



Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadensituation in der deutschen Versicherungswirtschaft

Kurzfassung Hochwasser

Studie im Auftrag des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Auftraggeber: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV)

Auftragnehmer: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Freie Universität Berlin (FUB), Universität zu Köln (UK), Institut für Angewandte Wasserwirtschaft und Geoinformatik (IAWG)

Laufzeit Ende 2008 bis Ende 2011



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Freie Universität



Berlin



IAWG

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung der Studie	4
2	Einleitung	5
3	Ausgangssituation der deutschen Versicherungswirtschaft	
3.1	Versicherungen von Hochwasser	6
3.2	Fragestellungen der Versicherungswirtschaft	7
4	Klima und Modelle	
4.1	Beobachtete Klimaänderungen	8
4.2	Klimamodelle	10
4.3	Sozioökonomische Szenarien	11
5	Mögliche Entwicklung von Hochwasserschäden	
5.1	Methoden zur Abschätzung von Hochwasserschäden	12
5.2	Bewertung der Methodik zur Berechnung von Hochwasserschäden	13
5.3	Hochwasserschäden unter Klimawandel	17
6	Bewertung der Ergebnisse	
6.1	Bewertung für die Versicherungswirtschaft	22
6.2	Herausforderung an andere Stakeholder	22
6.3	Ausblick	24
	Glossar	25
	Literaturverzeichnis	28

1 Zusammenfassung

Das Wichtigste der vorliegenden Kurzfassung Hochwasser lässt sich wie folgt zusammenfassen:

In dem Projekt mit dem Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK), der Freien Universität Berlin (FU Berlin) und der Universität Köln wurden mit wissenschaftlichen Methoden Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadensituation der deutschen Versicherungswirtschaft für Sturm/Hagel und für Hochwasser untersucht.

Einer der Schwerpunkte des Projektes war die Untersuchung von Hochwasserschäden. Die Ansätze und Ergebnisse werden hier vorgestellt. Es werden die Zeiträume 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100 mit dem heutigen Klima verglichen.

Es hat sich gezeigt, dass globale und regionale Klimamodelle erfolgreich mit Niederschlags-Abfluss-Modellen und Risikoschadenmodellen der Versicherungswirtschaft gekoppelt werden können. Insgesamt wurden sieben Modellketten ausgewertet.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass es zu einer spürbaren Verschärfung der Hochwassersituation kommen kann.

Im Mittel der Treibhausgasszenarien und der Modellketten muss mit einer Verdopplung der Schäden in Folge von Hochwasser gerechnet werden. Je nach Szenario, Zeitperiode und Modell können die Schäden nahezu unverändert bleiben – aber auch das dreifache Niveau der heutigen Schadenerfahrung erreichen.

Insbesondere können extreme Hochwasserereignisse häufiger als bisher eintreten. Hochwasserereignisse, die heute alle 50 Jahre wiederkehren, könnten in Zukunft alle 25 Jahre eintreten.

Die überwiegende Anzahl der Regionen verzeichnen nach den vorliegenden Ansätzen eine Zunahme der Hochwasserschäden. Es gibt aber auch etliche Regionen, in denen die Hochwasser zurückgehen könnten.

Die Kosten der Absicherung gegen Elementargefahren dürften sich insgesamt erhöhen. Allerdings dürfte sich das Ausmaß für Deutschland in einem Rahmen bewegen, der grundsätzlich von der Versicherungswirtschaft beherrscht werden kann.

Versicherer werden auch in Zukunft kollektive Risiken übernehmen, die sich aus den Naturgefahren wie Hochwasser unter einem sich verändernden Klima ergeben.

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, die zukünftige Schadenlast zu senken. Hierzu gehören u.a. eine Erhöhung des Risikobewusstseins, individuelle Präventionsmaßnahmen sowie sinnvolle Anpassungs- und Vermeidungsstrategien in Bezug auf den Klimawandel.

Ergebnisse des gesamten Projektes Klimawandel wurden auf der Klimakonferenz des GDV am 24. Mai 2011 vorgestellt (siehe www.gdv.de/klimawandel [5]).

2 Einleitung

Im Jahr 2008 hat der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) eine Studie zur Untersuchung der Folgen des Klimawandels für die deutsche Versicherungswirtschaft in Auftrag gegeben. In der Studie „Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadensituation in der deutschen Versicherungswirtschaft“ wurden die Folgen des Klimawandels für die Sachversicherung untersucht.

Im Fokus standen die wettergetriebenen Naturgefahren Sturm/Hagel und Hochwasser. In der vorliegenden Kurzfassung sollen die wichtigsten Ergebnisse zur Entwicklung von Hochwasserschäden unter Berücksichtigung des Klimawandels zusammengefasst werden. Auch werden die angewendeten Methoden skizziert.

Die hier vorliegende Kurzfassung richtet sich in erster Linie an politische Entscheidungsträger, die interessierte Öffentlichkeit, speziell aber auch an Versicherungstechniker in Erst- und Rückversicherungsunternehmen. Wichtige wissenschaftliche Begriffe werden in einem Glossar erklärt. Eine detaillierte wissenschaftliche Darstellung aller Ergebnisse findet sich im Abschlussbericht, der Anfang 2012 vorgelegt wird.

Der nachfolgende Bericht enthält Aussagen zur Entwicklung von Klimafolgen in den fünf größten Flusseinzugsgebieten Deutschlands. Das sind die Einzugsgebiete des Rheins, der Ems, der Weser, der Elbe und der Donau (s. Abbildung 1). Damit sind ca. 88 % der Fläche Deutschlands abgedeckt. Außerdem mussten zur Betrachtung der Zuflüsse nach Deutschland auch die Teile der Einzugsgebiete von Rhein, Donau und Elbe in Tschechien,

Österreich, der Schweiz und in Frankreich aufbereitet und modelliert werden. Nicht betrachtet wurden weitere Einzugsgebiete von Flüssen wie der Oder und der Maas.

Aufgrund der in der Studie angewandten Methodik und der verwendeten Daten können Aussagen über relativ großräumige Hochwasserereignisse getroffen werden. Kurzzeitige Starkniederschlagsereignisse, welche lokale Hochwasser (Sturzfluten etc.) hervorrufen können, werden durch das verwendete Modellsystem nicht abgebildet.

Abbildung 1: Die im Rahmen der Studie untersuchte Flusseinzugsgebiete in Deutschland (Quelle: PIK 2011)



3 Ausgangssituation der deutschen Versicherungswirtschaft

3.1 Versicherungen von Hochwasser

Seit der Deregulierung des Versicherungsmarktes in den 1990er Jahren sind die Versicherer in der Lage, deutschlandweit Deckungen für Elementargefahren anzubieten.

Mit Einführung des Hochwasser-Zonierungssystems ZÜRS im Jahre 2001 konnte das Überschwemmungsrisiko flächendeckend individuell eingeschätzt werden. Inzwischen sind rund 30% der Wohngebäude gegen Elementargefahren versichert – Tendenz steigend.

Naturgefahren sind versicherungstechnisch besonders anspruchsvoll. Schwere, aber seltene Extremereignisse können flächendeckend hohe Kumulschäden verursachen. Als Kumulschaden bezeichnet man ein Schadenereignis, das viele Schäden für eine bestimmte Region verursacht.

Ein Beispiel dafür ist das Auguthochwasser im Einzugsgebiet der Elbe 2002. Damals zahlten die deutschen Versicherer 1,8 Mrd. Euro an Betroffene.

Die Elementargefahren:
Überschwemmung,
Erdbeben, Erdsenkung,
Erdbeben, Erdsenkung,
Erdrutsch, Schneedruck,
Lawinen, Vulkanausbruch

Die deutsche Versicherungswirtschaft hat zur Bewertung von Hochwasserrisiken das System ZÜRS entwickelt. Dieses weist für jeden Standort in Deutschland aus, wie oft mit Hochwasser gerechnet werden muss. Ferner haben die deutschen Versicherer zusammen mit Ingenieurhydrologie, Angewandte Wasserwirtschaft und Geoinformatik (IAWG) unter Verwendung der mit ZÜRS gewonnenen Erkenntnisse das Hochwassermodell HQ Kumul geschaffen.

Dieses Modell zeigt unter heutigen Klimabedingungen an, welche räumliche Ausbreitung mögliche Hochwasserereignisse haben können und welche Schäden diese verursachen. Damit sind die deutschen Versicherer in der Lage, für ihre Bestände Hochwasserkumule fundiert abzuschätzen.

Überschwemmungen stehen regelmäßig im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. Sie werden in den Versicherungsbedingungen definiert als „Überflutung des Grund und Bodens des Versicherungsgrundstücks mit erheblichen Mengen von Oberflächenwasser durch Ausuferung von oberirdischen (stehenden oder fließenden) Gewässern, Witterungsniederschläge oder Austritt von Grundwasser an die Erdoberfläche infolge Ausuferung oder Witterungsniederschläge“ [4].

In diesem Bericht stehen Ausuferungen von oberirdischen Gewässern im Fokus der Untersuchung und werden einheitlich im Folgenden als „Hochwasser“ bezeichnet.

Abbildung 2: Dresdner Zwinger während des Auguthochwassers 2002 an der Elbe (Quelle: Munich Re Topics 2002)



3.2 Fragestellungen der Versicherungswirtschaft

Nach dem Klimabericht des Intergovernmental Panel on Climate Change im Jahre 2007 [8] stellte sich für die deutsche Versicherungswirtschaft die drängende Frage, ob und in welchem Umfang infolge des Klimawandels mit einer Zunahme von extremen Wetterereignissen zu rechnen ist.

Aufgrund der hohen Kumule durch Siedlungsgebiete an Flussläufen galt es insbesondere die Frage zu klären, ob künftig von einer Zunahme der Hochwasserereignisse ausgegangen werden muss und welche Intensität diese Ereignisse wahrscheinlich haben werden. Konkret:

1. Wie ändert sich die jährliche Schadenerwartung für Hochwasser unter einem sich ändernden Klima?
2. Wie ändert sich die Kumulerwartung für extreme Hochwasser unter einem sich ändernden Klima?
3. Werden die deutschen Versicherer auch künftig in der Lage sein, Versicherungsschutz gegen Elementargefahren flächendeckend anzubieten?

Valide Antworten auf diese Fragen konnten nur in enger Kooperation mit der Klimaforschung gefunden werden. Der GDV hat die Studie „Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadensituation in der deutschen Versicherungswirtschaft“ in Auftrag gegeben.

Auftragnehmer waren das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), die Freie Universität Berlin und die Universität zu Köln. Die

deutschen Versicherer haben in dieses gemeinsame Projekt u.a. ihre Expertise und ihre Schadenerfahrung eingebracht.

Um die Fragestellungen wissenschaftlich fundiert bearbeiten zu können, sind vergangenheitsbezogene Schadendaten in möglichst langen Zeitreihen erforderlich. Vereinzelt Daten über Hochwasserschäden liegen seit der Deregulierung des Marktes im Jahre 1994 vor. Flächendeckende Daten über Hochwasserschäden an Wohngebäuden stehen erst seit dem Jahr 2000 in nennenswerter Anzahl zur Verfügung.

Um dennoch eine dem heutigen Klima entsprechende Basis von Schadendaten einsetzen zu können, wurde auf das Hochwassermodell HQ Kumul zurückgegriffen. Zusammen mit dem IAWG wurden zunächst 100 Hochwasserereignisse für den Zeitraum 1960-2002 untersucht. Auf dieser Basis wurden dann 30.000 mögliche Hochwasserereignisse simuliert.

Mit Hilfe der ZÜRS-Überschwemmungsflächen wurden anschließend je Ereignis und Postleitzahlgebiet überschwemmte Flächen erzeugt. Abschließend wurden diese Flächen mit der Schadenerfahrung verknüpft und für einen deutschlandweiten Musterbestand an Wohngebäuden ausgewertet.

Damit stand für jedes untersuchte, historische Ereignis ein simulierter Schadenaufwand pro Kreis bzw. Postleitzahl zur Verfügung. Zudem wird für jede mögliche Eintrittswahrscheinlichkeit ein zu erwartender Schadenaufwand ausgewiesen. D.h. für jeden Ort wird angegeben, mit welchem Schaden beispielsweise bei einer Jahrzehnt-, einer Jahrhundert- oder gar Jahrtausendflut gerechnet werden muss.

Muss die deutsche Versicherungswirtschaft zukünftig mit vermehrten Extremwetterereignissen rechnen?

4 Klima und Modelle

In diesem Forschungsprojekt wurde auf vorhandene Klimamodelle zurückgegriffen. Es wurden keine eigenen Klimamodelle entwickelt. Wesentlicher Forschungsansatz war eine möglichst breite Nutzung verschiedener Klimamodelle und Modelltypen. Im Einzelnen:

4.1 Beobachtete Klimaänderungen

Unter Klima versteht man die komplexe statistische Beschreibung relevanter Klimaparameter bezogen auf einen Ort und/oder eine definierte Region im Rahmen einer festgelegten Zeitskala.

In Deutschland wird seit über 100 Jahren das Wetter systematisch beobachtet, so dass Aussagen zum hiesigen Klima auf breiter Basis getroffen und Veränderungen quantifiziert werden können. In den letzten 100 Jahren wurde ein Anstieg der mittleren Temperatur um etwa 1°C beobachtet (Abbildung 3).

Ein wesentlicher Faktor bei der Untersuchung ist der Niederschlag. In der Jahressumme

zeigen sich im Deutschlandmittel deutliche Schwankungen, aber keine großen Änderungen (Abbildung 4):

Abbildung 4: Jährliche Niederschlagshöhen für den Zeitraum 1881-2010 (Quelle: Deutscher Wetterdienst [3])

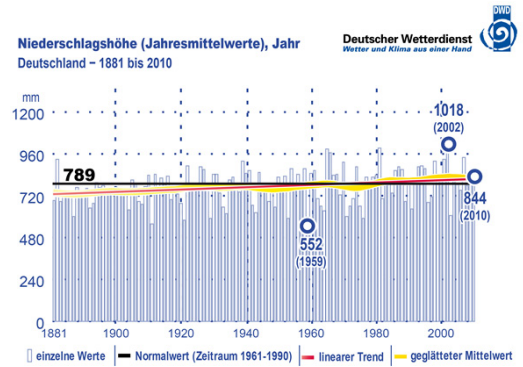


Abbildung 5: Niederschlagshöhen im Sommer für den Zeitraum 1881-2011 (Quelle: Deutscher Wetterdienst [3])

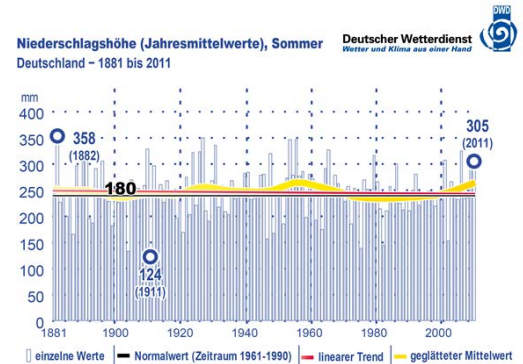


Abbildung 6: Niederschlagshöhen im Winter für den Zeitraum 1881-2011 (Quelle: Deutscher Wetterdienst [3])

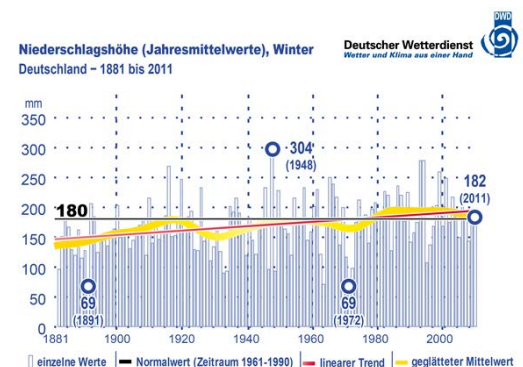


Abbildung 3: Anstieg der Mitteltemperatur in Deutschland seit Ende des 19. Jahrhunderts (Quelle: Deutscher Wetterdienst [3])

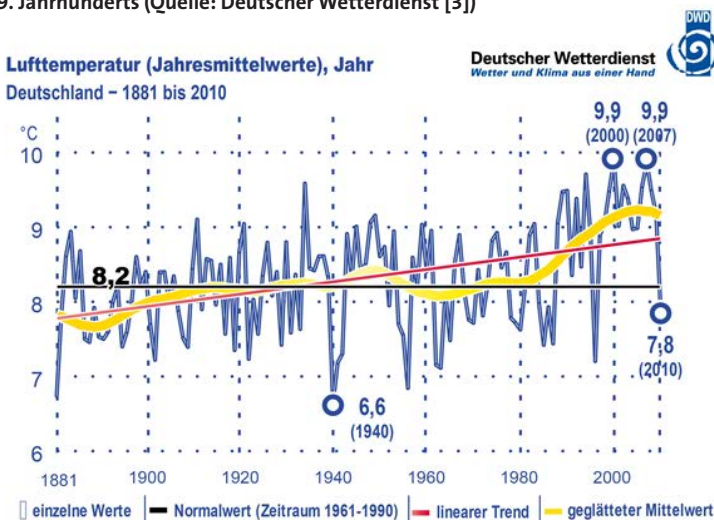
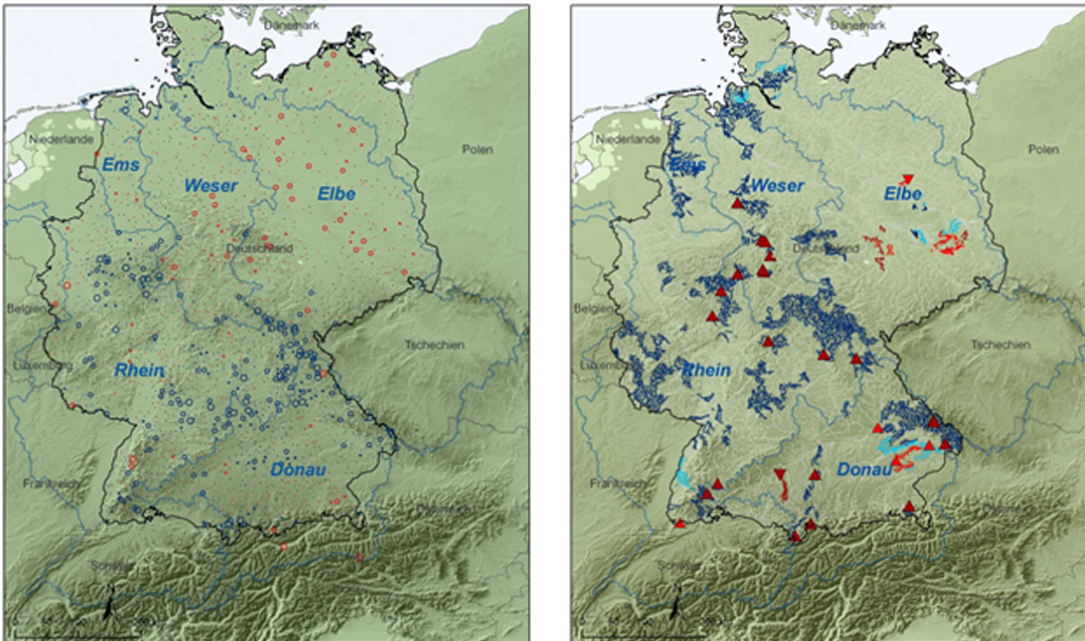


Abbildung 7: Trends in Starkniederschlägen und im Abflussverhalten, simuliert und beobachtet (Quelle: PIK)



Legende

Signifikanz / Irrtumswahrscheinlichkeit
Starkniederschläge Gesamtjahr [$> 30 \text{ mm/d}$]

- | | |
|----------------|--------------|
| • < -10% | ● 0% bis 1% |
| • -10% bis -5% | ● 1% bis 5% |
| • -5% bis -1% | ● 5% bis 10% |
| • -1% bis 0% | • > 10% |

Legende

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Trend (modelliert) | Trend (beobachtet) | Flusseinzugsgebiete |
| — < -25 | ▼ < -25 | □ |
| — -25 - 0 | ▼ -25 - 0 | □ |
| — Nicht signifikant | • Nicht signifikant | □ Ländergrenzen |
| — 0 - 25 | ▲ 0 - 25 | |
| — > 25 | ▲ > 25 | |

Auch zeigen sich kaum Veränderungen in der saisonalen Verteilung der mittleren Niederschlagssummen, sowohl im Sommer wie auch im Winter (Abbildungen 5 und 6).

Anders beim Starkregen: Hier sind regional zum Teil gegenläufige Trends festgestellt worden. In westlichen und südlichen Regionen Deutschlands ist die Anzahl der Tage mit Starkniederschlägen (hier definiert als mindestens 30 mm Niederschlag pro Tag, vgl. Abbildung 7) eher zugenommen.

Dagegen konnten vor allem im Norden und in Ostdeutschland Regionen identifiziert werden mit einem negativen signifikanten Trend bei Starkniederschlägen. Diese Trends haben sich im Abflussverhalten bemerkbar gemacht. Regionen, in welche die Starkniederschläge zugenommen haben, zeigen positive Trends im Abflussverhalten.

Das ist z. B. der Fall an den Westseiten der Mittelgebirge wie der Eifel, im Hunsrück oder im Bayerischen Wald.

4.2 Klimamodelle

Die Wissenschaft hat in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend technisch ausgefeiltere Klimamodelle entwickelt, um die künftige Entwicklung des Weltklimas bzw. Klimas einzelner Regionen abschätzen zu können.

Sie bilden im Rahmen des technisch Möglichen und nach aktuellem Kenntnisstand die physikalischen Gesetze ab, welche für unser Klima verantwortlich sind (Abbildung 8).

In den Klimasimulationen werden ungeheure Datenmengen verarbeitet. Soll daher die räumliche Auflösung eines Modells verbessert werden, muss es im Regelfall regional eingeschränkt werden. Um bei einer regionalen Betrachtung dennoch die weltweite Klimaänderung mit berücksichtigen zu können, sind daher mehrere Schritte notwendig.

In einem ersten Schritt werden weltweite Modellierungen mit einer größeren Datenauflösung vorgenommen. Dann wird ein

Abbildung 8: Schematische Darstellung des Klimasystems (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

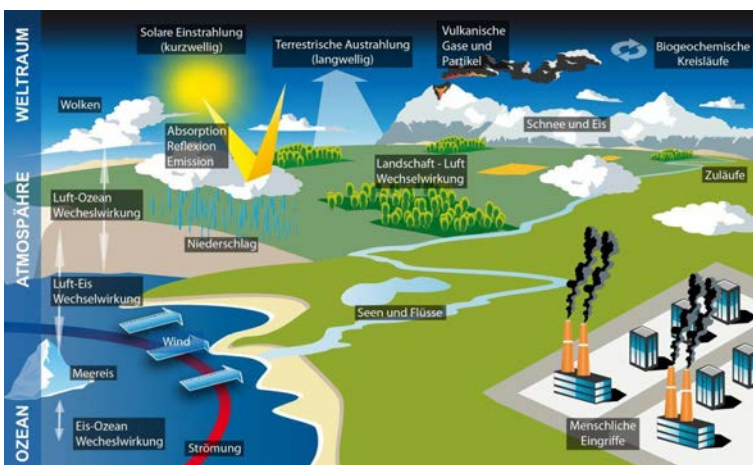
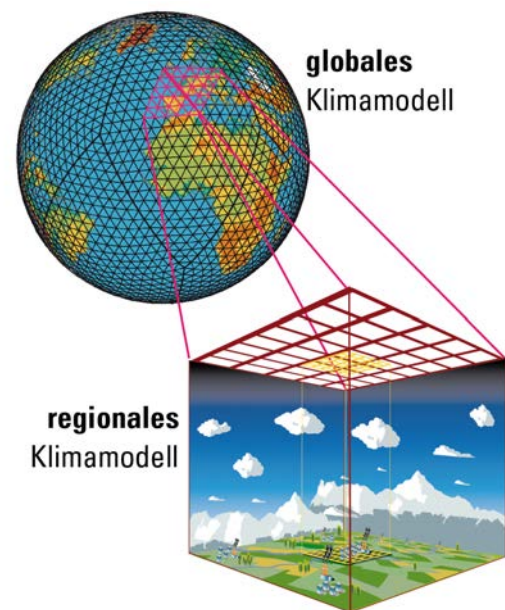


Abbildung 9: Schema der dynamischen Regionalmodellierung: In globale Klimamodelle werden regionale Klimamodelle eingebettet, die die globalen Informationen an den Modellrändern übernehmen und höher aufgelöste Klimainformationen auf regionaler Skala erzeugen können (Quelle: Deutscher Wetterdienst).



regionales Klimamodell in das globale Klimamodell eingebettet und bildet das Klimageschehen nur noch für einen bestimmten Ausschnitt der Welt ab - für diese Studie üblicherweise Europa oder Mitteleuropa.

Ein regionales Klimamodell übernimmt an den Rändern seines Betrachtungsgebietes die Randbedingungen aus dem globalen Klimamodell. Mit den regionalen Modellen ist dann eine räumliche Auflösung der simulierten Klimadaten bis zu wenigen Kilometer möglich (vgl. Abbildung 9). Je nach Wahl des regionalen Klimamodells können aber auch hier verschiedene Realisationen des Klimas simuliert werden.

Klimamodelle starten üblicherweise mit Wetterbedingungen eines länger zurückliegenden Zeitraums. Das in dieser Studie hauptsächlich verwendete Modell ECHAM 5 startet 1860.

Da diese Modelle viele Freiheitsgrade haben, erzeugen sie für das gegenwärtige Klima andere Witterungsabläufe als die tatsächlichen Wetterbeobachtungen. Extremereignisse wie das Augusthochwasser 2002 werden von einem Klimamodell also nicht punktgenau nachsimuliert.

Statistisch betrachtet stimmen die modellierten Witterungsabläufe jedoch mit dem beobachteten Gegenwartsklima insgesamt gut überein. Klimamodelle können demnach auch keine Aussagen darüber liefern, wie und wann in den kommenden 2-3 Jahren bestimmte Naturgefahren Deutschland auftreten. Daher sind sie für eine kurzfristige Risikobewertung nicht geeignet. Ihr Ziel ist die Modellierung langfristiger Entwicklungen.

4.3 Sozioökonomische Szenarien

In der Abbildung 8 zum Klimasystem werden Parameter skizziert, die vom menschlichen Handeln abhängen, z. B. Energieerzeugung, Land- und Forstwirtschaft. Um eine Klimasimulation durchführen zu können, müssen für zukünftige Zeiträume hier ebenfalls Annahmen zur Frage getroffen werden, wie sich dieses Handeln entwickelt. Wichtigster Einflussfaktor bei den heute üblichen Klimamodellen sind die Annahmen über die Entwicklung der Treibhausgase, vor allem von CO₂.

Die internationale Klimaforschung hat im Rahmen des IPCC einige mögliche Szenarien entwickelt (graue Linien in Abbildung 10). Wie man der Abbildung entnehmen kann, bewegen sich die beobachteten Emissionen im oberen Bereich des Szenarientrichters (grüne und rote Linie).

Die Abbildung 11 zeigt für die unterschiedlichen Szenarien und über verschiedene Klimamodelle die mögliche Temperaturentwicklung. Für die Untersuchung der Gefahr Hochwasser wurden drei Szenarien (A1B, B1

Abbildung 10: Tatsächliche Treibhausgasemissionen im Vergleich zu IPCC-Szenarien (Raupach et al. 2007, Quéré et al. 2009 [11])

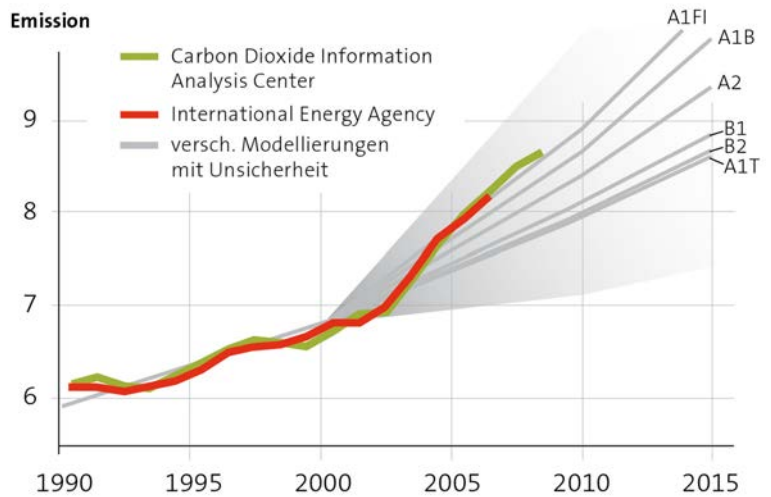
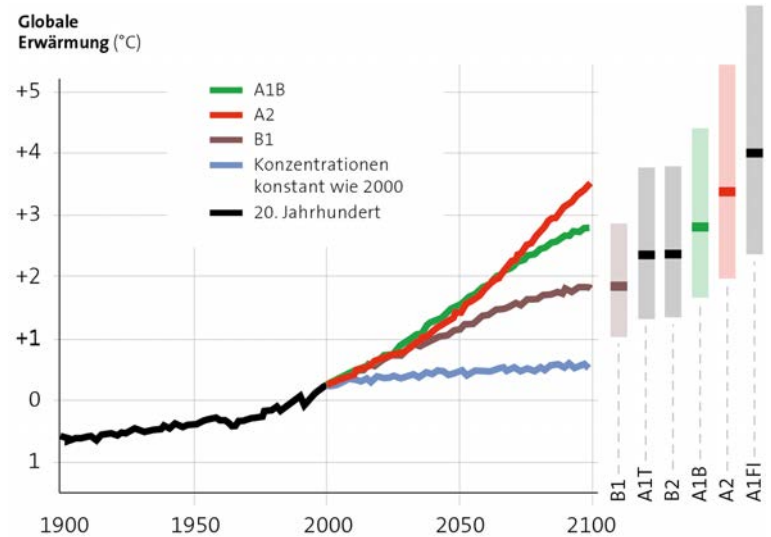


Abbildung 11: IPCC Szenarien: Im Projekt wurden A1B, A2 und B1 Szenarien zugrunde gelegt (Quelle: IPCC 2007 [8])



und A2) zugrunde gelegt. Die hier verwendeten globalen Szenarien wurden für den IPCC-Bericht des Jahres 2007 entwickelt.

Für den IPCC-Bericht 2014 werden weitere Szenarien hinzukommen, die auch die aktuellen Entwicklungen der internationalen Klimapolitik und der wirtschaftlichen Entwicklung reflektieren. Diese konnten hier nicht berücksichtigt werden.

5 Mögliche Entwicklung von Hochwasserschäden

5.1 Methoden zur Abschätzung von Hochwasserschäden

Zur Abschätzung von Hochwasserschäden unter Klimawandelbedingungen wurde eine Kette von vier verschiedenen Modellebenen eingesetzt (vgl. Abbildung 12). Damit war es möglich, bis in die regionale Ebene hinein das künftige Hochwassergeschehen und daraus resultierende Schäden zu berechnen. Zur Simulation des globalen Klimas wurde das globale Zirkulationsmodell ECHAM 5 [12] des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg ausgewählt, weil dessen Ergebnisse eine relativ gute Übereinstimmung mit dem beobachteten Klima für den Referenzzeitraum 1961-90 haben.

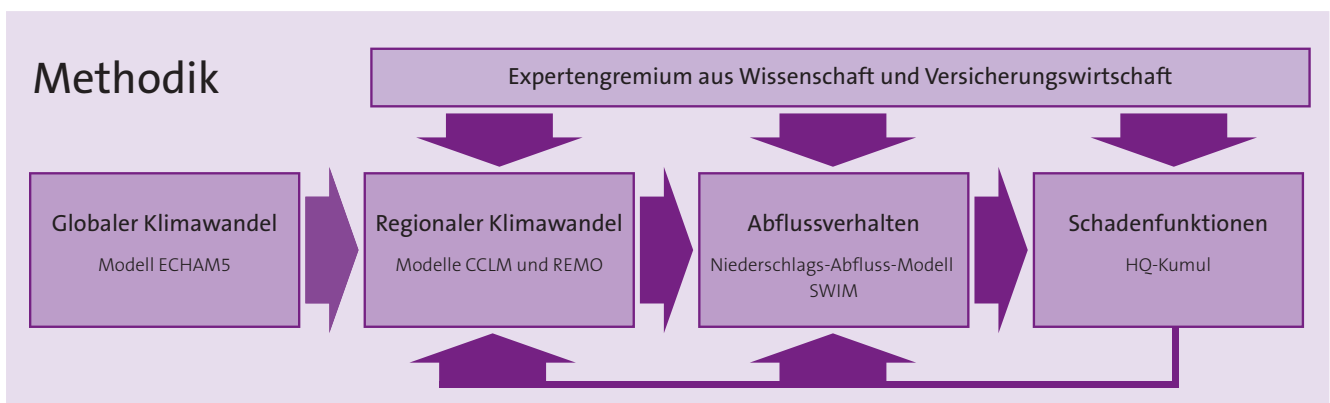
Der Vergleich mit anderen globalen Klimamodellen für Deutschland (z.B. ENSEMBLES, [13]) zeigt, dass der Trend der Temperatur in ECHAM 5 ungefähr in der Mitte aller Ergebnisse liegt und ECHAM 5 gut geeignet ist, die Statistik des aktuellen Klimas wiederzugeben. Für die Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels wurden die drei IPCC-Szenarien A1B, A2 und B1 zugrunde gelegt. Das

durch das globale Klimamodell simulierte Klima dient dann als Antrieb für regionale Klimamodelle. Zur Untersuchung der Hochwassersituation in Deutschland und für die einzelnen Regionen kamen zwei physikalisch basierte regionale Klimamodelle zum Einsatz: CCLM [1, 6] und REMO [9].

In sieben Modellläufen wurden für den Zeitraum 1961-2100 unterschiedliche Szenarien in einer räumlichen Auflösung zwischen 10 und 18 km berechnet. Die Klimaszenarien bilden die Randbedingungen für das hydrologische Modell SWIM ab [7, 10]. Das Modell nimmt die meteorologischen Informationen wie Temperatur, Niederschlag und Verdunstung (also das „Wetter“) als Eingangsgrößen für die Berechnung von Abflüssen in 3766 Flussabschnitten in Deutschland und 1707 im benachbarten Ausland.

Dabei berücksichtigt es die Beschaffenheit der Erdoberfläche u.a. hinsichtlich der Geländehöhe und -neigung, der Landnutzung, der Bodentypen etc. Im letzten Schritt der Modellkette werden Hochwasserabflüsse in Überschwemmungsschäden übersetzt.

Abbildung 12: Modellschema zur Abschätzung von Hochwasserschäden unter Klimawandelbedingungen



Dabei wurden die aus dem Modell HQ Kumul [2] stammenden Schadenfunktionen angewandt, die pro PLZ und Wiederkehrperiode des Schadenereignisses eine zu erwartende Schadensumme liefern. Mittels Extremwertstatistik wurden für jeden Flussabschnitt (Pegel) und Abfluss die Wiederkehrperioden ermittelt. Die Verknüpfung von Abflüssen und Schäden erfolgte anschließend über gleiche Wiederkehrintervalle.

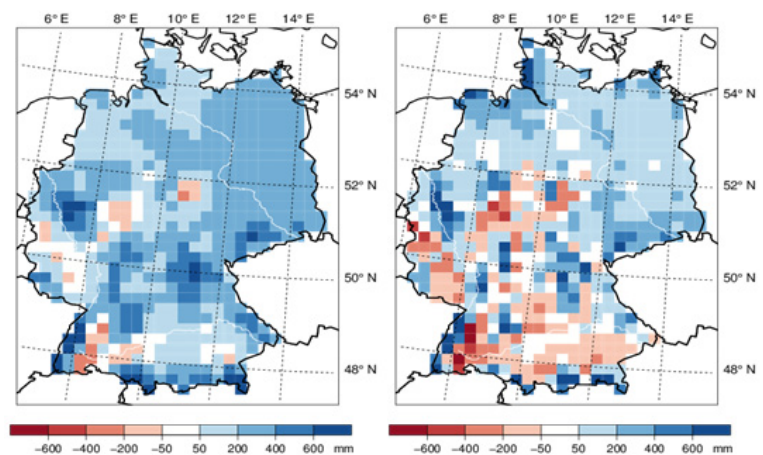
5.2 Bewertung der Methodik zur Berechnung von Hochwasserschäden

Die Bewertung der Anwendbarkeit der Methodik erfolgte durch Nachsimulation des historischen Klimas und des Abflussverhaltens und dem anschließenden Vergleich mit beobachteten Schäden. Die Analyse der Ergebnisse der Referenzperiode (Ist-Zustand des Klimas, per Definition mind. 30 Jahre, z.B. 1961-1990) umfasste folgende Schritte:

Schritt 1 - Nachsimulation des Klimas / Vergleich des beobachteten Klima mit simuliertem Klima:

Es wurde festgestellt, dass die Ergebnisse des ECHAM 5 Modells von den beobachteten Messwerten des Klimas abweichen. Das ECHAM 5 liefert relativ feuchte Szenarien als Randbedingung für den Referenzzeitraum (Bias, Feuchtebias), und die regionalen Klimamodelle brechen diese globale Randbedingung für die betrachteten Regionen herunter. Das CCLM erzeugt seinerseits ebenfalls flächendeckend zu viel Regen, v.a. an den Mittelgebirgen und Alpen. Insgesamt sind die Jahresniederschläge zu hoch, besonders in Ostdeutschland fällt zu viel Modellregen (vgl. Abbildung 13). Dagegen sind Niederschlagsdefizite an der Rückseite der Mittelgebirge sichtbar. Es hat sich auch gezeigt,

Abbildung 13: Differenz der mittleren jährlichen Niederschlagssumme (in mm) zwischen den simulierten Niederschlägen im regionalen Klimamodell CCLM (links) bzw. REMO (rechts) angetrieben durch das globale Modell und den Beobachtungen des Zeitraums 1960-2000.



dass beide regionalen Klimamodelle CCLM und REMO die beobachteten Starkniederschläge überschätzen.

Schritt 2 - Nachsimulation der Hydrologie:

Die Abflüsse wurden ohne Abbildung des Wassermanagements (Talsperren etc.) im Modell gerechnet, so dass es dadurch zu Differenzen zwischen den beobachteten und simulierten Abflüssen an einigen Pegeln kommen kann. Insgesamt ist jedoch das Modell SWIM in der Lage, das Abflussverhalten und die Extreme (Hoch-, Niedrigwasser) gut zu reproduzieren.

Abbildung 14: Mit beobachtetem Klima simulierter und beobachteter Abfluss der Donau für den Zeitraum 1981-90 am Pegel Achleiten

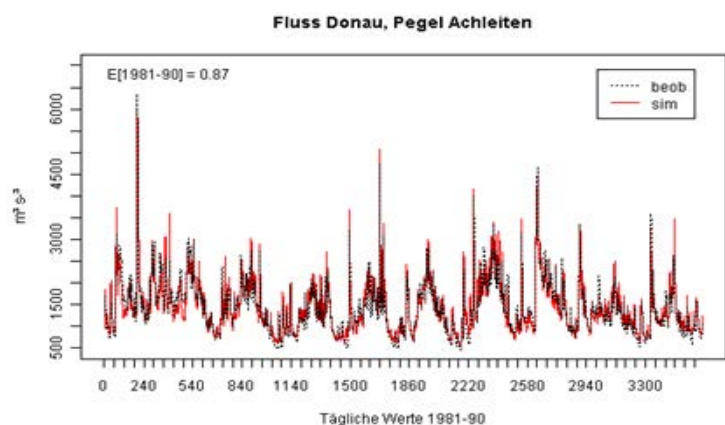


Abbildung 15: Abflusshöhe für Hochwasser mit einem bestimmten Wiederkehrintervall beobachtet und mit beobachtetem Klima simuliert für den Zeitraum 1961 - 2000

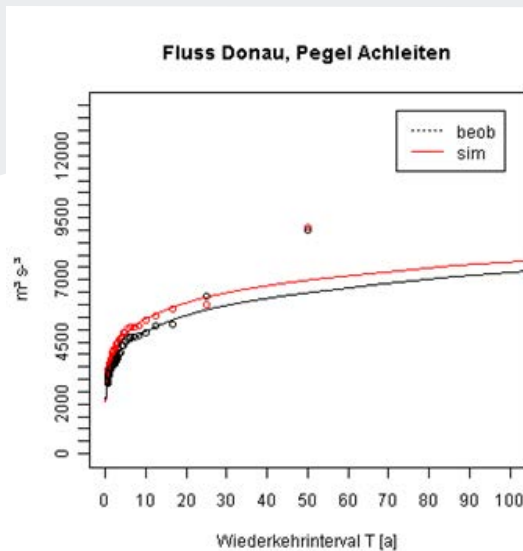
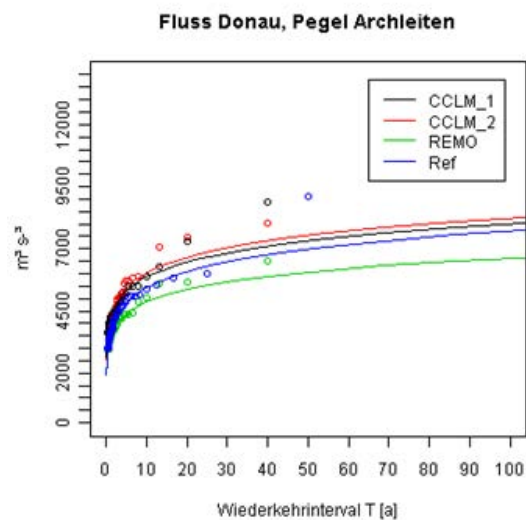


Abbildung 16: Abflusshöhe für Hochwasser mit einem bestimmten Wiederkehrintervall beobachtet (Ref) und mit modelliertem Klima simuliert für den Zeitraum 1961 - 2000



Schritt 3 - Nachsimulation der Schäden: Vergleich der „beobachteten Schäden“ (hier HQ Kumul) mit simulierten Schäden:

Da langfristige historische Schadenbeobachtungen aus dem Bereich Hochwasser fehlen, wurde für den Vergleich das Modell HQ Kumul eingesetzt. Bei HQ Kumul-Schäden handelt es sich nicht um beobachtete Schäden, sondern um simulierte historische Schäden auf Basis historischer Ereignisse, die hier als Referenz betrachtet werden.

Der Vergleich der Schäden aus HQ Kumul mit Schäden der Modelkette „beobachtetes Klima“ >> SWIM >> HQ Kumul zeigt, dass die Schadenentwicklung für Deutschland (inklusive der Schwankungen) im Wesentlichen gut reproduziert wird (s. Abbildung 17).

Das langjährige mittlere Schadenniveau von 0,46 Mrd. € in HQ Kumul wird ebenfalls von der Modelkette gut getroffen und beträgt für den Zeitraum 1961-2000 0,49 Mrd. €. Dies gilt auch für die einzelnen Flusseinzugsgebiete wie Rhein, Elbe oder Donau. In kleineren

Einzugsgebieten (z.B. der Ems) können die Unterschiede zwischen „beobachtet“ und simuliert größer ausfallen.

Für die Berechnung der möglichen Hochwasser unter Klimawandelszenarien müssen Klimaprojektionen für die Modellierung verwendet werden. Die Abbildungen 18-20 zeigen die Kurven der berechneten Schäden in HQ Kumul und der berechneten Schäden in der Modelkette CCLM >> SWIM >> Schadenfunktion bzw. REMO >> SWIM >> Schadenfunktion, jeweils für den Zeitraum 1960-2003.

Dabei ist zu beachten, dass gemäß Kapitel 4.2 Klimamodelle durch ihre Freiheitsgrade andere Witterungsabläufe als beobachtet erzeugen. Dies führt dazu, dass extreme Hochwasser in anderen (Modell)jahren erzeugt werden können als die historisch beobachteten.

Daher werden die verschiedenen Ansätze mittels statistischer Analysen verglichen. Es zeigt sich, dass alle Ansätze im Mittel dieselbe Größenordnung an jährlicher Schadenerwartung erzeugen. Der Ansatz basierend auf der

ersten Realisation von CCLM ergibt eine Schadenerwartung von 0,43 Mrd. EUR, der Ansatz basierend auf der zweiten Realisation von CCLM eine von 0,49 Mrd. EUR und der Ansatz basierend auf REMO eine von 0,47 Mrd. EUR.

Zur Bewertung der Charakteristik gehört neben der Frage der Schadenerwartung auch die Frage des Auftretens von extremen Schäden. Daher sind die in den Abbildungen 17 bis 20 dargestellten Zeitreihen an eine Extremwertverteilung angepasst worden.

Das Ergebnis ist in Abbildung 21 dargestellt. Es zeigen sich insgesamt gute Übereinstimmungen zwischen den verschiedenen Ansätzen. Dies trifft auf den Vergleich HQ Kumul und der Modellkette „beobachtetes Klima“ >> SWIM >> Schadenfunktion zu. Dies trifft aber im Wesentlichen auch auf den Vergleich von CCLM >> SWIM >> Schadenfunktion bzw. Remo >> SWIM >> Schadenfunktion mit HQ Kumul zu.

Abbildung 17: Jährliche Schäden in Deutschland für den Zeitraum 1960-2002, wie sie über beobachtetes Klima, simulierte Abflüsse und die Wiederkehrintervalle berechnet werden, als Vergleich mit den jährlichen Schäden, wie sie in HQ-Kumul errechnet werden, für die fünf großen Einzugsgebiete in Deutschland. Die waagerechten Linien zeigen den langjährigen Trend.

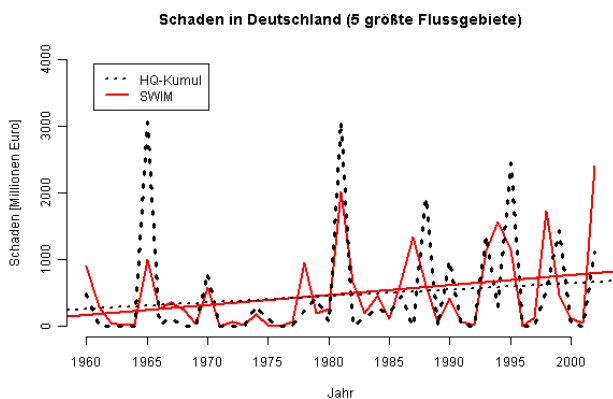


Abbildung 18: Die unter CCLM-Klima berechneten Schäden für Deutschland im Vergleich zu den Schäden aus HQ-Kumul. Zu beachten ist, dass CCLM durch seine Freiheitsgrade neue Witterungsabläufe erzeugt und sich so extreme Hochwasser in anderen (Modell)jahren ergeben können (vgl. Kap. 4.2 und Abbildung 21).

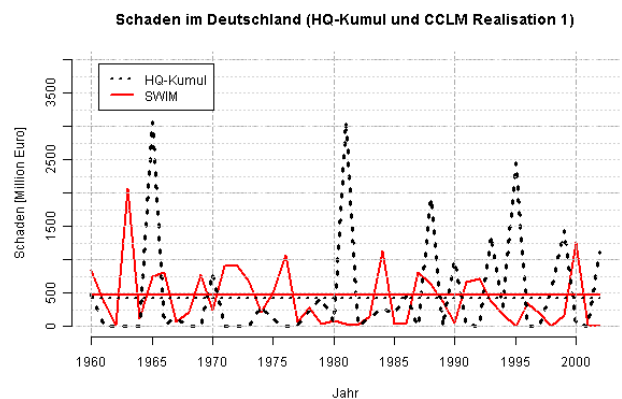


Abbildung 19: Die unter CCLM-Klima berechneten Schäden für Deutschland im Vergleich zu den Schäden aus HQ-Kumul. Zu beachten ist, dass CCLM durch seine Freiheitsgrade neue Witterungsabläufe erzeugt und sich so extreme Hochwasser in anderen (Modell)jahren ergeben können (vgl. Kap. 4.2 und Abbildung 21).

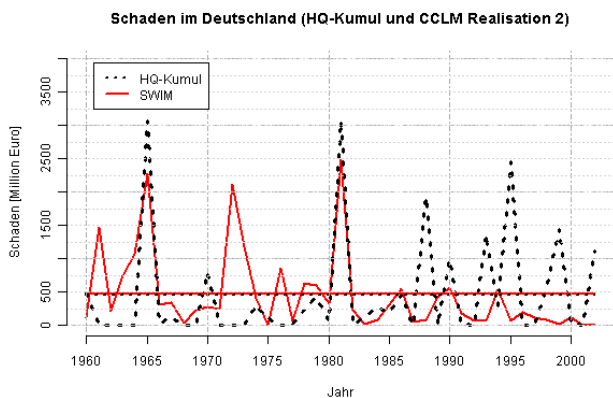


Abbildung 20: Die unter REMO-Klima berechneten Schäden für Deutschland im Vergleich zu den Schäden aus HQ-Kumul. Zu beachten ist, dass REMO durch seine Freiheitsgrade neue Witterungsabläufe erzeugt und sich so extreme Hochwasser in anderen (Modell)jahren ergeben können (vgl. Kap. 4.2 und Abbildung 21).

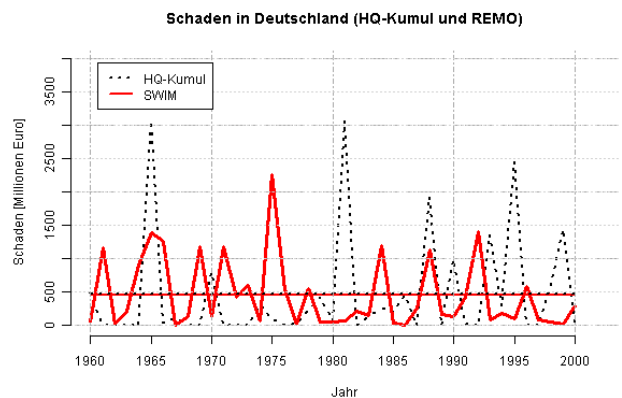
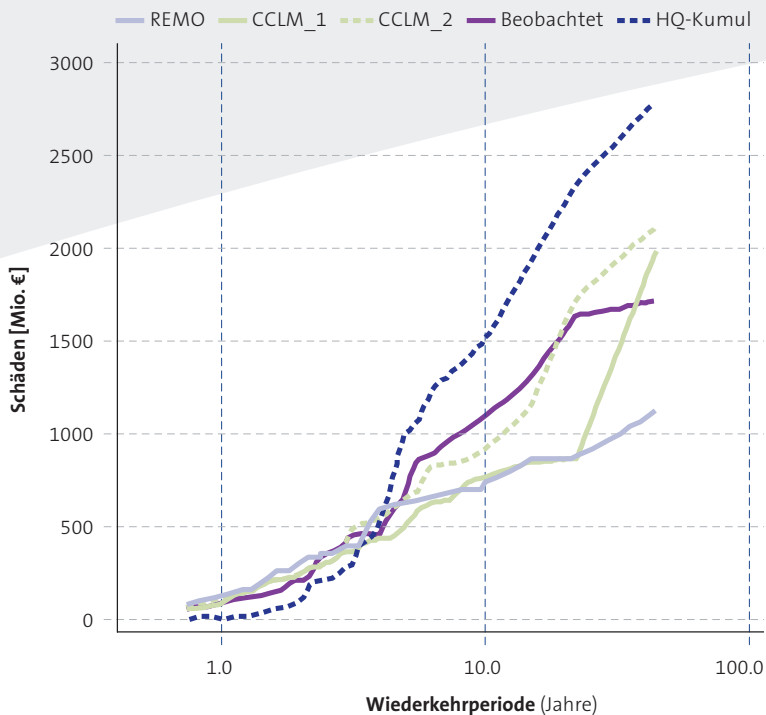


Abbildung 21: Vergleich der extremen Hochwasser in verschiedenen Simulationen für das heutige Klima



Schritt 4 - Gesamtbewertung (Validierung) der Methodik (Modellkette):

Die Untersuchungen zeigen, dass es in allen Gliedern der Modellkette wiederholt zu Abweichungen (Bias) zwischen Beobachtungen und Modellergebnissen kommt. In der Methodik wird das Problem so gelöst, dass alle Abweichungen als Unsicherheiten aufgefasst werden, und an das Ende der Modellkette transportiert werden. Dort, also beim Transfer Abfluss >> Schaden wird nur die Wiederkehrzeit als Bindeglied der Schadenfunktion genutzt.

Der Vergleich der „beobachteten Schäden“ mit den simulierten Schäden zeigt für das Ist-Klima dadurch eine gute Übereinstimmung. Daher wird davon ausgegangen, dass mit der dargestellten Modellkette unter den in den Klimaszenarien definierten Annahmen plausible Abschätzungen der zu erwartenden Schäden ermittelt werden können.

An dieser Stelle sind zwei Anmerkungen angebracht:

- Wie zu sehen war, führen die verschiedenen Modellketten über CCLM bzw. Remo zu teilweise deutlich anderen Wassermengen als beobachtet. Durch den Bezug auf die Jährlichkeit innerhalb der jeweiligen Modellwelt (statt des Bezuges auf die Absolutwerte) werden diese Abweichungen ausgeglichen. Dies führt für das „heutige Klima“ in jeder Modellkette (HQ Kumul; beobachtetes Klima >> SWIM >> HQ Kumul; CCLM >> SWIM >> HQ Kumul; Remo >> SWIM >> HQ Kumul) zu ähnlichen Schadenerwartungen.
 - Die modellierten, zukünftigen Abflussmengen werden innerhalb der Modellwelt bezüglich ihrer Jährlichkeit anhand der „gegenwärtigen“ Abflussmengen eingeschätzt. Damit wird unterstellt, dass in Zukunft dieselben Wassermengen dieselben Schäden verursachen. D.h. sozio-ökonomische Entwicklungen bleiben außen vor. Konkret heißt dies:
 - Deiche und Retentionsflächen ändern sich nicht
 - ZÜRS-Zonen ändern sich nicht
 - Verteilung der Risiken auf ZÜRS Zonen ändert sich nicht
 - Bauweise (und Verletzbarkeit) ändert sich nicht
 - Versicherungsbestände ändern sich nicht
- Ein Vorteil dieses Vorgehens ist, dass ausschließlich die Änderungen des Klimas auf die Schadensituation abgebildet werden, und dies auf dem Niveau der heutigen Preise – dadurch fällt der Vergleich mit den beobachteten historischen Schäden für die Referenzperiode leichter.

5.3 Hochwasserschäden unter Klimawandel

Für 3766 Flussabschnitte in Deutschland wurden mit der oben beschriebenen Modellkette Abflüsse und deren Jährlichkeiten unter Klimawandelbedingungen errechnet. Diesen Flussabschnitten waren über eine Extremwertstatistik Schadensfunktionen zugeordnet worden.

Die Abbildungen 22 bis 26 zeigen die aufsummierte Schadenentwicklung für Deutschland (d.h. in den fünf größten Flusseinzugsgebieten Rhein, Elbe, Donau, Weser und Ems) bis zum Jahr 2100. Zum Einsatz kamen je drei REMO-Läufe, jeweils ein Lauf für die Szenarien A1B, B1 und A2 sowie zwei CCLM-Läufe der Szenarien A1B und B1.

Abbildung 22: Entwicklung der Hochwasserschäden bis 2100 unter A1B-Szenario für die großen Flusseinzugsgebiete in Deutschland, modelliert mit REMO. Im Szenariozeitraum nehmen die Schäden ab 2070 deutlich zu und erreichen die gleiche Größenordnung wie das regionale Klimamodell CCLM.

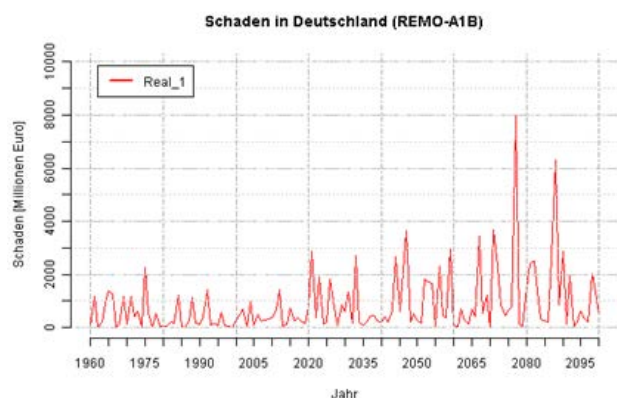


Abbildung 23: Entwicklung der Hochwasserschäden bis 2100 unter B1-Szenario für die großen Flusseinzugsgebiete in Deutschland, modelliert mit REMO. Im Szenariozeitraum nehmen die Schäden in der ersten Hälfte des Jahrhunderts deutlich zu und nehmen gegen Ende des Jahrhunderts etwas ab.

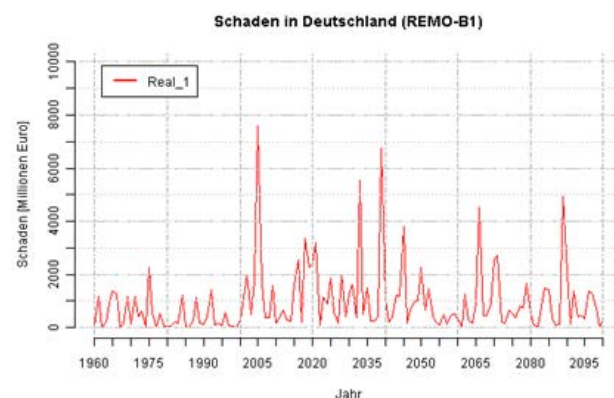


Abbildung 24: Entwicklung der Hochwasserschäden bis 2100 unter A2-Szenario für die großen Flusseinzugsgebiete in Deutschland, modelliert mit REMO. Überraschend ist, dass unter diesem Szenario die Schadenentwicklung deutlich unter dem Schadenniveau in den Szenarien A1b oder B1 bleibt.

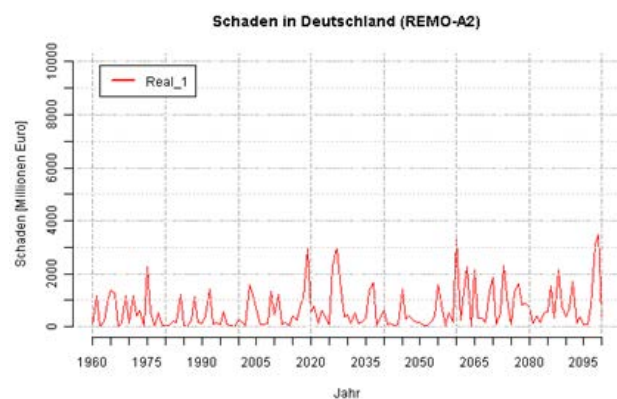


Abbildung 25: Entwicklung der Hochwasserschäden bis 2100 unter A1B-Szenario für die großen Flusseinzugsgebiete in Deutschland, modelliert mit CCLM mit zwei Realisationen. Im 1. Lauf steigen die Schäden ab etwa 2030 stark an, während im 2. Lauf die Schäden nach 2050 stärker zunehmen. Außerdem wird deutlich, dass die mittleren Schäden nicht sehr stark zunehmen, einzelne Ereignisse jedoch extreme Schäden verursachen können.

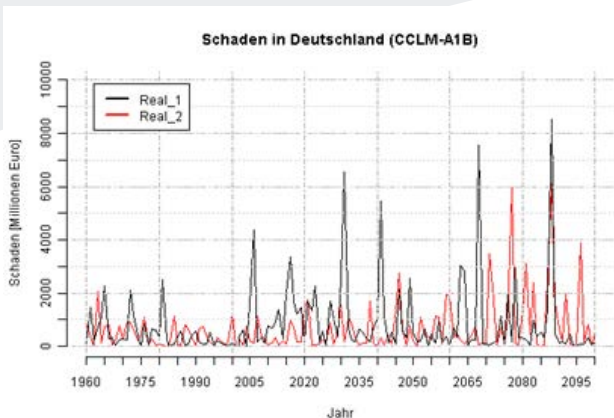


Abbildung 26: Entwicklung der Hochwasserschäden bis 2100 unter B1-Szenario für die großen Flusseinzugsgebiete in Deutschland, modelliert mit CCLM mit zwei Realisationen. Während im 1. Lauf die Schäden anfangs gering sind, aber kontinuierlich stärker werden und 2085 ein sehr extremes Ereignis erzeugt wird, zeigt der 2. Lauf anfangs höhere mittlere Schäden und gegen Ende des 21. Jahrhunderts ein Einpendeln auf heutigem Niveau.

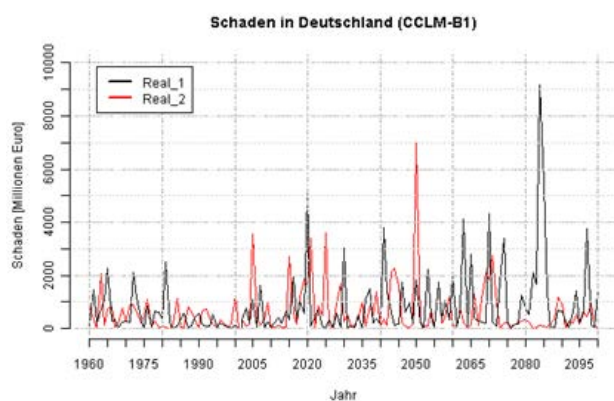
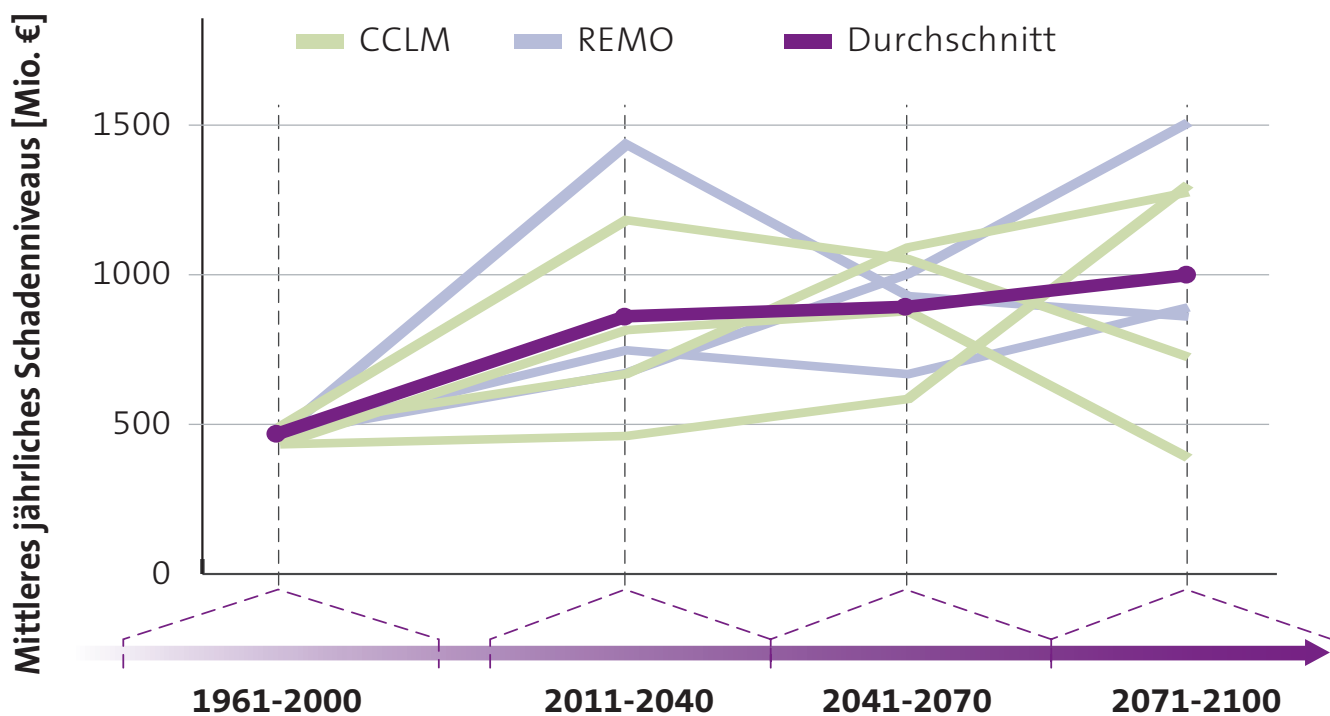


Abbildung 27: Mittleres langjähriges Schadenniveau (in Mio. €) der Modellkette ECHAM – regionales Klimamodell – SWIM – HQ-Kumul. Hier dargestellt sind die sieben Modellläufe der regionalen Klimamodelle CCLM und REMO und der Mittelwert für drei Teilperioden bis 2100



Zusammenfassend können für Hochwasserschadenszenarien unter künftigen Klimawandelbedingungen in Deutschland folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

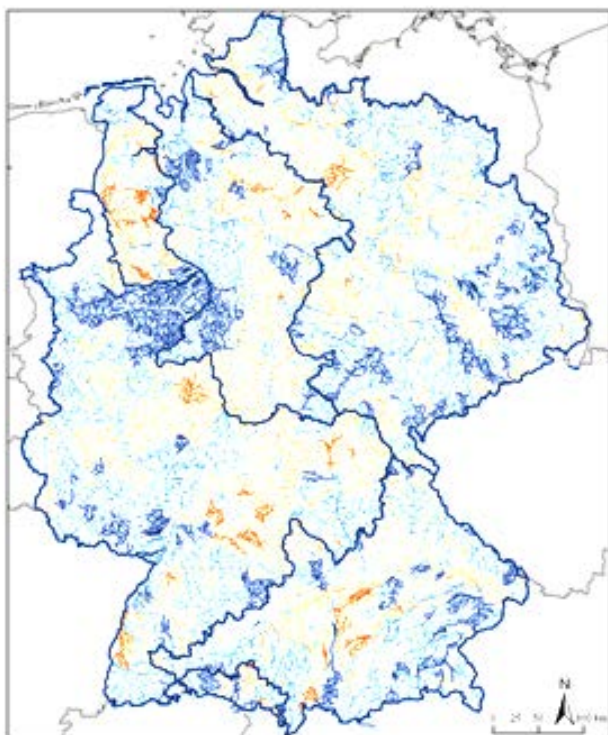
1. Festzustellen ist eine generelle Zunahme der mittleren Jahresschadensätze über alle IPCC-Szenarien, alle Modelle und in allen untersuchten Perioden bis 2100 hinweg.
 - Im Mittel eine Verdopplung der Hochwasserschäden bis 2100 gegenüber der Referenzperiode 1961-2000 (vgl. Tabelle 1 und Abbildung 27)
 - Deutliche Spannbreiten, je nach Modell und Szenario von nahezu unverändert bis zu einer Verdreifachung der Schäden möglich
 - 2011-2040: mittlere Zunahme um 84% gegenüber 1961-2000
 - 2041-2070: mittlere Zunahme um 91% gegenüber 1961-2000
 - 2071-2100: mittlere Zunahme um 114% gegenüber 1961-2000

Tabelle 1: Mittleres langjähriges Schadenniveau (in Mrd. €) für die Referenzperiode und unter Klimawandelbedingungen bis 2100

Szenario/Lauf	1961-2000	2011-2040	2041-2070	2071-2100
CCLM A1B-1	0,43	0,46	0,58	1,30
CCLM A1B-2	0,49	1,18	1,05	0,72
CCLM B1-1	0,43	0,81	0,88	0,39
CCLM B1-2	0,49	0,67	1,09	1,28
REMO A2	0,47	0,75	0,67	0,89
REMO A1B	0,47	0,67	1,00	1,51
REMO B1	0,47	1,44	0,93	0,86
Durchschnitt	0,46	0,85	0,89	0,99

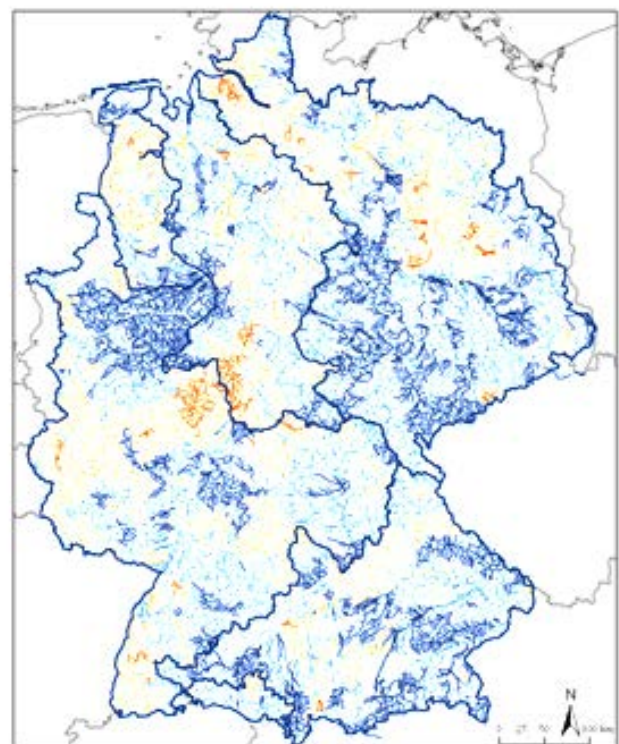
2. Die Verschärfung der Hochwassersituation fällt am deutlichsten unter dem A1B-Szenario aus, weniger deutlich unter dem A2- und dem B1-Szenario.
3. Regional zeigen sich sehr unterschiedliche Entwicklungen. Die Abbildung 28 zeigt für die jeweiligen Flussabschnitte, inwieweit die simulierten Trends der Szenarienläufe übereinstimmen. Man erkennt, dass insbesondere an den Westseiten der Mittelgebirge, am Fuße der Alpen und in Ostdeutschland die Anzahl der Hochwasser zunimmt. Insgesamt überwiegen die Flussabschnitte mit positivem Trend. Es sind aber auch Regionen mit negativem Trend erkennbar.

Abbildung 28: Übereinstimmungen zwischen den sieben Modellläufen im Trendvorzeichen für Hochwasser: blau bedeutet eine hohe Übereinstimmung für eine künftige Zunahme der Hochwasserereignisse (mind. 6 von 7 Modellläufen), rot bedeutet eine hohe Übereinstimmung für eine Abnahme. Eine geringe Übereinstimmung bedeutet wenn 4 bis 5 Modellläufe einen gleichen Trend aufzeigen.



CCLM + REMO
2011-2040
Hochwasser
agree

- hohe Übereinstimmung | Zunahme
- geringe Übereinstimmung | Zunahme
- geringe Übereinstimmung | Abnahme
- hohe Übereinstimmung | Abnahme



CCLM + REMO
2041-2070
Hochwasser
agree

- hohe Übereinstimmung | Zunahme
- geringe Übereinstimmung | Zunahme
- geringe Übereinstimmung | Abnahme
- hohe Übereinstimmung | Abnahme

4. Festzustellen ist eine generelle Verkürzung der Wiederkehrperioden über alle IPCC-Szenarien, alle Modelle und in allen untersuchten Perioden bis 2100 hinweg (vgl. Abbildung 29). Aus einem 50-jährlichen Hochwasser könnte künftig im Durchschnitt ein 25-jährliches Hochwasser werden, maximal auch ein 17-jährliches Hochwasser.
5. Vb-Wetterlagen sind in den letzten Jahren stark in das Blickfeld der Öffentlichkeit gerückt, da sie die Hauptursache für die Entstehung von Großschadenereignissen wie etwa das Elbehochwasser 2002, Oderhochwasser 1997 und drei der Hochwasser im Osten Deutschlands im Jahre 2010 waren. Die Auswertung des Zeitraums 1971-2000 ergab durchschnittlich alle 2 Jahre eine Vb-Wetterlage mit extremem Niederschlag. Die Häufigkeit der Ereignisse ist zum Ende dieses Zeitraums hin etwas erhöht.

Für die künftige Entwicklung ergibt sich das folgende Bild: Drei Simulationen des ECHAM 5-Modells zeigen einen Rückgang in der Anzahl von Wetterlagen mit Vb-Zugbahn bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Im Gegensatz dazu geht jedoch die Zahl der Vb-Wetterlagen, die mit extremem Niederschlag verbunden sind, kaum zurück. Gleichzeitig dürften die Niederschläge im Durchschnitt ergiebiger ausfallen. Daraus folgt, dass in Zukunft kaum mit einer Entspannung der Hochwassersituation im Sommer gerechnet werden kann.

Abbildung 29: Mittlere jährliche Hochwasserschäden pro Wiederkehrintervall für die Referenzperiode und unter Klimawandelbedingungen bis 2100

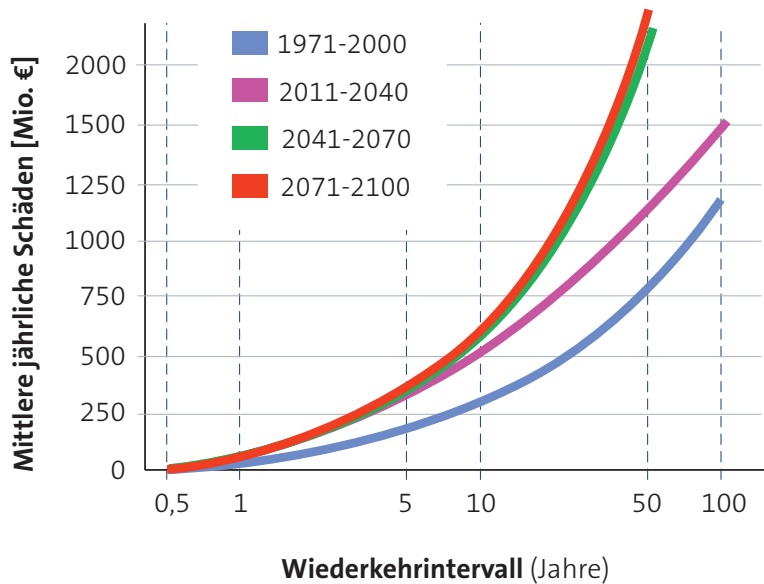
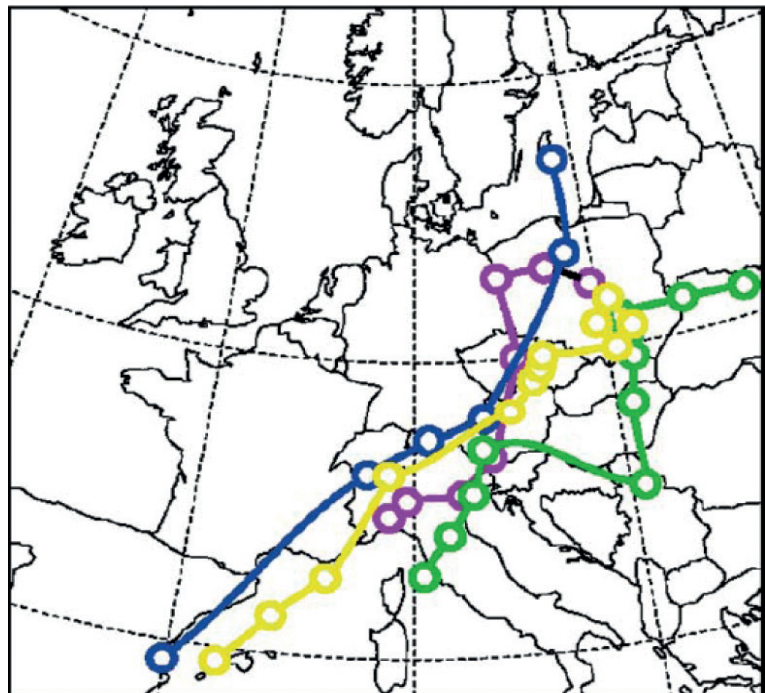


Abbildung 30: Typische Zugbahnen von Vb-Wetterlagen verantwortlich für Sommerhochwasser in Mitteleuropa. In Lila das Tief „Ilse“ vom 10. August 2002, verantwortlich für das Elbehochwasser



6 Bewertung der Ergebnisse

6.1 Bewertung für die Versicherungswirtschaft

Die Ergebnisse zeigen, dass unter den Annahmen der IPCC-Szenarien und der verwendeten Klimamodelle und Schadenfunktionen gegenüber der heutigen Schadenssituation deutliche Änderungen zu erwarten sind. Dies gilt sowohl für die gesamte Schadenerwartung wie für Extremereignisse.

Trotz Robustheit zeigen die Ergebnisse aber auch deutliche Spannbreiten. Daher sollte die Interpretation mit der notwendigen Vorsicht erfolgen, insbesondere auch bei Aussagen zu regionalen Änderungen.

Nach derzeitiger Einschätzung kann aber beim umsichtigen Umgang mit Ergebnissen das Geschäftsmodell der Wohngebäude-Elementarversicherung fortgeführt werden. Je nach Realisation der Schäden der Zukunft haben die Versicherer die Möglichkeit, sukzessive die Konditionen anpassen, damit das Geschäft mit Naturgefahrenrisiken auskömmlich ist. Sie werden daher die Entwicklungen sorgfältig beobachten, analysieren und – falls notwendig – Anpassungen in ihrem Risikomanagement vornehmen.

Die Versicherungswirtschaft hat umfangreiche und flexible Tools entwickelt, um das heutige Hochwasserrisiko und die Entwicklungen einzuschätzen. Diese Tools haben sich auch im Rahmen des Forschungsprojektes bewährt. Sie können gut an zukünftige Entwicklungen angepasst werden:

- **Zonierungssystem für Überschwemmung, Starkregen und Rückstau (ZÜRS Geo):** Mit diesem System kann man für jeden Ort in Deutschland die Eintrittswahrscheinlichkeit

eines Hochwassers unter heutigen Klimabedingungen abschätzen.

- **HQ Kumul:** Hiermit können die Versicherer abschätzen, wie stark sie extreme Hochwasser treffen könnten.
- **Risikostatistiken:** Die Versicherer erfassen systematisch die versicherten Hochwasserschäden und können so die Entwicklung regelmäßig beobachten und ggf. Anpassungen an ihren Einschätzungen vornehmen.
- **Präventionsmaßnahmen:** Die Versicherer haben Konzepte entwickelt, wie das Risiko einen Hochwasserschaden zu erleiden, deutlich verringert werden kann.

Die zukünftige Entwicklung hängt aber auch von der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung ab, vor allem:

- **Wie wirkungsvoll erweist sich der weltweite Klimaschutz?**
- **Wie reagiert die deutsche Gesellschaft auf geänderte Risiken durch Naturgefahren?**

6.2 Herausforderungen an andere Stakeholder

Die Untersuchungen wurden unter der Annahme getroffen, dass in Zukunft eine bestimmte Wassermenge denselben Schaden verursacht.

Gerade aber bei Hochwasser bestehen vielfältige Möglichkeiten, den Schaden beispielsweise durch Verhaltensänderungen oder Präventionsmaßnahmen zu verringern. Auch Sicht der Versicherer ergeben sich daraus für die nachfolgend aufgeführten Stakeholder diese Forderungen:

■ Für die Bundesländer:

Die Flächennutzungsplanung muss vorhandene Risikogebiete berücksichtigen, extrem hochwassergefährdete Regionen sind kein Bauland.

Rückhalte- und Überflutungsflächen müssen klar ausgewiesen werden, um die Wirkung von Extremniederschlägen abzumildern.

Informationen zu Extremwetterereignissen müssen der breiten Öffentlichkeit rasch und ungehindert zur Verfügung gestellt werden.

■ Für Städte und Gemeinden:

Städte und Gemeinden müssen Flächen als Rückhalte- und Überflutungsflächen ausweisen.

Entwässerungssysteme sind so auszulegen, dass auch künftige Starkregenmengen sicher abgeführt werden können.

Vorausschauender Hochwasserschutz ist gefragt: Mobile Hochwasserschutzsysteme haben sich im Kampf gegen die Fluten als flexible und schnell einsetzbare Schutzsysteme bewährt. Sie ergänzen die klassischen Schutzsysteme wie Deiche und Dämme. Regelmäßige Katastrophenschutzübungen mit der Bevölkerung wirken nachhaltig.

■ Für Bauplaner und Architekten:

Öffnungen in Gebäuden sollten gegen Starkregen und Oberflächenwasser geschützt werden.

Bauvorhaben müssen vorausschauend geplant und durchgeführt werden, z. B. bei der Auswahl des Bauplatzes oder bei der Wahl der Baumaterialien.

■ Für Hausbesitzer:

Eine Reihe von Schutzmaßnahmen für Wohngebäude (Rückstauventil, Rückstauklappen, Hebeanlagen, Dachverstärkung, Tauchpumpen und Notstromgeneratoren) sind heute möglich. Viele Menschen halten diese Maßnahmen zwar für sinnvoll, nutzen sie aber nicht, da ihnen die Kosten zu hoch erscheinen.

Jeder Hausbesitzer sollte wissen, ob sein Wohngebäude und die von ihm bewohnte Region überschwemmungsgefährdet sind. Aus diesem Grund präsentiert die Versicherungswirtschaft 2012 zusammen mit dem HochwasserKompetenzCentrum in Köln den sogenannten Hochwasserpass. Der Hochwasserpass ermöglicht individuelle Risikoanalysen und benennt konkrete Präventionsmaßnahmen. Weitere Informationen: www.hkc-koeln.de.

Kellerfenster, Türen und Lichtschächte sind mit Sicherungssystemen gegen Eindringen von Wasser auszustatten.

In gefährdeten Räumen – zum Beispiel im Erdgeschoss – können Fliesen mögliche Schäden minimieren.

Wertgegenstände und teure elektrische Geräte sollten nur in den oberen Stockwerken aufbewahrt werden.

Nur wenn diese Forderungen zu tatsächlichen Handlungen der Stakeholder führen, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich nicht die schlimmsten Schadensszenarien verwirklichen werden. Schadenereignisse dürften sich dann eher am unteren Rand der Spannbreiten bewegen. Und das heißt: **Der Versicherungsschutz ist zu besseren Konditionen darstellbar.**

6.3 Ausblick

Die deutschen Versicherer sind bestrebt, die Elementarversicherungsdichte in Deutschland weiter auszubauen. Dazu kooperieren sie eng mit den Bundesländern in sogenannten Elementarschadenkampagnen.

Die deutschen Versicherer werden zugleich ihre Werkzeuge zur Risikobewertung kontinuierlich verbessern und an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse anpassen. Sie beabsichtigen dies in enger Kooperation mit der öffentlichen Hand zu machen, namentlich der Wasserwirtschaft und den Behörden und Einrichtungen des Katastrophenschutzes.

Die deutschen Versicherer werden in enger Kooperation mit Bund und Ländern ihr System ZÜRS Geo in geeigneter Form als ZÜRS Public der Öffentlichkeit bereitstellen. Dies soll zu einer deutlichen Steigerung des Risikobewusstseins für Naturgefahren beitragen.

Die deutschen Versicherer sehen die Notwendigkeit, weiterhin intensiv die möglichen Entwicklungen von extremen Wetterereignissen zu beforschen. Sie sind bereit, für dieses Ziel ihren wissenschaftlichen Partnern weiterhin Daten zur Verfügung zu stellen.

Gerade die Daten der Versicherer haben sich als zuverlässiger Indikator für die ökonomische Bewertung von Extremlagen erwiesen und können so helfen, die klimatologischen Ergebnisse zu „übersetzen“.

Zuletzt sei darauf hingewiesen, dass die deutschen Versicherer eng mit dem Climate Service Center des Bundes kooperieren, um das Schadenpotential und die Verteilung von Starkregenerereignissen besser zu verstehen. Sie sind bereit, in einem größeren Forschungsverbund aktiv mitzuwirken, damit Starkregenschäden auch in Zukunft beherrschbar bleiben.

Glossar

Bias: in der Statistik die Differenz zwischen dem Erwartungswert einer Statistik und dem zu schätzenden Objekt

CCLM: COSMO model in CLimate Mode – Nicht-hydrostatisches regionales Klimamodell (Nähere Erläuterungen s. <http://www.clm-community.eu>)

ECHAM 5: ECHAM (Akronym aus ECMWF und Hamburg) ist ein globales atmosphärisches Zirkulationsmodell (GCM), das am Hamburger Max-Planck-Institut (MPI) für Meteorologie entwickelt wurde. Grundlage war ein Vorhersagemodell des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF). Neben dem MPI nutzen auch andere Forschungseinrichtungen das Modell. In der aktuellen Version ECHAM 5/MPI-OM bildet das Modell in der Standardversion die Troposphäre und die untere Stratosphäre ab.

ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage, EZMW. Die wichtigsten Ziele des EZMW sind: die Entwicklung von numerischen Methoden für die mittelfristige Wettervorhersage und die Sammlung und Archivierung von meteorologischen Daten.

Einzugsgebiet: Das Einzugsgebiet ist jener Bereich, der alle Niederschläge und die daraus entstehenden Abflüsse in ein Gewässersystem ableitet und es damit speist.

ENSEMBLES: ist ein fünfjähriges Forschungsprojekt zur Untersuchung des Klimawandels und seiner Auswirkungen in Europa. Das Projekt wurde durch die EU-Kommission im Rahmen des 6. Rahmenprojektes der EU gefördert. Im Projekt kamen 8 unterschiedliche globale und 16 regionale Klimamodelle zum Einsatz. Abschlussbericht unter: <http://www.ensembles-eu.org/>

Extremwertstatistik: Statistikmethoden zur Analyse von Extremwerten.

Extremwertverteilung ist eine stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung. Sie spielt eine herausragende Rolle in der Extremwerttheorie, da sie die wesentlichen möglichen Verteilungen von Extremwerten einer Stichprobe in einer Darstellung zusammenfasst.

HQ Kumul ist ein stochastisch-physikalisches Hochwasserschadenmodell des GDV zur Berechnung von Gesamtschadenssummen von Überschwemmungskatastrophen.

Hydrologie: Die Hydrologie ist die Wissenschaft, die sich mit dem Wasser über, auf und unter der Landoberfläche der Erde, seinen Erscheinungsformen, Zirkulation und Verteilung in Raum und Zeit, seinen biologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, seiner Reaktion mit der Umwelt, einschließlich seiner Beziehung zu Lebewesen befasst.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Weltklimarat der Vereinten Nationen

Jährlichkeit: nennt man die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von Naturereignissen. Gemessen wird in 1/a („pro Jahr“), oder aber in Zeiteinheiten, dann spricht man auch von Wiederkehrintervall.

Relevant ist der Begriff für die Abschätzung von Extremereignissen. Ein Wiederkehrintervall von 100 Jahren wird definiert über eine Wahrscheinlichkeit von 1/100 in einem Jahr oder das rein statistisch im Mittel mit einer Wiederkehr von alle 100 Jahre gerechnet werden kann. Zwischen zwei Jahrhundertereignissen müssen keine 100 Jahre liegen, sie können gehäuft oder nach längeren Zeitspannen eintreten.

Klima: Das Klima steht als Begriff für die Gesamtheit aller meteorologischen Vorgänge, die für den durchschnittlichen, meist über mind. 30 Jahre gemittelten Zustand der Erdatmosphäre an einem Ort verantwortlich sind.

REMO ist ein dynamisches Regionalmodell des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (MPI). Es bildet Deutschland in einer Auflösung von 10x10 km ab. Die Randbedingungen werden von dem ebenfalls am MPI entwickelten globalen Klimamodell ECHAM 5/MPI-OM vorgegeben. In einer Studie für das Umweltbundesamt (UBA) wurden entsprechend den Emissionsszenarien A1B, A2 und B1 regionale Klimaszenarien für Deutschland mit einer horizontalen Auflösung von 10 x 10 km für den Zeitraum 1950-2100 simuliert.

Rückstau: Rückstau kann bei starken Regenfällen und Hochwasser auftreten, besonders gefährdet sind daher Mischkanäle. Die Rückstauenebene markiert den höchstmöglichen Stand des Abwassers an einer bestimmten Stelle in einem Kanalsystem. Nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren besteht die Gefahr, dass das Abwasser vom Kanal durch Sanitärgegenstände unterhalb der Rückstauenebene ins Gebäude eindringt und dadurch umfangreiche Schäden verursacht. Angeschlossene Sanitärgegenstände und alle anderen Ablaufstellen unterhalb der Rückstauenebene müssen durch eine Hebeanlage, Rückstausicherung oder andere Verschlüsse gegen Rückstau geschützt werden.

SWIM: Das Modellsystem SWIM (Soil and Water Integrated Model) ist ein hydrologisches, zeitlich kontinuierlich arbeitendes, räumlich gegliedertes Flusseinzugsgebietsmodell für die regionale Skala. In SWIM sind Module zur Berechnung der Hydrologie (Abflussverhalten), des Pflanzenwachstums (Landwirtschaft und Forst), des Nährstoffkreislaufes (Stickstoff und Phosphor) und der Erosion integriert. Weitere Infos zum Modell im Abschlussbericht.

Starkregen: Mit Starkregen werden in der Meteorologie große Mengen Regen, die in kurzer Zeit fallen, bezeichnet. Starkregen ist somit nach seiner Intensität und Dauer definiert.

Szenario: Ein Szenario ist die Beschreibung möglicher Entwicklungen der Zukunft unter bestimmten definierten Anfangs- und Randbedingungen. Die Szenariotechnik wird in den verschiedensten Wissenschaftsdisziplinen unter Verwendung speziell dafür entwickelter mathematischer Algorithmen eingesetzt. Unter Szenarien wird in diesem Dokument Treibhausgasszenarien des IPCC verstanden:

Szenario A1B: Bei dem Szenario A1B (IPCC, 2007) handelt es sich um ein mittleres Szenarium. Dabei geht man von einem sehr schnellen Wirtschaftswachstum und einer maximalen Erdbevölkerung und einem Maximum der CO₂-Emissionen in der Mitte des 21. Jahrhunderts aus. Neue und effizientere Technologien werden schnell eingeführt. Regionale Unterschiede durch soziokulturelle Interaktionen verringert.

Szenario A2: Das A2-Szenario beschreibt eine sehr heterogene Welt. Das Grundthema ist Autarkie und Bewahrung lokaler Identitäten. Die Weltbevölkerung nimmt stetig zu. Die wirtschaftliche Entwicklung ist vorwiegend regional orientiert und das Pro-Kopf-Wirtschaftswachstum und technologische Veränderungen sind bruchstückhafter und langsamer als in anderen Modellgeschichten.

Szenario B1: Die B1-Szenarienfamilie beschreibt eine sich näher kommende Welt, mit der gleichen, Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung, jedoch mit raschen Änderungen der wirtschaftlichen Strukturen in Richtung einer Dienstleistungs- und Informationswirtschaft, bei gleichzeitigem Rückgang des Materialverbrauchs und Einführung von sauberen und ressourceneffizienten Technologien. Das Schwergewicht liegt auf globalen Lösungen für eine wirtschaftliche, soziale und umweltgerechte Nachhaltigkeit, einschließlich erhöhter sozialer Gerechtigkeit, aber ohne zusätzliche Klimainitiativen.

Treibhausgas, Treibhausgaskonzentration: Treibhausgase sind strahlungsbeeinflussende gasförmige Stoffe in der Luft, die zum Treibhauseffekt beitragen und sowohl einen natürlichen als auch einen anthropogenen Ursprung haben können. Die Störung des natürlichen Gleichgewichts der Atmosphäre durch Eingriffe in den Naturhaushalt und durch anthropogene Emission von Treibhausgasen verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und führt zur globalen Erwärmung, die ihrerseits mit zahlreichen Folgen verbunden ist. Die Zunahme, das heißt, der in der Atmosphäre ansteigende Gehalt bestimmter Treibhausgase wird überwiegend auf menschliche Aktivitäten zurückgeführt.

Wassermanagement: Unter Wassermanagement wird die Verfügbarmachung, und anschließende Bevorratung (z.B. Talsperren) und Verteilung von Wasser bezeichnet.

Wetterlage, Großwetterlage: Der Begriff Wetterlage ist die Bezeichnung für den Wetterzustand, wie er im Hinblick auf die wichtigsten meteorologischen Elemente (Luftdruck, Wind, Niederschlag, Lufttemperatur etc.) über einem begrenzten Gebiet während eines kurzen Zeitraums vorherrscht.

Witterung: Unter Witterung versteht man die Abfolge ähnlicher Wettererscheinungen über einen gegebenen Zeitraum.

Vb-Wetterlagen sind gekennzeichnet durch die Zugbahn eines Tiefdruckgebietes von Italien über die Poebene oder Nordadria hinweg, um die Alpen herum, nordostwärts nach Österreich, Ungarn und Polen. Vb-Wetterlagen können große Feuchtigkeitsmengen aus dem Mittelmeerraum nach Mitteleuropa transportieren, und so lang anhaltende, ergiebige Niederschlagsphasen und folglich auch extreme Hochwasser verursachen.

ZÜRS Geo ist ein webbasiertes Geoinformationssystem, das vom GDV zur Einschätzung von Naturgefahren entwickelt wurde. Das System ermöglicht es, Standorte deutschlandweit hinsichtlich ihrer Hochwasser- und Umweltgefährdung risikogerecht zu bewerten.

ZÜRS Public ist eine für die Öffentlichkeit bestimmte Version von ZÜRS Geo. Das System wird derzeit zusammen mit verschiedenen Stakeholdern (Bundesländer, Wasserwirtschaft) in einer zweijährigen Phase entwickelt.

Literaturverzeichnis

- [1] Böhm, U., Kücken, M., Ahrens, W., Block, A., Hauße, D., Keuler, K., Rockel, B., Will, A. (2006): CLM – The climate version of LM: Brief description and long-term application. Proceedings from the COSMO General Meeting 2005. COSMO Newsletter, <http://www.cosmo-model.org>, 6, 225 – 235.
- [2] Burghoff, O. (2008): Bewertungsmöglichkeiten von Überschwemmungskumulen mittels HQ Kumul. Präsentation auf der 58. Konferenz der Deutschen ASTIN Gruppe, 17. November 2008.
- [3] Deutscher Wetterdienst (2011): Klimamonitoring. Trends Deutschland – Gebietsmittel. Abrufbar unter: <http://www.dwd.de/klimamonitoring> (Stand: 24.10.2011)
- [4] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) (2010): Allgemeine Wohngebäude Versicherungsbedingungen (VGB 2010 – Wert 1914), Version 01.01.2011
- [5] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland. Schadensszenarien-Szenarien bis zum 2100. Abrufbar: <http://www.gdv.de/Sonderseiten/Klimawandel.html>
- [6] Hollweg H.D., Böhm U., Fast I., Hennemuth B., Keuler K., Keup-Thiel E., Lautenschlager M., Legutke S., Radtke K., Rockel B., Schubert M., Will A., Woldt M., Wunram C. (2008): Ensemble Simulations over Europe with the Regional Climate Model CLM forced with IPCC AR4 Global Scenarios. Technical Report. Hamburg. http://www.mad.zmaw.de/fileadmin/extern/documents/reports/MaD_TechRep3_CLM__1_.pdf
- [7] Hattermann F.F., Wattenbach M., Krysanova V., Wechsung F. (2005): Runoff simulations on the macroscale with the ecohydrological model SWIM in the Elbe catchment - validation and uncertainty analysis. *Hydrological Processes* (19), 693-714
- [8] IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policy-makers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat
- [9] Jacob D., Tomassini L. (2009): Spatial analysis of trends in extreme precipitation events in high-resolution climate model results and observations for Germany. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* (114)
- [10] Krysanova V., Müller-Wohlfeil D.-I., Becker A. (1998): Development and test of a spatially distributed hydrological/water quality model for mesoscale watersheds. *Ecological Modelling* 106(2-3), 261-289
- [11] Raupach et al. 2007, updated by le Quéré et al. 2009, *Nature Geoscience and International Monetary Fund* 2009

- [12] Röckner E., Bäuml G., Bonaventura L., Brokopf R., Esch M., Giorgetta M., Hagemann S., Kirchner I., Manzini L.K.E., Rhodin A., Schlese U., Schulzweida U., Tompkins A. (2003): The atmospheric general circulation model ECHAM 5. PART I: Model description. Tech. Rep., MPI for Meteorology, Hamburg, Germany
- [13] Van der Linden & J.F.B. Mitchell (Hrsg.) (2009): Climate Change and Its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, Exeter, 160 S.



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel. +49 30 2020-5000
Fax +49 30 2020-6000
klimawandel@gdv.de

www.gdv.de/klimawandel



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Wilhelmstraße 43 / 43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel. 0 30 / 20 20 - 50 00 · Fax 0 30 / 20 20 - 60 00

klimawandel@gdv.de; www.gdv.de/klimawandel

Stand: Dezember 2011