

Modellierung und Quantifizierung ausgewählter Einflüsse des Klimawandels auf die Schadenversicherung

AG Klimawandel des Ausschusses Schadenversicherung
Stephanie Köneke & Benedikt Funke



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.



DGVFM

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR VERSICHERUNGS- UND
FINANZMATHEMATIK e.V.

Herbsttagung von DAV und DGVFM, 14./15.11.2022



Wer wir sind

- AG Klimawandel (Klaus-Peter Mangold)

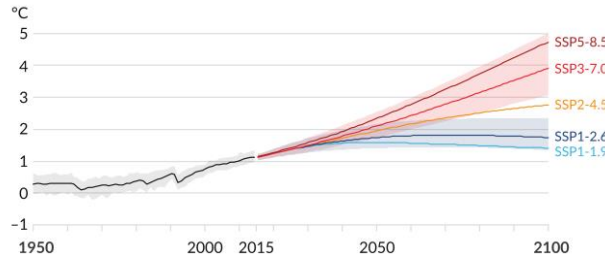
Modelle und Quantifizierung

Stephanie Köneke
Julia Flach
Benedikt Funke
Klaus Schröter

Nils Harms
Irene Schreiber
Frederik Boetius
Axel Wolfstein
Alexandra Ross

Auswirkungen des Klimawandels

Änderung der globalen Oberflächentemperatur gegenüber 1850-1900

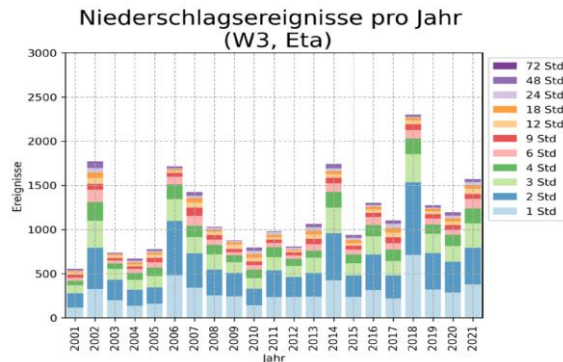
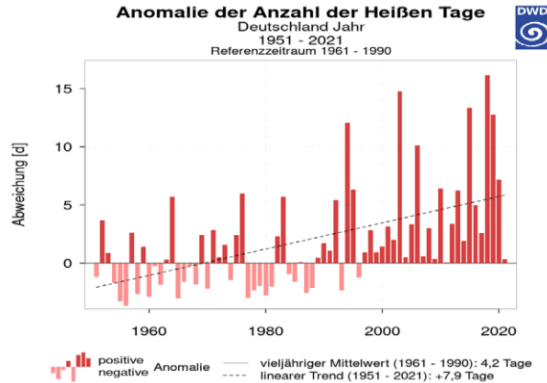


Quelle: IPCC AR6 (2021), Abb. SPM. 8a (Auszug)
SSP: Shared Socioeconomic Pathways

Szenario	Narrative
SSP 1-1.9	Der nachhaltige und grüne Weg
SSP1-2.6	Der mittlere Weg
SSP2-4.5	Regionale Rivalitäten
SSP3-7.0	Ungleichheit
SSP5-8.5	Die fossile Entwicklung

Der Klimawandel beeinflusst
die Frequenz und Stärke von
Wetterextremen.

Klimawandel: «Nur» ein langfristiger Trend?



Süddeutsche Zeitung

Wirtschaft

Weggefezt; Hurrikan „Ian“ dürfte einige Versicherer in den Konkurs treiben

DEUTSCHLAND SEIT 2000
Wetterschäden kosten Deutschland laut Studie jährlich 6,6 Milliarden Euro im Schnitt

47 Millionen Schaden: Hagel mit Catastrophal-Flut

Die meteorologischen Ausschläge finden ihren Niederschlag auch in der Rechnung der Basellandschaftlichen Gebäudeversicherung (LBV): Mit Blick auf die Gewitter und Hagelschläge vom 27. Juni im Laufental und vom 20. Juli im unteren Baselbiet spricht sie von einem "Ausnahmestand".

Liestal, 27. September 2022

Ausland

Waldbrände in Europa: »Wir sehen Feuer, die nicht mehr gelöscht werden können«

Spiegel Online

WELT ONLINE

Inflation und Klima: Rückversicherer drehen an Preisschraube

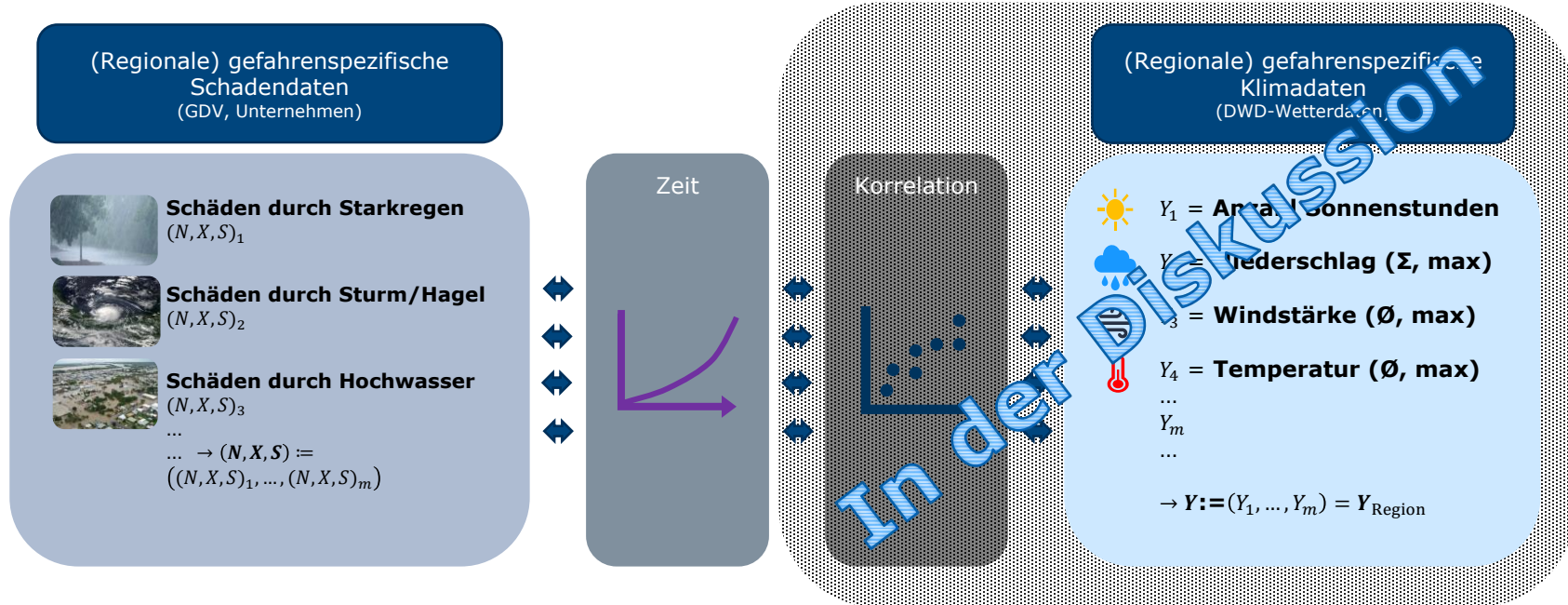
Klimawandel?

Was bedeutet das für den Berufsalltag eines Aktuars?

- Der Klimawandel erhöht die Modell- und Parameterunsicherheit.
- Der Klimawandel ist ein langfristiger Trend und spiegelt sich erst allmählich in den Schadenstatistiken wider.
 - **Der Blick in den Rückspiegel ist nicht ausreichend**
- Die Auswirkungen des Klimawandels beziehen sich auf die Bereiche Tarifierung, Risikomanagement, Reservierung, Rückversicherung.
- Eine Vernachlässigung des Klimawandels kann zu falschen Prämieeinschätzungen, fehleranfälligen Reserveprozessen oder unzureichender Rückversicherung führen.

Quantifizierung der Auswirkungen von Klimatrends auf die Versicherungstechnik bleibt eine große Herausforderung!

Modellansatz



- Übergang zu einem **zeitabhängigen** Modell (T-Modell)
- Erweiterung des klassischen statischen Modells um Wetter-/Klimadaten (C-Modelle)



Abgrenzung und Ziele des Modellierungsvorhabens

- Konzeption eines Gesamtschadenmodells für Sparten der SUV, die in besonderem Maße den Auswirkungen des Klimawandels unterliegen
 - Insbesondere: Zeitabhängige Modellierung von Schadenanzahl und -höhen, um dynamische Entwicklungen des Klimawandels abzubilden.
 - Verwendung des Modells bei Problemstellungen aus den Themenfeldern Tarifierung und Risikomanagement.
 - Gewähltes Vorgehen orientiert sich exemplarisch an der Wohngebäudeversicherung (WGV) in Deutschland.
 - Separate Modellierung und Parametrisierung unterschiedlicher Gefahren (Sturm/Hagel, Starkregen, weitere Elementargefahren) und Regionen.
- (Potentielle) Integration klimatologischer Merkmale

Ansätze für Gesamtschadenmodelle

- **T(ime)-Modelle** **Im Fokus des Vortrags**
 - Modellierung erfolgt durch Trends in Schadenanzahl und –höhe rein zeitabhängig. Die Zeit als einzige unabhängige (exogene) Variable.
 - Vorteil: Einfaches Modell ohne komplexe Abhängigkeitsstrukturen historischer Schäden und klimatologischer Merkmale.
 - Nachteil: Keine kausale Erfassung der Effekte des Klimawandels auf zukünftige Schadenbilder.
- **C(limate)-Modelle** **Gegenstand aktueller Diskussion**
 - Erweiterung durch explizite Berücksichtigung exogener klimatologischer Merkmale (bspw. Temperatur, Windstärke, Niederschlagshöhe, etc.).
 - Vorteil: Klimakausale Modellierung zukünftiger Schadenbilder.
 - Nachteil: Ansatz erfordert Verwendung (komplexer) Abhängigkeitsstrukturen zwischen Gefahren und exogenen Variablen.

Datengrundlage der T-Modelle

- GDV-Naturgefahrenreport 2021
- U.a. Angaben zu
 - Schadensatz
 - Schadenhäufigkeit
 - Schadendurchschnitt
in der Wohngebäudeversicherung
 - Für die Jahre 2010-2019
 - Für die versicherten Gefahren
 - Sturm/Hagel
 - Starkregen
 - Sonstige Naturgefahren
(Elementar)
 - Für 12 Bundesland-Verbünde

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Die Schaden-Chronik der deutschen Versicherer

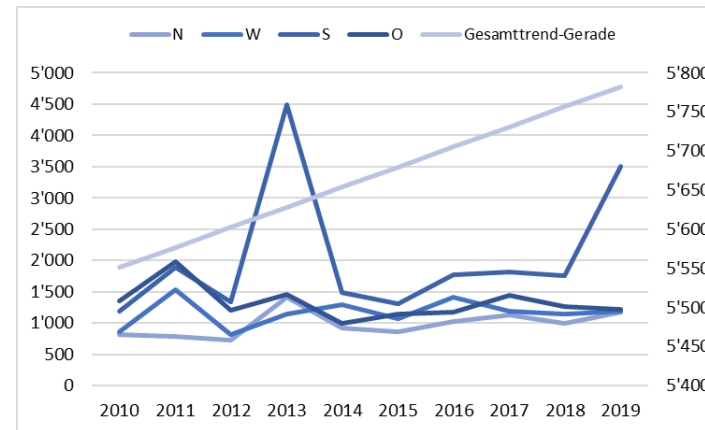
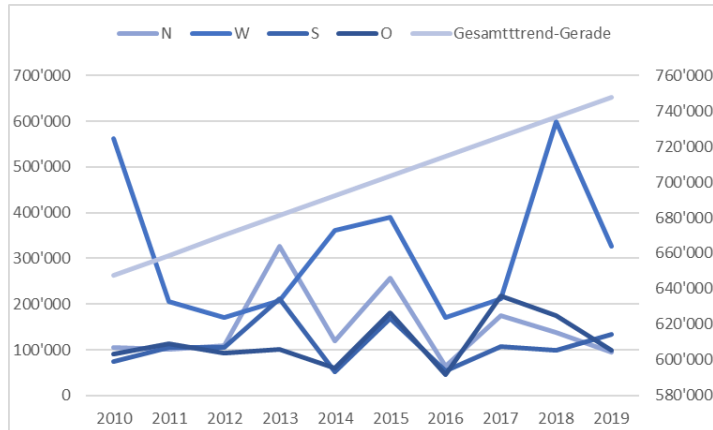
Naturgefahrenreport 2021



Quelle: <https://www.gdv.de/gdv/themen/klima>

Datengrundlage der T-Modelle

- Exemplarisch:
 - Absolute Schadenanzahl WGV für Gefahr Sturm/Hagel
 - Zusammenfassende Aggregation auf vier Regionen N/W/S/O
- Exemplarisch:
 - Schadendurchschnitt in EUR WGV für Gefahr Sturm/Hagel
 - Keine Schwankungskennzahlen verfügbar



Mathematischer Background der T-Modelle

- Dynamisierung des klassischen kollektiven Modells der Risikotheorie
- N_t = Anzahl der Schäden in Jahr $t = 1, 2, \dots$
- X_{ti} = Höhe des i -ten Einzelschadens in Jahr t mit $i = 1, \dots, N_t$, $t = 1, 2, \dots$
- Gesamtschaden S_t in Jahr t

$$S_t := \sum_{i=1}^{N_t} X_{ti}$$

- Mögliche Berücksichtigung der Zeitabhängigkeit über
 - Verteilungsfreie Modellierung durch Linearisierung der Zeiteffekte gemäß
 - Verteilungsabhängige Modellierung mittels zeitinhomogener Anzahl- und Höhenverteilungen, wie bspw.

$$N_t \sim \pi(\alpha_N + t \cdot \beta_N), X_{ti} \sim c + \Gamma(a_{X,t}, b_{X,t})$$

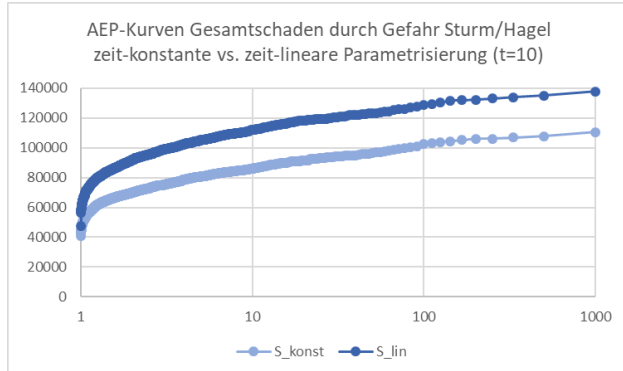
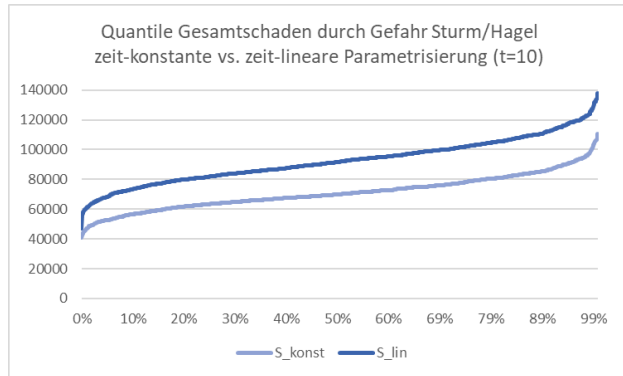
$$\text{mit } E[X_{ti}] = c + \frac{b_{X,t}}{a_{X,t}} = c + \alpha_X + t \cdot \beta_X$$



Mathematischer Background der T-Modelle

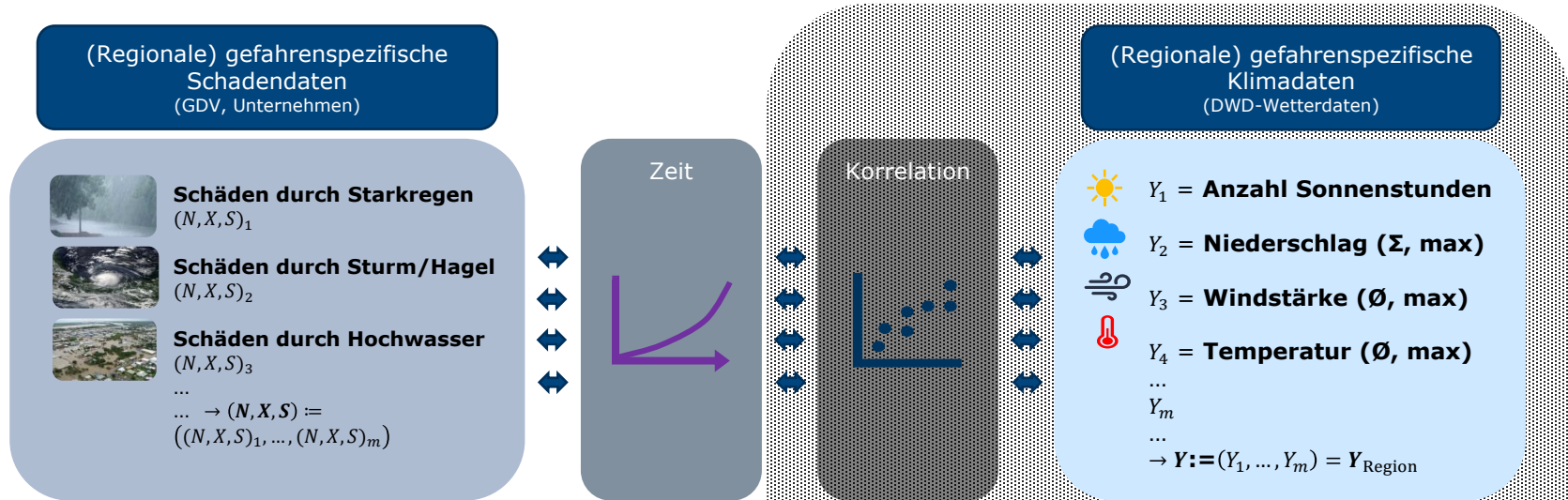
- Die Parametrisierung erfolgt in Abhängigkeit der Region und der betrachteten Gefahr
 - Verschobene Gamma-Verteilungen sind vergleichsweise anpassungsfähig
- Herausforderungen bei der Parameterschätzung:
 - Keine Verwendung von Standardverfahren aufgrund des zu glättenden Zeiteffektes
 - Keine vollständigen Datensätze, sodass bspw. ML-Techniken ausscheiden
 - Heuristische Ansätze sind gefragt, wie bspw.
 - Marginalsummenverfahren mit zeitabhängigen Marginalfaktoren
- Lineare Berücksichtigung der Zeit aufgrund von
 - Volatiler Schätzung höherer Exponenten von t für gewisse Regionen und Gefahren (Geringe Reliabilität des Modells)
 - Vermeidung von Overfitting und Ausgangspunkt komplexerer Modellierung

Exemplarische Ergebnisse



- Summation über Regionen und Gefahren hinweg ergibt den Gesamtschaden
- Bislang: Keine Abhängigkeiten im Modell berücksichtigt
 - Insbesondere: (Stochastische) Unabhängigkeit der versicherten Gefahren
- Explizite/Auswertbare Formeln der Verteilungsfunktion des Gesamtschadens nicht geschlossen darstellbar
 - Simulationen unumgänglich

Ausblick



- Erweiterung der T-Modelle um Wetter-/Klimadaten (klima-kausale C-Modelle)
 - Erwartung: Gemeinsame Abhängigkeit der versicherten Gefahren von klimatologischen Merkmalen
 - Starke Abhängigkeit erhöht die Wahrscheinlichkeit schlechter Pfade
 - Herausforderung:
 - Jährliche Schadendaten vs. Hochfrequente Klimadaten