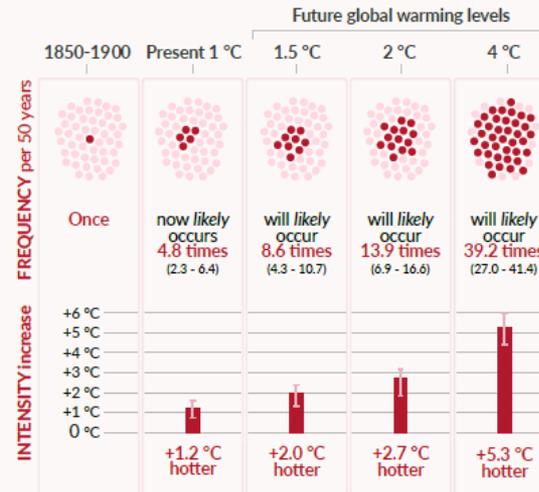
10-year event

Frequency and increase in intensity of extreme temperature event that occurred once in 10 years on average in a climate without human influence



50-year event

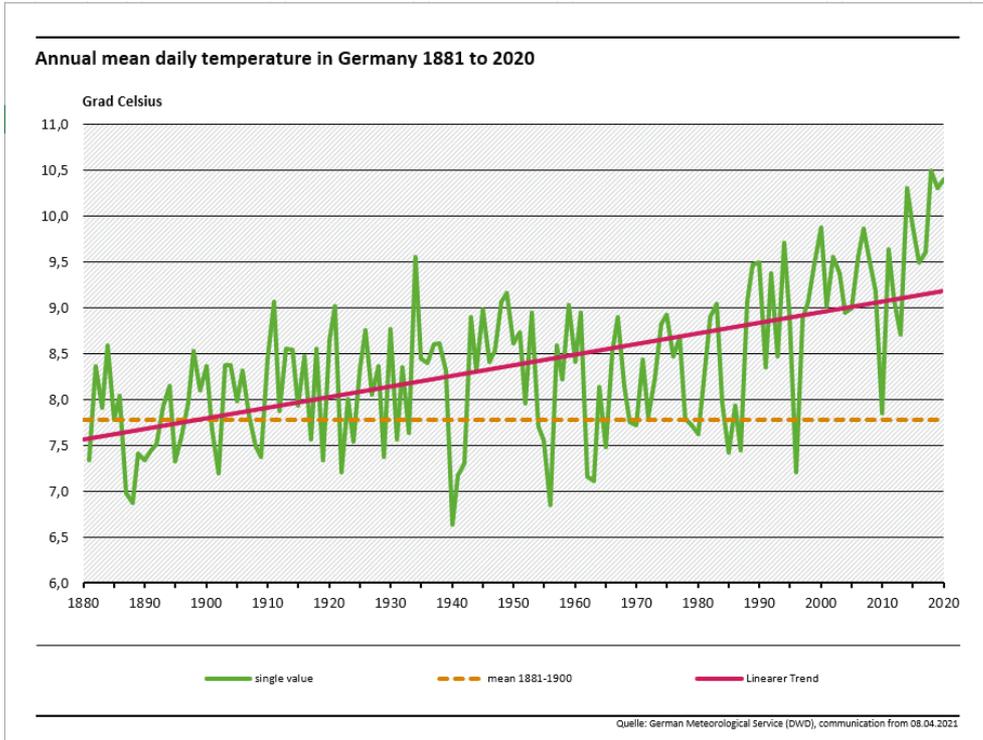
Frequency and increase in intensity of extreme temperature event that occurred once in 50 years on average in a climate without human influence



- Häufigkeit und Intensität von Hitzeextremen und Hitzewellen werden in allen IPCC-Szenarien aufgrund der globalen Erwärmung in fast allen Regionen weiter zunehmen
- Die Veränderung der Intensität von Hitzeextremen ist proportional zur Veränderung der globalen Erwärmung
- Die Temperaturen an den heißesten Tagen werden überproportional zur globalen Erwärmung ansteigen

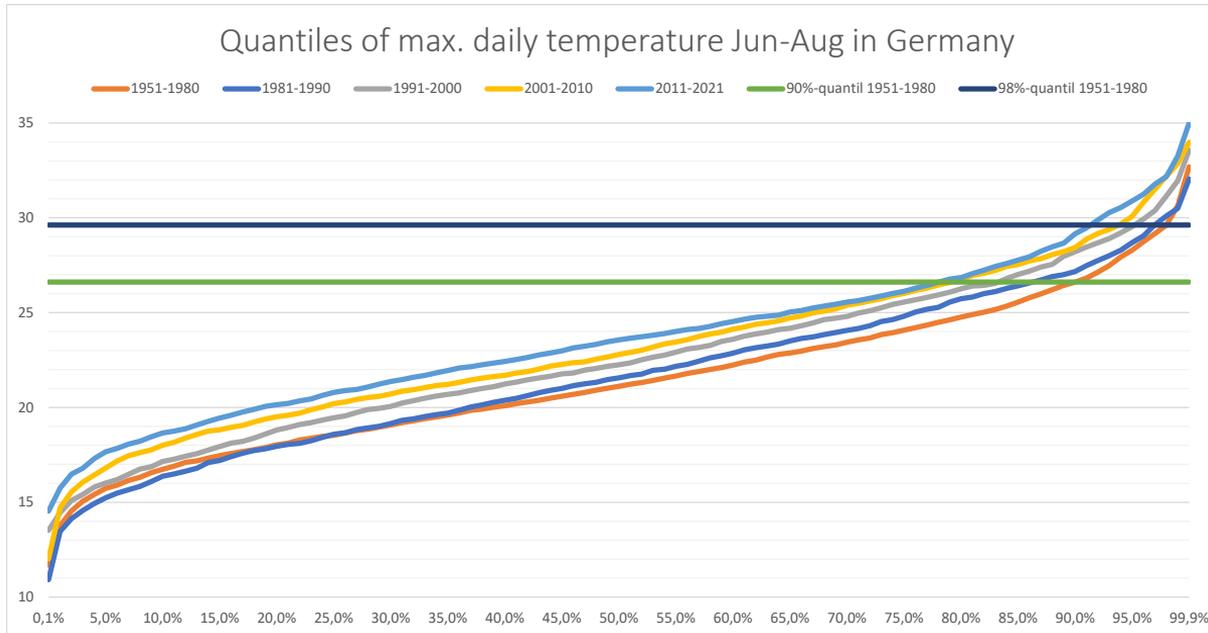
Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland

Temperaturentwicklung in Deutschland



- die sechs wärmsten Jahre seit 1880 liegen direkt hintereinander
- In Deutschland war 2020 mit 10,4° C das zweitwärmste Jahr seit 1881
- 2,6° C wärmer als der historische Vergleichszeitraum 1881-1900
- Die sieben wärmsten Jahre seit 1881 liegen im 21. Jahrhundert

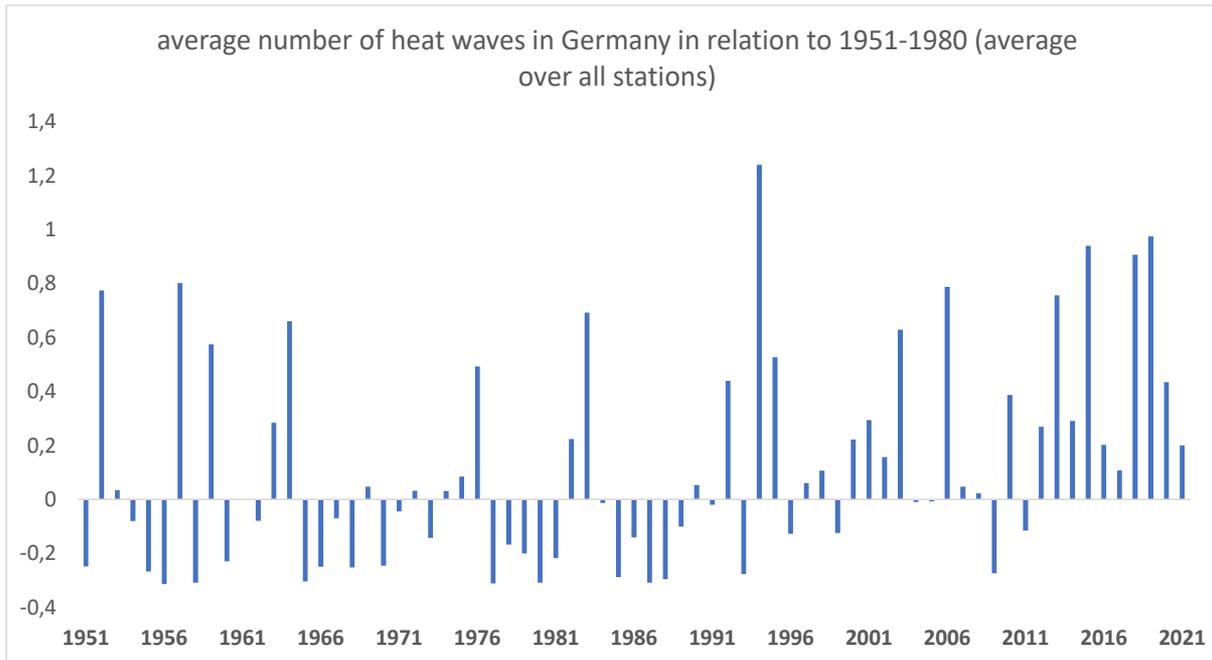
Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland



source: EUROPEAN CLIMATE ASSESSMENT & DATASET (ECA&D)

- Daten: Tageshöchsttemperaturen im Zeitraum Juni - August an 1.051 Wetterstationen in Deutschland
- Basislinie ist der Zeitraum 1951-1980 (**orangefarbene Linie**)
- Vergleich der Quantile - Temperatur zwischen der Basislinie und späteren Zeitintervallen
- Offensichtlich ist die Temperatur kontinuierlich gestiegen
- **90%-Quantil in 1951-1980 ist jetzt das ~77%-Quantil / 98%-Quantil in 1951-1980 ist jetzt das ~92%-Quantil**

Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland



source: EUROPEAN CLIMATE ASSESSMENT & DATASET (ECA&D)

Daten: Tageshöchsttemperaturen im Zeitraum Juni – August an 1.051 Wetterstationen in Deutschland

- Definition einer Hitzewelle in dieser Analyse: 3 aufeinanderfolgende Tage über 30° C
- Hitzewellen werden an jeder Station in jedem Jahr gezählt
KPI: Mittelwert der Hitzewellen über alle Stationen
- Es wird die Differenz zur durchschnittlichen Anzahl im Zeitintervall 1951-1980 gezeigt
- Bis in die 1990er Jahre wurden nur einzelne Jahre mit signifikanten Hitzewellen beobachtet
- **In fast jedem Jahr seit dem Jahr 2000 war die durchschnittliche Anzahl der Hitzewellen höher als der Referenzwert**

Klimarisiken betreffen auch die Krankenversicherung

durch die Kapitaldeckung in der PKV entstehen transitorischen Risiken

• Transition risks

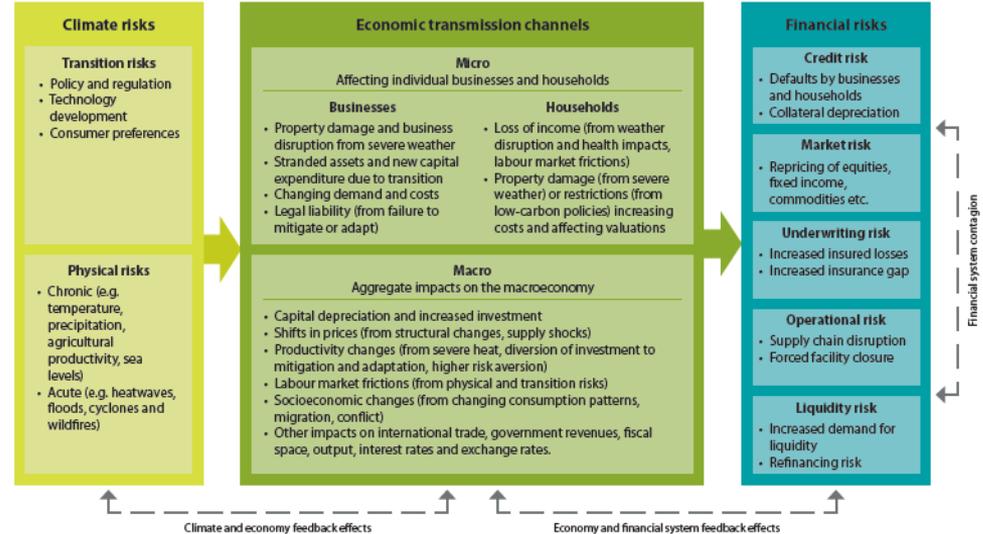
- allgemeine / medizinische Inflation
→ Auswirkung auf die Kopfschäden
- Kapitalmarkt
→ Auswirkung auf AUZ / Rechnungszins
- allgemeine wirtschaftliche Lage
→ Profitabilität / Überschüsse
→ finanzielle Möglichkeiten der (potentiellen) VN

• Physical risks

- Zunahme von akuten Erkrankungen ausgelöst durch Extremereignisse
→ v. a. Auswirkungen auf Überschüsse
- Zunahme von chronischen Erkrankungen
→ Auswirkung auf medizinische Inflation / Kopfschäden

Transmission channels

Climate risks to financial risks

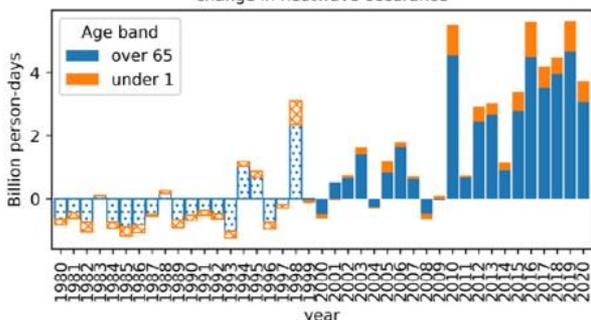


Inhaltsübersicht

- Einleitung
- **Gesundheitliche Auswirkungen**
- Wirtschaftliche Auswirkungen
- Modellrechnung für die PKV

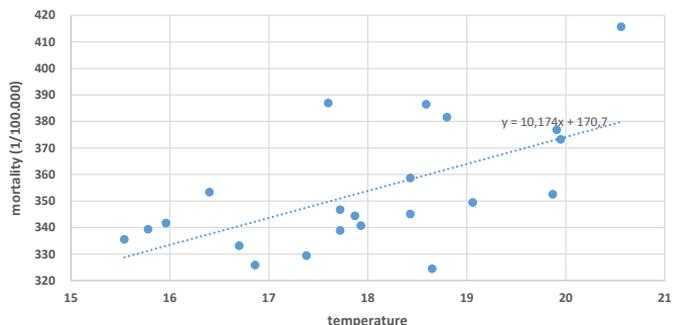
Gesundheitliche Folgen extremer Hitze und Hitzewellen

Exposures of vulnerable populations to change in heatwave occurrence



Quelle: Lancet, Lancet Countdown, Annex

correlation temperature vs. Mortality (age 65+) - August



Quelle: gbe-bund.de

- gesundheitliche Folgen sowohl aufgrund von Hitzeextreme als auch durch fehlende Erholung durch Abkühlung (Hitzewellen)
- mit zunehmender Wärme- oder Kältebelastung steigen die Anforderungen an das Herz-Kreislaufsystem, den Bewegungsapparat und die Atmung
- Zunahme von Lungen- und Herzkreislauferkrankungen
- durch Hitzestress gefährdete Personen sind insb.
 - Säuglinge und Kleinkinder,
 - ältere Personen und
 - Menschen mit Vorerkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, der Atemwege oder Diabetes
- **Problem verstärkt sich zukünftig durch die demografische Entwicklung**
- verringerte Luftqualität bei erhöhten Konzentrationen von Stickoxiden, Ozon und Feinstaub erhöht gesundheitliche Risiken zusätzlich
→ insb. **städtische Bevölkerung** betroffen, da Städte ca. 10°C wärmer sind
- Verschiedene Analysen zeigen eine **positive Korrelation zwischen Hitze und Sterblichkeitsraten**
- in Deutschland analysierten RKI und Charité hitzebedingte Todesfälle von 2001 bis 2015 und fanden signifikant höhere Sterblichkeitsraten in Jahren mit Hitzewellen (2003: 7.600, 2006: 6.200, 2015: 6.100, 2010: 3.700)

Morbidität aufgrund extremer Hitze – Herz-/Kreislauf

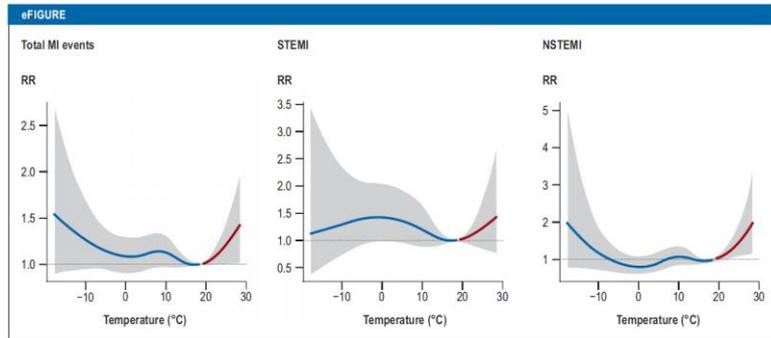
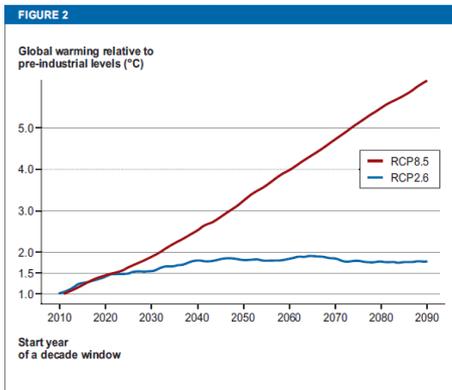
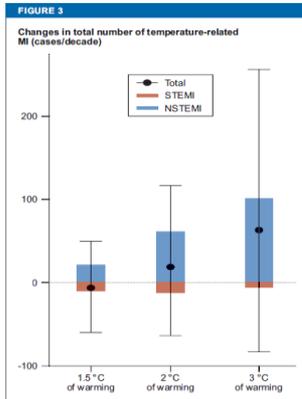


FIGURE 1
Cumulative exposure-response functions between air temperature and myocardial infarction (with 95% confidence intervals) in Augsburg, Germany in the period 2001 to 2014. The exposure-response functions were obtained from Chen et al. (2019) (15). The red lines represent the effect of heat (temperature above 18.4 °C), while the blue lines show the effect of cold (temperature below 18.4 °C).

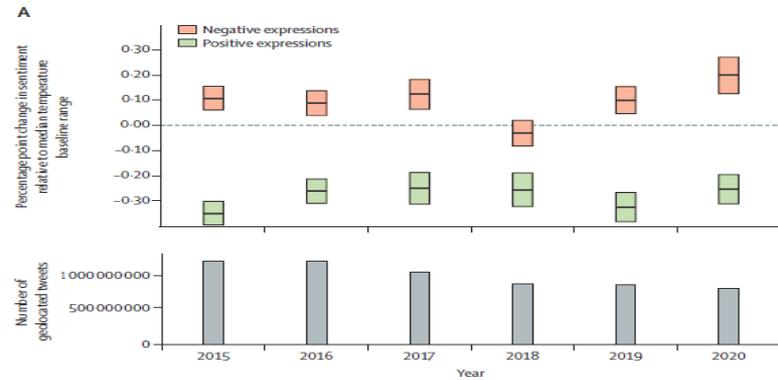


Quelle: Projection of Temperature-Related Myocardial Infarction in Augsburg, Germany

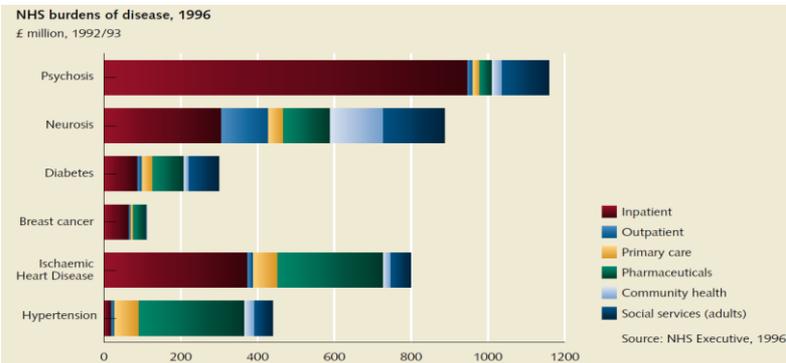


- Studie über Myokardinfarkte (MI) in Augsburg im Zeitraum 2001-2014
- Korrelation zwischen der täglichen Durchschnittstemperatur und der täglichen Anzahl von Herzinfarkten mittels Zeitreihenanalyse (distributed lag non-linear model, DLNM)
- exposure-response-function (ERF) U-förmig (optimale Temperatur 18,4°C)
- Temperaturprojektion für zwei verschiedene Klimaszenarien - RCP2.6 globale Erwärmung unter 2°C - RCP8.5 globale Erwärmung über 3°C
- Simulation von MI-Fällen mit ERF ceteris paribus (insbesondere keine Änderung der Bevölkerungsstruktur und keine Anpassung)
- Bei einer Erwärmung von 1,5°C werden der Anstieg der hitzebedingten MI-Fälle und der Rückgang der kältebedingten MI-Fälle saldiert
- Bei einer Erwärmung über 2°C dominiert der Anstieg der hitzebedingten MI-Fälle
- Die demografische Entwicklung wird die Situation allerdings verschärfen

Morbidität aufgrund extremer Hitze – psychische Erkrankungen



source: Lancet, Lancet Countdown, Annex



- Studien über den Zusammenhang zwischen Klimawandel und psychischer Gesundheit gibt es erst seit ein paar Jahren
- Es wurde versucht, einen Zusammenhang zwischen Wetterereignissen (z. B. Temperatur, Niederschlag, Wolkenbedeckung, relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit) und psychischer Gesundheit anhand öffentlicher Daten (z. B. Twitter-Tweets oder Google Trend) herzustellen.
- Die Ergebnisse einfacher Regressionsanalysen zeigen, dass das Auftreten von Hitzewellen positive Äußerungen in Twitter-Tweets verringert und negative erhöht
- Es ist zu erwarten, dass ein signifikanter Anstieg der psychischen Erkrankungen zu einem signifikanten Anstieg der Gesundheitskosten führt
- Auswertungen des NHS zeigen, dass die Kosten für psychische Erkrankungen höher sind als für Krebspatienten
- Auch in Deutschland ist der Anteil der Behandlungskosten für psychische Erkrankungen an den Gesamtleistungskosten in den letzten 20 Jahren um 2% gestiegen
- Ein weiteres Phänomen ist das Auftreten neuer Arten von psychischen Erkrankungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel (z. B. Öko-Angst).

Einfluss des Klimawandel auf Vektor-übertragene Infektionskrankheiten



Dauerhafte Ansiedlung wahrscheinlich

Asiatische Tigermücke hat in Berlin überwintert

Ansteckung mutmaßlich über Mücken

Zehn Infektionen mit West-Nil-Virus in Deutschland erfasst

Die Zahl der West-Nil-Fieber-Fälle ist seit Ende August auf zehn gestiegen – doppelt so viele wie im Vorjahr, meldet das Robert Koch-Institut. Vier Bundesländer sind betroffen.

- Mücken spielen weltweit zentrale Rolle bei der Übertragung von Infektionskrankheiten:
 - Dengue: 96 Mio. Fälle p. a.
 - Zika: ~ 693.000 Fälle p.a.
 - Chikungunya: ~ 500.000 Fälle p.a.
- Klimawandel wird die Ausbreitung von durch Stechmücken übertragene Infektionskrankheiten begünstigen
- höhere Temperaturen
 - verkürzen die Entwicklungszeit von Krankheitserregern in der Mücke (Inkubationszeit)
→ Zeitraum, in dem die Krankheit übertragen werden kann, verlängert sich
 - beschleunigen die Brutzyklen, d. h. die Zahl der Mücken und die Wahrscheinlichkeit der Übertragung von Krankheitserregern steigt
- Saisonalität wichtig, da im Winter Vektoren i. d. R. beseitigt werden
→ wärmere Winter führen zum Überleben der Vektoren und einer Erhöhung des Übertragungszeitraums
- Tigermücke seit 2007 auch in Deutschland beobachtet, weitere Ausbreitung könnte durch Klimawandel begünstigt werden

Einfluss des Klimawandels auf Zunahme von Zoonosen

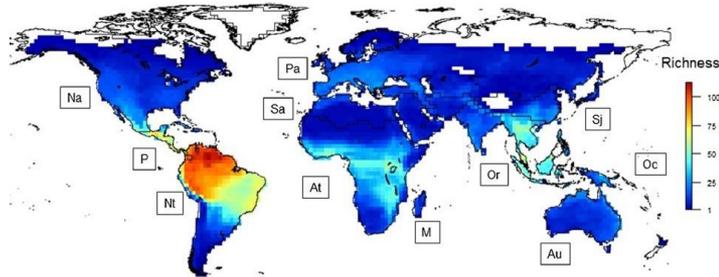
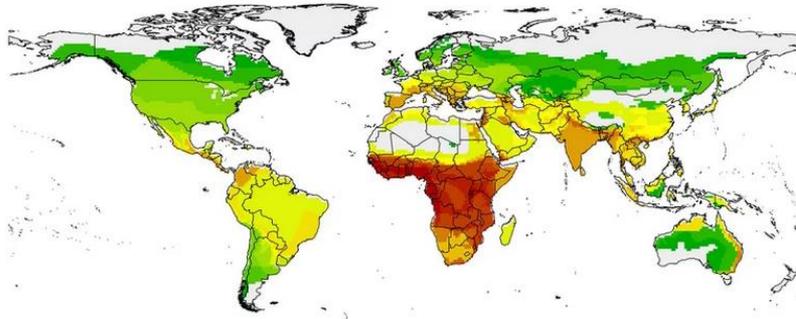


Fig. 1. Global pattern of bat species richness. Legend corresponds to the number of bat species per $2^\circ \times 2^\circ$ grid cell. Letters represent the zoogeographic realms (Holt et al. 2013): Na = Nearctic, Pa = Palearctic, Sa = Saharo-Arabian, At = Afrotropical, M = Madagascan, Or = Oriental, Au = Australian, Sj = Sino-Japanese, Oc = Oceanian.



The map shows hot spots where the risk is highest for bats passing diseases to humans, based on degree of bat-human contact and number of diseases carried by regional bats. Red is superhot. Green is cool. Yellow is in the middle.

Courtesy The American Naturalist

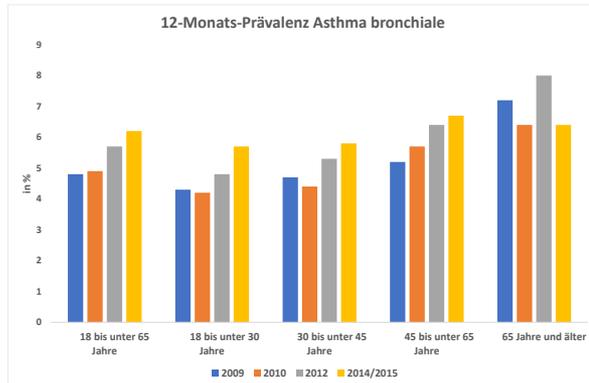
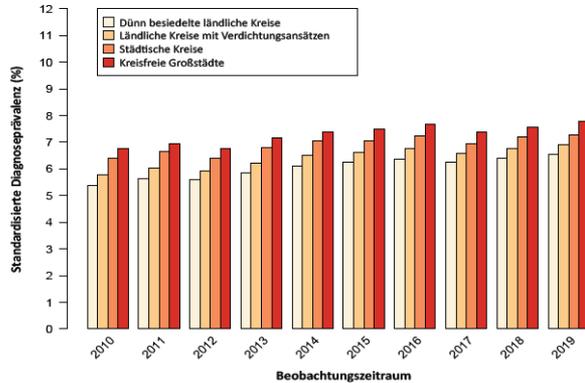
- 60% der weltweit auftretenden **Infektionskrankheiten** (Zoonosen) von **Fledermäusen** übertragen
- ~3.000 verschiedene **Coronavirusarten** von Fledermäusen übertragen (u. a. MERS, SARS-Cov-1 und SARS-Cov-2)
- Übertragung auf Menschen durch Zwischenwirte (Wildkatzen, Marderhunde) auf Wildtiermärkten (u. a. in Wuhan)
- Anzahl der in einer Region auftretenden Coronaviren stark positiv korreliert mit Anzahl der Fledermausarten

Annahme:

Zunahme der Fledermausarten in einer Region erhöht die Wahrscheinlichkeit für neuartige und für den Menschen schädliche Coronaviren

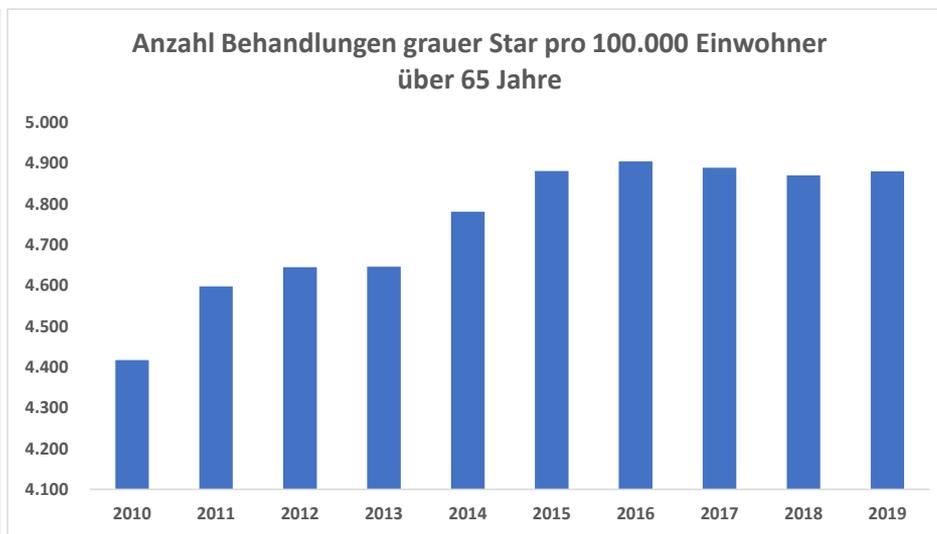
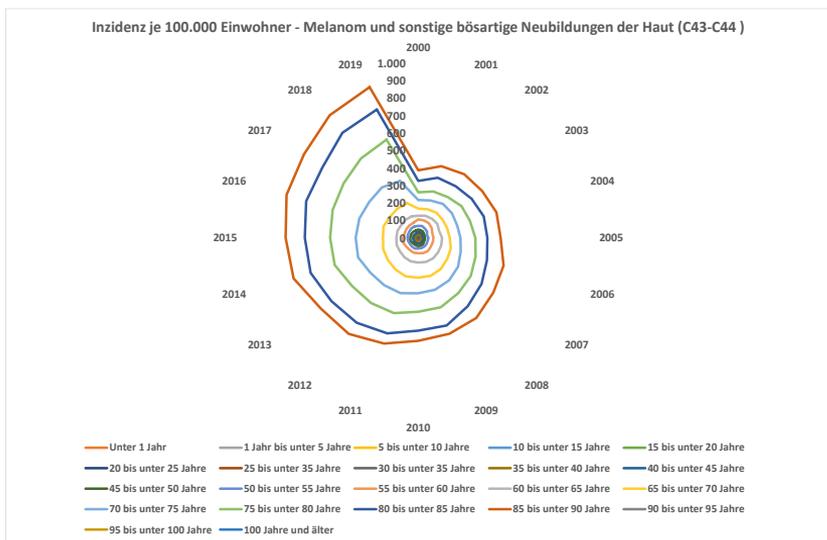
- Klimawandel mit Einfluss auf Artenreichtum und geografische Verteilung der Arten
- neue Übertragungswege und / oder neue Krankheitsvarianten

Einfluss des Klimawandels auf Pollen und Allergien



- WHO: 30-40% der Gesamtbevölkerung leiden unter Allergie
- RKI: ~30% in Deutschland leiden unter Allergien, 14,8% unter Heuschnupfen
- Klimawandel führt zu höheren Temperaturen und milderen Wintern → **früherer Beginn der Pollensaison**
- steigende Temperaturen, insb. in Städten, begünstigen die weitere Ausbreitung **invasiver Arten**, z. B. Ambrosia
- Ambrosia verlängert Pollensaison
- CO₂-Konzentration, Temperaturanstieg, hohe Ozonwerte und extreme Trockenperioden führen zu verstärkter Pollenproduktion
→ Anstieg der Pollenmenge in den vergangenen Jahrzehnten, v. a. in den Städten
- Menschen in Großstädten leiden stärker unter Allergien
→ Atemwege durch Kombination aus Luftschadstoffen und Pollen stärker angegriffen, aber auch durch andere sozioökonomische Faktoren (z. B. Lebensweise, Ernährungsgewohnheiten)
- **Zunahme von Atemwegserkrankungen wie Asthma bronchiale**

Einfluss der UV-Strahlung



Quelle: gbe-bund.de

Quelle: OECD, eigene Ermittlungen

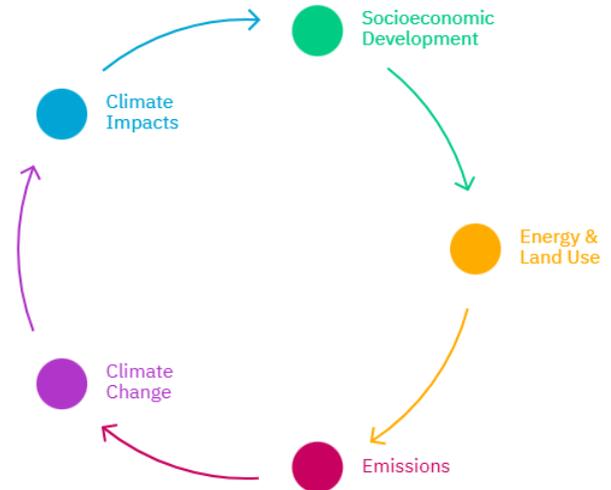
- Zunahme von Hautkrebs- und Katarakt-Erkrankungen (grauer Star) (neben Verhaltensaspekten aufgrund Zunahme UV-Strahlung)
- Hautkrebs häufigste Krebserkrankung in Deutschland (>200.000 Neuerkrankungen p.a.)
- Simulationen zeigen in den nächsten Jahrzehnten einen weiteren durch den Klimawandel verursachten Anstieg der Hautkrebs- und Kataraktfälle

Inhaltsübersicht

- Einleitung
- Gesundheitliche Auswirkungen
- **Wirtschaftliche Auswirkungen**
- Modellrechnung für die PKV

Wie hängen sozio-ökonomische Entwicklungen und Klimawandel zusammen?

- **Sozio-ökonomische Entwicklungen** beschreiben zukünftige Gesellschaft
 - Bevölkerung, Wirtschaftstätigkeit, Verstädterung, Bildung, Konsumverhalten, Lebensstile
- **Energie- & Landnutzung** als Folge der sozio-ökonomischen Entwicklung
 - Hauptquelle für menschliche Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffe (z. B. CO₂ aus Verbrennung fossiler Brennstoffe, Methan aus Viehhaltung)
- **Emissionen** auf Basis der Energie- & Landnutzung simuliert
 - erhöhte Konzentration von Treibhausgasen und Luftschadstoffen in der Atmosphäre verändert das Gleichgewicht aus einfallendem Sonnenlicht und ausgehender Wärme
 - Modelle wandeln Emissionsprojektionen in Konzentrations- und Strahlungsprojektionen um
- **Klimawandelmodelle** liefern Projektionen des zukünftigen Klimawandels auf Basis von Emissions- und Strahlungsantriebsprojektionen
 - Strahlungseinflüsse führen zu steigenden Temperaturen und veränderter Niederschlagsmenge
- **Folgen des Klimawandels** in Form höherer Temperaturen und veränderte Niederschläge
 - Auswirkung auf natürliche und menschliche Systeme (z. B. Dürren, Überschwemmungen, Stürme, Anstieg des Meeresspiegels, Hitzestress, Kipp-Punkte)
 - Auswirkungen auf soziale und wirtschaftliche Aktivitäten (z. B. menschliche Produktivität, natürliche Ressourcen, klimabedingte Migration, ...)



Quelle: <https://climatescenarios.org>

Integrierte Modelle - modularer Aufbau

Annahmen

- sozio-ökonomisches Modell
- langfristige Klimapolitik
- kurzfristige politische Maßnahmen
- allgemeine politische Steuerung
- neuer Verfügbarkeit Technologien

Transitionspfade

- GCAM
- MESSAGE
- REMIND

ökonomische Auswertung

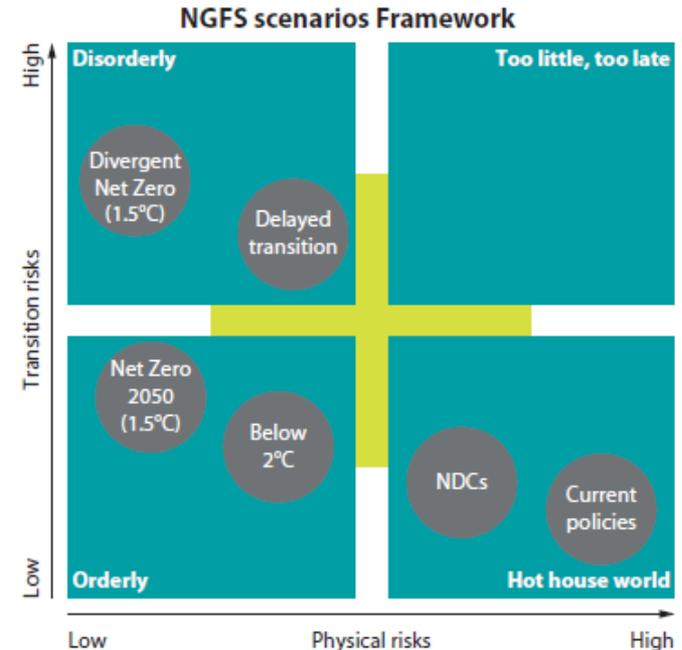
NiGEM

Auswertungen

- physischen Risiken (CA Climate Impact Explorer)
- Luftverschmutzung und Gesundheit (GAINS)

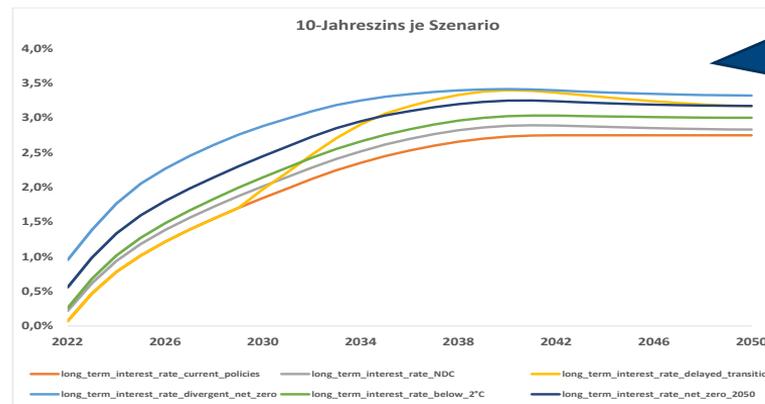
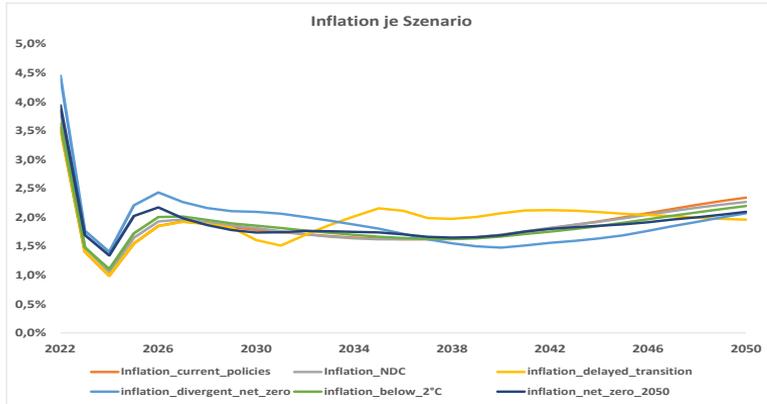
Qualitative Beschreibung von Klimaszenarien

- **Geordnete Szenarien:**
 - Klimapolitik wird frühzeitig eingeführt und schrittweise verschärft
 - physische Risiken und transitorische Risiken sind relativ moderat
- **Ungeordnete Szenarien:**
 - verzögerte oder uneinheitliche Klimapolitik in den Ländern und Wirtschaftszweigen führt zu höheren Transition Risiken (z. B. abrupter Anstieg des CO₂-Preises nach einer gewissen Zeit)
- **Hot-House-Szenarien („Heißzeit“):**
 - einige klimapolitische Ziele werden in einigen Ländern umgesetzt, weltweit reichen die Bemühungen jedoch nicht aus, um eine signifikante globale Erwärmung aufzuhalten
 - schwere physische Risiken sind die Folge, einschließlich nicht mehr umkehrbare Auswirkungen wie der Anstieg des Meeresspiegels („Kipp-Punkte“)

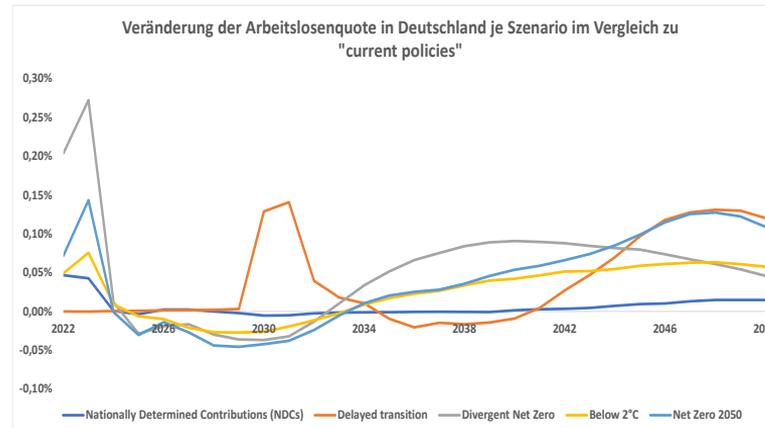
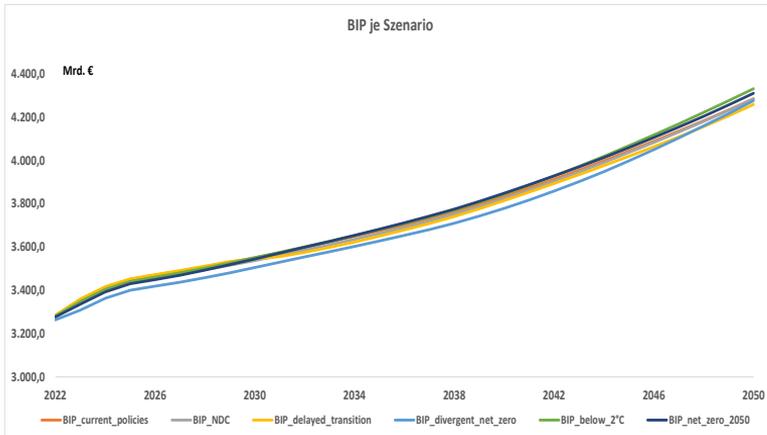


Positioning of scenarios is approximate, based on an assessment of physical and transition risks out to 2100.

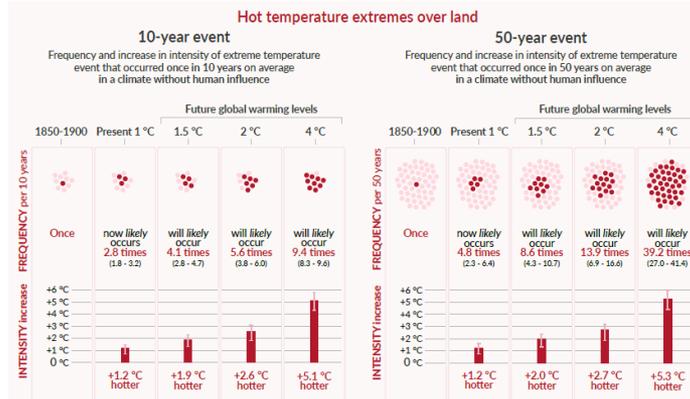
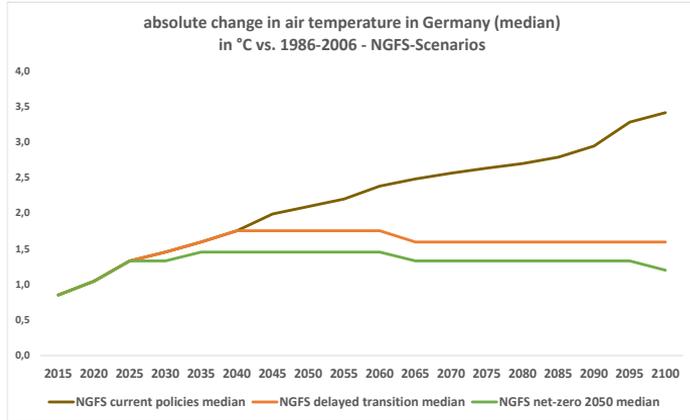
Ergebnisse NGFS-Szenarien für Deutschland



Zinsanstieg wg. Anstieg der Inflation und gestiegenem Investitionsdruck



Climate Analytics auf Basis der NGFS-Szenarien

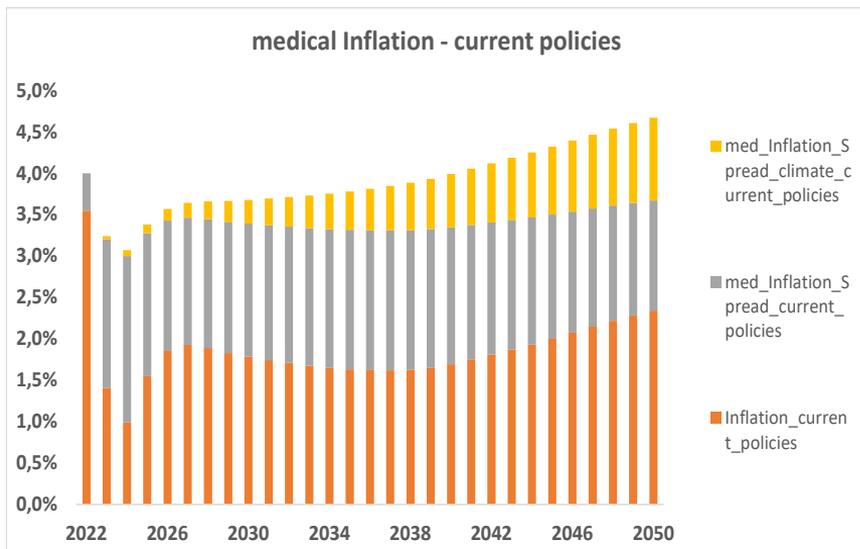


- zu jedem NGFS-Szenario gehört auch eine zukünftige **Temperaturentwicklung** (Output aus integrierten Klimamodellen)
- als Input für weitere Modelle zur Abschätzung der physischen Risiken nutzen (z. B. Gesundheitsschäden und Mortalität durch Hitzewellen)
- durchschnittlicher Temperaturanstieg nicht alleine entscheidend
- **Häufigkeit und Intensität** von Hitzeextremen und Hitzewellen werden sich bei einem weiteren Temperaturanstieg **weiter erhöhen** (IPCC AR6)
- Die Veränderung der Intensität von Hitzeextremen ist proportional zur Veränderung der globalen Erwärmung
- Die Temperaturen an den heißesten Tagen werden überproportional zur globalen Erwärmung ansteigen

Möglicher Ansatz für die medizinische Inflation

medizinische Inflation = allgemeine Inflation + historischer medizinischer Inflations-Spread + medizinischer Klima-Spread

- **normale Inflation**, abgeleitet aus den NGFS-Szenarien
- **historischer medizinischer Inflations-Spread**, abgeleitet aus Beobachtungen der letzten Jahrzehnte; die medizinische Inflation ist in der Regel höher als die normale Inflation, aber in unserem Ansatz ist die medizinische Inflation auf einen Wert zwischen 3% und 4% begrenzt
- **medizinischer Klima-Spread**, um zu berücksichtigen, dass der Anteil der klimaabhängigen Krankheiten und der damit verbundenen klimabedingten Schadenskosten in den nächsten 30 Jahren steigen wird; je nach Klimaszenario kann es in den meisten relevanten Altersgruppen zu einem Anstieg um 10 bis 15 % kommen (abgestufter Ansatz nach Szenario)
- bei der gesamten medizinischen Inflation gibt es gegenläufige Effekte (im Szenario "Net-Zero 2050" höhere allgemeine Inflation und geringerer Klima-Spread, im Szenario „current policies“ umgekehrt)

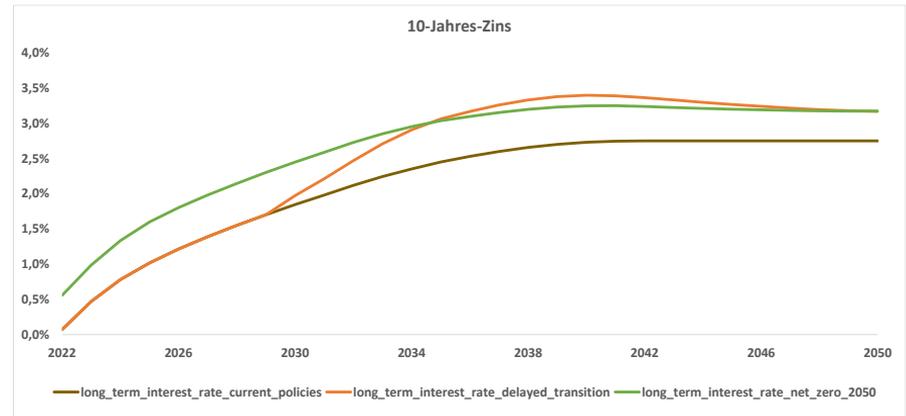
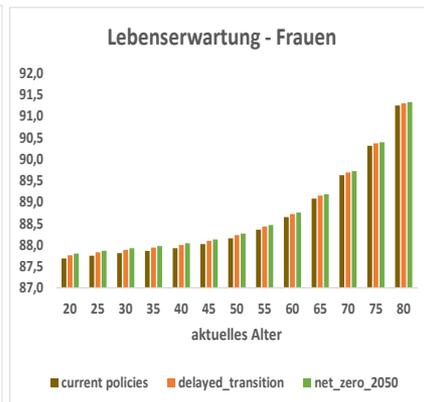
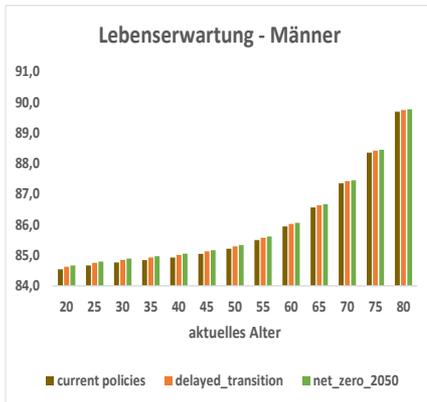
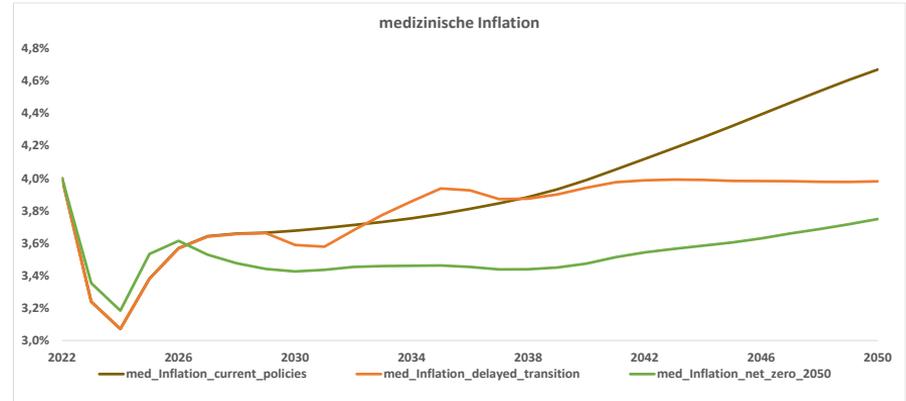


Inhaltsübersicht

- Einleitung
- Gesundheitliche Auswirkungen
- Wirtschaftliche Auswirkungen
- **Modellrechnung für die PKV**

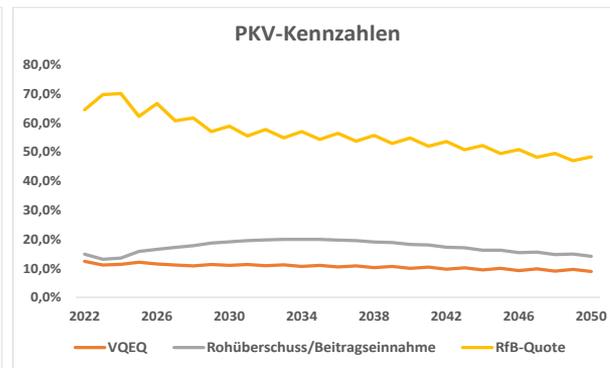
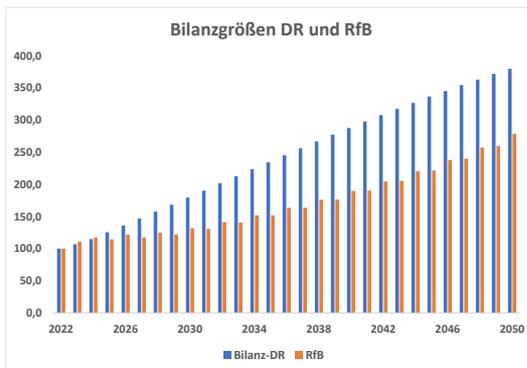
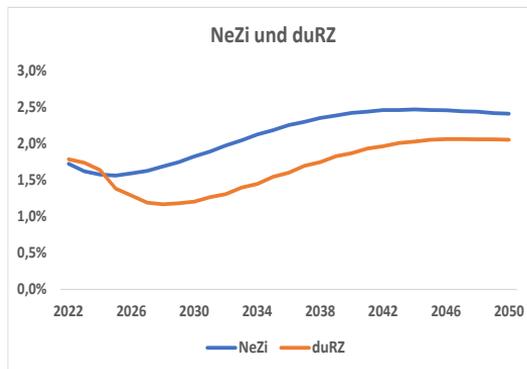
Auswahl möglicher Klimaszenarien

- Modellrechnung für drei NGFS-Klima-Szenarien
 - current policies (+2,0°C in 2050)
 - delayed transition (+1,7°C in 2050)
 - net zero 2050 (+1,5°C in 2050)
- unterschiedliche makroökonomische Annahmen
 - allgemeine / medizinische Inflation
 - 10-Jahres-Zins
- zusätzliche Leistungssteigerungen und Sterblichkeit in Abhängigkeit von der Temperaturentwicklung



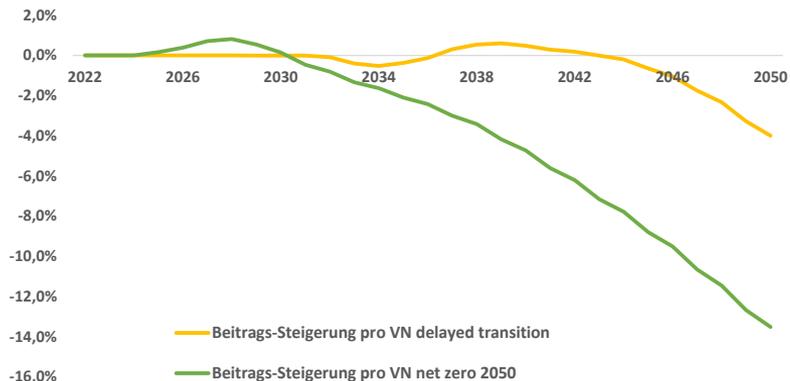
Entwicklung relevanter KPI's in den Szenarien

- Simulation zukünftiger Bilanz / GuVen von 2022 bis 2050, insb.
 - Beiträge
 - Leistungen
 - Kapitalerträge
 - versicherungstechnischen Überschüsse
 - Deckungsrückstellung
 - RfB
 - Schadenrückstellung und sonst. Rst.
- Berücksichtigung zukünftiges Neugeschäft
- Berücksichtigung zukünftiger BAPen (Anpassung Grundkopfschaden, Rechnungszins und Sterblichkeit) gemäß AF-Verfahren
- Einsatz der Überschussmittel (RfB, § 150 VAG) im Rahmen von zukünftigen BAPen zur Limitierung
- Neuanlage mit 10-Jahreszins



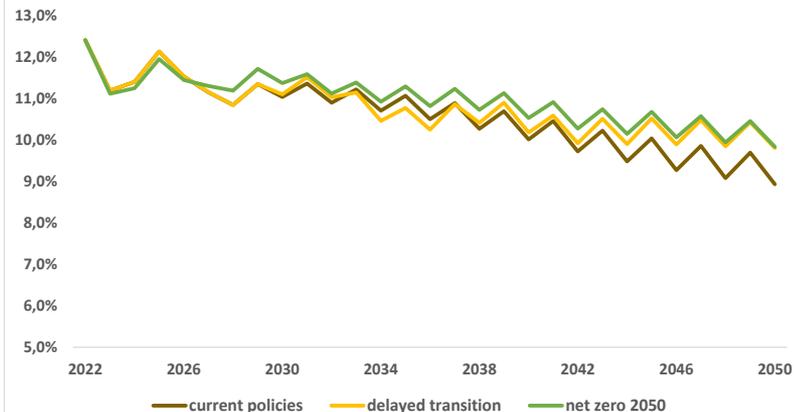
Vergleich der Beitrags- und Überschussentwicklungen

Beitragsentwicklung im Vergleich zu current policies



- Beiträge steigen im Szenario „net zero 2050“ aufgrund der höheren medizinischen Inflation zu Beginn stärker als in den Vergleichs-Szenarien
- ab 2030 liegt der Beitrag pro VN dann unter den Vergleichs-Szenarien
→ Finanzierbarkeit insb. im Hinblick auf demographische Entwicklung

v.g. Ergebnisquote



- v. g. Ergebnisquote nur zu Beginn der Projektion aufgrund der etwas stärkeren Leistungssteigerung im Szenario „net zero 2050“ geringer als in Vergleichs-Szenarien danach vergleichbar oder sogar höher
→ höhere Überschussbeteiligung und stärkere Beitragslimitierung möglich

Aktuare sind gefragt ...



Illustration by Alexandre Magnin - Sustainabilityillustrated.com

Fragerunde

