



SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

GWS Research Report 2026/1

Die Kosten des Klimawandels für Deutschland 2026–2050

Aus den Arbeiten zur Basisprojektion des
INFORGE-Modells 2026

Britta Stöver

Florian Bernardt

Jannik Daßler

Saskia Reuschel

Marc Ingo Wolter

Impressum

Autor:innen

Dr. Britta Stöver

Tel: +49 541 40933-250, E-Mail: stoever@gws-os.com

Florian Bernardt

Tel: +49 541 40933-150, E-Mail: bernhardt@gws-os.com

Jannik Daßler

Tel: +49 541 40933-263, E-Mail: dassler@gws-os.com

Saskia Reuschel

Tel: +49 541 40933-283, E-Mail: reuschel@gws-os.com

Dr. Marc Ingo Wolter

Tel: +49 541 40933-150, E-Mail: wolter@gws-os.com

Titel

Die Kosten des Klimawandels für Deutschland 2026–2050 – aus den Arbeiten zur Basisprojektion des INFORGE-Modells 2026

Veröffentlichungsdatum

© GWS mbH Osnabrück, April 2026

Haftungsausschluss

Die in diesem Papier vertretenen Auffassungen liegen ausschließlich in der Verantwortung der Verfasser und spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung der GWS mbH wider.

Herausgeber

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) mbH

Heinrichstr. 30

49080 Osnabrück

Inhaltsverzeichnis

1	Klimafolgen und Klimafolgenanpassung	4
1.1	Darstellung der Klimafolgen im ökonomischen Modell	4
1.2	Wetter, Extremereignisse und Klimawandel	6
1.3	Die Annahmen zu den Effekten des Klimawandels	11
1.4	Kosten des Klimawandels im Überblick	22
2	Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung	24
2.1	Annahmen zur Klimafolgenanpassung im Einzelnen	24
2.2	Wirkungen der Klimafolgenanpassung	26
3	Literatur	27

1 Klimafolgen und Klimafolgenanpassung

1| Der Klimawandel ist da und beschleunigt sich zudem zusehends (Foster & Rahmstorf 2026). Insbesondere Europa ist viel stärker von den Folgen betroffen als bisher gedacht: Die Temperaturen steigen schneller als im globalen Durchschnitt und brechen viele vormals langfristige klimatische Rekorde. Auch die Zahl und Intensität von Extremwetterereignissen wie Hitzewellen, Dürre, Starkregen, Sturmfluten und Hochwasser nimmt zu (EEA 2024)(EEA 2024). Der Klimawandel wird aller Voraussicht nach auch noch stärker werden, als wir ihn in den vergangenen Jahren wahrgenommen haben, mit den damit verbundenen Negativeffekten für Beschäftigung und Wertschöpfung. Gleichzeitig ist damit zu rechnen, dass es Gegenmaßnahmen – also Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung – geben wird, um die Folgen des Klimawandels abzumildern. Sie werden entweder nachsorgend sein, indem Gebäude und Infrastrukturen nach Ereignissen wie jenen im Ahrtal 2021 repariert oder neu aufgebaut werden, sie können aber auch vorbeugend sein (z. B. Dämme, Renaturierung von Auen, Hitzeschutzpläne etc.).

2| Das stellt die Erarbeitung von ökonomischen Projektionen vor nicht unerhebliche Herausforderungen: Die Ereignisse sind historisch gesehen zum einen diskretionär, also an Ereignisse und damit bestimmte Zeiten gebunden. Sie sind zum anderen aber auch kontinuierlich durch z. B. graduelle Erwärmung und eine Verschiebung des Niederschlagsmusters (mehr Regen im Winter, lange Trockenperioden mit einzelnen Starkregenereignissen im Sommer). Ferner gibt das historische Datenmaterial keine Möglichkeit der Attribution: Wieviel ökonomischer Wandel der Vergangenheit ist dem Konglomerat an vor- und nachsorgenden Maßnahmen und damit der Wirkung des Klimawandels zuzuschreiben? Und schon gar nicht ist im historischen Datenmaterial greifbar, welche Dynamiken sich zukünftig ergeben, also welche Beschleunigung der Klimawandel in Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen mit sich bringt. Die ökonomischen Effekte des sich beschleunigenden Klimawandels und der Anpassung daran lassen sich also aus der Vergangenheit nicht direkt ablesen.

3| Also muss das Empirische durch das Plausible ersetzt werden. Auf Basis einer systematischen Literaturanalyse, die regelmäßig aktualisiert wird, sowie unterschiedlichen Datenerhebungen zu Schäden durch Extremwetterereignisse werden plausible Szenario-Parameter abgeleitet, womit Szenario gestützt eine wahrscheinliche Abschätzung der zukünftig zusätzlich anfallenden Klimaschäden und notwendigen Anpassungsmaßnahmen gegeben werden kann. Grundsätzlich ist zu beachten, dass nur monetarisierbare Schäden im ökonomischen Modell berücksichtigt werden können, wodurch die Abschätzung eine konservative Untergrenze darstellt.

Im Folgenden werden die Annahmen für die INFORGE-Basisprojektion dargelegt. Sie werden jährlich überprüft und ggf. angepasst. Stand der Arbeiten ist Frühjahr 2026.

1.1 Darstellung der Klimafolgen im ökonomischen Modell

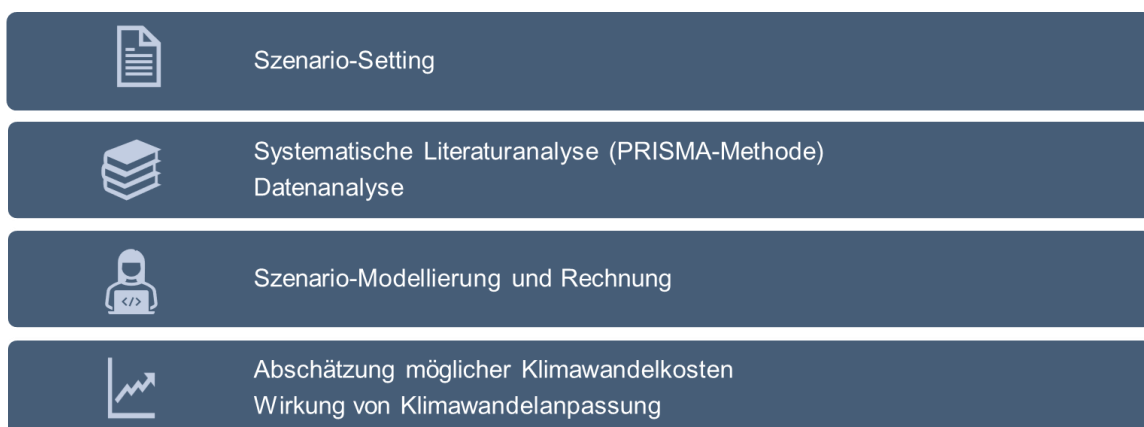
Die genaue Höhe der zukünftig auftretenden Klimaschäden ist ungewiss: Extremwetterereignisse nehmen zwar an Häufigkeit und Intensität zu, der exakte Zeitpunkt, Ort und Schwere sind aber unbekannt. Um eine Einschätzung über die Höhe der zusätzlichen

Klimawandelkosten in Zukunft zu gewinnen, haben wir bisher basierend auf Vergangenheitswerten einen Benchmark abgeleitet, der den Rahmen für eine mögliche Entwicklung vorgibt. Dieser Benchmark beruhte auf Arbeiten von Trenczek et al. (2022a, S. 12) im Rahmen des Projekts „Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland“ in Kombination mit aktuellen Ergebnissen aus dem Naturgefahrenreport des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (<https://www.gdv.de/gdv/statistik>). Dieses Verfahren stellen wir aus zwei Gründen um: (1) Die Datengrundlagen von GDV und Prognos passen zunehmend schlechter zusammen, da die Bewertung der Schäden bei der GDV zu aktuellen Preisen geschieht und die Prognos-Zahlen „fest“ liegen. (2) Ferner hat sich die Erkenntnislage bei uns bezüglich der möglichen branchenspezifischen Wirkungen verbessert, so dass auch ohne die sonst übliche „Haltelinie“ Annahmen getroffen werden können.

Was bedeutet das für die Annahmen? Es wird sich vor allem die Annahme zu den Versicherungen substanziell ändern, da nun hier nicht mehr auf die vorweg vorgenommene Abschätzung der Schäden gezielt wird, sondern nun die Versicherungskosten direkt aus den GDV zahlen erschlossen werden. Insgesamt wählen wir für das Annahmen-Setting einen Desk-Research Ansatz mit systematischer Literatursuche nach dem PRISMA-Ansatz und quantitativer Auswertung datensatzbasierter Recherchen.

Einen Überblick über das Verfahren gibt Abbildung 1. In einem ersten Schritt, dem Szenario-Setting, wird zur Ableitung von relevanten Parametern im Rahmen der Szenario-Analyse festgelegt, welche Klimawirkungen dem Klimawandel zugeschrieben werden können und welche Handlungsfelder dadurch ein hohes Klimarisiko tragen und zudem von ökonomischer Bedeutung sind. Für die ausgewählten Klimawirkungen und Handlungsfelder werden anschließend aus der Literatur und aus Datenbanken geeignete Parameter abgeleitet. Diese finden mittels Szenario-Rechnung Eingang in das makroökonomische Modell INFORGE. Der Vergleich der Modellrechnung ohne voranschreitenden Klimawandel und der Modellversion mit Klimawandelparametern, gibt schließlich eine Größenordnung der zukünftigen möglichen Klimawandelkosten. Unter Parameter-setzung zu Maßnahmen der Klimawandelanpassung kann zudem die Wirkung von Klimawandelanpassung abgeschätzt werden.

Abbildung 1: Übersicht über Methodik zur modellbasierten Bestimmung der Klimawandelfolgen



Quelle: eigene Darstellung

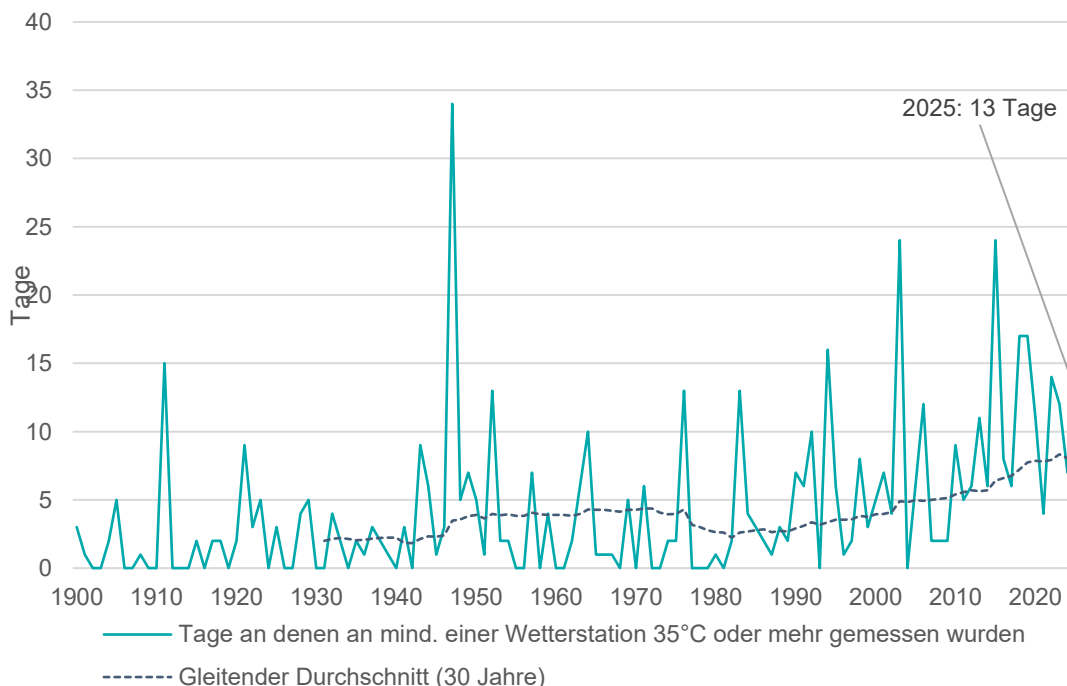
1.2 Wetter, Extremereignisse und Klimawandel

Es ist schwer, aus volkswirtschaftlicher Sicht Aussagen zu Wetter oder gar Klima zu treffen. Die folgenden Abbildungen zu Temperatur, Hitzetagen, Windtagen und Regenextremen dienen hier insbesondere dazu, zu prüfen, ob die Annahmen zu zunehmenden Klimafolgen plausibel sind. Die entsprechenden Werte wurden aus der Datenbank des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bezogen. Sollte auf Basis der Indikatoren zu erkennen sein, dass die Dynamiken nicht linear sind, müsste zudem über einen überproportionalen Anstieg der Klimawandelfolgen mit den damit verbundenen Kosten nachgedacht werden.

1| Hitzetage

Die Zahl der Tage, an denen in mindestens einer Wetterstation in Deutschland mehr als 35°C gemessen wurden, ist in Abbildung 2 für den Zeitraum zwischen 1900 und 2025 dargestellt. Ergänzt ist der gleitende Durchschnitt der letzten 30 Jahre. Der Höchstwert wurde im „Steppensommer“ 1947 mit insgesamt 34 Hitzetagen gemessen, wodurch der gleitende Durchschnitt in der Folgeperiode spürbar geprägt ist. Ab Mitte der 1980er Jahre steigt der gleitende Durchschnitt der Hitzetage beginnend von einem Niveau von 2,2 Tagen wieder kontinuierlich an. Sommer mit Tagen über 35°C bilden nicht mehr die Ausnahme, sondern die Regel. Im Jahr 2025 liegt der gleitende Durchschnitt der letzten 30 Jahre bei 8,2 Tagen, wobei die Jahre 2018 bis 2025 mit Ausnahme der Jahre 2021 und 2024 alle zweistellige Werte aufweisen. Das Jahr 2025 war mit 13 Tagen über 35°C wieder mehr von Hitzetagen betroffen als das Jahr davor.

Abbildung 2: Anzahl der Tage, an denen an mindestens einer Wetterstation in Deutschland 35 °C oder mehr gemessen wurden, 1900 bis 2025



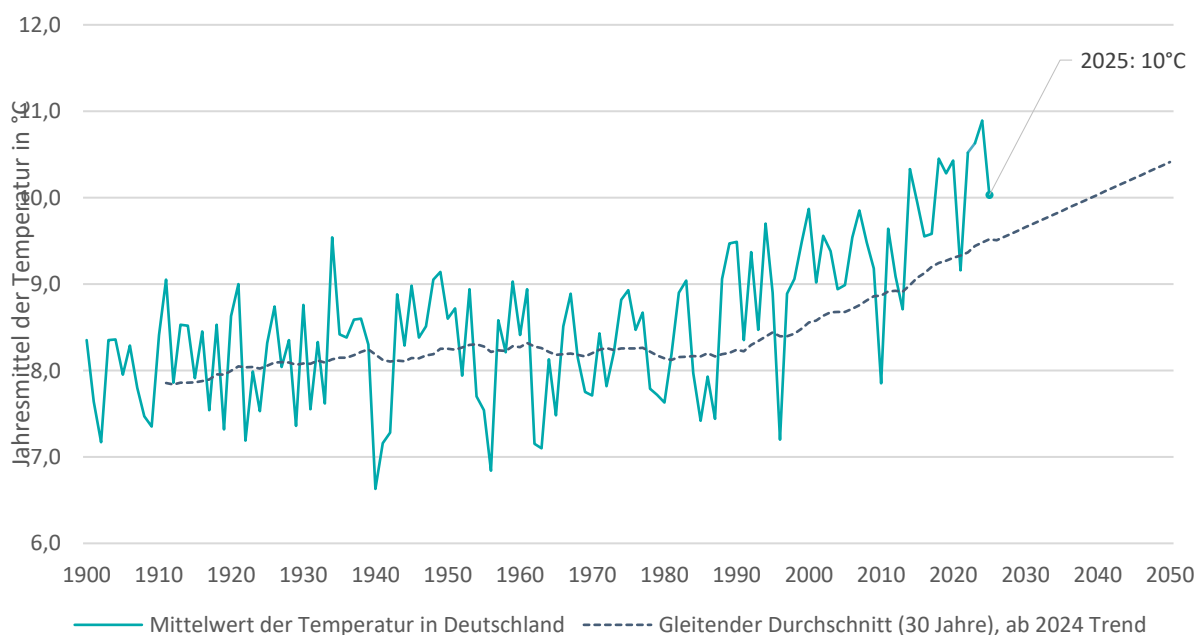
Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD 2023), eigene Darstellung

2| Jahresmittel der Lufttemperatur in Deutschland

Das Jahresmittel der Lufttemperatur im Zeitraum von 1900 bis 2025 ist in Abbildung 3 dargestellt. Hinzugefügt wurde ein gleitender Durchschnitt der letzten 30 Jahre, welcher einen Anstieg der Temperatur über den beobachteten Zeitraum erkennen lässt. Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) empfiehlt bei solch langfristigen Auswertungen zur Erfassung von Klimaveränderungen, Mittelwerte über einen Zeitraum von 30 Jahren zu bilden. Des Weiteren wurde ein gleitender Durchschnitt um einen Trend bis zum Jahr 2050 erweitert. Dieser zeigt einen stetigen Anstieg des Jahresmittels der Temperatur. Auffällig ist, dass seit 1990 nur vier (von 35) Jahreswerten unter dem gleitenden Durchschnitt lagen. Das PIK prognostiziert eine Jahresmitteltemperatur für den Zeitraum 2031 bis 2060 von $10,5^{\circ}\text{C}$, was den abgebildeten Trend widerspiegelt.

Allerdings sieht es seit den 1990er Jahren so aus, als würden der gleitende 30-Jahres-Durchschnitt und die Entwicklung der Jahreswerte langsam auseinanderlaufen. Dies würde auf eine Beschleunigung im Anstieg der Durchschnittstemperatur hindeuten. Ein linearer Trend bis 2050 wäre damit sehr unwahrscheinlich. Die Temperaturen könnten bis 2050 durchaus Werte über $10,5^{\circ}\text{C}$ annehmen. Die Folge wäre eine stärkere Zunahme in Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen. Die nachfolgenden Ergebnisse wären also selbst für eine konservative Abschätzung noch zu niedrig.

Abbildung 3: Jahresmittel der Temperatur in Deutschland von 1900 bis 2025



Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD 2023), eigene Darstellung

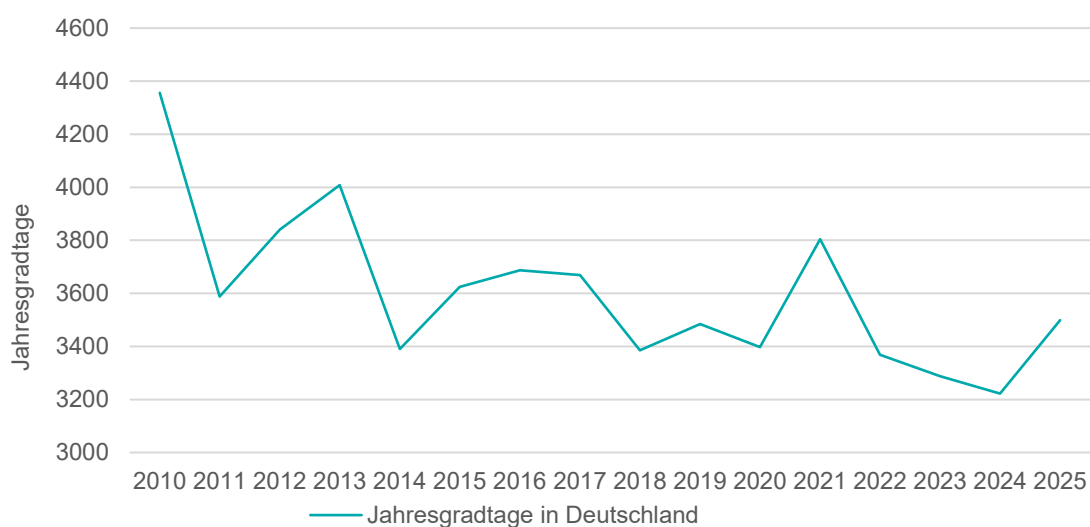
3| Jahresgradtage

In Abbildung 4 sind die Jahresgradtage als Mittel für Deutschland in dem Zeitraum von 2010 bis 2025 abgebildet. Hierfür wurde ein Mittelwert aller monatlichen „Gradtage“ jeder Wetterstation in Deutschland gebildet und diese für das entsprechende Jahr aufsummiert. Ein Gradtag berechnet sich durch die Differenz zwischen Raumtemperatur und

der Tagesmitteltemperatur (Grad Celsius). Die Raumtemperatur ist bei 20 Grad Celsius festgelegt. Es werden nur die Tage gezählt, an denen das Tagesmittel der Außentemperatur niedriger als 15 Grad Celsius liegt, da dies als Heiztag definiert ist. Ein höherer Wert der Jahresgradtage kann potenziell einem höheren jährlichen Heizenergiebedarf entsprechen.

In dem abgebildeten Zeitraum lässt sich eine abnehmende Tendenz der Jahresgradtage beobachten. Im Jahr 2010 lag der Wert des Jahresgradtag bei 4315. Dieser Wert wurde seitdem nicht mehr erreicht. Allein das Jahr 2013 mit einem Wert von 3979 und 2021 mit einem Wert von 3773 stechen heraus.

Abbildung 4: Jahresgradtage von Deutschland im Zeitraum von 2010 bis 2025

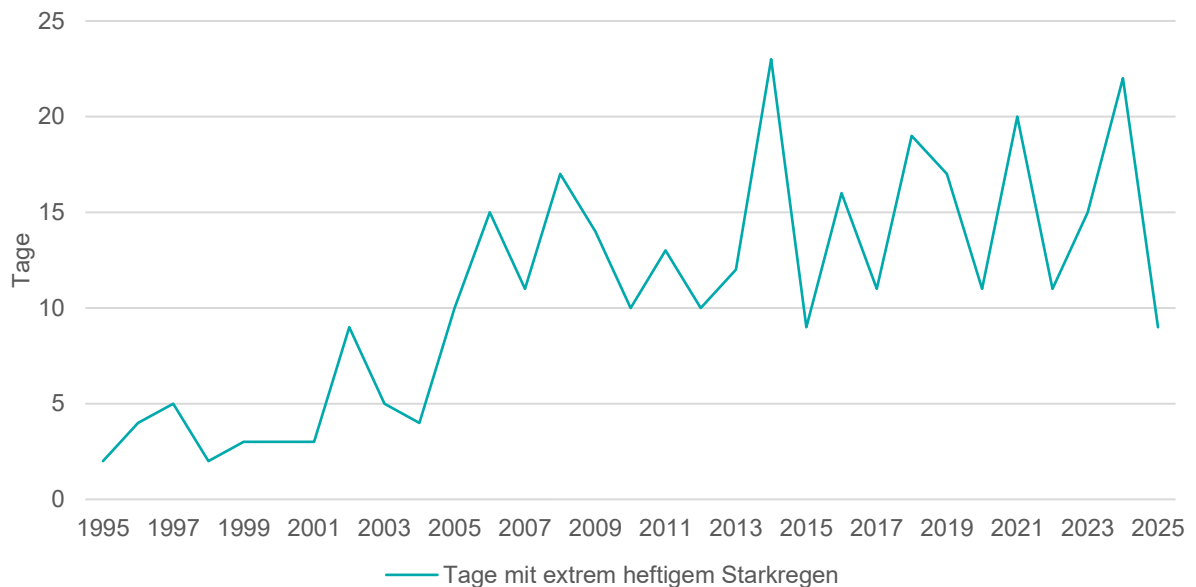


Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD 2023), eigene Darstellung

4| Starkregenereignisse

Abbildung 5 zeigt, an wie vielen Tagen in einem Jahr mindestens an einer Wetterstation in Deutschland die Warnstufe „Extrem heftiger Starkregen“ gemessen wurde. Der Schwellenwert dieser Warnstufe liegt bei >40 mm Niederschlagshöhe in einer Stunde, was 40 l/m² in einer Stunde entspricht und vom Deutschen Wetterdienst definiert ist. Zu erkennen ist, dass die Beobachtungen von extremen Starkregen vor allem seit 2004 zugenommen haben und die Spitze im Jahr 2014 liegt, in dem an 23 Tagen ein Starkregen dieser Stärke beobachtet wurde. Im Zeitraum 2015 bis 2025 schwankt das Ausmaß der Tage, an denen ein Starkregen dieser Stufe beobachtet wurde. Dementsprechend wurden 2015 und 2025 neun Tage, 2017, 2020 und 2022 elf Tage mit einem heftigen Starkregen gezählt, wohingegen 2018, 2019, 2021 und 2023 immer mindestens fünfzehn Tage mit einem solchen Starkregen gezählt wurden. Das Jahr 2024 sticht mit 22 Tagen heraus.

Abbildung 5: Anzahl der Tage, an denen an mindestens einer Wetterstation in Deutschland eine Niederschlagshöhe von 40 mm pro Stunde oder mehr gemessen wurde, 1995 bis 2025



Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD 2023), eigene Darstellung

5| Tage mit Bodenfeuchte <30 % nFK

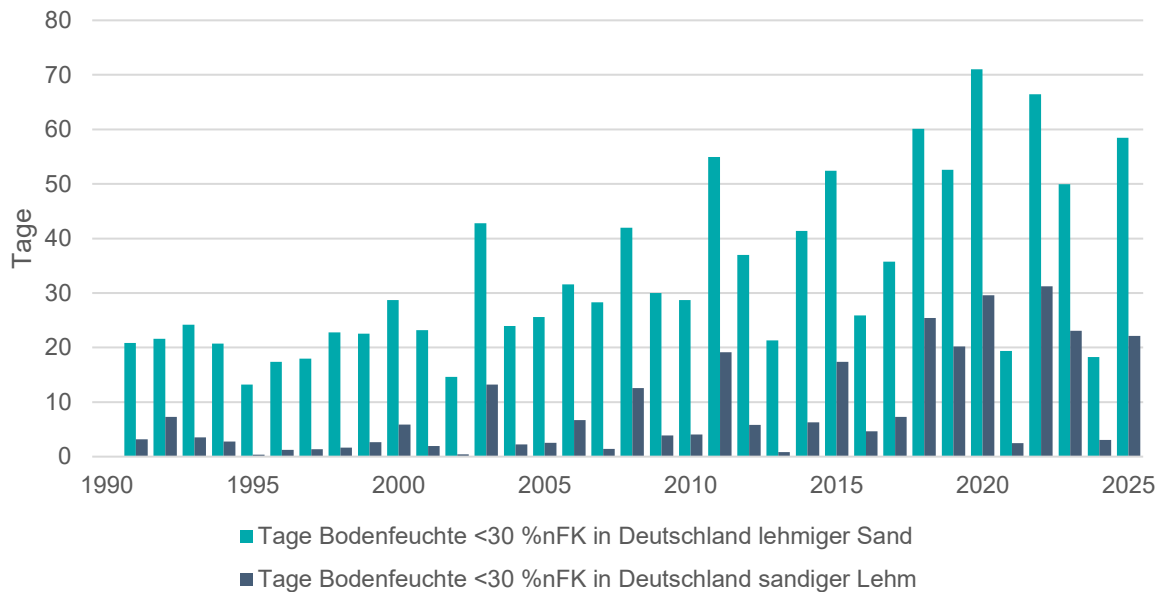
Um Trockenheit abzubilden, kann der Indikator Bodenfeuchte, welcher in Prozent der nutzbaren Feldkapazität (%nFK) angegeben wird, herangezogen werden. Die nutzbare Feldkapazität (nFK) ist ein Begriff, der den maximalen Wassergehalt eines Bodens beschreibt, den Pflanzen effizient nutzen können. Sie stellt den Anteil des Bodenwassers dar, der von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden kann. Die nFK wird in Prozent ausgedrückt und variiert je nach Bodentyp. Bei einer Bodenfeuchte von 30–40 %nFK nimmt die Photosynthese-Leistung und somit das Wachstum der Pflanze stark ab und wird hier als kritische Schwelle definiert.

Abbildung 6 bildet die mittlere Anzahl der Tage mit Bodenfeuchtwerten unter 30 %nFK für die Kultur Winterweizen ab. Miteinbezogen wurden nur die Monate März bis Juli, da dies die Hauptwachstumszeit des Winterweizens ist. Ein großer Einfluss auf die Bodenfeuchte hat die Art des Bodens, weshalb die Bodenfeuchte auf lehmigem Sand (leichterer Boden) und die Bodenfeuchte auf sandigem Lehm (schwererer Boden) dargestellt ist. Ein schwerer Boden kann mehr Wasser zwischenspeichern und somit Trockenperioden besser überbrücken.

Bei beiden Indikatoren ist zu erkennen, dass die mittlere Anzahl der Tage, an denen der kritische Schwellenwert von <30 %nFK in Deutschland unterschritten wurde, in dem betrachteten Zeitraum von 1991 bis 2025 zugenommen hat.

Da der lehmige Sandboden das Wasser weniger gut speichern kann als der sandige Lehm Boden, wird die Schwelle von <30 %nFK bei leichten Böden häufiger unterschritten als bei schwereren (<https://www.umweltbundesamt.de/monitoringbericht-2015-klimaentwicklung-in#--5>).

Abbildung 6: Mittlere Anzahl der Tage mit Bodenfeuchtwerten <30 %nFK auf lehmigem Sand- und sandigem Lehmboden in Deutschland, 1991 bis 2025



Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD 2023), eigene Darstellung

6| Zukünftige Klimaentwicklung

Klimaprojektionen, u. a. des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2023), liefern auf Basis von Szenarien und zahlreichen Annahmen Einschätzungen zur Entwicklung des Klimas in weiter Zukunft. Den Modellrahmen gibt das World Climate Research Programme (WCRP) vor. Es liefert auch die Basis der Repräsentativen Konzentrationspfade (RCP) des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Die Ergebnisse stellen keine Wettervorhersagen dar und geben keinen Aufschluss über den exakten Zeitpunkt und Ort von Extremwetterereignissen. Vielmehr lassen sich aus den Rechenergebnissen nur Tendenzen zu Extremwetterereignissen ableiten.

Das hier verwendete Modell ist kein Klimamodell und wird auch nicht direkt mit den physischen Ergebnissen aus den Klimamodellen verknüpft (vgl. Stöver et al. 2022). Vielmehr werden aus den zukünftig zu erwartenden Extremwetterereignissen Narrative zu den wirtschaftlichen Konsequenzen entwickelt und daraus Szenariogrößen abgeleitet, wodurch die Auswirkung des Klimawandels auf wirtschaftliche und sozioökonomische Größen abgeschätzt werden kann.

Nach Lange et al. (2020) nimmt die Fläche, die jährlich Extremwetterereignissen ausgesetzt ist, bei einer globalen Erwärmung von 2 Grad weltweit um mehr als das Fünffache zu. Diese Zunahme wird vor allem von Dürren und Hitzewellen getrieben, aber auch andere Extremwetterereignisse wie Überschwemmungen, Feuer oder Zyklone tragen dazu bei. In IPCC (2021, S. 9) wird festgestellt, dass die Häufigkeit von global auftretenden Hitzewellen und Dürren sehr wahrscheinlich („high confidence“) zunimmt und mit mittlerer Sicherheit („medium confidence“) die Zahl der Feuerwetter („fire weather“) in einigen Regionen aller bewohnten Kontinente sowie der Überschwemmungen an einigen Orten steigt.

Die Extremwetterereignisse, welche sich nach derzeitigem Kenntnisstand mit dem Klimawandel in Deutschland in Verbindung bringen lassen, sind Starkregen, Hochwasser, Hitzewellen und Dürren (Trenczek et al. 2022b). Für Deutschland werden hinsichtlich der Extremwetterereignisse zukünftig folgende Trends erwartet (Brienen et al. 2020):

- Zunahme der Häufigkeit und Anstieg der Intensität von **Hitzewellen**
- Bestehende Trends zu **Niedrigwasserereignissen** verstärken sich voraussichtlich
- Deutliche Zunahme der Häufigkeit und der Intensität von **Starkregen**

Auf Basis der Klimaprojektionen für Deutschland ist also davon auszugehen, dass die Zahl der Extremwetterereignisse in Deutschland zunimmt – mit einer jeweils weiter steigenden Intensität der Schäden. Dies ist umso mehr der Fall, wenn Anpassungsmaßnahmen ausbleiben.

1.3 Die Annahmen zu den Effekten des Klimawandels

Die Auswahl der Klimawirkungen und die Identifikation der jeweiligen Eingriffsstellen im Modell beruhen auf der Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) 2021 (Kahlenborn et al. 2021). Sie liefert eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie in Deutschland und analysiert sowohl die unmittelbaren Risiken des Klimawandels für Deutschland als auch die Möglichkeiten, diese Risiken durch Anpassung zu adressieren. Die KWRA 2021 umfasst 13 übergeordnete Handlungsfelder, welche den fünf Clustern „Land“, „Wasser“, „Infrastruktur“, „Wirtschaft“ und „Gesundheit“ zugeordnet sind, sowie 102 einzelne Klimawirkungen. Die Klimawirkungen werden hinsichtlich des Risikos, das durch Klimawandel für die Gegenwart, die Mitte des Jahrhunderts und das Ende des Jahrhunderts entsteht, bewertet. Für die 29 größten Klimarisiken wurden Anpassungsmöglichkeiten identifiziert und abgeschätzt, wie hoch die Wirkung der Anpassungsmöglichkeiten bis zur Mitte des Jahrhunderts auf die Klimarisiken ist. Durch die Bewertung ist es möglich, die Handlungsfelder mit den höchsten Risiken zu identifizieren, die jeweiligen Anpassungsmöglichkeiten zu bewerten und so die größten Handlungserfordernisse zu identifizieren (Kahlenborn et al. 2021).

Die Auswahl der im Modell berücksichtigten, betroffenen Handlungsfelder und ihrer Klimawirkungen, welche als Szenario-Rahmen dienen, erfolgt in mehreren Schritten. Das Vorgehen orientiert sich an Wolter et al. (2023) und wurde seitdem weiterentwickelt und angepasst:

- Es werden die Handlungsfelder aus der KWRA ausgewählt, die ein hohes Risiko für eine negative Betroffenheit durch den Klimawandel aufweisen. Dabei wird darauf geachtet, dass insbesondere nachgelagerte Handlungsfelder gewählt werden, also Handlungsfelder, die am Ende einer Wirkungskette stehen und einen direkten ökonomischen Effekt aufweisen. Die Effekte müssen sich zudem in ökonomischen Größen im Modell abbilden lassen.
- Ergänzt werden die Handlungsfelder um Klimawirkungen, welche viel in der Literatur diskutiert und analysiert werden. Es wird unterstellt, dass viel Aufmerksamkeit mit einem entsprechend hohen Handlungsdruck einhergeht und sie daher besonders relevant sind. Dazu werden die systematischen Literaturanalysen

aus den Projekten „Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland“, „Auswirkungen des Klimawandels, des Klimaschutzes und der Klimaanpassung auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland“ und „Nachhaltige Finanzierungsmodelle für eine resiliente Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen“ regelmäßig durch aktuelle Veröffentlichungen auf aktuellen Stand gebracht.

- Zusätzlich wird von den Handlungsfeldern und den diskreten Ereignissen abstrahiert und ein kontinuierlicher Verlauf modelliert. Als Basis hierfür dienen Datenbanken von GDV und der Europäischen Kommission.

Die ausgewählten Handlungsfelder und die zugehörigen Klimawirkungen sind in Tabelle 1 detailliert dargestellt.

Tabelle 1: Im Klimaszenario berücksichtigte Handlungsfelder und die jeweiligen Klimawirkungen

Handlungsfeld	Klimaereignis und Klimawirkung
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft	Auslöser: Extremwetterereignisse (v.a. Hitze und Dürre, aber auch Starkregen und Überschwemmungen) Klimawirkung: höherer Einsatz und Bedarf von Wasser, Grundwasserqualität, Funktionsfähigkeit von Netzen und Kläranlage
Landwirtschaft	Auslöser: weltweite Extremwetterereignisse (Starkregen, Überschwemmungen, Hitze und Dürre, Stürme) Klimawirkung: Ertragsverluste in der Landwirtschaft
Wald- und Forstwirtschaft	Auslöser: weltweite Extremwetterereignisse (Starkregen, Überschwemmungen, Hitze und Dürre, Stürme) Klimawirkung: geringere Erträge in der Wald- und Forstwirtschaft
Fischerei	Auslöser: Anstieg bzw. hohe Schwankungen der Meerestemperatur Klimawirkung: Artensterben, Fischkrankheiten, Algen, verändertes Laichverhalten
Schifffahrt (Industrie und Gewerbe)	Auslöser: Hitze und Dürre (Niedrigwasser) Klimawirkung: geringere Schiffbarkeit, Beeinträchtigung des Warenverkehrs
Versicherungen	Auslöser: Starkregen, Hochwasser, Sturmflut, Überschwemmungen Klimawirkung: Beschädigung und Zerstörung von Gebäuden, Siedlungen und Infrastruktur
Rückstellungen (Industrie und Gewerbe, Staat, private Haushalte)	Auslöser: Starkregen, Hochwasser, Sturmflut, Überschwemmungen Klimawirkung: Beschädigung und Zerstörung von Gebäuden, Siedlungen und Infrastruktur
Menschliche Gesundheit	Auslöser: Hitze, Erwärmung Klimawirkung: Belastung der menschlichen Gesundheit und des Gesundheitssystems, Allergien, verminderte Produktivität

Quelle: eigene Darstellung und Auswertung auf Basis der KWRA 2021

Bei der Beschreibung der einzelnen gesetzten Annahmen für das Klimaszenario ist im Folgenden zu beachten, dass es nicht die eine Referenzstudie oder gar gesicherte

Erkenntnisse für die Zukunft gibt. Für die Wahl der Szenario-Parameter werden daher unterschiedliche wissenschaftliche Veröffentlichungen und Studien gegeneinander abgewogen und mit Vergangenheitswerten und eigenen Erkenntnissen abgeglichen. Die gesetzten Annahmen werden zudem möglichst genau beschrieben, damit sie falsifiziert werden können.

Im Folgenden werden die einzelnen Annahmen für die in Tabelle 1 als relevant identifizierten Handlungsfelder dargelegt.

1| Wasserwirtschaft:

Der Klimawandel bewirkt, dass zum einen die globale Durchschnittstemperatur steigt, wodurch Jahreszeiten wärmer werden und damit im Sommer häufiger und intensivere Hitzewellen vorkommen werden. Zum anderen ändern sich die Niederschlagsmuster dahingehend, dass es zu intensiveren und häufigeren Regenfällen insbesondere im Herbst und Winter kommen kann und im Sommer Starkregenereignisse zunehmen. Ein niedriger Wasserstand in Flüssen infolge von Hitze und Dürre führt zu weniger Grundwasserneubildung. Verstärkend kann hinzukommen, dass trotz Niederschlagszunahmen ein positiver Einfluss auf den Grundwasserstand durch Verdunstung nicht eintreten kann. Als Folge stellt sich ein geringeres Wasserangebot ein.

Es wird angenommen, dass der anteilige Verbrauch von Wasser für die Leistungserstellung in der Wirtschaft bis 2050 aufgrund von Hitze und Dürre zusätzlich um 10 % steigt. Zur Einordnung der Annahmen wird der volkswirtschaftliche Anteil des preisbereinigten Einsatzes von „Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung“ an der preisbereinigten gesamtwirtschaftlichen Produktion auf Basis der Input-Output-Rechnungen des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 2010 bis 2019 herangezogen. Bereits in der Vergangenheit stieg der Anteil jährlich um 2,1 % und in den kommenden 30 Jahren kommt durch die Annahme eine Wachstumssteigerung von 0,3 % pro Jahr hinzu. Diese grundsätzliche Bedarfssteigerung von Wasser deckt sich mit den Ergebnissen von Egerer et al. (2023), Bender et al. (2021) sowie Fliß et al. (2021).

Es wird allerdings nicht nur angenommen, dass mehr Leistungen der Wasserwirtschaft nachgefragt werden, sondern auch, dass die Wasserwirtschaft die Art und Weise ihrer Leistungserstellung verändert. Mit den Temperaturen steigen auch die Anforderungen an die Wasserbereitstellung und -aufbereitung (Bender et al. 2021). Ähnliches gilt bei Starkregen und Hochwasser, wodurch z. B. Verschmutzungen und Beschädigungen der Infrastruktur aufwändige Wartungs- und Reinigungsarbeiten nach sich ziehen (Bender et al. 2021). Um die Wasserqualität auch zukünftig gewährleisten zu können, werden Anpassungen an den Leitungen, Bauwerken und der Wasserbereitstellung vorgenommen. Genauer nehmen der Einsatz von Strom, Baumaßnahmen und Verwaltung sowie Ingenieurleistung bis 2050 um 45 bzw. 30 % für Letztere zu. Im Ergebnis wird also nicht nur mehr Wasser eingesetzt, sondern das auch zu höheren Herstellungspreisen. Von einem zusätzlichen Eingriff bei der Preissetzung der Wasserwirtschaft – z. B. zur Verbesserung der Ertragslage der Unternehmen der Wasserwirtschaft angesichts der knappen Ressource Wasser – wurde abgesehen.

Zur **Einordnung**: Die Wasserwirtschaft hatte 2025 einen geschätzten Produktionswert in Höhe von ca. 13 Mrd. Euro (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von IN-FORGE). Die Kostensteigerungen verursachen einen kumulierten ökonomischen Schaden bis 2050 in Höhe von etwa 0,4 Mrd. Euro. Im Jahr 2050 fällt das preisbereinigte BIP also um 0,002 % niedriger aus. Die Anzahl der Arbeitsplätze nimmt bis 2050 langsam zu und liegt dann um ca. 4 000 Stellen höher.

2| Landwirtschaft: Es ist zu erwarten, dass sich durch global auftretende unterschiedliche Extremwetterereignisse (Hitze, Dürre, Starkregen) die Erträge in der Landwirtschaft weltweit verringern (Batten et al. 2020; Peter et al. 2020; Winne & Peersman 2021). Die Verringerung der landwirtschaftlichen Produktivität mit einhergehenden niedrigeren Erträgen lässt sich als Folge des Klimawandels bereits beobachten (IPCC 2022; OECD 2021; Renner et al. 2021). Zukünftig werden die Verluste und Schäden mit hoher Wahrscheinlichkeit noch weiter zunehmen (IPCC 2022). Dadurch entstehen weltweit Knappheiten, die zu Preissteigerungen bei landwirtschaftlichen Produkten mit entsprechend preistreibenden Effekten bei nachgelagerten Industrien und Lebensmittelpreisen führen können (Batten et al. 2020; Peter et al. 2020; Winne & Peersman 2021), wobei die Spannen für die Importpreissteigerungen von Agrarprodukten abhängig von der Region und der Produktart zwischen 3 und 123 % geschätzt werden (Nguyen et al. 2024; Peter et al. 2020; Ren et al. 2018; Wang et al. 2018).

Es wird angenommen, dass die Importpreise für Landwirtschaftsprodukte bis 2050 um 20 % steigen. Zum Vergleich: Der Preisanstieg für den vergangenen Vergleichszeitraum (1998 bis 2024) beträgt 49 %. Insbesondere in den letzten zehn Jahren (2014 bis 2024) hat die durchschnittliche jährliche Preisentwicklung deutlich zugelegt mit 2,7 % p. a. gegenüber 1,1 % p. a. für den gesamten Beobachtungszeitraum (1991 bis 2024). Allerdings gibt es noch weitere Einflussfaktoren wie die Produktion für Biokraftstoffe, Handelsbarrieren, Inflation etc., die zu dem Preisanstieg in der Vergangenheit beigetragen haben, sodass er nicht allein dem Klimawandel zugeschrieben werden kann.

Mit der Annahme eines 20-prozentigen Preisanstiegs bei den Importpreisen für Landwirtschaftsprodukte wird trotzdem von einer weltweiten klimawandelbedingten, deutlichen Verknappung ausgegangen. Da Nahrungsmittelprodukte in der Produktion unmittelbar nachgelagert sind, wird für importierte Nahrungsmittelprodukte ein Aufschlag von 5 % unterstellt. Er ist geringer, da Agrarrohstoffe nur zu einem geringen Teil in die Leistungserstellung der Nahrungsmittelindustrie eingehen. Arbeitseinsatz, Maschineneinsatz und andere Leistungen kommen hinzu. In Deutschland beträgt der anteilige Input von Agrarrohstoffen an der Produktion der Nahrungsmittelindustrie zwischen 20 und 25 %. Zudem wird angenommen, dass die Notwendigkeit zu importieren trotz der Preissteigerungen für importierte Produkte unverändert bleibt. Entsprechend werden die Mengenreaktionen auf die Preissteigerungen kompensiert. Die Importumsätze steigen dadurch um 10 % stärker. Ferner werden die Agrarflächen in Deutschland durch Flächenkonkurrenz zwischen Industrie, Haushalten, Bauern und Natur knapper, d. h. die Kosten für Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens werden teurer, wenn es um die Suche, Vermittlung und Verwaltung von Liegenschaften geht. Unterstellt wird eine zusätzliche Steigerung von 50 % bis 2050. Zum Vergleich: In den letzten zehn

Jahren stiegen die Herstellungspreise des Grundstücks- und Wohnungswesens um 30 %.

Zur **Einordnung**: Die Landwirtschaft hatte 2025 einen geschätzten Produktionswert in Höhe von gut 70 Mrd. Euro (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von INFORGE). Die Kostensteigerungen verursachen einen kumulierten ökonomischen Schaden bis 2050 in Höhe von fast 160 Mrd. Euro. Im Jahr 2050 fällt das preisbereinigte BIP dadurch also um 0,3 % niedriger aus. Die Anzahl der Arbeitsplätze reduziert sich 2050 um insgesamt fast 60 000. Die deutlich höheren indirekten Wirkungen sind auf die Position der Landwirtschaft in den Wertschöpfungsketten (Rohstofflieferant) und die Folgen von Preissteigerungen auf die Konsumausgaben der privaten Haushalte zurückzuführen.

3| Forstwirtschaft: Hitze und Dürre erhöhen das Risiko von Waldbränden, Baumsterben, Schäden durch Schadorganismen und mindern dadurch die Nutzfunktion der Wälder für den Holzertrag (Allen et al. 2015; Buth et al. 2015; Renner et al. 2021). So wird die Nutzfunktion der Wälder maßgeblich von der effektiven Wasserbilanz, der Zusammensetzung der Wälder, den regionalen Gegebenheiten, aber auch direkt von der Temperatur beeinflusst (Allen et al. 2015; Buth et al. 2015; Lantz et al. 2022). Daneben spielen sekundäre Klimawirkungen wie Schäden durch Schadorganismen, Wind, Art der Hitze und Waldbrand eine Rolle, wobei Schäden durch Schadorganismen vom Temperaturverlauf und Niederschlag bestimmt werden (Buth et al. 2015). Vor diesem Hintergrund wird erwartet, dass die Wälder überall auf der Welt vom Klimawandel betroffen sind. Durch Stürme, Trockenheit etc. geht der Ertrag in der Forstwirtschaft global zurück und führt weltweit zu einem knapper werdenden Angebot mit steigenden Preisen. In Deutschland lassen sich die Folgen des Klimawandels dadurch beobachten, dass die Kronenverlichtung kontinuierlich zunimmt und die Absterberate seit 2019 nach oben aus dem langfristigen Mittel ausbricht (BMLEH 2025a). Zudem nimmt die Landfläche für eine potenzielle Waldnutzung tendenziell ab (Alegria et al. 2020) und während Laubholz zukünftig bestenfalls einen unverändert hohen Ertrag liefern könnte, ist bei Nadelholz ein Ertragsverlust von bis zu 26 % möglich (Lantz et al. 2022). Die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung geht bis 2052 für Deutschland von einem Rückgang des Rohholzpotenzials aus: von fast 90 Mio. qm/a 2023–2027 auf ca. 75 Mio. qm/a 2048–2052 (BMLEH 2025b).

Zwar werden als Anpassungsmaßnahme bei Wiederaufforstung Umwandlungen in den Wäldern vorgenommen, wodurch sich die Angebotsmenge und Preise langfristig stabilisieren, allerdings müssen vorher v.a. die Kiefern und Fichten (zu früh) geschlagen und neue klimaresistente Bäume gezogen werden. Zudem ist es möglich, dass durch die wachsende Vulnerabilität der Wäldern das Baumsterben schneller ist als die Wiederaufforstung (Allen et al. 2015). Die Umwandlung in resiliente Wälder vollzieht sich in jedem Fall sehr langwierig, sodass Jahre bis zu einer Stabilisierung der Holzmengen und damit der Preise vergehen werden.

Entsprechend werden hier mittelfristig Aufschläge auf die Importpreise für den Rohstoff (+30 % bis 2050) und verarbeitete Holzprodukte (+8 % bis 2050) angenommen. Wie bei der Landwirtschaft wird berücksichtigt, dass der Einfluss auf die verarbeiteten Produkte geringer ist, da zur Produktion weitere Kostenkomponenten hinzukommen. Die

Holzwirtschaft steht wie die Landwirtschaft in Flächenkonkurrenz. Die Folge ist auch hier ein deutlicher Aufschlag auf die bezogenen Leistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens (+50 % bis 2050). Auch kommt hinzu, dass der Schädlingsbefall (Stichwort „Borkenkäfer“) vor allem bei der weit verbreiteten Baumart Fichte vermehrt aufgrund der Trockenheit im Sommer zu beobachten sein wird. Entsprechend werden viele Bestände abgeschrieben werden müssen – also nicht mehr oder nicht mehr vollumfänglich einer ökonomischen Verwertung zu Verfügung stehen. Ohne Gegenmaßnahmen werden sich die Abschreibungen daher voraussichtlich verdoppeln.

Zur **Einordnung**: Die Forstwirtschaft hatte 2025 einen geschätzten Produktionswert in Höhe von ca. 8 Mrd. Euro (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von INFORGE). Die Kostensteigerungen verursachen einen kumulierten ökonomischen Schaden bis 2050 in Höhe von ca. 20 Mrd. Euro. Im Jahr 2050 fällt das preisbereinigte BIP also um 0,05 % niedriger aus. Die Anzahl der Arbeitsplätze liegt 2050 um insgesamt fast 5 000 niedriger. Die deutlich höheren indirekten Wirkungen sind auf die Position der Forstwirtschaft in den Wertschöpfungsketten (Rohstofflieferant) zurückzuführen.

4| Fischerei: Fisch und Fischereiprodukte werden in Deutschland zum überwiegenden Teil importiert. Der Klimawandel bewirkt abhängig von der Fischart und der Region Veränderungen in der Häufigkeit und Verteilung der Fischbestände (Sailley et al. 2025). Die unterschiedlichen Reaktionen sind auf Unterschiede in der Physiologie, der bestehenden Nahrungsnetze und den physikalischen Eigenschaften der Lebensräume zurückzuführen, wobei neben der Wassererwärmung weitere Einflussfaktoren wie das sauerstoffbegrenzte Fischwachstum, Veränderungen des pH-Werts etc. eine Rolle spielen (Sailley et al. 2025). Die Erwärmung und veränderte Sekundärproduktion der Weltmeere können zu einer Verschiebung der Artenbestände führen, d. h. einige Fischarten wandern ab und werden durch andere Fischarten ersetzt (Sailley et al. 2025; Oesterwind et al. 2022). Bis sich die bestehenden Fischereiindustrien an die veränderten Bedingungen, d. h. Änderungen in den fischbaren Arten, anpassen und solange Fangquoten nicht angepasst werden, um den sich schnell verändernden Artenzusammensetzung und Fangmöglichkeiten Rechnung zu tragen, ist von einer Verringerung der Erträge auszugehen. Zudem könnte sich das Produktionspotenzial der marinen Aquakultur (Süßwasser und Salzwasser) in den meisten Ländern rückläufig entwickelt (Froehlich et al. 2018).

Daher gehen wir davon aus, dass die internationale Ressource „Fisch“ knapper und dadurch teurer wird. Der Importpreis steigt bis 2050 25 % stärker als ohne Klimawandel zu erwarten gewesen wäre.

Zur **Einordnung**: Die Fischerei hatte 2025 einen geschätzten Produktionswert in Höhe von ca. 1 Mrd. Euro (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von INFORGE). Die Kostensteigerungen verursachen hier einen kumulierten ökonomischen Schaden bis 2050 in Höhe von gut 3 Mrd. Euro. Die Auswirkungen auf das BIP fallen insgesamt eher gering aus. Im Jahr 2050 fällt das preisbereinigte BIP um 0,007 % niedriger aus und die Anzahl der Arbeitsplätze reduziert sich 2050 um insgesamt ca. 800.

5| Schifffahrt: Die Beeinträchtigung der Schiffbarkeit von Binnenschifffahrtsstraßen durch Niedrigwasser oder Hochwasser führt zu Beeinträchtigungen des Warenverkehrs

über Wasserstraßen. Es kommt zu Verringerungen der Transportmengen und Erhöhung der Transportkosten, sodass möglicherweise Lieferverzögerungen und/oder Verlagerungen auf andere Verkehrsträger erfolgen (Voß et al. 2021). Es ist davon auszugehen, dass Niedrigwasser an deutschen Binnenschiffahrtsstraßen in Zukunft verstärkt auftreten und intensiver werden, insbesondere ab der Mitte des Jahrhunderts (Hänsel et al. 2020; Nilson et al. 2020; Voß et al. 2021). Dies hat zur Folge, dass die Schifffahrt zunehmend Leistungen des Großhandels in Anspruch nimmt, um ihren Lieferverpflichtungen durch Lagervorhaltung nachkommen zu können, woraufhin sich ihre Leistungen verteuern. Es wird unterstellt, dass sich die bezogenen Großhandelsleistungen verdreifachen.

Zur **Einordnung**: Die Schifffahrt hatte 2024 einen geschätzten Produktionswert in Höhe von fast 40 Mrd. Euro (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von INFORGE). Die Kostensteigerungen verursachen einen kumulierten ökonomischen Schaden bis 2050 in Höhe von gut 10 Mrd. Euro. Im Jahr 2050 fällt das preisbereinigte BIP also um 0,03 % niedriger aus. Die Anzahl der Arbeitsplätze liegt 2050 um insgesamt fast 3 000 höher.

6| Gesundheit: Hitze verursacht insbesondere bei älteren Menschen gesundheitliche Belastungen (Hsiang et al. 2017), welche u. a. durch vermehrte Krankenhauseinweisungen zu höheren Gesundheitsausgaben führen (Barrage 2023; Hübler et al. 2008; Hübler 2014; Karlsson & Ziebarth 2018; Limaye et al. 2019; Schmucker 2021). Um die zusätzlichen Kosten durch Hitzetage im Gesundheitswesen abzubilden, wurden die Gesundheitsausgaben pro Kopf, Altersgruppe und Geschlecht heraufgesetzt. Für Frauen im Alter von 65 bis 80 Jahren beträgt der Zuschlag bis 2050 0,00155 %, bei Frauen älter als 80 Jahre 0,00061 %, bei Männern im Alter 65 bis 80 Jahre 0,00142 % und bei Männern älter als 80 Jahre 0,00072 %. Dadurch entstehen im Gesundheitssystem zusätzliche Ausgaben, die der Staat durch Einsparmaßnahmen für andere Leistungen kompensiert.

Hinzu kommen noch Verluste in der Jahresarbeitszeit durch allergie- und hitzestressbedingte Leistungseinbußen. Durch den klimawandelbedingten Temperaturanstieg startet die Pollensaison eher und die Pollen werden mehr und aggressiver (van Daalen et al. 2022; van Daalen et al. 2024). Zwischen 2010 und 2019 hat die Zahl der von Heuschnupfen betroffenen um 19 % zugenommen (Holstiege et al. 2021; Gutowska-Ślesik et al. 2023). Setzt man diesen Trend linear fort, sind bis 2050 ca. 10 % der Bevölkerung von Heuschnupfen betroffen, wovon ca. 4 Mio. Arbeitnehmer:innen sein werden. Es wird unterstellt, dass nur 25 % der hinzugekommenen Allergiker dem Klimawandel ursächlich zugeordnet werden können, die restlichen verteilen sich auf andere Auslöser wie z. B. Lebenswandel, Luftverschmutzung oder sterile, städtische Umgebung (Edwards-Salmon et al. 2022). Die Arbeitsleistung von unbehandelten Allergiker:innen reduziert sich um 20 bis 35 % (Zuberbier et al. 2014). Unter der Annahme der unteren Grenze von 20 % bedeutet dies für 2050 einen Verlust an fast 200 Mio. Arbeitsstunden, sodass die Arbeitszeit um 0,4 % niedriger ausfällt.

Des Weiteren führt Hitze zu einer starken Belastung von 35 % im Freien Beschäftigten und zu 20 % in Innenräumen Beschäftigten, was bei mehr als 73 % der Betroffenen zu Produktivitätsverlusten führt (Dehl et al. 2024). Unter der Annahme der hitzebedingten Reduktion der Produktivität um 35 % (Zander et al. 2015) bei knapp 10 Mio. betroffenen

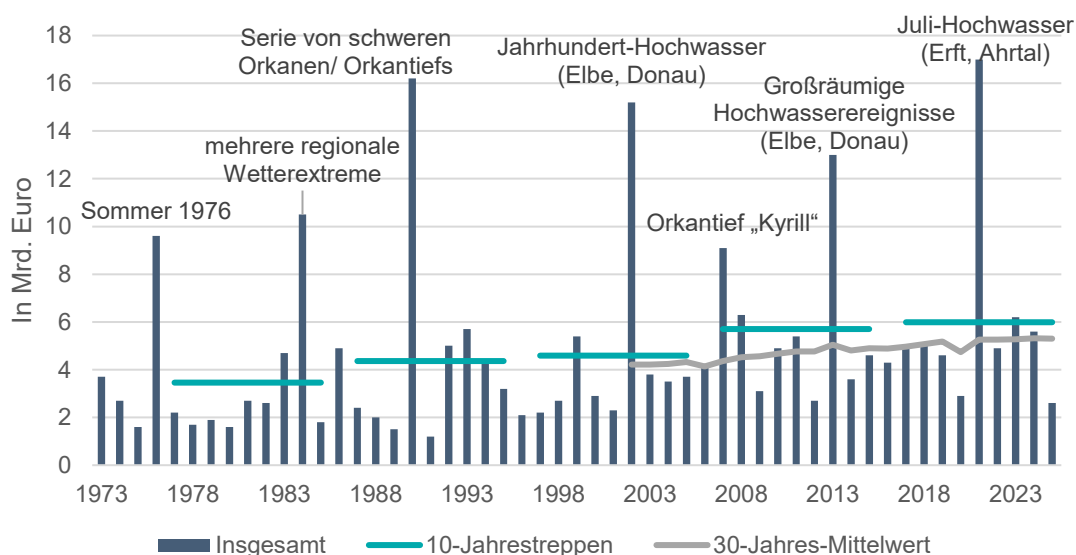
Beschäftigten an durchschnittlich 8 Tagen (RCP 4.5 vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklung) im Jahr, verringert sich die Jahresarbeitszeit 2050 um 0,7 %. Dies deckt sich mit Einschätzungen von Dasgubpta et al. (2021).

Zur **Einordnung**: Das Gesundheitswesen hatte 2025 einen geschätzten Produktionswert in Höhe von fast 360 Mrd. Euro und die geleisteten Arbeitsstunden der Arbeitnehmer:innen lagen bei 55 Mio. (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von IN-FORGE). Die Kostensteigerungen und Produktivitätsverluste verursachen hier einen kumulierten ökonomischen Schaden bis 2050 in Höhe von 190 Mrd. Euro. Das BIP fällt im Jahr 2050 preisbereinigt um 0,4 % niedriger aus. Infolge der geringeren Arbeitsproduktivität werden 2050 ca. 170 000 Personen mehr benötigt.

7| Versicherungen: Die Versicherungswirtschaft sieht sich zukünftig mit zunehmender Wahrscheinlichkeit häufigeren und intensiveren Schadensfällen aus Elementarschäden konfrontiert (GDV 2025b). Es ist davon auszugehen, dass sie als vorsorgende Reaktion Rückstellungen für die zukünftig höheren Schadenssummen bildet, also ihre Abschreibungen erhöht. Dies wirkt sich auf die Prämien und damit auf die Kostenlagen von Unternehmen und Haushalten aus.

Auf Basis der GDV-Zahlen (GDV 2025a) zeigt sich in Abbildung 7, dass der Schadensaufwand auf Grund von Elementarschäden (Sturm, Hagel, Blitz, Starkregen und Überschwemmungen) seit 1973 gestiegen ist. Das wird sowohl an den 10-Jahres-Durchschnitten als auch an der 30-Jahreslinie (Durchschnitt der letzten 30 Jahre) deutlich.

Abbildung 7: Schadensaufwand: Sturm, Hagel, Blitz und Überschwemmung in Mrd. EUR, Preise 2024

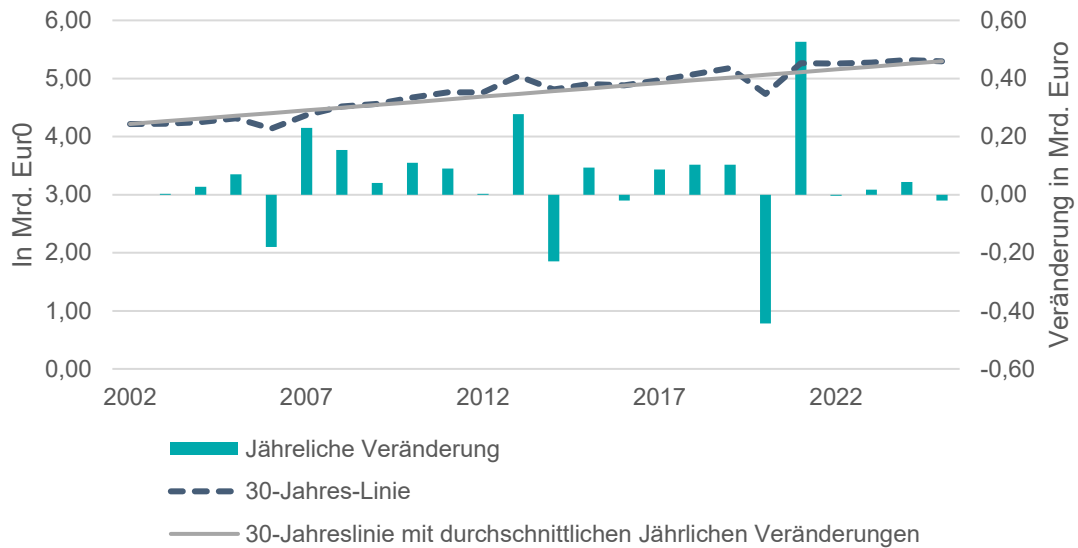


Quelle: GDV (2025a), eigene Darstellung und Berechnungen

Sieht man sich die 30-Jahreslinie in Abbildung 8 genauer an, wird deutlich, dass die Amplituden der Änderungen der 30-Jahreslinie größer werden, also Großereignisse eine zunehmend größere Rolle für den durchschnittlichen Schadensaufwand spielen. Gleichzeitig bildet aber die lineare Verwendung der durchschnittlichen Steigerung von 0,05

Mrd. Euro pro Jahr die 30-Jahreslinie vollständig ab. Die 30-Jahreslinie scheint also einem linearen Verlauf zu folgen und keinem exponentiellen. Basierend auf der vergangenen Entwicklung ist also aktuell keine Beschleunigung zu erkennen.

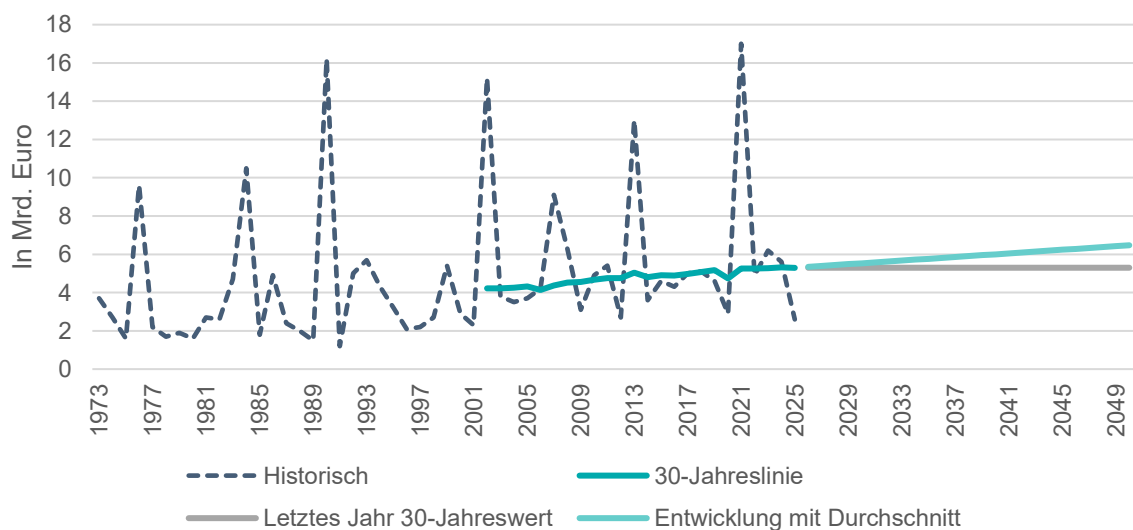
Abbildung 8: 30-Jahreslinie des Sachaufwands



Quelle: GDV (2025a), eigene Berechnungen und Darstellung

Setzt man beide Informationen aus zunehmender Schadens-Amplitude und linearer Trendentwicklung zusammen, dann ergibt sich die in Abbildung 9 dargestellte mögliche zukünftige Entwicklung. Das Delta zwischen einer unveränderten Entwicklung und einer linearen Fortschreibung summiert sich bis 2050 auf 15 Mrd. Euro auf. Im Letzten Jahr liegt die Differenz bei 1,17 Mrd. Euro. Diese Abweichungen werden auf die Abschreibungen der Versicherungen als zusätzlich durch den Klimawandel erwartbar aufgeschlagen.

Abbildung 9: Schadensaufwand – historisch bis 2025, danach Fortschreibung- in Mrd. Euro



Quelle: GDV (2025a), eigene Darstellung und Berechnungen.

Zur **Einordnung**: Versicherungen und Pensionskassen hatte 2025 einen geschätzten Produktionswert von fast 90 Mrd. Euro (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von INFORGE). Durch die vermehrten Rückstellungen und Abschreibungen entgehen dem BIP bis 2050 in Summe ca. 20 Mrd. Euro. 2050 fällt es preisbereinigt um 0,03 % niedriger aus. Zudem werden 2050 knapp 3000 Stellen auf dem Arbeitsmarkt weniger benötigt.

8| Rückstellungen:

Die Volkswirtschaft, d. h. Unternehmen, private Haushalte und der Staat, bilden ebenfalls Rücklagen, um die kommenden Elementarschäden zu kompensieren. Diese zurückgelegten Summen werden dem Wirtschaftskreislauf entzogen. Die Höhe der Rückstellungen wird mittels gruppenspezifischer Annahmen bestimmt.

Für das Grundstücks- und Wohnungswesen gilt, dass nur ein Teil der Gebäude durch die Elementarversicherung abgedeckt ist. 2024 lag die Versicherungsdichte bei 57 %, d. h. 43 % der Schäden waren unversichert (GDV 2025a). Für die unversicherte Schadenssumme wird unterstellt, dass das Grundstücks- und Wohnungswesen Rückstellungen gebildet hat bzw. nun häufiger Abschreibungen hinnehmen muss. Es werden zusätzlich 0,9 Mrd. Euro auf die Abschreibungen des Wohnungswesens aufgeschlagen.

Auch die übrigen Wirtschaftszweige müssen vermehrt Rückstellungen bilden, um die Schäden an Fabriken, Ladenlokale oder Büros beheben zu können. Dies wird ebenfalls über höhere Abschreibungen abgebildet. Es wird überschlägig angenommen, dass die Schadensfälle alle Wirtschaftszweige gleichermaßen treffen. Insgesamt kommen pro Wirtschaftszweig über den Zeitraum 2026 bis 2050 0,005 Mrd. Euro zusätzliche Abschreibungen hinzu, also 0,3 Mrd. Euro für alle Wirtschaftszweige zusammen.

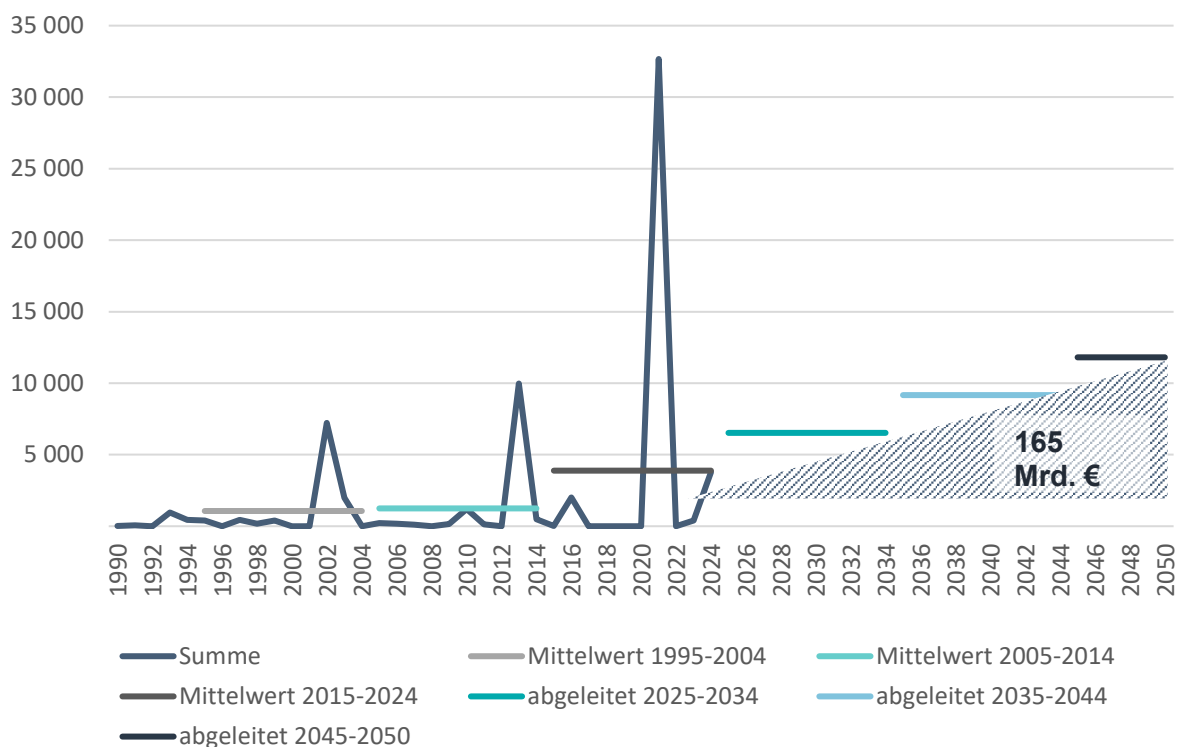
Die privaten Haushalte sparen mehr, um Rücklagen für eine zukünftig höhere Schadensbehebung zu bilden. Der private Konsum verringert sich dazu um insgesamt 0,3 Mrd. Euro.

Zuletzt bildet noch der Staat Rücklagen für die Bereitstellung von Hilfgeldern und die Erneuerung von Infrastruktur im Schadensfall. Die Grundlage hier bildet die Schadensdatenbank Risk Data Hub der Europäischen Kommission (<https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub/#/losses/dashboard>). In dieser Datenbank werden Katastrophenschadensdaten aus verschiedenen Datenquellen (EM-DAT, HANZE, NOAA, DFO COOLR) gesammelt, harmonisiert und für Europa aufgeschlüsselt bereitgestellt.¹ Die Datenbank wurde für Deutschland für die Ereignisse Flusshochwasser, Sturmflut, Hitze- welle und Sturmflut (Küste) ausgewertet. Abbildung 10 zeigt die Summe der Schäden durch die Extremwetterereignisse in 10-Jahres-Schritten sowie das jeweilige 10-Jahres-Mittel. Setzt man den Zuwachs zwischen den Zeitabschnitten 2005–2014 und 2015–2024 weiter fort, erreicht man zwischen 2025 und 2050 eine Schadenssumme von 228 Mrd. Euro. Ohne Anstieg, also bei konstanter Fortsetzung des historischen Mittelwerts, würden 63 Mrd. Euro Schäden anfallen. 165 Mrd. Euro kämen also zusätzlich hinzu. Pro

¹ Die Methodik zur Datenbank findet sich hier: https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub#/methodologies/collection_harmonisation_and_disaggregation_of_disaster_loss_data

Jahr müssten 6,6 Mrd. Euro zusätzlich für Klimawandelschäden aufgebracht werden. Es wird angenommen, dass der Staat den Anteil übernimmt, der nicht von Unternehmen und Haushalten zurückgelegt wurde. Der Staat (repräsentiert durch die Verwaltung) erhöht daher seine Abschreibungen um 4,2 Mrd. Euro.

Abbildung 10: Summe der ökonomischen Schäden durch Extremwetter



Quelle: <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub/#!/losses/dashboard>, eigene Berechnungen

Zur **Einordnung**: Die öffentliche Verwaltung hatte 2025 einen geschätzten Produktionswert von fast 340 Mrd. Euro und das Grundstücks- und Wohnungswesen von ca. 490 Mrd. Euro; die privaten Haushalte konsumierten im Wert von ca. 1 830 Mrd. Euro (StBA 2025; eigene Berechnungen auf Basis von INFORGE). Durch die vermehrten Rückstellungen entgehen dem BIP bis 2050 in Summe ca. 70 Mrd. Euro. 2050 fällt es preisbereinigt um 0,1 % niedriger aus. Zudem werden 2050 ca. 12 200 Stellen auf dem Arbeitsmarkt weniger benötigt.

9| Lieferketten:

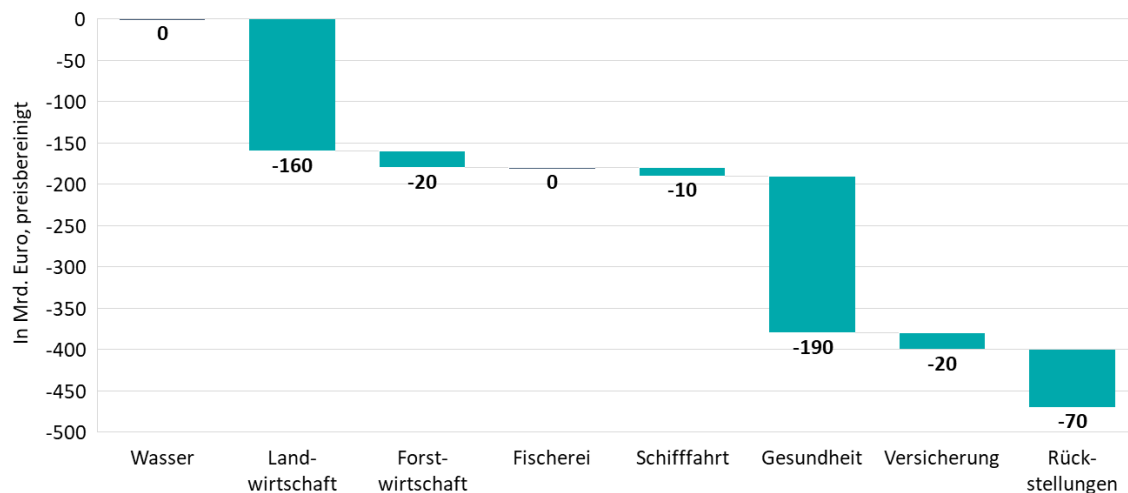
Der Klimawandel und mit ihm verbundene Extremwetterereignisse kann Lieferketten stören, wenn wichtige Transportwege angegriffen und zentrale Infrastruktur zerstört werden oder durch Dürre wichtige Wasserstraßen nicht mehr befahrbar sind. Auch eine durch Hitze verminderte Arbeitsproduktivität kann zu niedrigeren Produktionsmengen führen und dadurch die Lieferbeziehungen negativ beeinflussen. Bisher sind die Wirkungen durch die punktuellen Ereignisse im Welthandel zwar messbar und für einzelne Unternehmen oder Länder durchaus von Bedeutung, zeigen aber im Gesamtkontext und über das gesamte Jahr gesehen kaum nennenswerten negativen Einfluss (Da Barata Rocha et al. 2025). Dennoch besteht zukünftig auch weiter das vermehrte Risiko von

Lieferkettenunterbrechungen, sodass die Kosten des Klimawandels höher liegen könnten, wenn Störungen durch Diversifizierung bei den Handelspartner:innen nicht vorgebeugt wird. In diesem Szenario werden Lieferketten jedoch nicht weiter modelliert bzw. werden bereits an anderer Stelle berücksichtigt. So werden die Kosten international auftretender Dürren und Ernteaufschläge sowie geringerer landwirtschaftliche Erträge unter Punkt 1| Landwirtschaft geführt. Ähnliches gilt für Punkt 2| Forstwirtschaft. Die Störung des Schiffverkehrs auf dem Rhein durch Niedrigwasser, der als zentrale europäische Wasserstraße auch internationale Lieferketten beeinflusst, wird unter 5| Schifffahrt berücksichtigt.

1.4 Kosten des Klimawandels im Überblick

Zusammengenommen entsteht zwischen 2026 und 2050 aufsummiert ein Wertschöpfungsverlust (gemessen am preisbereinigten BIP) in Höhe von ca. 470 Mrd. Euro. Den größten Einfluss auf die Verluste nehmen, wie in Abbildung 11 zu erkennen ist, die Klimawirkungen in den Bereichen Gesundheit, Landwirtschaft und Rückstellungen.

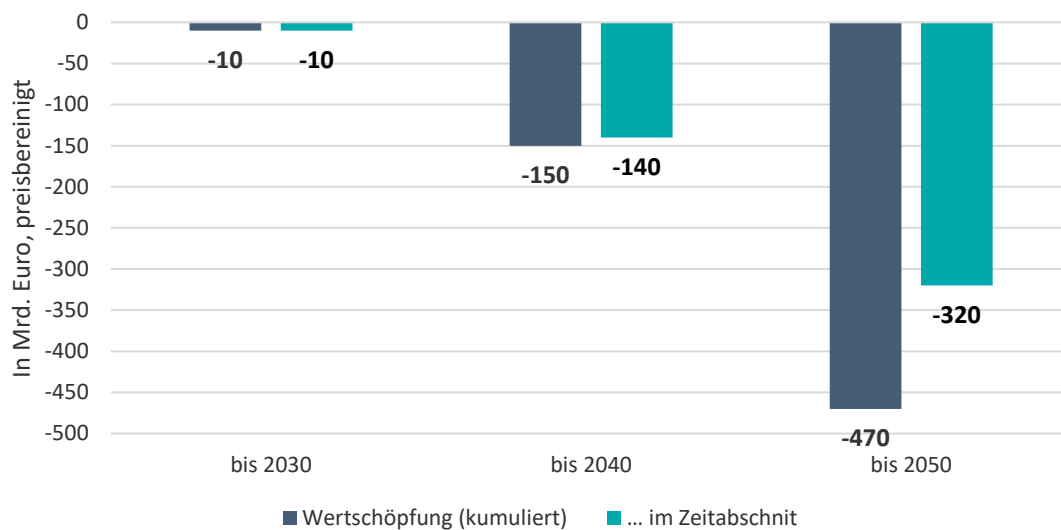
Abbildung 11: Klimaschäden im Überblick (kumulierte Verluste im realen BIP von 2025 bis 2050 auf 10 gerundet)



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

Dabei verläuft die Zunahme der Verluste nicht linear, sondern nimmt insbesondere zum Ende des Betrachtungszeitraums zu (vgl. Abbildung 12). Bis 2030 sind die Verluste noch sehr niedrig. Im Zeitraum 2031 bis 2040 reduziert sich das BIP durch die Klimakrise um insgesamt 150 Mrd. Euro, in den nachfolgenden 10 Jahren kommen weitere 320 Mrd. Euro hinzu.

Abbildung 12: Wirkung der Klimakrise auf das preisbereinigte BIP in Mrd. Euro

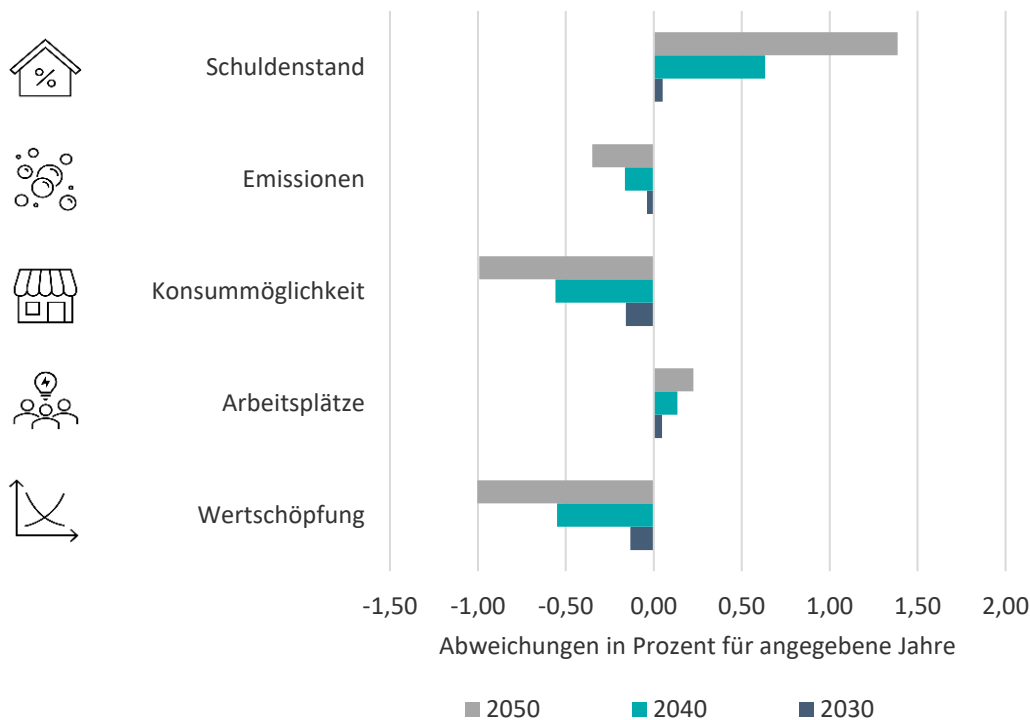


Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

Die negativen Auswirkungen entstehen zum einen direkt durch die unmittelbare Betroffenheit einer oder mehrerer Branchen von einer Klimawirkung. So wirken die Leistungseinbußen von Beschäftigten infolge von Hitze bzw. Allergien im Handlungsfeld Gesundheit direkt auf alle Branchen. Hinzu kommen indirekte und induzierte Effekte. So erfahren Branchen, die weiter nicht oder kaum direkt vom Klimawandel beeinflusst werden, trotzdem über die anderen Branchen die Folgen des Klimawandels: Dadurch, dass die privaten Haushalte und ihre Einkommen bzw. ihr Konsumverhalten über Lebensmittelpreise, Versicherungen und Wohnungsmieten indirekt angesprochen werden, ergeben sich hier viele indirekte und induzierte (Einkommens-)Effekte, die wiederum Einfluss auf die gesamte Wirtschaftsstruktur nehmen. Dies verdeutlicht auch Abbildung 13. So verringern sich auch die Konsummöglichkeiten der privaten Haushalte deutlich.

Weitere Effekte zeigen sich in geringeren Emissionen und einer zunehmenden Schuldenlast. Eine verringerte Wertschöpfung und geringerer Konsum impliziert eine Abnahme in der Produktion, wodurch weniger CO₂ emittiert wird. Gleichzeitig fallen auch die Staatseinnahmen aus Steuern geringer aus, wohingegen Unterstützungsleistungen zunehmen. Diese Entwicklung führt zu einem höheren Schuldenstand.

Abbildung 13: Prozentuale Veränderungen ausgelöst durch die Klimakrise



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

2 Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung

Es ist damit zu rechnen, dass Maßnahmen ergriffen werden, um die unvermeidlichen Folgen der Klimakrise abzumildern. Diese betreffen nicht nur einzelne Handlungsfelder, sondern können auch übergreifend wirken. Zudem gibt es Maßnahmen, die Synergien mit dem Klimaschutz bilden, wie z. B. die Wiederaufforstung von Wäldern mit klimaresilienten Baumarten oder die Begrünung von Städten. Im Folgenden werden die Annahmen zur Klimaanpassung beschrieben und ihre Wirkung auf die Wertschöpfung genauer dargestellt.

2.1 Annahmen zur Klimafolgenanpassung im Einzelnen

1| Landwirtschaft: Es wird angenommen, dass die heimische Landwirtschaft durch die veranlassten Anpassungsmaßnahmen mehr produzieren kann, sodass die Hälfte der sonst unvermeidbaren Importe von Agrarrohstoffen trotz steigender Preise (+10 % bis 2050, s. o.) kompensiert werden kann. Dadurch kommt es 2050 zu einem Anstieg der nominalen Produktion um 3,9 %. Diese Verbesserung ist nicht ohne Investitionen (höheren Kapitaleinsatz) und höheren Arbeitseinsatz zu erreichen. Hierzu zählen Bewässerungssysteme, arbeitsintensivere Weisen der Produktion (z. B. Felder mit

Zwischenbaumreihen) oder neue Methoden zu Verbesserung der Bodenqualität (Nährstoffe und Wasserspeicherkapazität). Die Maßnahmen werden so abstrahiert, dass die Verbesserung der Stückkosten und damit der Herstellungspreise aufgrund der höheren Produktionsmenge kompensiert werden. Im Ergebnis steigen die Ausrüstungen und Bauinvestitionen der Landwirtschaft um 5 % bis 2050. Der Arbeitseinsatz erhöht sich um 3 %. Es wird also zudem unterstellt, dass die Landwirtschaft kapitalintensiver wird.

2| Forstwirtschaft: Die Forstwirtschaft kann sich nicht so schnell an die Folgen des Klimawandels anpassen. Wir nehmen an, dass die Gegenmaßnahmen erst nach 2040 eine Wirkung zeigen. Die dramatisch steigenden Abschreibungen (s. o.) sinken danach bis 2050 um 5 %. Da weitere Erfolge der Gegenmaßnahmen außerhalb des Projektionszeitraums liegen, ist die Forstwirtschaft auch auf Unterstützungen zur Wiederaufforstung angewiesen. In den Jahren ab 2023 bis 2040 – also bis zu dem Zeitpunkt, ab dem eine Verbesserung eintritt – werden jährlich Unterstützungsleistungen des Staates von 100 Mio. Euro gewährt. Ferner wird angenommen, dass mit dem Waldumbau auch ein höherer Planungsbedarf und Arbeitseinsatz einhergehen. Beide nehmen bis 2040 um 5 % zu. Der Planungsbedarf drückt sich in zusätzlich bezogenen Leistungen von „Architektur- und Ingenieurbüros sowie technischer Untersuchung“ aus. Die Annahme von einer Steigerung um 5 % führt dazu, dass die zusätzlichen Kosten durch die ökonomischen Verbesserungen der Forstwirtschaft im Zuge der Förderungen kompensiert werden.

3| Gesundheit: Mit professioneller Behandlung von Allergien können ihre Negativeffekte eingedämmt und damit die Arbeitsproduktivität von Allergiker:innen aufrechterhalten werden. Bisher lässt sich nur eine geringe Anzahl an Allergiker:innen behandeln. Es wird angenommen, dass sich ihr Anteil auf 60 % erhöht. Dadurch steigt die Zahl der leistbaren Arbeitsstunden wieder an. Die Kosten der Therapie liegen bei ca. 125 Euro pro Patient:in (Zuberbier et al. 2014), sodass bis 2050 im Gesundheitssystem zusätzliche Kosten von ca. 1,7 Billionen Euro entstehen werden, was im Mittel einem jährlichen Anstieg um etwa 0,04 % entspricht. Damit es zur vermehrten Behandlung von Allergien durch Ärzt:innen kommt, finanziert der Staat mit einem Budget von 634 Mio. Euro über fünf Jahre Kampagnen und Schulungen von Ärzt:innen, um für das Thema zu sensibilisieren. Das Budget entspricht den Ausgaben zur Coronapandemie (BdSt).

Die Anpassungsmaßnahmen, welche hitzebedingte Produktivitätsverluste betreffen, fallen unter den Punkt klimaresiliente Städte. Es wird angenommen, dass durch Verschattung, Gebäudedämmung und Gebäudekühlung in Innenräumen Beschäftigte keine merkbaren Produktivitätsverluste mehr aufweisen. Die starke Hitzebelastung mit entsprechenden Arbeitszeitverlusten betrifft nur noch im Freien Beschäftigte. Dadurch können Verluste in der Jahresarbeitszeit aufgefangen werden.

3| Auflösung der Rückstellungen/Versicherungen: Die angenommenen Rückstellungen von Versicherungen, Unternehmen, private Haushalten und Staat haben einen Wertschöpfungsverlust in Höhe von zusammen ca. 90 Mrd. Euro zur Folge (s. o.) – diese werden nun aufgelöst. Als Folge steigen die Investitionen in Bauten bis 2050 um 2 % und in Ausrüstungsgüter um 1 %. Gleichzeitig verringern sich die Abschreibungen der Versicherungen, der Wohnungswirtschaft, der Unternehmen und der Verwaltung, da die Gebäude, Anlagen und Infrastruktur nun besser für den Klimawandel gerüstet sind. Auch

die privaten Haushalte müssen weniger sparen und können nun 0,5 % mehr konsumieren.

4| **Planung und Forschung:** Damit die Anpassungsmaßnahmen bei den Bau- und den Anlageinvestitionen umgesetzt werden können und der Wissensstand zu den richtigen Maßnahmen wächst, wird angenommen, dass die bezogenen Planungsleistungen für das Baugewerbe und für die öffentliche Verwaltung bis 2040 um 20 % steigen und dann auf diesem höheren Niveau verbleiben. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass die Investitionen der öffentlichen Verwaltung in geistiges Eigentum (Forschung und Entwicklung, Software, Datenbanken) deutlich zulegen. Sie steigen bis 2040 auf 2 Mrd. Euro zusätzlich an und verbleiben dann ebenfalls auf diesem Niveau.

5| **Klimaresiliente Städte:** Gerade in den städtischen Räumen spielt Regenwassermanagement in Zukunft eine wichtige Rolle. Die Absorption von Regenwasser im Sinne einer Schwammstadt kann bei Starkregenereignissen schützen und Wasser für Trockenperioden zurückhalten. Im Modell wird angenommen, dass rund ein Viertel des jährlichen Niederschlags (also rund 200 l/m²) in Grünflächen (wie bspw. Parkanlagen) versickern sollte. Es wird geschätzt, dass rund 1 % der Bodenfläche als metropolitane Siedlungsfläche einzustufen ist und somit bis 2040 rund 40 Mrd. Euro für das Regenwassermanagement investiert werden müssen. Zudem steigen die Investitionen für Dach- und Fassadenbegrünung sowie für Beschattungstechnik an Gebäuden, die die Auswirkung des Klimawandels in städtischen Räumen abmildern (Bernardt et al. 2024).

6| **Katastrophenvorsorge:** Trotz aller Gegenmaßnahmen ist davon auszugehen, dass die Gefahr von Extremwetterkatastrophen weiter zunimmt. Die Erhebungen des Technischen Hilfswerkes zeigen bereits für 2021, dass die Zahl der Einsatzstunden auf ein neues Rekordniveau von 3,7 Mio. Stunden gestiegen ist. Rund 2,6 Mio. davon wurden aufgrund des Hochwassereinsatzes im Juli 2021 und den darauffolgenden Aufräumarbeiten nötig (THW 2022). Daher wird das preisbereinigte Investitionsvolumen für Ausrüstungen, Bauten und sonstige Anlagen für die Annahme im Modell kontinuierlich gesteigert. Im Jahr 2050 liegt das Investitionsvolumen für Bevölkerungsschutz dann rund 2 % höher als ursprünglich erwartet.

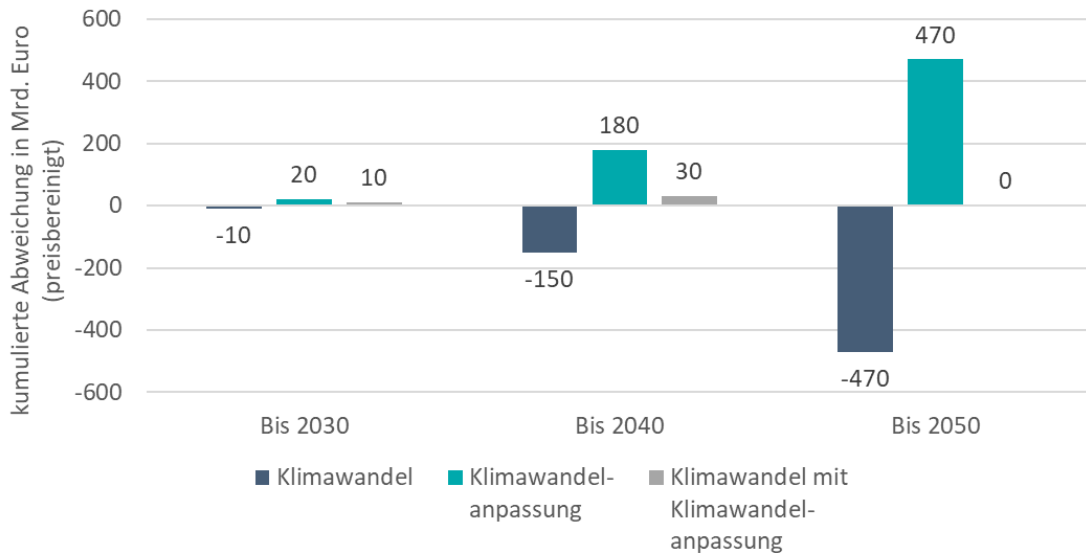
2.2 Wirkungen der Klimafolgenanpassung

Die Klimaanpassungsmaßnahmen wirken für sich genommen durch ihren investiven Charakter positiv auf die Wertschöpfung: Das reale BIP fällt bis 2050 um insgesamt 470 Mrd. Euro höher aus (türkise Balken in Abbildung 14). Die Summen reichen aus, um die Kosten des Klimawandels vollständig aufzufangen (s. graue Balken in Abbildung 14).

Wichtig ist dabei jedoch zu beachten, dass diese zusätzlichen Schäden des unvermeidbaren Klimawandels mit den beschriebenen Maßnahmen nur in diesem Umfang reduziert werden können, wenn mit Klimaschutzmaßnahmen gleichzeitig eine stärkere Erwärmung verhindert wird. Ohne Klimaschutz würden die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels zukünftig deutlich stärker ausfallen und die Anpassungen nicht ausreichen. Zudem sind die Möglichkeiten der Anpassung endlich. Es ist also ein gefährlicher Trugschluss anzunehmen, dass es ausreichen würde, nur in Anpassungsmaßnahmen

zu investieren, da die Kosten der Klimakrise dadurch theoretisch aufgewogen werden können.

Abbildung 14: Kumulierte Wirkung der Anpassungsmaßnahmen auf das reale BIP



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

3 Literatur

- Alegria, C., Roque, N., Albuquerque, T., Gerassis, S., Fernandez, P. & Ribeiro, M. M. (2020): Species Ecological Envelopes under Climate Change Scenarios – A Case Study for the Main Two Wood-Production Forest Species in Portugal. *Forests* 11 (8), S. 880. DOI: 10.3390/f11080880.
- Allen, C. D., Breshears, D. D. & McDowell, N. G. (2015): On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere* 6 (8), art129. DOI: 10.1890/ES15-00203.1.
- Barrage, L. (2023): Fiscal Costs of Climate Change in the United States. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/cer-eth/cer-eth-dam/documents/working-papers/wp_23_380.pdf, abgerufen am 09.06.2023.
- Batten, S., Sowerbutts, R. & Tanaka, M. (2020): Climate Change: Macroeconomic Impact and Implications for Monetary Policy. DOI: 10.1007/978-3-030-38858-4_2.
- Bender, S., Groth, M. & Viktor, E. (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf die zukünftige Grundwassernutzung – Betroffenheiten, Handlungsbedarfe und Lösungsansätze. *Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie (Grundwasser)* 26 (1), S. 61–72. DOI: 10.1007/s00767-020-00465-9.
- Bernardt, F., Rausch-Berhie, F. & Wolter, M. I. (2024): Auswirkungen von Klimaanpassung auf den Arbeitsmarkt – eine Modellierung des zukünftigen

maßnahmeninduzierten Arbeitskräftebedarfs. Hg. v. Umweltbundesamt. Climate Change 12/2024. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/auswirkungen-von-klimaanpassung-auf-den>, abgerufen am 28.03.2024.

- Brienen, S., Walter, A., Brendel, C., Fleischer, C., Ganske, A., Haller, M., Helms, M., Höpp, S., Jensen, C., Jochumsen, K., Möller, J., Krähemann, S., Nilson, E., Rauthe, M., Razafimaharo, C., Rudolph, E., Rybka, H., Schade, N. & Stanley, K. (2020): Klimawandelbedingte Änderungen in Atmosphäre und Hydrosphäre – Schlussbericht des Schwerpunktthemas Szenarienbildung (SP-101) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertenetzwerks. <https://www.bmdv-expertennetzwerk.bund.de/DE/Publikationen/TFSPTBerichte/SPT101.pdf>, abgerufen am 15.06.2023. DOI: 10.5675/ExpNBS2020.2020.02.
- Bund der Steuerzahler Deutschland e.V. (BdSt): Fokus Öffentlichkeitsarbeit – die teure Öffentlichkeitsarbeit der Politik. <https://www.schwarzbuch.de/fokus-oeffentlichkeitsarbeit>, abgerufen am 27.03.2025.
- Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) (2022): Jahresbericht 2021, Bonn. https://www.thw.de/SharedDocs/Downloads/DE/Presse/Publikationen/jahresbericht_2021.pdf, abgerufen am 04.04.2025.
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) (Hg.) (2025a): Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2024, Bonn. https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/waldzustandserhebung-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=9, abgerufen am 16.04.2026.
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) (Hg.) (2025b): Waldentwicklung und Rohholzaufkommen – Modellierung für die Jahre 2023 bis 2062, Bonn. https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/weham.pdf?__blob=publicationFile&v=9, abgerufen am 16.04.2026.
- Buth, M., Kahlenborn, W., Savelsberg, J., Becker, N., Bubeck, P., Kabisch, S., Kind, C., Tempel, A., Tucci, F., Greiving, S., Fleischhauer, M., Lindner, C., Lückenköter, J., Schonlau, M., Schmitt, H., Hurth, F., Othmer, F., Augustin, R., Becker, D., Abel, M., Bornemann, T., Steiner, H., Zebisch, M., Schneiderbauer, S. & Kofler, C. (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel – Sektorenübergreifende Analyse des Netzwerks Vulnerabilität. Hg. v. Umweltbundesamt. Climate Change 24. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem>.
- Da Barata Rocha, M., Grabbe, H. & Poitiers, N. (2025): Climate risks to global supply chains. Working Paper Bruegel (20). https://www.bruegel.org/sites/default/files/2025-09/WP%2020%202025_0.pdf.
- Dasgupta, S., van Maanen, N., Gosling, S. N., Piontek, F., Otto, C. & Schleussner, C.-F. (2021): Effects of climate change on combined labour productivity and supply: an empirical, multi-model study. *The Lancet Planetary Health* 5 (7), e455-e465. DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00170-4.
- Dehl, T., Hildebrandt, S., Zich, K. & Nolting, H.-D. (2024): Gesundheitsreport 2024 – Analyse der Arbeitsunfähigkeiten Gesundheitsrisiko Hitze. *Arbeitswelt im*

Klimawandel. DAK Gesundheit, Hamburg. <https://caas.content.dak.de/caas/v1/media/66156/data/b86b891f2075a89b7128c1147d99a130/gesundheitsreport2024-ebook.pdf>, abgerufen am 04.04.2025.

- Deutscher Wetterdienst (DWD) (2023): Klimaprojektionen. Deutscher Wetterdienst. https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimaprojektionen/klimaprojektionen_node.html, abgerufen am 28.03.2024.
- Edwards-Salmon, S. E., Padmanabhan, S. L., Kuruvilla, M. & Levy, J. M. (2022): Increasing Prevalence of Allergic Disease and Its Impact on Current Practice. *Curr Otorhinolaryngol Rep* 10 (3), S. 278–284. DOI: 10.1007/s40136-022-00406-5.
- Egerer, S., Puente, A. F., Peichl, M., Rakovec, O., Samaniego, L. & Schneider, U. A. (2023): Limited potential of irrigation to prevent potato yield losses in Germany under climate change. *Agricultural Systems* 207 (103633), S. 1–13. DOI: 10.1016/j.agsy.2023.103633.
- European Environment Agency (EEA) (2024): European Climate Risk Assessment – Executive summary. EEA report 01/2024, Luxembourg. <https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>, abgerufen am 10.04.2024. DOI: 10.2800/204249.
- Fahr, S., Senner, R. & Vismara, A. (2024): The globalization of climate change: amplification of climate-related physical risks through input-output linkages. *ECB Working Paper Series* (2942). <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2942%7E6734242a0b.en.pdf>.
- Fliß, R., Baumeister, C., Gudera, T., Hergesell, M., Kopp, B., Neumann, J. & Posselt, M. (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser und die Wasserversorgung in Süddeutschland. *Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie (Grundwasser)* 26, 2021 (26), S. 33–45. DOI: 10.1007/s00767-021-00477-z.
- Foster, G. & Rahmstorf, S. (2026): Global Warming Has Accelerated Significantly. *Geophysical Research Letters* 53 (5). DOI: 10.1029/2025GL118804.
- Froehlich, H. E., Gentry, R. R. & Halpern, B. S. (2018): Global change in marine aquaculture production potential under climate change. *Nature ecology & evolution* 2 (11), S. 1745–1750. DOI: 10.1038/s41559-018-0669-1.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) (2025a): Datenservice zum Naturgefahrenreport 2025 – Tabellen, Grafiken, Karten, Berlin.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) (2025b): Naturgefahrenreport 2025 – Die Schaden-Chronik der Versicherer.
- Gutowska-Ślesik, J., Samoliński, B. & Krzych-Fałta, E. (2023): The increase in allergic conditions based on a review of literature. *Postepy dermatologii i alergologii* 40 (1), S. 1–7. DOI: 10.5114/ada.2022.119009.

- Hänsel, S., Hillebrand, G., Nilson, E., Rauthe, M., Lohrengel, A.-F., Meine, L., Herrmann, C., Brendel, C., Forbriger, M., Kirsten, J., Klose, M., Ork, J. P., Patzwahl, R. & Schade, N. (2020): Klimawirkungsanalyse für die Bundesverkehrswege – Methodik und erste Ergebnisse. Schlussbericht des Schwerpunktthemas Klimawirkungsanalyse (SP-102) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertennetzwerks. DOI: 10.5675/EXPNHS2020.2020.03.
- Holstiege, J., Akmatov, M. K., Dammertz, L., Heuer, J., Kohring, C. & Bätzing, J. (2021): Stadt-Land-Unterschiede in der Verbreitung von Heuschnupfen in Deutschland. DOI: 10.20364/VA-21.07.
- Hsiang, S., Kopp, R., Jina, A., Rising, J., Delgado, M., Mohan, S., Rasmussen, D. J., Muir-Wood, R., Wilson, P., Oppenheimer, M., Larsen, K. & Houser, T. (2017): Estimating economic damage from climate change in the United States – Economics. *Science (New York, N.Y.)* 356 (6345), S. 1362–1369. DOI: 10.1126/science.aal4369.
- Hübler, M. (2014): Sozio-ökonomische Bewertung von Gesundheitseffekten des Klimawandels in Deutschland. In: Lozán, J. L., Graßl, H., Jendritzky, G., Karbe, L. & Reise, K. (Hg.): Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken – Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. 2. Aufl., S. 299–306. https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/gesundheitsrisiken/warnsignal_klima-gesundheitsrisiken-kapitel-4_13.pdf, abgerufen am 10.04.2024.
- Hübler, M., Klepper, G. & Peterson, S. (2008): Costs of climate change – the effects of rising temperatures on health and productivity in Germany. *Ecological Economics* 68 (1–2), S. 381–393. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.04.010.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis – Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Hg. v. Masson-Delmotte, V. P., Zhai, A., Pirani, S. L., Connors, C., Péan, S., Berger, N., Caud, Y., Chen, L., Goldfarb, M. I., Gomis, M., Huang, K., Leitzell, E. & Lonnoy, J. B. R. IPCC, Cambridge University Press, Cambridge. DOI: 10.1017/9781009157896.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Hg.) (2022): Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Unter Mitarbeit von Priyadarshi R. Shukla, Jim Skea, Raphael Slade, Alaa Al Khourdajie, Renée van Diemen, David McCollum et al. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Kahlenborn, W., Porst, Luise, Voß, M., Fritsch, U., Renner, K., Zebisch, M., Wolf, M., Schönthaler, K. & Schausser, I. (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Kurzfassung. Hg. v. Umweltbundesamt. Climate Change 26/2021.
- Karlsson, M. & Ziebarth, N. R. (2018): Population health effects and health-related costs of extreme temperatures: Comprehensive evidence from Germany. *Journal*

of Environmental Economics and Management 91, S. 93–117. DOI: 10.1016/j.jeem.2018.06.004.

- Lange, S., Volkholz, J., Geiger, T., Zhao, F., Vega, I., Veldkamp, T., Reyer, C. P. O., Warszawski, L., Huber, V., Jägermeyr, J., Schewe, J., Bresch, D. N., Büchner, M., Chang, J., Ciais, P., Dury, M., Emanuel, K., Folberth, C., Gerten, D., Gosling, S. N., Grillakis, M., Hanasaki, N., Henrot, A.-J., Hickler, T., Honda, Y., Ito, A., Khabarov, N., Koutroulis, A., Liu, W., Müller, C., Nishina, K., Ostberg, S., Müller Schmied, H., Seneviratne, S. I., Stacke, T., Steinkamp, J., Thiery, W., Wada, Y., Willner, S., Yang, H., Yoshikawa, M., Yue, C. & Frieler, K. (2020): Projecting Exposure to Extreme Climate Impact Events Across Six Event Categories and Three Spatial Scales. *Earth's future* 8 (12). DOI: 10.1029/2020EF001616.
- Lantz, V., McMonagle, G., Hennigar, C., Sharma, C., Withey, P. & Ochuodho, T. (2022): Forest succession, management and the economy under a changing climate: Coupling economic and forest management models to assess impacts and adaptation options. *Forest Policy and Economics* 142, S. 102781. DOI: 10.1016/j.forpol.2022.102781.
- Limaye, V. S., Max, W., Constible, J. & Knowlton, K. (2019): Estimating the Health-Related Costs of 10 Climate-Sensitive U.S. Events During 2012. *GeoHealth* 3 (9), S. 245–265. DOI: 10.1029/2019GH000202.
- Nguyen, H., Randall, M. & Lewis, A. (2024): Factors Affecting Crop Prices in the Context of Climate Change—A Review. *Agriculture* 14 (1), S. 135. DOI: 10.3390/agriculture14010135.
- Nilson, E., Astor, B., Fischer, H., Fleischer, C., Haurert, G., Helms, M., Hillebrand, G., Labadz, M., Mannfeld, M., Riedel, A., Schulz, D., Bergmann, L., Kikillus, A., Patzwahl, R., Rasquin, C., Schröder, M., Seiffert, R., Stachel, H., Wachler, B., Winkel, N., Höpp, S., Razafimaharo, C. & Rauthe, M. (2020): Beiträge zu einer verkehrsträgerübergreifenden Klimawirkungsanalyse: Wasserstraßenspezifische Wirkungszusammenhänge – Schlussbericht des Schwerpunktthemas Schiffbarkeit und Wasserbeschaffenheit (SP-106) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertenetzwerks. Unter Mitarbeit von Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und Deutscher Wetterdienst (DWD). Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Koblenz. DOI: 10.5675/ExpNNE2020.2020.07.
- OECD (2021): *Managing Climate Risks, Facing up to Losses and Damages*. Hg. v. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/55ea1cc9-en>.
- Oosterwind, D., Barrett, C. J., Sell, A. F., Núñez-Riboni, I., Kloppmann, M., Piatkowski, U., Wieland, K. & Laptikhovsky, V. (2022): Climate change-related changes in cephalopod biodiversity on the North East Atlantic Shelf. *Biodiversity and Conservation* 31 (5-6), S. 1491–1518. DOI: 10.1007/s10531-022-02403-y.
- Peter, M., Guyer, M., Füssler, J., Bednar-Friedl, B., Knittel, N., Gabriel, B., Schwarze, R. & Unger, M. von (2020): *Folgen des globalen Klimawandels für Deutschland – Abschlussbericht: Analysen und Politikempfehlungen*. Hg. v. Umweltbundesamt.

- Ren, X., Weitzel, M., O'Neill, B. C., Lawrence, P., Meiyappan, P., Levis, S., Balistreri, E. J. & Dalton, M. (2018): Avoided economic impacts of climate change on agriculture: integrating a land surface model (CLM) with a global economic model (iPETS). *Climatic Change* 146 (3–4), S. 517–531. DOI: 10.1007/s10584-016-1791-1.
- Renner, K., Fritsch, U., Zebisch, M., Wolf, M., Schmuck, A., Ölmez, C., Schönthaler, K., Porst, L., Voß, M., Wolff, A. & Jay, M. (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Hg. v. Umweltbundesamt. *Climate Change 21/2021*, Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_2_cluster_land_bf_211027_0.pdf, abgerufen am 30.05.2022.
- Sailley, S. F., Catalan, I. A., Batsleer, J., Bossier, S., Damalas, D., Hansen, C., Huret, M., Engelhard, G., Hammon, K., Kay, S., Maynou, F., Nielsen, J. R., Ospina-Álvarez, A., Pinnegar, J., Poos, J. J., Sgardeli, V. & Peck, M. A. (2025): Multiple Models of European Marine Fish Stocks: Regional Winners and Losers in a Future Climate. *Global Change Biology* 31 (4), e70149. DOI: 10.1111/gcb.70149.
- Schmuker, C. (2021): Klimawandel: Extremtemperaturen gefährden die Gesundheit. Hg. v. Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO). *G+G Wissenschaft* 21(3). <https://www.wido.de/publikationen-produkte/ggw-gesundheit-gesellschaft-wissenschaft/ausgabe-3-2021/>, abgerufen am 22.05.2023.
- Statistisches Bundesamt (StBA) (Hg.) (2025): Statistischer Bericht – Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. 4. Vierteljahr 2024. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/statistischer-bericht-2180120.html>, zuletzt aktualisiert am 07.03.2025, abgerufen am 07.03.2025.
- Stöver, B., Flaute, M. & Reuschel, S. (2022): Forschungsstand und Literatur zu den volkswirtschaftlichen Folgekosten des Klimawandels in Deutschland – Studie im Rahmen des Projektes Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland. GWS Research Report 2022/01, Osnabrück. <http://papers.gws-os.com/gws-researchreport22-1.pdf>.
- Trenczek, J., Lühr, O., Eiserbeck, L. & Sandhövel, M. (2022a): Übersicht vergangener Extremwitterschäden in Deutschland – Methodik und Erstellung einer Schadensübersicht. Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. https://www.prognos.com/sites/default/files/2022-07/Prognos_KlimawandelfolgenDeutschland_%C3%9Cbersicht%20vergangener%20Extremwetter-sch%C3%A4den_AP2_1.pdf, abgerufen am 10.04.2024.
- Trenczek, J., Lühr, O., Eiserbeck, L., Sandhövel, M. & Ibens, D. (2022b): Auswahlprozess zur Detailuntersuchung eines klimawandelbezogenen Extremereignisses – Methodisches Konzept und Anwendung. Hg. v. Prognos AG. Projektbericht "Kosten durch Klimawandelfolgen", Düsseldorf.

https://www.prognos.com/sites/default/files/2022-07/Prognos_KlimawandelfolgenDeutschland_%20Auswahl_Untersuchungsereignisse_AP2_2.pdf, abgerufen am 07.05.2025.

- van Daalen, K. R., Romanello, M., Rocklöv, J., Semenza, J. C., Tonne, C., Markandya, A., Dasandi, N., Jankin, S., Achebak, H., Ballester, J., Bechara, H., Callaghan, M. W., Chambers, J., Dasgupta, S., Drummond, P., Farooq, Z., Gasparyan, O., Gonzalez-Reviriego, N., Hamilton, I., Hänninen, R., Kazmierczak, A., Kendrovski, V., Kennard, H., Kiesewetter, G., Lloyd, S. J., Lotto Batista, M., Martinez-Urtaza, J., Milà, C., Minx, J. C., Nieuwenhuijsen, M., Palamarchuk, J., Quijal-Zamorano, M., Robinson, E. J. Z., Scamman, D., Schmoll, O., Sewe, M. O., Sjödin, H., Sofiev, M., Solaraju-Murali, B., Springmann, M., Triñanes, J., Anto, J. M., Nilsson, M. & Lowe, R. (2022): The 2022 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: towards a climate resilient future. *The Lancet. Public health* 7 (11), e942-e965. DOI: 10.1016/S2468-2667(22)00197-9.
- van Daalen, K. R., Tonne, C., Semenza, J. C., Rocklöv, J., Markandya, A., Dasandi, N., Jankin, S., Achebak, H., Ballester, J. & Bechara, H. a. o. (2024): The 2024 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change – unprecedented warming demands unprecedented action. *The Lancet Public Health*. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(24\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(24)00055-0).
- Voß, M., Kahlenborn, W., Porst, L., Dorsch, L., Nilson, E., Rudolph, E. & Lohrengel, A.-F. (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 4: Risiken und Anpassung im Cluster Infrastruktur. Hg. v. Umweltbundesamt. *Climate Change* 23/2021. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_4_cluster_infrastruktur_bf_211027_0.pdf, abgerufen am 10.04.2024.
- Wang, J., Vanga, S. K., Saxena, R., Orsat, V. & Raghavan, V. (2018): Effect of Climate Change on the Yield of Cereal Crops: A Review. *Climate* 6 (2), S. 41. DOI: 10.3390/cli6020041.
- Winne, J. de & Peersman, G. (2021): The adverse consequences of global harvest and weather disruptions on economic activity. *Nature Clim Change* 11 (8), S. 665–672. DOI: 10.1038/s41558-021-01102-w.
- Wolter, M. I., Bernardt, F., Daßler, J., Reuschel, S. & Stöver, B. (2023): Klimafolgen und Anpassung – 2023 – Aus den Arbeiten zur Basisprojektion des INFORGE-Modells. Hg. v. GWS mbH Osnabrück. GWS Research Report 2023/06, Osnabrück. <https://papers.gws-os.com/gws-researchreport23-6.pdf>, abgerufen am 13.08.2025.
- Zander, K. K., Botzen, W. J. W., Oppermann, E., Kjellstrom, T. & Garnett, S. T. (2015): Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. *Nature Climate Change* 5 (7), S. 647–651. DOI: 10.1038/nclimate2623.
- Zuberbier, T., Lötvall, J., Simoens, S., Subramanian, S. V. & Church, M. K. (2014): Economic burden of inadequate management of allergic diseases in the

European Union: a GA(2) LEN review. *Allergy* 69 (10), S. 1275–1279. DOI: 10.1111/all.12470.