



FORSCHUNGSBERICHT

582

Verteilungswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels

Verteilungswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS)
Schwedenstraße 15a
13357 Berlin



Öko-Institut e.V.
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg



Ann-Cathrin Beermann
Dr. Hannah Förster
Katja Hünecke
Isabel Schrems
Dr. Katja Schumacher

Juni 2021

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

Die Durchführung der Untersuchungen sowie die Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen sind von den Auftragnehmern in eigener wissenschaftlicher Verantwortung vorgenommen worden. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales übernimmt insbesondere keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Untersuchungen.

Kurzbeschreibung

Studie zur Verteilungswirkung des Klimawandels bei Unterlassung weiterer Klimaschutzmaßnahmen. Die derzeitig implementierten Klimaschutzmaßnahmen reichen nicht aus, um das 1,5°C-Ziel zu erreichen. Adaptionsmaßnahmen würden Verteilungswirkungen erzeugen, die gerade vulnerable Gruppen stark belasten. Im Rahmen dieser Studie werden daher die Folgen des Klimawandels in den Bedürfnisfeldern Wohnen, Ernährung und Landwirtschaft, Verkehr und Mobilität sowie Gesundheit untersucht.

Abstract

Study on the distributional effects of climate change if further climate protection measures are not taken. The currently implemented climate protection measures are not sufficient to achieve the 1.5 °C target. Adaptation measures would produce distribution effects that put a heavy burden on vulnerable groups in particular. As part of this study, the consequences of climate change in the areas of need of housing, nutrition and agriculture, transport and mobility, and health are examined.

Inhalt

Tabellenverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	8
Zusammenfassung	10
1. Einleitung	12
1.1 Auswirkungen des Klimawandels - Stand der Forschung	12
1.2 Ökonomische Folgen des Klimawandels	15
1.3 Verteilungswirkungen in Folge des Klimawandels	17
2. Klimawandel und Verteilungswirkungen in einzelnen Handlungsfeldern	20
2.1 Wohnen	20
2.1.1 Allgemeine Problemlage und Betroffenheit	20
2.1.2 Auswirkungen des Klimawandels	22
2.1.3 Verteilungswirkungen	23
2.1.4 Datengrundlage	24
2.1.5 Fazit	26
2.2 Ernährung und Landwirtschaft	26
2.2.1 Allgemeine Problemlage & Verteilungswirkungen	26
2.2.2 Auswirkungen des Klimawandels	27
2.2.3 Verteilungswirkungen im Fokus	29
2.2.4 Datengrundlage	30
2.2.5 Fazit	30
2.3 Verkehr und Mobilität	31
2.3.1 Allgemeine Problemlage & Verteilungswirkungen	31
2.3.2 Auswirkungen des Klimawandels	32
2.3.3 Verteilungswirkungen	33
2.3.4 Datengrundlage	35
2.3.5 Fazit	36
2.4 Gesundheit	36
2.4.1 Allgemeine Problemlage & Verteilungswirkungen	36
2.4.2 Auswirkungen des Klimawandels	37
2.4.3 Verteilungswirkungen	38
2.4.4 Datengrundlage	39
2.4.5 Fazit	40
3. Klimaschutzniveaus und mögliche Folgen	41

3.1	Auswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels am Beispiel Landwirtschaft	44
3.2	Auswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels am Beispiel Hitzetage	46
4.	Zusammenfassung und Fazit	48
	Literaturverzeichnis	49
	Anhang 53	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bedeutung des Klimawandels für Deutschland anhand von Klimawirkungsindikatoren im Bereich Wohnen	21
Tabelle 2: Einkommensgruppe und Pendeldistanz	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auswirkungen des Klimawandels in Europa	14
Abbildung 2: Vulnerabilität abhängig von Betroffenheit eines Sektors und Anpassungskapazität	18
Abbildung 3: Wirkungskette Wohnen	22
Abbildung 4: Extremwetterereignisse in Deutschland seit 1970	25
Abbildung 5: Wirkungskette Ernährung	28
Abbildung 6: Ausgaben für Ernährung in und anteilig am monatlichen Haushaltsnettoeinkommen	29
Abbildung 7: Wirkungskette Mobilität	33
Abbildung 8: Wirkungskette Gesundheit	38
Abbildung 9: Auswirkungen des Klimawandels bei einem Anstieg der Temperatur um 1 bis 2,5°C	43
Abbildung 10: Erträge Winterweizen - Status quo	44
Abbildung 11: Erträge Winterweizen - <2°C Erderwärmung	45
Abbildung 12: Erträge Winterweizen - 2,6°C Erderwärmung	45
Abbildung 13: Erträge Winterweizen - 4,8°C Erderwärmung	46
Abbildung 14: Anzahl der Hitzetage - Status quo	47
Abbildung 15: Anzahl der Hitzetage - 4,8°C Erderwärmung	47

Abkürzungsverzeichnis

EVS – Einkommens- und Verbraucherstichprobe
DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft
IPCC – Intergovernmental Panels on Climate Change
ÖPNV – Öffentlicher Personennahverkehr
PIK – Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
RKI – Robert-Koch-Institut
UBA – Umweltbundesamt

Zusammenfassung

Um das 1,5°C-Ziel (den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um max. 1,5°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau) zu erreichen, müssen weitreichende Klimaschutzmaßnahmen ergriffen werden. Diese Maßnahmen können, wenn sie nicht sozialgerecht konzipiert werden, mit negativen Verteilungswirkungen einhergehen. Aus diesem Grund wird weitreichende Klimaschutzpolitik von einigen Akteuren als unsozial kritisiert. Es gibt jedoch Indikatoren, dass die Folgen eines ungebremsten Klimawandels mit gravierenderen negativen Implikationen einhergehen. Aus diesem Grund sollen im Rahmen dieser Studie dargestellt werden, wie die Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland voraussichtlich in Erscheinung treten werden und welche Verteilungswirkungen hierdurch entstehen können.

In einem ersten Schritt (Kapitel 1.1) wird der Forschungsstand zu den Auswirkungen des Klimawandels in Mitteleuropa dargestellt. Die Projektionen für Deutschland sind noch sehr grobkörnig, daher lässt sich derzeit nur zusammenfassen, dass die Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen wie Starkregen, Hochwasser, Hitzetage und Trockenperioden zunehmen wird. Anschließend wird der derzeitige Kenntnisstand über die ökonomischen Folgen des Klimawandels zusammengefasst (Kapitel 1.2).

Um den Untersuchungsgegenstand einzugrenzen, wird im Rahmen dieser Studie auf potentiell vulnerable Sektoren, sowie Bevölkerungsgruppen fokussiert. Hierfür wird in Kapitel 1.3. erläutert, was Vulnerabilität in diesem Kontext bedeutet.

Im anschließenden Kapitel 2 werden die vier Sektoren Wohnen (2.1), Ernährung und Landwirtschaft (2.2), Verkehr und Mobilität (2.3) und Gesundheit (2.4) detaillierter untersucht. Hierbei wird zunächst dargestellt, wie sich der Klimawandel in den jeweiligen Bedürfnisfeldern zeigen wird und qualitativ beschrieben, welche Verteilungswirkungen zu erwarten sein werden. Ergänzend wird die Datenlage dargestellt, um zu ermitteln, in wie weit eine Quantifizierung der Verteilungswirkung möglich ist oder wo weiterer Daten- und Forschungsbedarf besteht.

Im Gebäudesektor wird es zum einen Bedarf an Präventions- und Anpassungsmaßnahmen geben. Dazu gehören z.B. Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser, Dämmung oder Kühlung. Die Kosten für diese Maßnahmen können auf die Mieter*innen umgelegt werden, ggf. kommen noch Mehrkosten für den Energieverbrauch von Klimaanlage hinzu. Besonders Haushalte mit geringem Einkommen gehören hier zu den vulnerablen Gruppen, da sie häufiger in Wohnraum mit Sanierungsbedarf wohnen und die steigenden Mietkosten ihr knappes Budget übersteigen können. Die Kosten für die Beseitigung von Unwetterschäden begleichen hingegen die Eigentümer*innen oder Versicherungen. Hier sind besonders Eigentümer*innen mit geringem Einkommen betroffen. Zu ihnen gehören zum Beispiel Rentner*innen.

Im Bereich der Ernährung und Landwirtschaft ist davon auszugehen, dass Extremwetterereignisse zu Ernteeinbußen führen werden, die sich auf die Lebensmittelpreise auswirken. Auf Grund der globalen Einbettung des Agrarmarktes ist eine Prognose dieser Entwicklung aber zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Die Datenlage zu Ausgaben für Nahrungsmittel verschiedener Haushaltstypen ist hingegen gut. Gerade Haushalte mit geringem Einkommen haben nur ein begrenztes Budget für Lebensmittel und es besteht wenig finanzieller Spielraum, um für Mehrkosten im Ernährungsbereich aufzukommen. Es droht Ernährungsarmut.

Auch im Verkehrssektor ist eine Quantifizierung der Verteilungswirkungen zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da die Schäden in erster Linie an der Verkehrsinfrastruktur entstehen werden. Diese wird aus den Steuereinnahmen von Bund, Ländern und Kommunen finanziert. Wie die Kosten für Instandsetzungsmaßnahmen oder auch Mehrkosten für klimaresistente Baustoffe gedeckt werden, ist unklar. Mit zunehmender Elektrifizierung des Individualverkehrs werden die

Energiesteuereinnahmen aus dem Verkehrssektor sinken und neue Abgaben wie z.B. eine Maut werden implementiert werden müssen. Bei der Bahn und dem ÖPNV werden sich die klimabedingten Mehrkosten voraussichtlich auf die Ticketpreise auswirken. Darüber hinaus werden Energiemehrkosten zur Kühlung von PKWs und öffentlichen Verkehrsmitteln entstehen. Vulnerabel sind auch hier Personen mit geringem Einkommen, da ihnen nur begrenzte finanzielle Mittel für Mobilität zur Verfügung stehen. Darüber hinaus steht ihnen in der Regel nur ein Verkehrsmittel zur Verfügung und sie können nicht ohne weiteres auf andere Transportmittel zurückgreifen, wenn z.B. auf Grund eines Unwetters eine Straße oder eine Bahnstrecke unpassierbar ist. Auch Pendler*innen die regelmäßig Strecken mit dem Pkw oder den öffentlichen Verkehrsmitteln zurücklegen müssen gehören zu den potentiell vulnerablen Gruppen.

Der Klimawandel wird auch im Gesundheitssektor negative Effekte erzeugen. Am relevantesten ist hier die Zunahme an Hitzetagen. Besonders Personen mit Vorerkrankungen (z.B. Herz-Kreislaufkrankungen), sowie die Gesundheit von Babys, Kleinkinder und Senior*innen sind durch Hitzewellen gefährdet. Auch Personen, die draußen (körperlich anstrengende) Arbeit leisten und ihre Arbeitszeit nicht frei einteilen können (z.B. Bauarbeiter*innen, Post- und Paketbot*innen, Gärtner*innen) werden unter den steigenden Temperaturen und der Häufigkeit der Hitzetage leiden. In diesem Bedürfnisfeld gibt es Überschneidungen zu den anderen untersuchten Sektoren. So beeinflusst das Raumklima das gesundheitliche Wohlbefinden, womit wieder die Haushalte mit geringem Einkommen, die in nicht-energetisch sanierten Immobilien wohnen auch hier gesundheitlich stärker gefährdet.

Abschließend wird in Kapitel 0 kurz skizziert, wie sich die Auswirkungen eines moderaten Klimawandels (bis 1,5°C) von denen eines ungebremsten Klimawandels unterscheiden. Die negativen Effekte der Erderhitzung steigen mit der Temperatur nicht linear, sondern progressiv und so potenzieren sich die negativen Effekte mit jeder Dezimalstelle. Am Beispiel der abnehmenden Erträge von Winterweizen in Deutschland und der Zunahme der Hitzetage werden die Unterschiede zwischen dem Status Quo und einer Erhitzung um 2°C, $2,6^{\circ}\text{C}$ und $4,8^{\circ}\text{C}$ aufgezeigt.

1. Einleitung

Der Klimawandel wird sich *abhängig vom Temperaturanstieg und regional sehr unterschiedlich auswirken*. Bereits das Verfehlen des 1,5°C-Ziels (dem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um max. 1,5°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau) um wenige Dezimalstellen wird die Klimafolgen deutlich verstärken. Die Effekte werden sich darüber hinaus zwischen verschiedenen Weltregionen deutlich unterscheiden. Während Teile der Welt vermehrt mit Starkregenereignissen, Stürmen und Fluten zu kämpfen haben werden und einige Inselstaaten und Küstenregionen vom Meer geschluckt werden, werden in anderen Regionen Dürren häufiger auftreten und länger anhalten, die Temperaturen und die Zahl der Hitzetage wird steigen. Folgen können zum Beispiel vermehrt auftretende Waldbrände, sinkendes Frischwasseraufkommen, oder im Extremfall sogar der Zusammenbruch des Ernährungssystems einzelner Regionen sein (IPCC, 2014a). Auch die Effekte auf weitere Schutzgüter, wie zum Beispiel Biodiversität werden variieren.

Dementsprechend unterscheiden sich die Auswirkungen auf die Ökologie, die Menschen und die Wirtschaft. Den ungleichen Auswirkungen in der Gesellschaft kommt eine besondere Bedeutung bei der Bewältigung der Klimakrise zu. Während einigen gesellschaftlichen Gruppen die Anpassung an den Klimawandel leichter gelingen wird, werden andere vor große Herausforderungen gestellt. Eine gut konzeptionierte Klimapolitik muss daher soziale Aspekte bedenken. Bisher liegt der politische Fokus überwiegend auf der Berücksichtigung von sozialen Aspekten des Klimaschutzes. Die Verteilungswirkungen der Schäden durch den Klimawandel und von Anpassungsmaßnahmen werden weniger betrachtet, unter anderem da der Wissensstand dazu deutlich geringer ist und diese auch von Anpassungsmaßnahmen abhängen. Der vorliegende Bericht stellt den Forschungsstand der Auswirkungen des Klimawandels und damit verbundenen Verteilungswirkungen dar. Der Fokus der Analyse liegt dabei auf Deutschland.

1.1 Auswirkungen des Klimawandels - Stand der Forschung

Der aktuelle Kenntnisstand zum Klimawandel wird regelmäßig im Auftrag des *Intergovernmental Panels on Climate Change (IPCC)* von Fachleuten aus der ganzen Welt zusammengetragen und aus wissenschaftlicher Sicht bewertet.

Die globalen Folgen des Klimawandels werden unter Zuhilfenahme von Klimamodellen analysiert. Unterschiedliche Szenarien werden dabei in sogenannten Projektionen durch Klimamodelle berechnet. Diese Szenarien können als Grundlage dienen, klimatische Änderungen zu analysieren und Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren. Die modellierten Klimaszenarien sind Projektionen und keine Prognosen und ihre Ergebnisse müssen immer als "Wenn-Dann-Aussagen" auf Basis der getroffenen Annahmen interpretiert werden. Die globale Berechnung zu Risiken und Auswirkungen des Klimawandels sind entsprechend mit Unsicherheiten behaftet, insbesondere vor dem Hintergrund spezifischer regionaler Auswirkungen (IPCC, 2014a). Jedoch werden auch hier Fortschritte erzielt und in Zukunft wird es möglich sein, detailliertere Klimamodelle für Europa und Deutschland zu erstellen.

So wie sich die Klimawirkung global unterscheidet, werden auch in Europa die Auswirkungen divergieren. Abbildung 1 zeigt mögliche Effekte des Klimawandels für Europa inklusive ihres Eintrittsrisikos. Doch während der europäische Norden wahrscheinlich verstärkt von Starkregenereignissen und Fluten betroffen sein wird, wird der Südwesten wahrscheinlich deutliche Temperaturanstiege zu verzeichnen haben und der Osten stärker von Dürren betroffen sein (bpb, 2014). Doch auch innerhalb einer Region können die Ausprägungen des Klimawandels variieren. So

werden Städte z.B. vermehrt mit Hitzeinseln¹ konfrontiert werden; ein Phänomen, das im ländlichen Raum weniger relevant sein wird (Helmholtz-Gemeinschaft, o.J.).

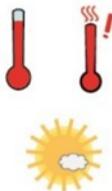
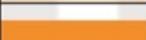
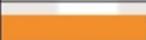
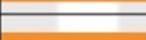
Zusammenfassend lässt sich für Deutschland bereits heute mit hoher Wahrscheinlichkeit sagen: Zukünftig wird eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen durch den fortschreitenden Klimawandel erwartet (UBA, 2019a, 2016, 2015a). Dies bedeutet u.a.:

- Mehr Starkregenereignisse,
- Mehr Hochwasserereignisse,
- Mehr heiße Sommertage mit höheren Temperaturen,
- Häufigere Dürreperioden, die länger andauern.

In jüngster Vergangenheit konnten bereits die Auswirkungen solcher Wetterereignisse beobachtet werden. Die Unwetter wie der Orkan Kyrill im Jahr 2007, das Elbehochwasser 2013 oder die Dürresommer 2018 und 2019 geben bereits heute Hinweise darauf, wie sich der Klimawandel auf verschiedene Sektoren auswirken kann, welche Schäden/Kosten entstehen können und welche Maßnahmen zur Anpassung ergriffen werden sollten (bpb, 2013; DKKV, 2015; Reiner, 2008).

¹ Hitzeinseln = höhere Temperaturen in städtischen Räumen im Vergleich zur Umgebung, u.a. aufgrund der Wärmespeicherung von Beton, weniger Luftzirkulation durch enge Bebauung, wenig Stadtgrün

Abbildung 1: Auswirkungen des Klimawandels in Europa

Europa				
Schlüsselrisiken	Anpassung – Probleme & Perspektiven	Klimatische Treiber	Zeitraumen	Risiko & Anpassungspotenzial
<p>Erhöhte wirtschaftliche Schäden und betroffene Menschen durch Überflutung in Flussgebieten und entlang von Küsten, bedingt durch zunehmende Urbanisierung und ansteigende Meeresspiegel, Küstenerosion und Scheiteldurchflüsse (<i>hohes Vertrauen</i>)</p> <p>[23.2-3, 23.7]</p>	<p>Anpassung kann die meisten der projizierten Schäden verhindern (<i>hohes Vertrauen</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signifikante Erfahrung mit rein technischen Lösungen zum Hochwasserschutz und zunehmende Erfahrung mit der Revitalisierung von Auen • Hohe Kosten für verstärkten Hochwasserschutz • Potenzielle Hemmnisse für die Umsetzung: Bedarf an Land in Europa sowie Bedenken bezüglich Umwelt- und Landschaftsschutz 			Sehr niedrig Mittel Sehr hoch
			Gegenwart	
			Kurzfristig (2030–2040)	
			Langfristig 2 °C (2080–2100)	
			4 °C	
<p>Erhöhte Einschränkungen bezüglich Wasser. Signifikante Verringerung der Verfügbarkeit von Wasser aus Flüssen und Grundwasserressourcen bei gleichzeitig erhöhtem Wasserbedarf (z. B. für Bewässerung, Energie und Industrie, Haushaltszwecke) und mit verringerter Wasserführung in Folge von erhöhter Verdunstung, besonders in Südeuropa (<i>hohes Vertrauen</i>)</p> <p>[23.4, 23.7]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bewährtes Potenzial zur Anpassung durch Übernahme von Technologien mit größerer Wassereffizienz und Strategien zur Einsparung von Wasser (z. B. für Bewässerung, Arten von Nutzpflanzen, Landüberdeckung, Industrien, Haushaltszwecke) • Umsetzung von bewährten Methoden und politischen Steuerungsinstrumenten in Managementplänen für Flusseinzugsgebiete und integriertes Wassermanagement 			Sehr niedrig Mittel Sehr hoch
			Gegenwart	
			Kurzfristig (2030–2040)	
			Langfristig 2 °C (2080–2100)	
			4 °C	
<p>Erhöhte wirtschaftliche Schäden und betroffene Menschen durch Hitzewellen: Folgen für Gesundheit und Wohlbefinden, Arbeitsproduktivität, Ernteerträge, Luftqualität und zunehmendes Risiko von Wald- und Flächenbränden in Südeuropa und im borealen Gebiet von Russland (<i>mittleres Vertrauen</i>)</p> <p>[23.3-7, Tabelle 23-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Warnsystemen • Anpassung von Wohnstätten und Arbeitsplätzen und der Infrastruktur für Transport und Energie • Verringerung der Emissionen um die Luftqualität zu verbessern • Verbesserte Bekämpfung von Wald- und Flächenbränden • Entwicklung von Versicherungsprodukten gegen wetterbezogene Ertragsschwankungen 			Sehr niedrig Mittel Sehr hoch
			Gegenwart	
			Kurzfristig (2030–2040)	
			Langfristig 2 °C (2080–2100)	
			4 °C	

 extreme Niederschläge
  Wirbelstürme
  Meeresspiegelanstieg
  extreme Temperaturen

 Mögliche Risikoverminderung durch Anpassung an den Klimawandel

Quelle: (IPCC, 2014a)

1.2 Ökonomische Folgen des Klimawandels

Die Bewältigung der Klimakrise wird über die nächsten Jahrzehnte hinweg eine zentrale Herausforderung für die Gesellschaft und politische Entscheidungsträger*innen über alle Ressorts hinweg sein. Die Klimakrise betrifft fast alle Lebensbereiche. Sie werden zwar in unterschiedlichem Maße von potenziellen Klimaveränderungen betroffen sein, dennoch ist ein Handeln unabdingbar. Aber: eine ambitionierte Klimapolitik braucht auch Akzeptanz. Nur dann kann gesichert werden, dass sie auch als sozial und wirtschaftlich gerecht angesehen wird.

Der Zusammenhang zwischen Kosten und Nutzen wird in der öffentlichen Diskussion häufig so dargestellt, dass sich soziale und klimapolitische Ziele widersprechen und dass eine ambitionierte Klimapolitik vulnerable Gruppen besonders belastet. Ein häufiges Beispiel: die Steigerung der Wohnkosten durch Gebäudesanierung. Für eine gerechte Verteilung der Kosten des Klimaschutzes und eine Akzeptanz von Klimaschutzpolitik, ist eine Verknüpfung von effektiver Lenkungswirkung (z.B. über CO₂-Preise) und eine Rückverteilung der Einnahmen (z.B. pro Kopf) sinnvoll, um sicherzustellen, dass diejenigen, die viel CO₂ „produzieren“, den Großteil der Belastung tragen. Umweltpolitisch begründete Steuern und Abgaben mit einer starken (und gewollten) Lenkungswirkung müssen keinesfalls regressive Verteilungswirkungen haben – vielmehr sind die Wirkungen eine Folge der Ausgestaltung der Maßnahmen.

Für die Betrachtung der Auswirkungen des Klimawandels auf vulnerable Gruppen wurde in einem ersten Schritt analysiert, welche volkswirtschaftlichen Kosten für einzelne Themenbereiche in der Literatur zugrunde gelegt werden. Das Ergebnis dieser Analyse ist die Einschätzung der ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels. Es wird deutlich: die ökonomische Bewertung ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Besonders Auswirkungen auf spezifische Bevölkerungsgruppen sind derzeit nur wenig verfügbar.

Eine *Bewertung der ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels* für die Wirtschaft oder verschiedene gesellschaftlichen Akteur*innen ist von einer Reihe an Herausforderungen geprägt. Dies ist darin begründet, dass bereits die Erfassung der physischen Klimawandelfolgen mit großen Unsicherheiten behaftet ist und die Wirkmechanismen sehr komplex sind (Klepper et al. 2017). Dies liegt zum einen an regionalen Unterschieden der Klimawandelfolgen als auch an den verschiedenen Anpassungsoptionen, die individuell und direkt, aber auch indirekt sein können.

Eine wirtschaftliche Bewertung der Schäden ist darüber hinaus noch von der Herausforderung geprägt, dass Schäden oftmals nicht monetarisierbar sind. Ein Verlust an Biodiversität beispielsweise lässt sich nicht ohne weiteres in ökonomischen Werten ausdrücken. Auch der Wert eines Menschenlebens lässt sich nicht ohne weiteres in Geld ausdrücken, so dass durch Klimawandel bedingte Todesfälle nicht ohne ethische Bedenken bewertet werden (können).

Klepper et al. (2017) beschreiben Herausforderungen einer wirtschaftlichen Bewertung von Klimawandelfolgen wie folgt:

- Wirtschaftliche Kosten und soziale Kosten.
 - Beispiel: Bewertung von Erkrankungen und Todesfällen nach Hitzewelle
- Kosten auf unterschiedlichen Zeitskalen.
 - Beispiel: Anstieg der Kosten des Klimawandels im Zeitverlauf, z.B. durch den Verlust von Biodiversität
- Systemische Wirkungen des Klimawandels.
 - Beispiel: Änderungen der Anbaubedingungen und deren Implikationen für die Landwirtschaft
- Unsicherheiten in Bezug auf Extremereignisse.
 - Beispiel: Eintrittswahrscheinlichkeit hoch, aber saisonal und regional stark unterschiedlich

- Projektionen von Anpassungsreaktionen.
 - Beispiel: hohe Unsicherheit, ob heutige Anpassungsmaßnahmen langfristig vor Schäden schützen.

Die Berichte des Intergovernmental Panels on Climate Change (IPCC), in die die Arbeiten zahlreicher Wissenschaftler*innen einfließen, geben umfangreiche und detaillierte Informationen zu den Risiken des Klimawandels, sowie zu den Folgen, und den Vermeidungs- und Anpassungsmöglichkeiten. Dazu gehört auch eine Klassifizierung der regionalen Risiken und Auswirkungen, inklusive der Bewertung, wie und in welchem Ausmaß diese Auswirkungen durch Vermeidung und Anpassung abgeschwächt werden können (IPCC 2014). Die dort beschriebenen wirtschaftlichen Auswirkungen werden überwiegend auf gesamtwirtschaftlicher Ebene dargestellt und geben nur wenige Hinweise auf sektorale Effekte oder Wirkungen auf Gesellschaftsgruppen. Viele weitere Studien zu ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels adressieren die volkswirtschaftliche Perspektive (DIW, 2008a; Hübler et al., 2008; ifo Institut, 2011; Klepper et al., 2017; UBA, 2020a, 2011; Watkiss et al., 2005) oder diskutieren einzelne Sektoren oder Teilwirtschaften (z.B. BMVBS 2008; Ecologic Institute/INFRAS 2009; UBA 2019; WSL 2007).

UBA (2020) unterziehen beispielsweise Anpassungsmaßnahmen an Extremwetterereignisse einer vertieften ökonomischen Analyse. Die berücksichtigten Stimuli umfassten dabei Sturm & Starkwind, Starkregen und Hitze. Weitere Anpassungsmaßnahmen gegenüber graduelltem Klimawandel in der Land- und Forstwirtschaft betrachteten sie gesondert. Die Maßnahmen werden in UBA (2020) Handlungsfeldern zugeordnet und in Clustern, gemeinsam bewertet: z.B. Handlungsfeld Bauwesen: „Klimafreundliche Fassaden-, Dach- und Gebäudegestaltung“, für das Baumehrinvestitionen ausgewiesen werden.

Die Bedeutung von Infrastrukturschäden und die Möglichkeit einer Einbettung in Umweltfolgenabschätzungen diskutieren Jiricka u. a. (2016) und stellen fest, dass es zu den identifizierten Haupthindernissen ein Mangel an Daten sowie eine generelle Unsicherheit gibt, inwieweit der Klimawandel ohne verlässliche Daten, aber mit Wissen über mögliche Folgen auf abstraktem Niveau im Verfahren berücksichtigt werden sollte. Betroffene Akteure (Investoren, Planer etc.) reagieren daher eher verhalten darauf, Folgen des Klimawandels in ihre Entscheidungen einzubeziehen.

In der Methodenkonvention 3.1 des Umweltbundesamtes (UBA, 2020b) werden Schadenkosten entwickelt, um Schäden in monetären Werten zu bestimmen, die der Gesellschaft auf Grund von Umweltbelastungen entstehen. Diese Kostensätze können für die Berücksichtigung von externen Effekten in Kosten-Nutzen-Analysen zum Beispiel für Gesetzesfolgenabschätzungen verwendet werden. Die Kostensätze werden in Euro pro Einheit Umweltnutzung (also Euro pro Tonne CO₂, Euro pro Tonne Emission oder Euro pro Fahrzeugkilometer etc.) angegeben. Für die Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen erlauben sie so, die vermiedenen Schäden zu berücksichtigen, in dem sie den (vermiedenen) Emissionen einen Preis geben. Die Methodenkonvention verwendet das Prinzip des Equity Weighting, d.h. die nominalen Geldwerte der Schäden werden mit dem durchschnittlichen Einkommen des Landes gewichtet, in dem sie auftreten. Damit werden die Wohlfahrtseffekte auf alle Menschen gleichermaßen berücksichtigt.

Nur eine sehr begrenzte Auswahl an Studien, widmet sich explizit den Klimawandelfolgen auf einer mikroökonomischen Ebene (Analitis et al., 2014; BMVBS, 2008; Fraunhofer ISI, 2013; Reimann et al., 2021; RKI, 2010; RKI et al., 2019; UBA, 2015a).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Klimafolgekosten auftreten werden, jedoch noch nicht bei allen Sektoren klar zu beziffern ist, wie hoch die Kosten ausfallen werden und wer für sie aufkommen wird: Individuen, Unternehmen, der Staat oder auch Versicherungen können abhängig vom

Schadensfall zu dessen Deckung herangezogen werden. Die Frage der Kostenverteilung hat schlussendlich einen großen Einfluss auf die Verteilungswirkung. Haushalte mit geringem Einkommen, aber auch andere vulnerable Gruppen und Sektoren werden jedoch auf Grund begrenzter finanzieller- und Anpassungskapazitäten weniger flexibel auf die Veränderungen reagieren können.

1.3 Verteilungswirkungen in Folge des Klimawandels

Die Auswirkungen des Klimawandels werden in zweierlei Hinsicht Handlungsdruck erzeugen:

1. Es entstehen Schäden, die beseitigt oder repariert werden müssen.
2. Es werden Anpassungsmaßnahmen nötig, um künftigen, nicht vermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels zu begegnen.

Neben den unterschiedlichen Ausprägungen in einer Vielzahl an Regionen *werden die Auswirkungen auf Sektoren sowie Bevölkerungsgruppen divergieren*. Hierfür ist es wichtig, die Vulnerabilität von Akteuren auf die Auswirkungen des Klimawandels zu analysieren, um die zu erwartenden Verteilungswirkungen in unterschiedlichen Teilen der Gesellschaft zu antizipieren und um abzuschätzen zu können, ob frühzeitige Klimaschutzmaßnahmen eine sozial gerechtere Verteilungswirkung entfalten. Relevante Parameter hierfür sind die zu erwartenden Klimasignale (die Veränderungen aufgrund des Klimawandels im Vergleich zum Status Quo), die Sensitivität (die Reaktion eines Systems, z.B. ein Sektor oder eine Bevölkerungsgruppe, auf das Signal), die Klimawirkung (Differenz der Wirkung des heutigen Klimas und zukünftigen Klimas) und die Anpassungskapazitäten (Fähigkeit eines Systems, sich an den Klimawandel anzupassen und potentiellen Schaden zu mindern) (UBA, 2015a).

Abbildung 2 zeigt die Vulnerabilität im Verhältnis von sektoraler Anpassungskapazität und Betroffenheit vom Klimawandel. Die Vulnerabilität wird dabei auf einer fünf-stufigen Skala von gering bis hoch bewertet (UBA 2015a).

Abbildung 2: Vulnerabilität abhängig von Betroffenheit eines Sektors und Anpassungskapazität

		Betroffenheit				
		gering	gering bis mittel	mittel	mittel bis hoch	hoch
Sektorale Anpassungskapazität	gering	gering	mittel	mittel	mittel bis hoch	hoch
	gering bis mittel	gering	gering bis mittel	mittel	mittel bis hoch	mittel bis hoch
	mittel	gering	gering bis mittel	gering bis mittel	mittel	mittel bis hoch
	mittel bis hoch	gering	gering	gering bis mittel	mittel	mittel
	hoch	gering	gering	gering	gering bis mittel	mittel

Quelle: (UBA, 2015a)

UBA (2015a) untersucht die Wirkung von klimatischen Veränderungen in ausgewählten Handlungsfeldern. Anhand der dargestellten Vulnerabilitätsanalyse kommen sie z.B. für das Handlungsfeld Landwirtschaft zu dem Ergebnis, dass mit einer Vielzahl von Auswirkungen zu rechnen ist, d.h. das sowohl positive als auch negative Auswirkungen erkennbar waren. Grundsätzlich stellen sie fest, dass je nach Wirkungsindikator und angewendeter Methodik, ein anderes Gesamtbild der Auswirkungen entsteht, weswegen Klimafolgenabschätzung zum gegenwärtigen Zeitpunkt mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

Während der Landwirtschaft, die im "offenen System"² agiert, nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um sich vor Extremwetterereignissen als Folgen des Klimawandels zu schützen, werden andere Wirtschaftszweige weniger betroffen sein. Dazu gehören Bereiche die in Fabrikanlagen produzieren oder von gefährdeten just-in-time Lieferketten unabhängig sind. Auch innerhalb der Bevölkerung können sich besonders Personen(gruppen) mit hohem Einkommen, Berufen in geschlossenen, ggf. klimatisierten Räumen und Menschen mit geringen Gesundheitsrisiken besser vor den Auswirkungen des Klimawandels schützen und im Gegensatz zu vulnerablen Bevölkerungsgruppen leichter Kompensationsmaßnahmen ergreifen. Zu vulnerablen Gruppen werden Haushalte gezählt, die von Schäden sowie von Anpassungsnotwendigkeiten und den damit verbundenen Kosten- oder Preissteigerungen besonders betroffen sind. Die vulnerable Gruppe der Haushalte wird im Folgenden – abhängig vom Handlungsfeld der Klimawandelfolgen und der Datenlage - weiter unterschieden: z.B. auf Mieter*innen, Empfänger*Innen von

² unter freiem Himmel

Sozialleistungen, Alleinerziehende, Rentner*innen, Studierende, Menschen mit gesundheitlichen Einschränkungen oder ältere Mitbürger*innen (z.B. Der Paritätische Gesamtverband 2020).

In dieser Studie werden zum einen vulnerable Handlungsfelder betrachtet, die sehr wahrscheinlich von den Folgen des Klimawandels betroffen sein werden (Ernährung & Landwirtschaft, Verkehr & Mobilität, Wohnen und Gesundheit), sowie zum anderen primär vulnerable Gruppen, die aufgrund finanzieller Restriktionen nur begrenzte Anpassungskapazitäten mitbringen (einkommensschwache Haushalte, Familien, Mieter*innen etc.).

2. Klimawandel und Verteilungswirkungen in einzelnen Handlungsfeldern

Im Folgenden werden vier Handlungsfelder, die von den Auswirkungen des Klimawandels besonders betroffen sein werden, vertieft vorgestellt. Dazu gehören die Handlungsfelder Wohnen, Ernährung und Landwirtschaft, Verkehr und Mobilität sowie Gesundheit. Die Betroffenheit wurde anhand einer Literaturanalyse erfasst. Die vertiefte Analyse umfasst die Darstellung der spezifischen Auswirkungen des Klimawandels und mögliche Verteilungswirkungen.

Die Folgewirkungen des Klimawandels werden anhand von Wirkungsketten für jedes Bedürfnisfeld qualitativ dargestellt. Die Wirkungsketten beschreiben jeweils die durch den Klimawandel ausgelösten Ereignisse, mögliche resultierende Schäden, Maßnahmen zur Schadenminderung oder Anpassung, die Folgekosten und stellen exemplarisch vulnerable Gruppen dar. Für die Definition der Wirkungsketten wurden Leitfragen formuliert:

- Welches durch den Klimawandel ausgelöste Ereignis ist im Bedürfnisfeld relevant? (Stimulus)
- Wie wirkt dieses Ereignis im Bedürfnisfeld? (Impact)
- Mit welchen Maßnahmen kann der Auswirkung begegnet werden?
- Wer sind die vulnerablen Gruppen der Auswirkung?
- Welche Kosten sind mit der Maßnahme verbunden?

Im Anschluss werden die Verteilungswirkungen dargelegt. Über die qualitative Analyse hinaus wird auch die Datengrundlage für mögliche quantitative Betrachtungen vorgestellt. Interessierte Leser*innen seien an dieser Stelle auf Förster et al. 2021 verwiesen. Der Bericht quantifiziert Auswirkungen des Klimawandels im Bereich Ernährung und betrachtet Verteilungswirkungen am Beispiel von ausgewählten Nahrungsmittelgruppen. Ein abschließendes Fazit gibt eine Einschätzung der Verteilungswirkungen des Klimawandels für jedes Handlungsfeld.

2.1 Wohnen

„Wohnungen sind in Bezug auf den Klimawandel von erheblicher Bedeutung, wenn es um die Frage nach den Auswirkungen des Klimawandels geht. So spielt sich ein Großteil des gesellschaftlichen Lebens in und unmittelbar um Gebäude und die in ihnen befindlichen Wohnungen herum ab.“ (UBA, 2015a)

2.1.1 Allgemeine Problemlage und Betroffenheit

Für das Bedürfnisfeld Wohnen birgt der Klimawandel einige Herausforderungen: Durch den Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen werden sommerliche Hitzewellen und Trockenperioden, extreme Starkregenereignisse und Stürme wahrscheinlicher. Diese Ereignisse sind im Bereich Wohnen von großer Bedeutung, da sie mit gravierenden Folgen und Schäden einhergehen können (BMVBS 2008; UBA 2015a; UBA 2019a, (Klepper 2017).

Die Literaturanalyse zeigt: Einige Entwicklungen im Bereich Wohnen gehen mit noch unklaren Folgen einher, d.h. der Anpassungsbedarf für diese Folgen ist noch nicht abschätzbar. Dazu gehören beispielsweise die Zunahme von feuchten Wintern und die potenziell längere Sonneneinstrahlung im Sommer, wodurch Materialschädlinge oder Krankheitserreger entstehen können (vgl. Kapitel 2.4). Auch Veränderungen von lokalen und regionalen Standortverhältnissen können Einfluss auf den Gebäudebereich respektive das Bauen haben, z.B. in Hanglagen, in Gebieten mit quelfähigen Böden,

in Gebieten mit Grundwassereinfluss, in Gebieten mit zusätzlichem Hochwassereinfluss oder in ehemaligen Bergbau- und Tagebaugebieten.

Insgesamt wird zukünftig mit einer starken Belastung durch klimawandelbedingte Einflüsse gerechnet (UBA 2015a; UBA 2019a; UBA 2020a, Klepper 2017). Die Folgen des Klimawandels sind bereits heute sichtbar (vgl. Tabelle 1 - Gegenwart). Damit einher gehen Schäden an und in Gebäuden sowie die Beeinträchtigung der Gesundheit von Bewohner*innen, die zukünftig (bis 2050) als überwiegend wahrscheinlich eingeschätzt werden (UBA 2015 a).

Tabelle 1: Bedeutung des Klimawandels für Deutschland anhand von Klimawirkungsindikatoren im Bereich Wohnen

Klimawirkungsindikator	Gegenwart	Zukunft (2050)
Sturmflut	Gering	Hoch
Hochwasser	Mittel	Hoch
Sturzflut	Mittel	Hoch
Starkwind	Mittel	Mittel
Gebäudeaufheizung in Städten (Wärmeinsel)	Mittel	Hoch
Gebäudeaufheizung in hitzeempfindlichen Einrichtungen	Mittel	Hoch

Quelle: (UBA, 2015a)

Prinzipiell sind im Handlungsfeld Wohnen alle Haushalte durch die Folgen des Klimawandels betroffen. Die Kostenbelastung betrifft dabei sowohl SchADVorsorgekosten sowie auch Schadenbeseitigungskosten. Die Wirkung der finanziellen Belastung ist jedoch regressiv: Haushalte mit geringerem Einkommen sind stärker von steigenden Kosten betroffen als einkommensstärkere Haushalte.

Eine besonders vulnerable Gruppe sind Mieter*innenhaushalte, die über wenig Einkommen verfügen und die in Gebäuden mit schlechterer Bausubstanz leben. Eine Sanierung im Schadenfall oder eine Modernisierung zur Schadenvermeidung kann mit einem Anstieg der Wohnkosten verbunden sein. Diese finanzielle Mehrbelastung erhöht den Druck auf einkommensschwache Mieter*innenhaushalte. Ebenfalls betroffen sind einkommensschwache Eigentümer*innen. Dazu zählen z.B. Rentner*innen-Haushalte, die zwar Eigentum besitzen aber die laufenden Kosten bzw. Sonderausgaben zur Schadensbeseitigung kaum bis gar nicht finanzieren können.

Haushalte mit niedrigem Einkommen wohnen oftmals in Gebäuden mit schlechterer Bausubstanz. Das Baujahr der Gebäude ist dafür ein Indikator. Besonders betroffen sind Gebäude, die vor 1980 erbaut wurden. Eigene Berechnungen auf Basis der EVS 2018 zeigen, dass der überwiegende Teil der Haushalte aus dem 1. und 2. Einkommensdezil in Gebäuden wohnt, die bis 1990 erbaut wurden. Ungefähr ein Viertel davon wohnt in Gebäuden (22 %), die vor 1949 erbaut wurden. Im Gegensatz dazu leben die oberen beiden Einkommensdezile zu knapp 60 % in Gebäuden, die bis 1990 erbaut wurden, 16 % davon in Gebäuden, die vor 1949 erbaut wurden (EVS 2018, eigene Berechnung).

Im Folgenden Abschnitt 2.1.2 werden die Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld Wohnen auf Basis der wissenschaftlichen Literatur, sowie anhand einer Wirkungskette dargestellt. Diese Wirkungskette zeigt auf, welche Kostenbelastungen im Handlungsfeld durch ein Hochwasserereignis auftreten können.

Im Abschnitt 2.1.3 werden die Verteilungswirkungen detaillierter dargestellt. Dabei wird aufgezeigt, welche (Gebäude) Schäden durch den erwarteten Anstieg von Extremwetterereignissen auftreten können.

In Abschnitt 2.1.3 werden die Verteilungswirkungen näher beleuchtet und abschließend in Abschnitt 2.1.4 gezeigt mit welcher Datengrundlage erste Analysen in diesem Handlungsfeld für Deutschland erfolgen könnten.

2.1.2 Auswirkungen des Klimawandels

UBA (2015) benennt sechs Indikatoren für den Gebäudebereich, die klimawandelbedingte Folgen betreffen: potenzielle Schäden an Gebäuden durch Sturmfluten, Hochwasser, Sturzfluten, Starkwind, potenzielle Gebäudeaufheizung in städtischen Wärmeinseln und potenzielle Gebäudeaufheizung in hitzeempfindlichen Einrichtungen wie Altenheime, Krankenhäuser oder Schulen.

Abbildung 3 zeigt beispielhaft die Wirkungskette klimawandelbedingter Hochwasserereignisse und welche Schäden sie am und im Gebäude verursachen können. Damit einher gehen Kosten für die Schadenbeseitigung oder auch mögliche Investitionen in Hochwasserschutz als Anpassungsmaßnahme, die auf Seiten der Eigentümer*innen anfallen. Letztere zählen als Modernisierungsmaßnahmen und können somit auf die Mieter*innen umgelegt werden (vgl. u.a. IFEU 2019).

Weitere Wirkungsketten im Handlungsfeld Wohnen sind im Anhang I aufgeführt. Neben der dargestellten Wirkungskette klimawandelbedingter Hochwasserereignisse (vgl. Abbildung 3), deren Eintrittswahrscheinlich zukünftig hoch eingeschätzt wird (UBA, 2015a), werden die Auswirkungen von Stürmen und Starkwinden sowie die Hitzebelastung und Gebäudeaufheizung in weiteren Wirkungsketten beschrieben. Anhand der Wirkungsketten wird deutlich, dass im Handlungsfeld Wohnen künftig mit erheblichen Schäden an Gebäuden zu rechnen ist.

Abbildung 3: Wirkungskette Wohnen



Quelle: Eigene Darstellung

2.1.3 Verteilungswirkungen

Literaturüberblick

Literatur zu Verteilungswirkungen des Klimawandels auf mikroökonomischer Ebene gibt es wenig. Die existierende Literatur zu den Klimawandelfolgen im Bereich Wohnen fokussiert überwiegend auf gesamtwirtschaftlicher Wirkungen (UBA, 2020a, 2014). Andere Studien beschreiben qualitativ erwartete klimawandelbedingte Folgewirkungen (BMVBS, 2008; ESKP, 2019; UBA, 2019a).

UBA (2014) untersucht detailliert, welche Methoden zur Ermittlung von Kosten und Nutzen des Klimawandels im Handlungsfeld Bauwesen und Gebäude Anwendung fanden. Nur zwei Studien beschäftigten sich mit gesamtwirtschaftlichen Folgen von Klimaschäden im Gebäudesektor in (DIW, 2007; Ecologic Institute and INFRAS, 2009). Tovar Reanos (2021) fasst die Studienlage zu Klimawandelfolgen wie folgt zusammen: bestehende Literatur zu Naturkatastrophen und Ungleichheit fokussiert eher auf die Anpassungsfähigkeit als auf die Auswirkungen auf vulnerable Gruppen. Ein Beispiel dafür ist Kussel (2018). Die Studie untersucht das Anpassungsverhalten deutscher Haushalte als Reaktion auf Hitzestress in Innenräumen während der Sommermonate. Die Schätzungen zeigen: selbst moderate Temperaturerhöhungen reichen, um Investitionen in Anpassungsmaßnahmen auszulösen, z.B. den Kauf von Klimageräten oder die Anschaffung von Außenjalousien. Er stellt fest, dass es Unterschiede in der Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit zwischen sozioökonomischen Gruppen gibt. Je höher das Einkommen desto höher ist die Anpassungsfähigkeit der Haushalte. In Bezug auf vulnerable Gruppen zeigen ältere Menschen eine geringe Anpassungswahrscheinlichkeit trotz ihrer hohen Verwundbarkeit. Leider gibt die Studie keine Hinweise darauf, wie sich Kosten für die betroffenen Haushalte entwickeln.

Auch wenn die bisherige Forschungsliteratur nur wenig Verteilungswirkungen adressiert: Deutlich wird, dass bereits jetzt das Handlungsfeld Wohnen ein sozial- und verteilungspolitisch wichtiges Thema ist.

Verteilungswirkungen: Beispiele

Eine Folge der Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen durch Vermieter zur Vermeidung von Klimawandelschäden oder Sanierungsmaßnahmen zur Schadensbeseitigung: die Wohnkosten steigen. Ursache dafür ist die Modernisierungsumlage, denn Modernisierungskosten können derzeit mit 8 % als jährliche Mieterhöhung umgelegt werden (§ 559 BGB). Dadurch werden Mieter*innen unterschiedlich stark belastet. Besonders relevant ist der Anstieg der Bruttowarmmiete. Dies liegt daran, dass die Auswirkungen einer Modernisierung auf Mietende direkt von der Höhe der Modernisierungsumlage abhängen. Ob die Haushalte von der Maßnahme be- oder entlastet werden hängt davon ab, ob die Höhe der Modernisierungsumlage und die Höhe der Energiekosten in der modernisierten Wohnung höher oder niedriger sind als vor der Modernisierung. Wenn die Mietsteigerung durch die Modernisierungsumlage höher ist als die eingesparten Energiekosten, kann dies dazu führen, dass sich Haushalte gut sanierte Wohnungen nicht (mehr) leisten können. Besonders für Haushalte mit geringem Einkommen spielt der Anteil der Wohnkosten eine große Rolle (ifeu 2019, UBA 2015a, Hans Böckler Stiftung 2017, Tovar Reanos 2021).

Klimawandelbedingte Belastungen werden nicht nur vulnerable Zielgruppen in unterschiedlichem Maße betreffen, sondern sie treten auch regional und saisonal unterschiedlich auf. Beispielhaft zu nennen sind vorsorgende Hochwasserschutzmaßnahmen oder die Beseitigung von Hochwasserschäden. Hier unterscheiden sich Auswirkungen durch die baulichen Maßnahmen zwischen Mieter*innen und Eigentümer*innen: Durch Hochwasser bedingte Schäden tragen die Eigentümer*innen. Für Hochwasserereignisse muss eine Zusatzversicherung abgeschlossen werden. Sturm- oder Hagelschäden sind in der Regel durch die Gebäudeversicherung abgedeckt. Insbesondere für Eigentümer*innen mit geringem Einkommen geht die Risikoabdeckung mit weiteren Kosten einher, die zusätzlich zur Gebäudeversicherung getragen werden müssen.

Maßnahmen zum besseren Hochwasserschutz gelten als Investition und können entsprechend auf die Mieter*innen umgelegt werden. Damit steigt der Anteil der Wohnkostenbelastung weiter und erhöht die Belastung der armutsgefährdeten Bevölkerungsgruppen, die ohnehin schon einen deutlich höheren Anteil ihres Einkommens für Wohnen ausgeben. Tovar Reanos (2021) quantifiziert Wohlfahrtsänderungen auf Haushaltsebene, die durch Fluten verursacht sind. Er stellt fest, dass Wohlfahrtsverluste nach Hochwasserereignissen Haushalte mit niedrigem Einkommen unverhältnismäßig stark beeinträchtigen und die Ungleichheit um 0,14 % erhöhen. Besonders betroffen seien Haushalte im untersten Einkommensquartil. In diesem finden sich viele Familien mit Kindern und Rentner*innen.

Besonderes ältere Menschen oder Risikogruppen sind von Hitzewellen beeinträchtigt, insbesondere, wenn sie in Krankenhäusern oder Altenheimen untergebracht sind oder in Ballungsräumen wohnen. Überproportional betrifft Hitze Personen, die in schlecht gedämmten Häusern leben (BMVBS, 2008). Es ist zu prüfen, inwieweit die Personengruppe der über 65-Jährigen mit geringem Einkommen besonders vulnerabel in Bezug auf Hitzeperioden sind. Darüber hinaus wäre in Zukunft auch zu prüfen welche Gruppe der einkommensschwachen Eigentümer*innen (darunter auch Rentner*innen-Haushalte) in Deutschland relevant sind und daher besonderen Herausforderungen im Kontext des Klimawandelindikators Hitze entgegensehen.

Neben baulichen Anpassungsmaßnahmen ist die Kühlung von Gebäuden ein weiterer wichtiger Aspekt. Im Zuge der Anschaffung von Klimageräten wird eine Verschiebung der Energieverbrauchsmuster erwartet, wobei die Kosten für Heizung sinken, die Kosten für mögliche Kühlung steigen (dena, 2019; UBA, 2020a). Im Idealfall werden die Anpassungsstrategien an mögliche Klimaänderungen bei der Planung neuer Bauprojekte von vornherein mit bedacht und Synergieeffekte genutzt. Eine angepasste Bauweise, beispielsweise durch eine spezielle Dämmung, wasserdichte Kellerfenster oder Gründächer, könnte zukünftige gesundheitliche Probleme der Bewohner*innen an Hitzetagen oder Schäden durch Starkregenereignisse verhindern oder verringern.

Die qualitative Diskussion möglicher klimawandelbedingter Verteilungswirkungen zeigt: es werden sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen erwartet. Damit einher gehen steigende Belastungen von vulnerablen Bevölkerungsgruppen. Dazu gehören Haushalte mit geringem Einkommen.

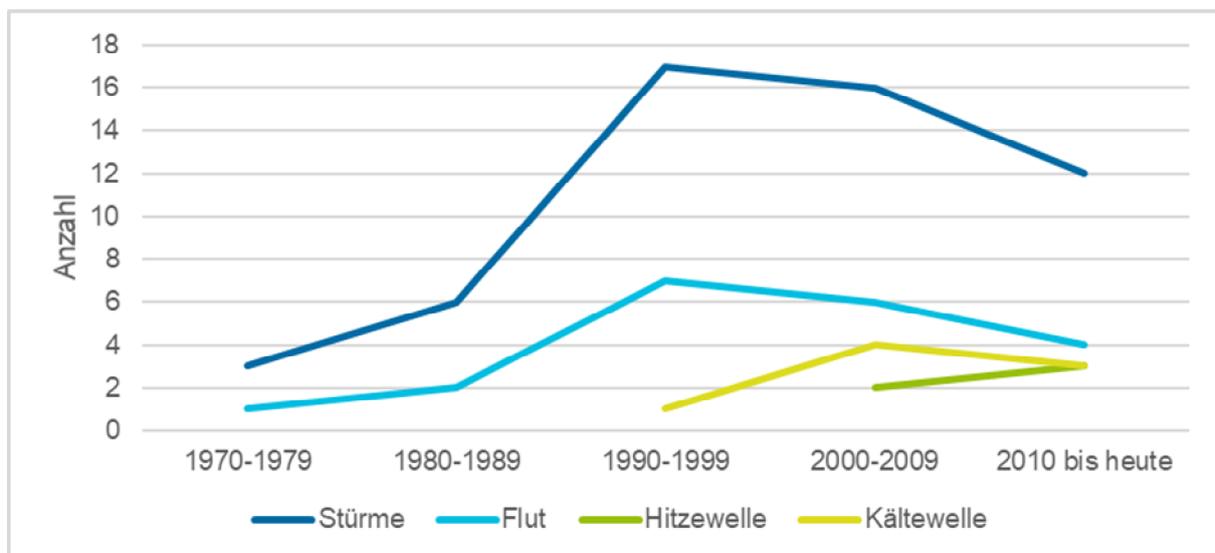
2.1.4 Datengrundlage

Die Analyse der Datenquellen und Forschungsliteratur zur Beantwortung der Frage, welche finanziellen Belastungen für unterschiedliche Haushaltsgruppen durch den Klimawandel entstehen, zeigt: prinzipiell wäre eine Quantifizierung möglich. Aktuell stehen allerdings nicht genügend Daten für eine aussagekräftige Analyse zur Verfügung. Dies wird im Folgenden näher erläutert.

Für die Datenbewertung wurden gemäß UBA (2015) Daten zu Schäden an Gebäuden durch Sturzfluten, Hochwasser, Starkwind sowie Gebäudeaufheizung in städtischen Wärmeinseln und hitzeempfindlichen Einrichtungen geprüft und bewertet.

Abbildung 4 zeigt die Anzahl von Extremwetterereignissen in Deutschland seit 1970. Stürme und Fluten treten am häufigsten ein, sind jedoch mit Beginn der 2000er Jahre rückläufig. Hitze- und Kältewellen traten seltener auf. Hitzewellen zeigen einen leichten Aufwärtstrend innerhalb der letzten 20 Jahre.

Abbildung 4: Extremwetterereignisse in Deutschland seit 1970



Quelle: (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, o.J.) EM-DAT 2021

Um Verteilungseffekte im Bedürfnisfeld Wohnen zu ermitteln, können Daten zu Einzelereignissen, Schadenhäufigkeit und Schadensatz zugrunde gelegt werden.

Mit Hilfe der Daten der Versicherungen zu Schäden können entsprechend Folgen von Starkwetterereignissen, insbesondere Hochwasser und Hagel abgeschätzt werden. Wie diese Schäden über die Haushalte verteilt sind, kann jedoch nur ermittelt werden, wenn vollständige Informationen für alle Ereignisse zur Verfügung stünden und mit entsprechenden Haushaltsdaten zusammengebracht werden können. Diese Daten sind allerdings nicht verfügbar. Die Abschätzung von Hochwasserschäden (direkt und indirekt) ist in Deutschland bis heute oftmals ungenau, da zum Beispiel die genauen Wasserstände am Gebäude zum Zeitpunkt des Hochwassers, der Gebäudewert und die Schadensprozesse am Gebäude in der Regel nicht systematisch erfasst und nach einem einheitlichen Standard dokumentiert werden. Die daraus entstehenden Ungenauigkeiten setzen sich fort, wenn es um die Abschätzung von Hochwasserrisiken geht (ESKP, 2019).

Daten zu Windschäden auf Haushaltsebene sind ebenfalls schwer abzuschätzen. Die Münchener Rück veröffentlicht globale Daten u.a. zu Wirbelstürmen und Gewitterschäden. Diese beliefen sich z.B. in Deutschland durch ein Unwetter mit Hagelkörnern (Juni 2019) im Großraum München auf fast 1 Mrd. (1 Mrd. US\$), davon waren fast drei Viertel versichert (Munich RE, 2020). Der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) stellt fest, dass Stürme, Hagel und Starkregen 2019 in Deutschland versicherte Schäden an Häusern, Hausrat, Gewerbe- und Industriebetrieben in Höhe von 2,1 Milliarden Euro verursacht haben (GDV, 2020).

Nicht abschätzbar sind Auswirkungen in Bezug auf den Anstieg der Feuchtigkeit durch vermehrte Niederschläge im Winter. Dies kann zu einer Erhöhung der Luftfeuchtigkeit führen, was wiederum Auswirkungen auf die Gebäudesubstanz hat. Alter Gebäudebestand in Holzbauweise ist besonders betroffen.

Ebenfalls nicht abschätzbar sind Auswirkungen erhöhter Sonneneinstrahlung. Die Hitzebelastung der Gebäude in Bezug auf die Substanz ist schwer zu quantifizieren, wird jedoch als gering eingestuft (BMVBS, 2008). Verlässliche Studien zu Kosten für Gebäudeanpassung zum Hitzeschutz liegen derzeit nicht vor. Die Möglichkeiten reichen vom Einbau von mobilen Klimaanlage, über neue Raumluftanlagen bis hin zu Dach- und Fassadenbegrünung. Besonders im Augenmerk liegen Gebäude, in denen vulnerable Gruppen leben, arbeiten oder verweilen (Altenheime, Krankenhäuser,

Schulen, Kindergärten). Auch Privatwohnungen oder -häuser können stark aufheizen und dort lebende Personen beeinträchtigen.

Durch den hitzebedingten Anstieg von Gebäudekühlung im Sommer wird künftig eine Änderung der Energieverbrauchsmuster in Haushalten erwartet: Häufigere und längere Hitzeereignisse führen zu steigenden Energieverbräuchen durch Kühlung (dena, 2019; UBA, 2020a). Daten zur Entwicklung von Kühlgradtagen sind beim Deutschen Wetterdienst abrufbar. Diese können mit dem Energieverbrauch für Klimakälte und/oder Absatzzahlen von Klimageräten korreliert werden. Es können auf Grundlage dieser Daten jedoch keine Aussagen über die Be- oder Entlastung von vulnerablen Haushaltsgruppen getroffen werden, da die Daten nur auf sehr aggregierter Ebene vorliegen.

2.1.5 Fazit

Insgesamt zeigt sich, dass im Handlungsfeld Wohnen mit einer steigenden Kostenbelastung durch klimawandelbedingte Auswirkungen zu rechnen ist, da künftig mit einer Zunahme und höheren Intensität von Extremereignissen gerechnet wird. Einkommensschwache Haushalte sind davon voraussichtlich stärker betroffen als einkommensstärkere Haushalte. Es wird erwartet, dass die relative Belastung von einkommensschwachen Haushalten überdurchschnittlich steigt. Dies betrifft vor allem Mieter*innenhaushalte, die in Gebäuden mit schlechterer Bausubstanz leben. Des Weiteren können einkommensschwache Eigentümer*innen, z.B. Rentner*innen-Haushalte betroffen sein. Deutlich wird, dass das Armutsrisiko bei einkommensschwachen Haushalten steigt. Hiervon sind wiederum Mieter*innenhaushalte stärker betroffen als Haushalte, die über Eigentum verfügen.

2.2 Ernährung und Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche Produktion erfolgt primär im "Offenen System", also unter freiem Himmel und ist somit den Einflüssen des Klimawandels unmittelbar ausgesetzt. Die Dürresommer 2018 und 2019 haben erste Hinweise darauf gegeben, wie sich extreme Wetterereignisse auf die Lebensmittelproduktion auswirken. Der Klimawandel wird das Auftreten von Dürreperioden, Starkregenereignisse, Fluten oder Stürme erhöhen.

2.2.1 Allgemeine Problemlage & Verteilungswirkungen

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft werden regional, saisonal und in verschiedenen Jahren sehr unterschiedlich ausfallen.

Generell gilt zum Beispiel, dass durch wärmere Temperaturen und kürzere Winter die Vegetationszeit länger und so der Anbau von z.B. Wein, Soja oder Hirse auch in nördlicheren Gefilden möglich wird. Auf der anderen Seite drohen durch milde Winter neue/mehr Krankheiten und Schädlinge aufzutreten. Tiefwurzelnde Unkräuter können Trockenheit besser überstehen als flachwurzelnde Nutzpflanzen wie Kartoffeln. Starkwetterereignisse wie Regen tragen zum Abtrag der Humusschicht bei (bis 2050 werden voraussichtlich bis zu 16% des fruchtbaren Bodens erodieren) (LfU Bayern, o.J.). Starkregen, Hochwasser oder auch Dürreperioden können zu Ernteaussfällen führen und so die Planungssicherheit von Landwirt*Innen reduzieren. Auch in der Tierhaltung kann sich der Klimawandel bemerkbar machen. Die Leistung von Nutztieren, wie z.B. Milchkühen sinkt beispielsweise bei Hitze (Deutscher Bundestag, 2019). Landwirte werden Maßnahmen ergreifen müssen, wenn sie keine Produktionseinbußen wollen und in Bewässerungsanlagen, Kühlung geschlossener Stallsysteme und Ernteaussfallversicherungen investieren müssen. Mögliche Ernteeinbußen und Investitionen in Anpassungsmaßnahmen können dazu führen, dass die Preise für (bestimmte) Lebensmittel steigen. Zum einen kann dies aus regionalen Gegebenheiten in Deutschland resultieren. Zum anderen werden Lebensmittel international gehandelt, so dass auch

Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in anderen Regionen der Welt die Lebensmittelpreise in Deutschland beeinflussen.

Prinzipiell sind alle Haushalte von Lebensmittelpreiserhöhungen betroffen. Allerdings ist diese Wirkung regressiv: Geringverdienende Haushalte, die einen größeren Anteil ihres Einkommens für Lebensmittel aufbringen sind stärker von Preisänderungen betroffen und haben weniger finanziellen Spielraum ihr gewohntes Ernährungsverhalten aufrecht zu erhalten als gutverdienende Haushalte. In Abschnitt 2.2.3 werden die Verteilungswirkungen detaillierter dargestellt und am Beispiel der Ausgaben für Ernährung die Haushaltsausgaben je Monat für alle Einkommensdezile visualisiert.

Im folgenden Abschnitt 2.2.2 werden die Auswirkungen des Klimawandels im Bereich der Ernährung auf Basis der wissenschaftlichen Literatur, sowie Ereignisbeispielen dargestellt. Eine exemplarische Wirkungskette zeigt auf, wie es zu Preissteigerungen für Lebensmittel kommen kann.

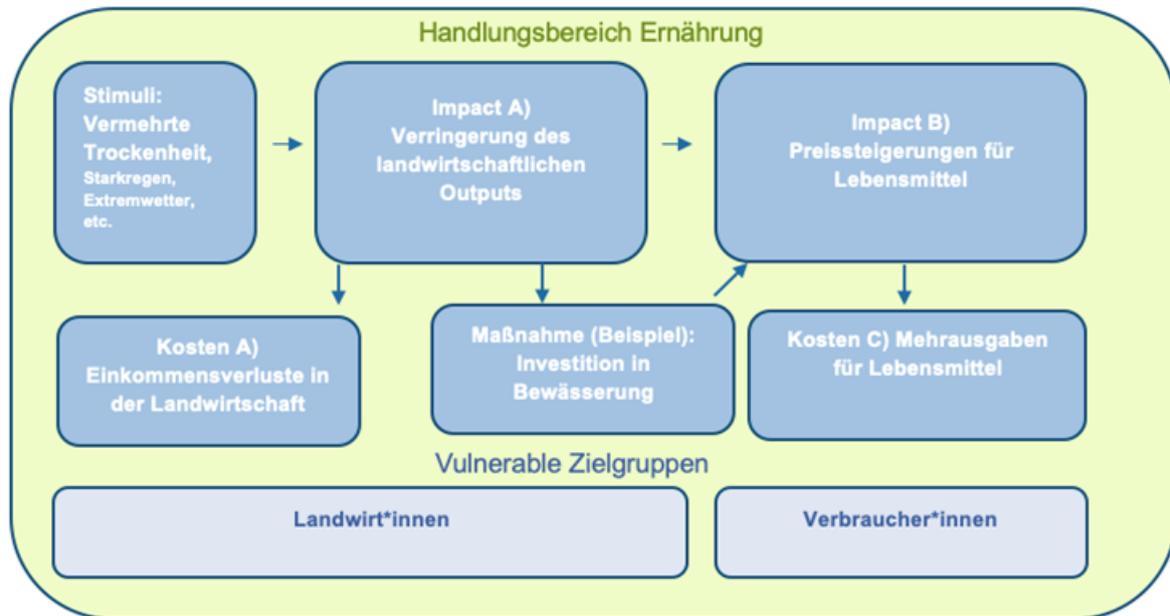
In Abschnitt 2.2.3 werden die Verteilungswirkungen näher beleuchtet und abschließend in Abschnitt 2.2.4 gezeigt mit welcher Datengrundlage erste quantitative Analysen in diesem Bedürfnisfeld für Deutschland erfolgen könnten.

2.2.2 Auswirkungen des Klimawandels

IPCC (2018) identifiziert Risiken, die durch den Klimawandel verursacht werden und direkte Auswirkungen auf die Ernährungssicherheit haben. Dazu gehören der Verlust ländlicher Lebensgrundlagen und Einkommen, der Verlust von Meeres- und Küstenökosystemen, der Verlust von Land- und Binnengewässerökosystemen und der Zusammenbruch von Ernährungssystemen durch Ernteverluste. IPCC (2014b) beschreibt beobachtete Trends, dass es in einigen Regionen in mehrere Zeitperioden zu schnellen Preissteigerungen bei Nahrungsmitteln und Getreide nach Extremwetterereignissen kam. Dies waren teilweise wichtige Erzeugerregionen, was auf eine Empfindlichkeit der aktuellen Märkte gegenüber Klimaextremen gemäß IPCC (2014b) hinweist. Allerdings, so IPCC (2014b), ist die „Quantifizierung dieses Effekts jedoch eine äußerst schwierige Aufgabe, da sie Annahmen über die vielen nicht-klimatischen Faktoren erfordert, die mit dem Klima interagieren, um die Ernährungssicherheit zu bestimmen“. Darüber hinaus lassen sich die globalen Analysen des IPCC nicht 1:1 auf Deutschland übertragen, da z.B. die inländische Getreideversorgung nicht von Importen abhängig und somit auch weniger sensibel gegenüber Schwankungen der Weltmarktpreise ist. Dies liegt daran, dass der Selbstversorgungsgrad in Deutschland relativ hoch ist. Allerdings gilt das nicht für alle Getreidearten. Für Roggen, Hafer oder Mais besteht z.B. in den letzten Jahren ein zunehmender Importbedarf (BMEL, 2020).

Eine mögliche negative Wirkungskette ist in Abbildung 5 dargestellt. Klimastimuli wie z.B. vermehrte Trockenheit wirken negativ auf landwirtschaftliche Produktion. Ohne Durchführung entsprechender Anpassungsmaßnahmen, verringert sich der landwirtschaftliche Output, im Extremfall kann es zu Ernteausschlägen kommen. Eine daraus resultierende Verknappung der landwirtschaftlichen Produkte wirkt preissteigernd auf Lebensmittel. Konsument*innen sind damit unmittelbar durch Mehrausgaben für Lebensmittel betroffen (ohne Berücksichtigung einer möglichen Verhaltensanpassung).

Abbildung 5: Wirkungskette Ernährung



Quelle: Eigene Darstellung

Diese Darstellung in Abbildung 5 ist vereinfacht und berücksichtigt nicht die globalen Interdependenzen der Lebensmittelproduktion und -preisbildung. Indizien, dass die beschriebenen Wirkungen relevant sind, finden sich in der Literatur, die sich auf verschiedenen Skalen mit dem Thema der Ernährung unter Berücksichtigung des Klimawandels beschäftigt.

Insbesondere der Anstieg von Extremwetterereignissen (extreme Hitze, Kälte, Trockenheit, Nässe) mindert die Ertragssicherheit. Es wird mit Ernteauffällen gerechnet (Deutscher Bundestag, 2019).

Gleichzeitig auftretende Hitzewellen in verschiedenen Regionen der Welt werden aufgrund bestimmter Wellenmuster im Jetstream wahrscheinlicher. Das kann dazu führen, dass wichtige Anbauregionen der Welt gleichzeitig betroffen sind und signifikante Ernteeinbußen folgen (Kornhuber et al., 2020).

Landwirt*innen werden daher in Anpassungsmaßnahmen investieren müssen, sofern sie den Ernteauffällen bzw. Einkommensverlusten entgegenwirken wollen. Diese Maßnahmen, z.B. in Bewässerung oder Kühlung von Stallanlagen sind mit Kosten verbunden. UBA (2020a) stellt modellgestützt fest, dass von Landwirt*innen durchgeführte Anpassungsmaßnahmen in Bewässerung die Stückkosten für landwirtschaftliche Produkte erhöhen. Landwirt*innen geben diese Kosten durch Preiserhöhungen an Konsument*innen weiter. Dies wirkt sich negativ auf den privaten Konsum und auf Exporte aus. Auch in der Nahrungsmittelindustrie und dem Gastgewerbe verändern sich laut UBA (2020a) dann entsprechend die Preisniveaus.

Nicht nur die Kosten der Anpassungsmaßnahmen, sondern auch die verringerten Erträge können sich daher in Verbraucherpreisen der Lebensmittel bemerkbar machen (IPCC, 2014b). Eine genaue Prognose, welche Produktgruppen, wie häufig und wie stark betroffen sein werden, ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

Exemplarisch zeigt der Dürresommer 2018 wie Preise reagieren können: Nach dem überdurchschnittlich trockenen Sommer 2018 stiegen die Kartoffelpreise um mehr als die Hälfte an und dies, obwohl Bauern aufgrund der sehr ertragreichen Ernte 2017 noch auf Bestände zurückgreifen konnten (Handelsblatt, 2018). Bei mehrjährigen Dürreperioden werden Ernteauffälle

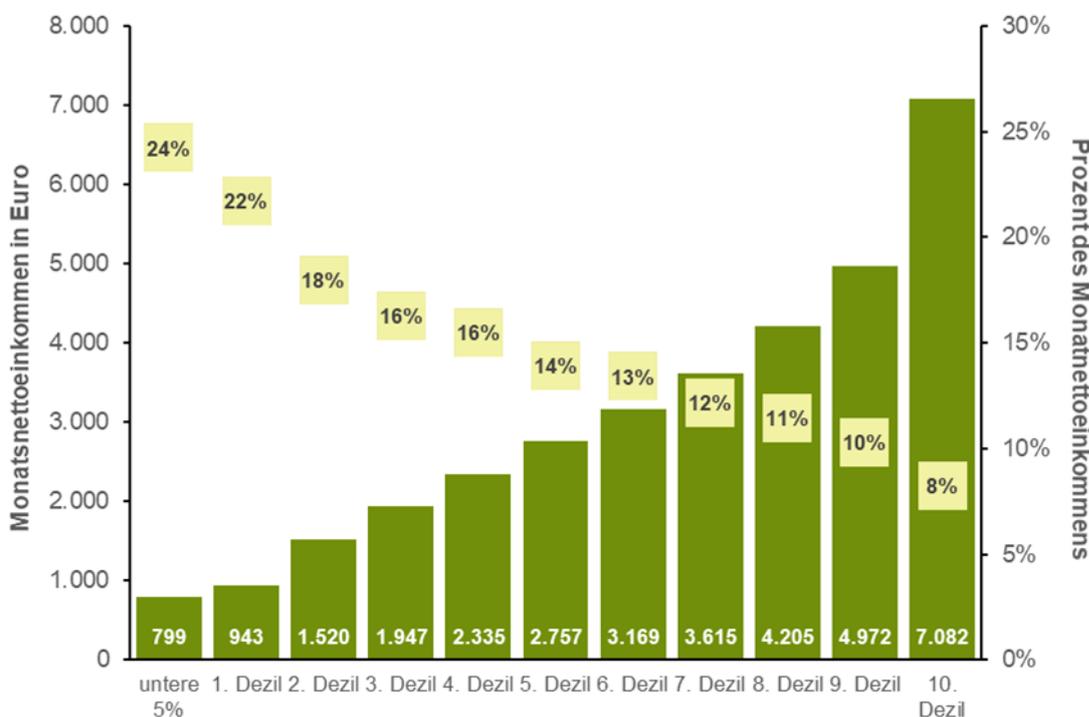
nicht mehr ohne weiteres kompensierbar sein und das knappere Angebot wird sich in den Preisen deutlich niederschlagen.

Auch der Preis von Fleisch- und Milchprodukten wird durch die Auswirkungen des Klimawandels steigen. Neben der bereits erwähnten reduzierten Milchleistung von Kühen ist auch die Futtermittelproduktion vulnerabel gegenüber der Klimakrise: Besonders Gräser für Tierfutter und Raps reagieren sensibel auf Trockenperioden. Landwirte müssen ggf. Futter zukaufen, was die Produktionskosten erhöht. Im Notfall könnten Kühe sogar frühzeitig geschlachtet werden müssen, um Futtermittel zu sparen (Tagesspiegel, 2018).

2.2.3 Verteilungswirkungen im Fokus

Prinzipiell sind alle Haushalte eines Landes betroffen, wenn Lebensmittelpreise steigen - jedoch mehr oder weniger stark, da sie unterschiedlich große Anteile ihres monatlichen Einkommens für Lebensmittel ausgeben. Einkommensschwache Haushalte wären stärker von diesen Veränderungen betroffen als relativ gutverdienende Haushalte, da erstere mehr ihres verfügbaren Einkommens für Lebensmittel ausgeben (siehe Abbildung 6) und weniger finanzielle Manövrierfähigkeiten gegenüber steigenden Preisen haben.

Abbildung 6: Ausgaben für Ernährung in € und anteilig am monatlichen Haushaltsnettoeinkommen



Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2013 (80% scientific use file des FDZ der statistischen Ämter des Bundes und der Länder).

Notiz: Ausgaben für Ernährung beinhalten Ausgaben für Lebensmittel, außer Haus Verzehr sowie Getränke

Haushalte mit geringem Einkommen geben einen überproportional großen Anteil ihrer Einnahmen für Lebensmittel aus (siehe Abbildung 6). Preissteigerungen bei Lebensmitteln haben daher eine regressive Wirkung; sie belasten Haushalte mit geringem Einkommen stärker als jene mit höherem Einkommen.

Das Budget für Lebensmittel ist bei Personen mit geringem Einkommen knapp kalkuliert und bei kurzfristigen Preissteigerungen von Grundnahrungsmitteln stehen diese Haushalte vor der Wahl, sich entweder bei der Ernährung einzuschränken, auf Hilfsangebote von sozialen Einrichtungen zurückzugreifen (z.B. die Versorgung mit Lebensmitteln durch die Tafel, Kirchengemeinden, o.ä.) oder an anderer Stelle Einschnitte in Kauf zu nehmen. Da das Budget für die anderen Bereiche des täglichen Bedarfs aber auch knapp kalkuliert ist, bedeutet dies zwangsläufig Verzicht. Doch nicht nur Haushalte in den niedrigsten Einkommensgruppen haben wenig finanziellen Spielraum. Auch vielen Mitglieder der Mittelschicht steht aufgrund hoher Mieten, steigenden Energiekosten oder anderer finanzieller Verpflichtungen nur ein begrenztes Budget für Lebensmittel zur Verfügung. Stark steigende Preise von Grundnahrungsmitteln auf Grund von wetterbedingten Ernteausschlägen kann auch sie zu Verzicht zwingen.

Weiterreichende Quantifizierungen für potentiell vulnerable Gruppen z.B. innerhalb der Gruppe von Familien mit Kindern, Alleinerziehenden, Rentner*Innen wäre relevant, um abzuschätzen, ob in Zukunft Maßnahmen ergriffen werden müssen, um sie vor Ernährungsarmut zu schützen.

2.2.4 Datengrundlage

Prognosen und Projektionen von Lebensmittelpreisen sind mit starken Unsicherheiten verbunden. Ernterfolge sind zum Beispiel von kurzfristigen Wetterereignissen abhängig; Schwankungen der globalen Nachfrage oder auch Ernährungstrends lassen die Preise für bestimmte Lebensmittel z.T. stark schwanken; Folgen des Klimawandels sind nur unter Unsicherheiten zu projizieren.

Daher ist auch nur begrenzt quantifizierbar, wie sich die Folgen des Klimawandels auf Nahrungsmittel auswirken werden. Als relativ sicher gilt, dass er global zu steigenden Lebensmittelpreisen beitragen wird (IPCC, 2014b). Eine exakte Differenzierung von anderen Variablen wie der wachsenden Weltbevölkerung, der steigenden Nachfrage nach Fleischprodukten in sich entwickelnden- und Schwellenländern und strukturellen Veränderungen im Landwirtschaftssektor ist jedoch (noch) nicht möglich.

Daher bietet es sich eher an, auf qualitative Einzelbeschreibungen zu blicken, welche die Auswirkungen von Klimafolgen wie Starkwetterereignissen beschreiben und so eine Annäherung an mögliche künftige Entwicklungen skizzieren.

Über die Konsumausgaben für Lebensmittel liegen hingegen ausführliche quantitative Daten vor. So kann die Belastung von steigenden Nahrungsmittelpreisen auf verschiedene Haushaltstypen (z.B. Haushalte mit geringem Einkommen, Familien, Rentner, etc.) berechnet werden. Hierdurch kann dargestellt werden, wie sich Preisanstiege auf vulnerable Gruppen auswirken: Mit Hilfe der Einkommens- und Verbraucherstichprobe (EVS) können die Ausgaben von unterschiedlich charakterisierten Haushalten für unterschiedliche Lebensmittel differenziert dargestellt werden. Die EVS bietet daher einen guten Ausgangspunkt für Analysen, deren Tiefe sich gemäß der Datenverfügbarkeit und -annahmen (insbesondere zu Steigung der Lebensmittelpreise und Preiselastizitäten in unterschiedlichen Differenzierungsgraden) orientiert.

2.2.5 Fazit

Ernährung und Landwirtschaft wird voraussichtlich ein vom Klimawandel stärker betroffener Gesellschaftsbereich sein, da die Produktion von Lebensmitteln primär unter freiem Himmel stattfindet und sie so der wahrscheinlichen Zunahme von Starkwetterereignissen ungeschützt ausgesetzt sein wird. Bei temporären und regional begrenzten Einzelereignissen werden Produktionsausfälle und damit einhergehende Preissteigerungen kompensierbar sein, in dem auf betroffene Produktgruppen verzichtet und andere Lebensmittel gewählt werden, doch beim

Auftreten längerfristiger Klimawirkungen wie mehrjähriger Dürreperioden und Betroffenheit mehrerer globaler Produktionsstätten werden durch das reduzierte Angebot oder die Kosten der Anpassungsmaßnahmen (z.B. die Bewässerung von Anbauflächen) Lebensmittelkosten steigen. Dies stellt besonders für Haushalte mit geringem Einkommen eine Herausforderung dar, da sie bereits heute rund ein Viertel der ihnen zur Verfügung stehenden Finanzmittel für Lebensmittel aufbringen müssen und kaum finanzieller Spielraum besteht die Mehrkosten aufzubringen.

2.3 Verkehr und Mobilität

Auch die Verkehrsinfrastruktur ist den Einflüssen der Umwelt ausgesetzt, weswegen auch dieser Sektor vulnerabel gegenüber dem Klimawandel ist. Ein großer Unterschied zu den anderen untersuchten Sektoren liegt jedoch darin, dass der Schaden primär an öffentlichen Gütern wie Straßen oder Bahntrassen entsteht und die Kosten von deren Beseitigung, sowie Maßnahmen zum Schutz vor Klimafolgeschäden von der Allgemeinheit getragen werden müssen, weswegen die Verteilungswirkung zum jetzigen Zeitpunkt nicht quantifiziert werden kann.

2.3.1 Allgemeine Problemlage & Verteilungswirkungen

Für die meisten Verkehrsinfrastrukturen (z.B. Straßen, Schienennetze, Flüsse und Kanäle) stellt der Klimawandel eine Belastung dar.

Exemplarisch konnten die Folgen von *Hochwasser* bereits im Jahr 2013 beobachtet werden, als das Elbehochwasser die Gleisanlagen zwischen Berlin und Hannover unterspülte und die Strecke für Monate ausfiel (Tagesspiegel, 2013).

Der Klimawandel wird die Häufigkeit von Fluten erhöhen und somit auch die Kosten für die Instandsetzung von Verkehrsinfrastruktur, für die der Bund, die Länder und Kommunen aufkommen müssen. Weitere nötige Maßnahmen werden sein (Klimafakten.de, 2015):

- Häufigere Erneuerung von Straßenbelag oder der Einsatz von haltbareren Materialien
- Investition in Entwässerungs- und Schutzvorrichtungen
- Nachrüstung von Brücken zum Schutz vor Überschwemmung und Unterspülung

Sturmschäden wie entwurzelte Bäume, blockierte Gleise und Straßen, verschmutzte Fahrbahnen oder Oberleitungsschäden verursachen hohe Schadenbeseitigungskosten. Bei Schäden an Gleisanlagen kann mit Kosten in Höhe von 2,55 Mio. pro Schienenkilometer gerechnet werden sowie Kosten für die Entschädigungszahlungen für Reisende bei Verspätungen über einer Stunde (UBA, 2020a). UBA 2020a geben an, dass pro zerstörten Autobahnkilometer Kosten in Höhe von 8,7 Mio. anfallen. Hinzu kommen weitere Kosten für Polizei und Feuerwehreinsätze (UBA, 2020a). Auch Schäden an Fahrzeugen müssen kompensiert werden. Dies erfolgt im Idealfall über zusätzliche Teil- und Vollkaskoversicherungen, die Eigentümer*innen für ihre Autos abschließen. Nach dem Sturm Kyrill im Jahr 2007 kamen die Versicherungen für Fahrzeugschäden in Höhe von 210 Mio. auf. Da nicht alle Fahrzeuge zusätzlich versichert sind oder ein Selbstbehalt geleistet werden muss, ist davon auszugehen, dass die tatsächlichen Schadenkosten deutlich höher liegen (ibid.). Der fortschreitende Klimawandel wird die Schadenkosten erhöhen.

Auch *Hitze* beeinträchtigt die Verkehrsinfrastrukturen. Eisenbahnschienen können sich verbiegen, Straßenbeläge aufplatzen (Blow-Ups). Gerade auf LKW-Spuren können bei Hitze durch den Schwerlastverkehr Spurrillen entstehen, die eine Erneuerung bereits nach 10 Jahren, statt dem üblichen 15-jährigen Sanierungszyklus erforderlich machen (Pfeiffer in Sächsische Zeitung 2020).

Im ÖPNV so wie im Fernverkehr der Bahn trägt der erhöhte Einsatz von Klimaanlage zu einem Energiemehrverbrauch bei, der Mehrkosten in Höhe von 1,3 Mrd. pro Jahr erzeugt (ÖI, o.J.). Auch der Benzin- und Stromverbrauch von Automobilen steigt mit dem Einsatz von Klimaanlage.

Anhaltende *Trockenheit* und damit einhergehende niedrige Wasserpegel auf Schifffahrtswegen erschweren oder begrenzen die Binnenschifffahrt. Zum einen können in dieser Zeit nur kleinere Schiffe eingesetzt werden, zum anderen können Lieferengpässe entstehen, die wiederum Preissteigerungen oder Produktionsausfälle zur Folge haben. Im Gegensatz zu Dürreperioden kann auch Hochwasser zu Beeinträchtigungen der Binnenschifffahrt führen, was ebenfalls Produktionsausfälle bedingen kann, vor allem in der Just-in-Time Produktion.

Welche Verteilungswirkungen diese Kosten des Klimawandels im Verkehrsbereich haben, hängt entscheidend von der Finanzierung der Schäden ab. Die Verkehrsinfrastruktur wird bisher primär aus dem Staatshaushalt finanziert, wobei die Einnahmen der Energiesteuer aus dem Verkehrssektor für die Finanzierung verwendet wird (die Mittel sind formal nicht zweckgebunden, werden aber für die Verkehrsinfrastruktur verwendet). Das derzeitige Finanzierungskonzept wird jedoch auf Grund der zunehmenden Elektrifizierung des Individualverkehrs bald nicht mehr die Infrastrukturkosten decken können (UBA, 2020c). Aus diesem Grund müssen neue Konzepte wie die Weiterentwicklung der Kfz-Steuer³ und nutzungsabhängige Finanzierungsformen (wie Pkw-Maut) entwickelt um eine Finanzierungsbasis unabhängig von der Verbrennung fossile Treibstoffe zu sichern. Wie die Verkehrsinfrastruktur in Zukunft finanziert wird und wie hoch die Abgabenlast für verschiedene Haushaltstypen sein wird, ist daher zum jetzigen Zeitpunkt nicht absehbar.

Im folgenden Kapitel 2.3.2 wird exemplarisch anhand einer Wirkungskette die Effekte des Klimawandels auf den Mobilitätssektor dargestellt. Hierbei ist der Fokus auf die Schadenprävention und -beseitigung bei der Verkehrsinfrastruktur, sowie dem erhöhten Energiebedarf zur Kühlung von Fahrzeugen gerichtet.

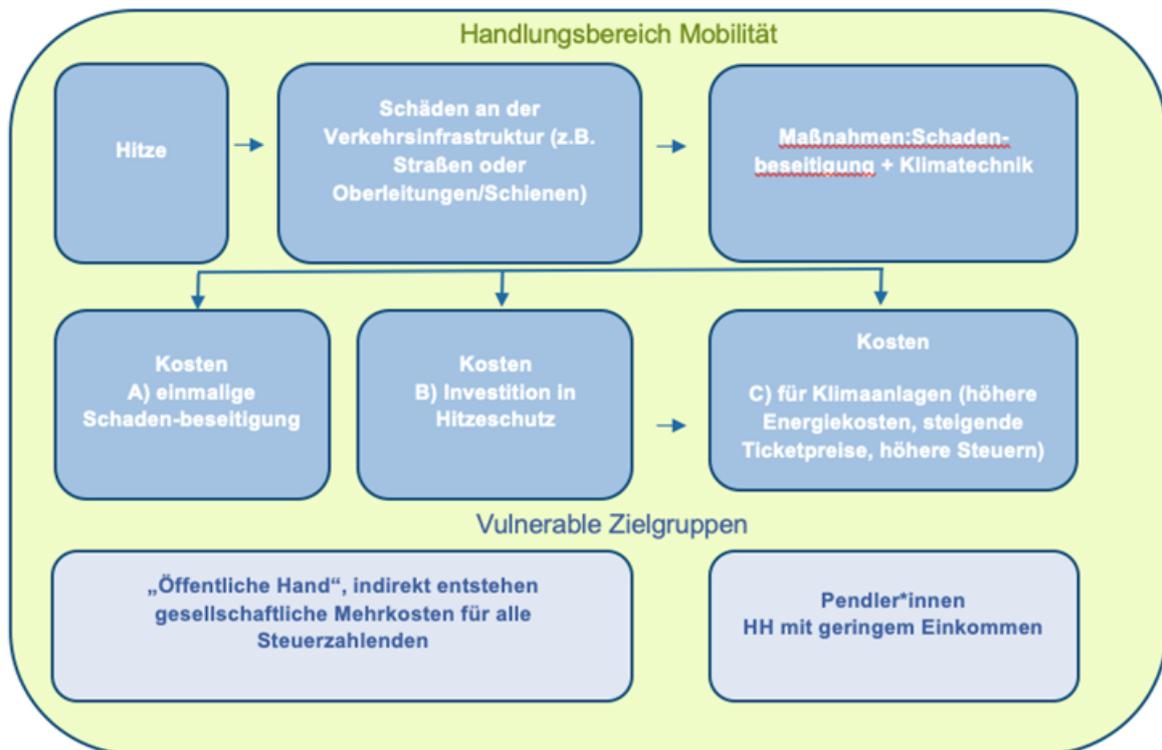
Im Abschnitt 2.3.3 werden die Verteilungswirkungen skizziert. Da die Schäden primär an der Verkehrsinfrastruktur und somit einem Gemeingut entstehen werden, werden die Schadenkosten bei der öffentlichen Hand anfallen, was die genaue Quantifizierung der Verteilungswirkungen derzeit noch nicht zulässt.

2.3.2 Auswirkungen des Klimawandels

Klimawandelbedingte Schäden im Bereich Verkehr und Mobilität führen zu ganz unterschiedlicher Betroffenheit in der Gesellschaft. Eine mögliche Wirkungskette wie diese Betroffenheit durch Hitzeereignisse aussieht, ist in Abbildung 7 dargestellt.

³ So sollte mit dem Übergang von Verbrennungsmotoren zu elektrischen Antrieben die Hubraumkomponente durch eine stromverbrauchsbasierte Komponente ersetzt werden, um den Rückgang der Einnahmen zu kompensieren. (Vgl. https://foes.de/publikationen/2020/2020-03_FOES_Reform-Kfz-Steuer.pdf)

Abbildung 7: Wirkungskette Mobilität



Quelle: Eigene Darstellung

Klimastimuli wie z.B. Hitze wirken negativ auf die Verkehrsinfrastruktur, erhöhen gleichzeitig den Kühlungsbedarf in privaten Fahrzeugen und im öffentlichen Verkehr. Um weiterhin Mobilität sicherzustellen, sind Reparaturen der Infrastruktur notwendig, sowie Investitionen in Anpassungsmaßnahmen, z.B. hitzebeständige Straßenbeläge oder Schienen. Darüber hinaus müssen Klimaanlage in Fahrzeugen nachgerüstet werden, welche neben den Investitionskosten für die Kühlung höhere Kraftstoffkosten oder ggf. höhere Ticketpreise für den öffentlichen Verkehr mit sich bringen. Verbraucher*innen sind durch diese Folgen direkt und indirekt betroffen. Auf der einen Seite entstehen gesellschaftliche Mehrkosten für alle Steuerzahlenden, auf der anderen Seite entstehen individuelle Mehrkosten für Kraftstoffe (oder Strom bei E-Autos) oder Tickets im öffentlichen Verkehr, die insbesondere Pendler*innen und Haushalte mit geringem Einkommen stärker belasten.

2.3.3 Verteilungswirkungen

Schäden an der **Verkehrsinfrastruktur** betreffen am stärksten Personen, die darauf angewiesen sind, regelmäßig längere Strecken zurückzulegen, z.B. Pendler*innen via ÖPNV und eigenem Pkw. Die nicht-Verfügbarkeit bestimmter Strecken kann dazu führen, dass Strecken gar nicht zurückgelegt werden können, oder monetärer Aufwand betrieben werden muss, um diese mit alternativen Verkehrsmitteln oder über Umwege zu bewerkstelligen. In der Folge können sich Steuern, Abgaben oder Nutzungsentgelte erhöhen und damit eine finanzielle Belastung darstellen.

Vermehrter Einsatz von Klimaanlage in Fahrzeugen, z.B. Pkw betrifft die Personen die stark auf ein Auto angewiesen sind, z.B. Pendler*innen. Sie müssen häufiger tanken und mehr Geld für gewohnte Mobilitätsweisen aufbringen.

Im Durchschnitt steigt die Pendeldistanz mit dem Einkommen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Einkommensgruppe und Pendeldistanz

Einkommensquintil	Durchschnittliche Pendeldistanz (mind. 1km) Täglich	Durchschnittliche Pendeldistanz (mind. 1km) Wöchentlich	Durchschnittliche Pendeldistanz (mind. 1km) Seltener
1 (ärmste 20%)	10,1	47,1	95,1
2	13,0	141,6	134,0
3	14,4	127,3	153,4
4	16,6	129,1	164,2
5 (reichste 20%)	18,3	223,1	229,9

Quelle (Jacob et al., 2016)

Doch zum einen ist der Anteil der Ausgaben für Personen im untersten Einkommensquintil am Gesamteinkommen deutlich höher als bei Gutverdiener*innen, zum anderen können sich Personen mit höherem Einkommen über die „Pendlerpauschale“ einen Teil der Mobilitätskosten bei der Steuererklärung anrechnen lassen, während Haushalten mit geringem Einkommen diese Möglichkeit verwehrt bleibt (FÖS, 2021, 2020).

Auch Ticketpreise für öffentlichen Verkehr können durch verstärkten Kühlbedarf oder die Reparaturen von Schäden an Infrastruktur teurer werden. Personen mit geringem Einkommen nutzen besonders im städtischen Raum häufiger den ÖPNV als Haushalte mit hohem Einkommen (Dresden, 2021).

Personen mit hohem Einkommen stehen meist **mehrere Verkehrsmittel** zur Verfügung. Sie können leichter zwischen verschiedenen Alternativen wählen und z.B. beim Ausfall der Bahn auf ein Auto zurückgreifen, in der Stadt auf ein E-Bike, den Elektroroller oder den Car-Sharing Wagen.⁴

„Einkommensarme Haushalte haben aufgrund ihrer finanziellen Begrenzungen geringere Reaktionsmöglichkeiten auf Kostensteigerungen im Bereich der Mobilität, da große Teile des Einkommens in festen Ausgaben für den Bereich Ernährung, Kleidung, Hygieneartikel, etc. gebunden sind“ (Daubitz, 2018). Hier kommt eine Facette der **Mobilitätsarmut** zutage. Der Begriff ist nicht eindeutig definiert und beinhaltet verschiedene Aspekte, wie z.B., „dass Haushalte gezwungen sind, mehr für Verkehrskosten aufzuwenden, als sie sich eigentlich leisten können“ (Daubitz, 2016). Exemplarisch kann man dies am Beispiel von Empfänger*Innen von Transferleistungen wie ALG II (Hartz IV) deutlich machen, es gilt aber auch für Haushalte mit geringem Einkommen, die knapp oberhalb der Grenze für finanzielle Unterstützungsleistungen stehen. Empfänger*Innen von ALG II werden monatlich rund 35 € für Mobilität zur Verfügung gestellt. Davon rund 28 € für die Nutzung des ÖPNV. In vielen Großstädten liegt der Preis für ein „Sozialticket“ (eine ermäßigte Monatskarte für Personen mit geringem Einkommen) bereits über diesem Betrag⁵ und somit werden bereits heute Menschen von Mobilität selbst innerhalb der Stadt, in der sie leben, ausgeschlossen. Bei Einpreisung der Infrastruktur-Mehrkosten, die durch die Folgen des Klimawandels entstehen, wird die Situation noch prekärer. Die Kompensation der Mehrkosten geht mit Einsparungen in einem anderen Bedürfnisfeld einher oder führt im schlimmsten Fall dazu, an dem Aspekt der Gesellschaft nicht teilhaben zu können.

Doch auch Personen, die nicht zu dem niedrigsten Einkommensquintil gehören und mit ihrem Mobilitätsbudget haushalten müssen, werden die steigenden Infrastrukturkosten zu spüren bekommen. Das Beispiel des Hochwassers im Jahr 2013 zeigt: nach der Flut hat die Deutsche Bahn

⁴ Auch in der Corona-Pandemie zeigte sich dieses Phänomen: Menschen mit niedrigen Einkommen bleibt häufig nur die Wahl zwischen ÖPNV oder Fahrrad – während Menschen mit höheren Einkommen einfacher auf den Privat-PKW umsteigen.

⁵ Bsp: Sozialticket in Köln derzeit 37,10 € (Stand März 2021); Sozialticket in Frankfurt am Main derzeit 66,10 € (Stand März 2021); Sozialticket in Hannover 27,10 € bis 64,70 € abhängig von der Tarifzone (Stand März 2021)

das Sparpreiskontingent, welches vielen Personen die Nutzung von Schnellzügen ermöglicht (rund 40% der Fernverkehrstickets werden in Form von Sparpreistickets verkauft) deutlich heruntergefahren (Handelsblatt, 2013). Da Tickets des Normaltarifs im Fernverkehr häufig das Mehrfache des Spartarifs kosten (Bsp. Fahrt von Berlin nach Frankfurt am Main, Spartarif ab 23,90 erhältlich; Normaltarif 116,40 (Stand Nov. 2020)), können sich Personen mit geringem oder mittlerem Einkommen z.T. nicht oder nur noch deutlich seltener Fernfahrten leisten.

Neben diesen sehr direkten Auswirkungen auf die Kosten von Mobilität kommen noch indirekte Effekte hinzu, die sich auf Preise in anderen Sektoren auswirken können. Steigen Transportkosten, wirken sich diese z.B. auch auf Lebensmittel- oder Energiepreise aus. Güter, die auf "just in time delivery" von Komponenten angewiesen sind, können sich verteuern, wenn die Teile aufgrund von Wetterereignissen nicht pünktlich angeliefert werden können und es so zu Produktionsausfällen kommt. Die gesamtgesellschaftlichen Kosten übersteigen somit die hier straffierten Infrastruktur- und Energiekosten. Es kann folglich weitere indirekten negative Verteilungswirkungen geben, auf Grund Verteuerungen von Gütern.

2.3.4 Datengrundlage

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Datengrundlage für eine Quantifizierung der Auswirkungen sehr begrenzt. Kosten und Nutzen des Klimawandels wurden für den Verkehrssektor relativ detailliert auf gesamtwirtschaftlicher Ebene diskutiert (DIW, 2008a; UBA, 2020a, 2011). Dabei wurden sowohl die Auswirkungen veränderter klimatischer Bedingungen auf verschiedene Verkehrssysteme als auch auf die Verkehrsinfrastruktur erfasst. Die untersuchten physischen Folgen umfassen die Zunahme von Extremwetterereignissen, wie z.B. Starkregen, Hagel, Hitzewellen, Niedrigwasser in Flüssen und Seen sowie den Anstieg des Meeresspiegels. Diese klimatischen Veränderungen können zu Infrastrukturschäden, Unfällen und Verspätungsminuten führen (UBA, 2014). Fraunhofer ISI (2013) beispielsweise geben an, dass pro beschädigten Schienen-Kilometer mit Schäden von 2,55 Mio. Euro gerechnet werden kann und pro Bahnstrecke entstehen im Schnitt Verluste von 43.600 Euro und 13 Euro pro Stunde für Verspätungen.

Weitere Studien beschäftigen sich mit dem Zusammenhang zwischen der Einkommensverteilung und den Verkehrsausgaben der Haushalte, jedoch v.a. mit dem Fokus auf Maßnahmen für den Klimaschutz und nicht auf Klimaschäden oder Anpassung. (DIW, 2008b; Mattioli et al., 2018; Öko-Institut, 2020; Valenzuela-Levi, 2021). Sozio-ökonomische Entwicklungen im Hinblick auf lokale Extremwetterereignisse (z.B. Reimann u. a. 2021) beschäftigen sich mit Anpassungsszenarien und Resilienzstrategien. Allerdings adressieren sie nicht die im Rahmen dieser Studie relevanten vulnerablen Gruppen.

Um eine Quantifizierung der Folgen des Klimawandels durchführen zu können, werden belastbare Daten zur Infrastrukturfinanzierung über Steuern und Abgaben, zu Reparatur von Schäden an Fahrzeugen oder zu Anpassungsmaßnahmen, wie Mehrkosten durch Investition und verstärkte Nutzung von Fahrzeugkühlung, benötigt. Diese Daten lassen sich nicht fundiert aus der bestehenden Literatur oder aus Fallbeispielen herleiten. Bisher beobachtbare Kostensteigerungen sind nicht ursächlich auf Folgen des Klimawandels zurückführbar. Grundsätzlich wäre es möglich, Annahmen über zusätzlichen Steuern oder vermehrte Reparatur- oder Energieausgaben zu treffen und damit eine überschlägige Belastung für Haushalte mit geringem Einkommen, die ein Fahrzeug besitzen oder Pendler*innen zu ermitteln. Der Bezug zum Klimawandel ist jedoch sehr begrenzt und angesichts der anderen Faktoren, die zu Veränderungen in Kraftstoff-/Energiekosten, Reparaturkosten und Steuerbelastungen führen, nicht zu isolieren.

2.3.5 Fazit

Auch im Verkehrssektor werden sich die Auswirkungen des Klimawandels abzeichnen. Die Beseitigung von Hitze-, Sturm- und Hochwasserschäden sowie die Nutzung resistenter Baumaterialien werden Mehrkosten im Verkehrssektor erzeugen. Diese müssen von Bund, Ländern und Kommunen getragen werden, welche diese in Form von Steuern oder Nutzungsentgelten (z.B. für den ÖPNV) an die Bürger*innen und Nutzer*innen weiterreichen werden. Energiekosten für die Kühlung von Bahnen oder Pkw werden darüber hinaus von den Nutzenden erbracht werden müssen. Hiervon sind besonders Pendler*innen betroffen, die regelmäßig längere Strecken, zum Beispiel zur Arbeitsstätte, fahren müssen und die Distanz nicht mit dem Fahrrad oder zu Fuß überwinden können. Außerdem sind Haushalte mit geringem Einkommen betroffen, da ihr Mobilitätsbudget begrenzt ist und sie so für die Mehrkosten teils nur unter Verzicht bei der Befriedigung anderer Grundbedürfnisse aufkommen können. Darüber hinaus stehen ihnen im Gegensatz zu Personen mit hohem Einkommen in der Regel keine Auswahl an Verkehrsmitteln zu Verfügung und sie können bei temporärer Unpassierbarkeit von Verkehrswegen z.B. auf Grund von Unwetterschäden nicht ohne weiteres auf Alternativen (z.B. Bahn statt Pkw, Elektrofahrrad statt Bus, etc.) zurückgreifen.

2.4 Gesundheit

Auch der Gesundheitssektor wird von den Auswirkungen der Klimakrise betroffen sein, da sie sich sowohl direkt als auch indirekt auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen auswirkt.

2.4.1 Allgemeine Problemlage & Verteilungswirkungen

Es werden direkte gesundheitliche Folgen durch Hitzeereignisse erwartet. Die Zahl der *Hitzewellen* wird vor allem in Süddeutschland bis zum Ende des Jahrhunderts stark zunehmen. Berechnungen gehen von jährlich bis zu 30 zusätzlichen Hitzewellen in Süd- und bis zu fünf zusätzlichen Hitzewellen in Norddeutschland aus (GMK, 2020). Zusätzlich wird der menschliche Organismus durch die voraussichtlich zunehmend raschen Temperaturänderungen und hoher innertäglichen Temperaturschwankungen stärker belastet (UBA, 2015b).

Nach Berechnungen des Robert-Koch-Instituts (RKI) sind allein in den Jahren 2003, 2006 und 2015 hitzebedingt etwa 20.000 Menschen mehr gestorben, als ohne die Hitzewellen zu erwarten gewesen wären (RKI et al., 2019). Laut Institute for Global Health (2020) waren 2018 sogar 20.200 Todesfälle von Personen über 65 Jahren in Deutschland auf die Hitze zurückzuführen. Es wird angenommen, dass die Gesamtmortalität durch hohe Temperaturen bereits im Zeitraum von 2021-2050 um 40 Prozent ansteigt, in ferner Zukunft (2069-2098) sogar um mehr als 120 Prozent (UBA, 2015b).

Die Hitze kann zudem andere bereits bestehende Krankheiten (z.B. Herz-Kreislaufkrankungen) verstärken und das Risiko von Wundinfektionen nach Operationen erhöhen (GMK, 2020). Die Belastungen für die menschliche Gesundheit durch besonders tiefe Temperaturen wird dagegen durch den Klimawandel künftig abnehmen. Laut RKI (2010) wird die steigende Zahl hitzebedingter Todesfälle jedoch nicht durch weniger kältebedingte Todesfälle ausgeglichen.

Neben der Hitze können auch andere Wetterextreme direkte negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Durch *Stürme, Überschwemmungen oder Starkregen* kann es unmittelbar zu Verletzungen oder gar Todesfällen kommen (UBA, 2019b). Weitere mögliche Folgen von Überschwemmungen sind Infektionen, da bei Hochwasser vermehrt Krankheitserreger in Trinkwassertalsperren gespült werden oder Schimmelpilzbefall in Gebäuden (RKI, 2010). Neben den physischen Folgen dieser Extremwetterereignisse sind die psychischen Folgen für die Gesundheit zu

berücksichtigen (UBA, 2019b). Gerade bei Kindern und Jugendlichen können sich solche Ereignisse stark auf das psychische Wohlbefinden auswirken (Mambrey et al., 2019).

Die Klimakrise führt zudem *indirekt* zu einem vermehrten Auftreten von *tropischen Krankheiten* und der Verbreitung neuer Infektionen durch Krankheitsüberträger (Vektoren) (RKI, 2009). Da sich durch die Klimaveränderungen die Habitate von Lebewesen verschieben, ist mit der Ansiedlung neuartiger Vektoren in Deutschland zu rechnen. Ein Beispiel dafür ist die asiatische Tigermücke, die Krankheiten wie das West-Nil-Fieber auf den Menschen übertragen kann. 2019 wurden erstmals vier Fälle von in Deutschland erworbenen West-Nil-Fieber Infektionen bei Menschen nachgewiesen. Da nur eine von hundert Infektionen zu einem schweren Verlauf führt, ist eine hohe Dunkelziffer anzunehmen (GMK, 2020).

Zudem ist die weitere Verbreitung von bereits in Deutschland lebenden Zecken und von exotischen Zeckenarten zu erwarten. Dies könnte zu mehr Infektionen mit Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) sowie tropischen Krankheiten führen. Bei den FSME-Fallzahlen zeichnet sich bisher jedoch kein eindeutiger Trend ab, da die Infektionsrate von vielen weiteren Faktoren (wie z.B. dem Anteil geimpfter Personen) abhängt (Augustin et al., 2017; RKI, 2009).

Durch verlängerte Blühzeiten von Pflanzen und verstärkter Pollenproduktion (aufgrund höherer CO₂-Werte) kann die Klimakrise auch zu einer zusätzlichen Belastung für Pollenallergiker*innen führen. Zudem kommt es zur Neuansiedlung allergener Pflanzen, wie die hochallergene Beifuß-Ambrosie (Augustin et al., 2017). Bisher leiden in Deutschland rund 14,8% der Bevölkerung unter Heuschnupfen und insgesamt 30% unter Allergien (RKI, 2013a).

Gewässer sind bei Hitze anfällig für eine starke Verbreitung bestimmter Bakterien. In Deutschland relevante Bakterien sind dabei in Binnengewässern vor allem Cyanobakterien („Blualgen“), in Nord- und Ostsee hauptsächlich Vibrionen. Diese Bakterien können unterschiedliche Beschwerden und Infektionen verursachen (GMK, 2020).

Bei hohen Lufttemperaturen im Zusammenhang mit starker Sonneneinstrahlung steigt die Ozonbildung am Boden. Dies kann zu vielfältigen Beeinträchtigungen wie Atembeschwerden oder Schleimhautreizungen führen (GMK, 2020). Ausbleibende Niederschläge sorgen außerdem dafür, dass die Luft nicht von Schadstoffen wie Feinstaub gereinigt wird. Die erhöhte Konzentration von Ozon und Feinstaub hatte im Hitzesommer 2003 nachweislich Auswirkungen auf die Sterberate in Deutschland (Augustin et al., 2017).

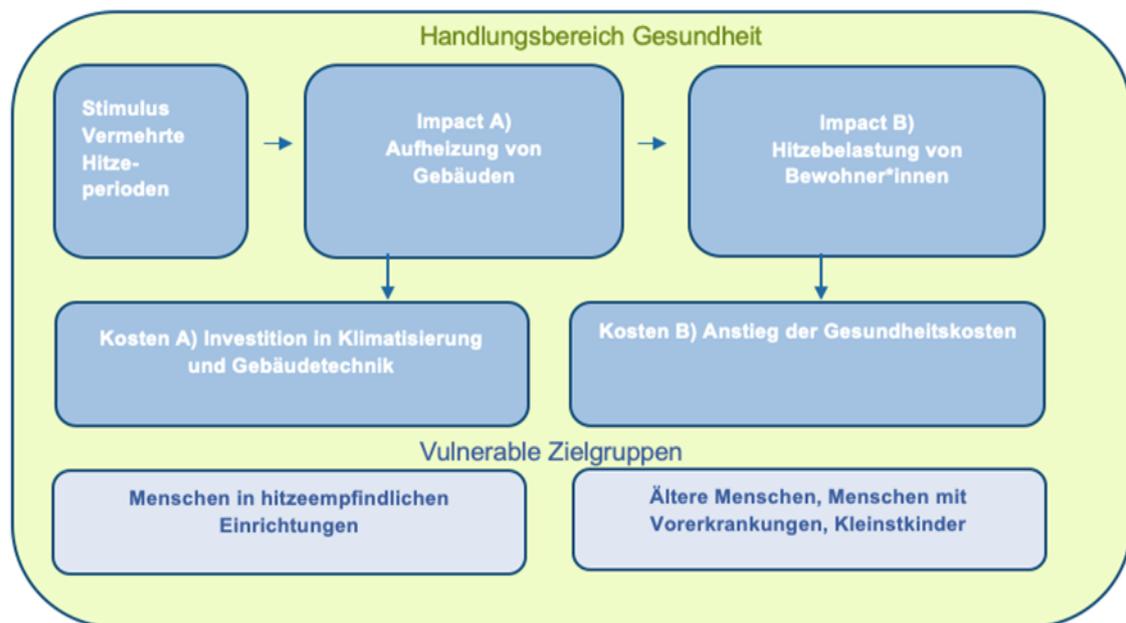
In Abschnitt 2.4.2 wird am Beispiel der Hitzebelastung eine der Wirkketten zwischen Klimawandel und Gesundheit dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass es sich beim Handlungsfeld Gesundheit um ein Querschnittsthema handelt, bei dem die anderen Sektoren die Gesundheitsfolgen des Klimawandels beeinflussen können. So kann zum Beispiel ein gut sanierter Gebäudebestand die Wirkungen von Hitzetagen reduzieren.

In Kapitel 2.4.3 werden die Verteilungswirkungen ausführlich beschrieben. Zusammenfassend sind Menschen mit Vorerkrankungen (z.B. Herz-Kreislauferkrankungen), Senior*innen, Babys und Kinder sowie Menschen, die draußen arbeiten und ihre Arbeitszeit nicht frei einteilen können besonders von den gesundheitlichen Gefahren, die vom Klimawandel ausgehen betroffen. Darüber hinaus stehen Personen mit geringem Einkommen nur begrenzte Mittel für Anpassungsmaßnahmen zur Verfügung, weswegen sie ebenfalls zum Kreis der vulnerablen Gruppen hinzugezogen werden müssen.

2.4.2 Auswirkungen des Klimawandels

In Abbildung 8 wird exemplarisch eine Wirkungskette dargestellt, die den Einfluss vermehrter Hitzeperioden auf die menschliche Gesundheit skizziert.

Abbildung 8: Wirkungskette Gesundheit



Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Gesundheit handelt es sich um ein Querschnittsthema, welches eng mit den anderen untersuchten Sektoren Wohnen, Ernährung und Mobilität verknüpft ist.

2.4.3 Verteilungswirkungen

Im Bereich Gesundheit wird zusätzlich zwischen direkten und indirekten Folgen unterschieden, im Folgenden werden diese beiden Aspekte nacheinander diskutiert.

Direkte gesundheitliche Folgen:

Physiologische Hauptrisikogruppen von gesundheitlichen Schäden aufgrund extremer Hitze stellen Babys und Kleinkinder, ältere Menschen (ab 65 Jahren) sowie Menschen mit Vorerkrankungen oder chronischen Krankheiten (wie Erkrankungen der Atemwege, des Herz-Kreislaufsystems, Diabetes und Übergewicht) dar (RKI, 2010). Bei Personen mit niedrigem sozioökonomischen Status oder aus Armutsrisikogruppen besteht ein erhöhtes Risiko für chronische Krankheiten wie Diabetes oder Übergewicht (RKI, 2013b). Zudem sind Frauen in Europa grundsätzlich stärker von der Wärmebelastung betroffen als Männer (RKI 2010). Dies drückt sich vor allem in einer größeren Anfälligkeit für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, aber auch in einer insgesamt höheren Mortalität im Zuge von Hitzeereignissen aus. Neben der höheren physiologischen Vulnerabilität ist auch die Altersstruktur der Gesellschaft ein Faktor für die größere Betroffenheit von Frauen (Kisely, 2004).

Neben physiologischer Faktoren sind insbesondere die individuelle Anpassungsfähigkeit sowie sozioökonomische Faktoren ausschlaggebend dafür, wie stark eine Person durch den Hitzestress gesundheitlich gefährdet ist (UBA, 2015c). Einige Studien zeigen, dass unter Menschen mit niedrigem sozialen Status die Gefahr eines Hitzetodes überdurchschnittlich hoch ist (z.B. Studie zur Hitzewelle in Chicago 1995 (Klinenberg, 2002); Studie zur Hitzewelle in Frankreich 2003 (Rey et al., 2009)). Die höhere Anfälligkeit von sozial benachteiligten Personen kann durch eine verminderte Anpassungsfähigkeit, wie z.B. keine Möglichkeit zur Beschaffung einer Klimaanlage, ein allgemein schlechterer Gesundheitszustand, Risikofaktoren im Lebensstil oder das Leben in dicht besiedelten Städten bedingt sein (Paterson and Godsmark, 2020). Untersuchungen des quantitativen Zusammen-

hangs zwischen bestimmten Indikatoren des sozio-ökonomischen Status und der gesundheitlichen Auswirkungen der zunehmenden Hitze sind bis dato jedoch nicht bekannt.

Außerdem kommt der Wohnsituation eine besondere Bedeutung zu. Die Stadtbevölkerung, insbesondere in Großstädten, ist überdurchschnittlich von Hitzeeffekten bedroht. In Städten können sich vermehrt sogenannte „Hitzeinseln“ bilden, wodurch die Temperaturen um bis zu 10 Grad höher sind als in der Umgebung (UBA, 2015d). Auch das Bewohnen von Dachgeschosswohnungen oder Wohnungen ohne Wärmeisolation steigert das Risiko eines Hitzetodes. Zudem sind alleinlebende Menschen und Menschen mit wenigen sozialen Kontakten überproportional gefährdet (Kenny et al., 2010).

Neben der eigenen Wohnung spielt jedoch auch der Arbeitsort oder notwendige Alltagswege bei der Hitzebelastung eine wesentliche Rolle (UFZ, 2017). Für die USA identifizieren Hsiang u. a. (2017) Arbeitsplätze im Bauwesen, Bergbau, der Landwirtschaft und im verarbeitenden Gewerbe als besonders heißen Außentemperaturen ausgesetzt. Tendenziell handelt es sich dabei um Arbeitsplätze in niedrigeren Lohnsektoren.

Zudem bestehen regionale Unterschiede. Innerhalb von Deutschland werden künftig insbesondere Personen, die in Süddeutschland leben, von stärkerer Hitze belastet werden (UBA, 2015b).

Indirekte gesundheitliche Folgen:

Die Verteilung des Großteils der möglichen indirekten gesundheitlichen Folgen der Klimakrise in Deutschland ist von geographischen Gegebenheiten abhängig, welche beispielsweise die Verbreitung von Vektoren oder bestimmter Bakterien begünstigen. Gesundheitliche Folgen, wie die zusätzliche Belastung durch Pollen oder die erhöhte Konzentration von Ozon und Feinstaub, treten voraussichtlich verstärkt bei Risikogruppen (wie Allergiker*innen und Personen mit chronischen Krankheiten und Vorerkrankungen) und Menschen, welche sich (z.B. aufgrund ökonomischer Limitationen) nicht angemessen gegen die Belastungen schützen können, auf. Da die indirekten gesundheitlichen Folgen jedoch nur schwer quantifizierbar sind, ist auch eine genaue Abschätzung der Verteilungswirkung schwer möglich.

2.4.4 Datengrundlage

Direkte gesundheitliche Folgen:

Von den gesundheitlichen Folgen der Klimakrise in Deutschland ist die Zahl hitzebedingter Todesfälle am eindeutigsten quantifizierbar (siehe z.B. Institute for Global Health 2020; RKI u. a. 2019). Auf Grundlage der hitzebedingten Todesfälle der vergangenen Jahre sowie der voraussichtlichen klimatischen Entwicklungen können zudem Prognosen über künftige Fallzahlen aufgestellt werden (siehe z.B. RKI 2010; UBA 2015b). Diese Prognosen sind jedoch als vorläufig und veränderlich zu betrachten, da Adaptionsmaßnahmen der Bevölkerung sowie künftige Emissionsminderungen die tatsächliche Rate der hitzebedingten Todesfälle in Zukunft maßgeblich beeinflussen werden (RKI, 2010).

Auch die Anzahl unmittelbarer Todesfälle durch Extremwetter wie Hochwasser sind relativ einfach quantifizierbar, wenn sie das Ausmaß einer Katastrophe annehmen. Todesfälle nach einer Katastrophe werden in drei Registerdatenbanken aufgeführt: der Datenbank der Münchener Rück, der Schweizer Rück und des Centres for Research on the Epidemiology of Disasters der katholischen Universität Leuven (RKI, 2010). Konkrete Prognosen für extremwetterbedingte Todesfälle in Deutschland existieren dagegen nach bisherigem Kenntnisstand nicht. Zudem sind weitere gesundheitliche Probleme wie Infektionskrankheiten, die als Folge von Hochwasser auftreten, schwieriger dem Unwetterereignis direkt zuzuordnen und damit zu quantifizieren (RKI, 2010). Auch

die Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die psychische Gesundheit bedarf noch weiterer Forschung (siehe Mambrey u. a. 2019).

Indirekte gesundheitliche Folgen:

Die indirekten gesundheitlichen Folgen der Klimaerwärmung sind in den meisten Fällen schwer eindeutig zu quantifizieren. Obwohl die Fallzahlen an Infektionskrankheiten wie Borreliose und FSME vorliegen, bedarf es noch weiterer Forschung, um aus den Fallzahlen Erkenntnisse über den Einfluss der klimatischen Bedingungen auf die Infektionsrate (neben weiterer Einflussfaktoren) abzuleiten (siehe Kapitel 2.4.1). Auch die Entwicklung der Menge an Pollen und deren Allergenität ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Neben dem Klimawandel spielen dabei insbesondere die Urbanisierung und anthropogene Luftverschmutzung wichtige Rollen (Institut für Umweltmedizin Augsburg and Christine-Kühne-Stiftung für Allergieforschung und -Prävention Davos, 2017).

2.4.5 Fazit

Der Klimawandel wird durch eine zunehmende Zahl von Hitzetagen Personen mit gesundheitlicher Vorbelastung (z.B. Herz-Kreislaufkrankungen), Senior*innen und Kleinkinder, aber auch Personen, die im Freien arbeiten und ihre Arbeitszeiten nicht anpassen können belasten. Die höhere Anfälligkeit von sozial benachteiligten Personen in diesem Handlungsfeld geht mit einer verminderten Anpassungsfähigkeit einher. Zu den Herausforderungen gehört z.B. die finanzielle Kostenbelastung durch zusätzliche Raumkühlung (indirekte Kosten) oder steigende Gesundheitskosten (direkte Kosten). Besonders betroffen sind Menschen in dicht besiedelten Städten, deren Wohnsituation die Hitzebelastung verstärkt. Insgesamt zeigt sich deutlich, dass neben individuellen physiologischen Faktoren sozioökonomische Faktoren ausschlaggebend dafür sind, wie stark eine Person von Klimawandelfolgen im Handlungsfeld Gesundheit betroffen ist.

Klimaschutzniveaus und mögliche Folgen

Unterschiedliche hohe Steigerungen der globalen Durchschnittstemperatur wirken sich unterschiedlich stark auf relevante Aspekte des Lebens aus. In diesem Kapitel wird diskutiert, welche Auswirkungen bei unterschiedlichen Klimaschutzniveaus wahrscheinlich sind.

An den Beispielen Landwirtschaft und Hitzetage erfolgt in Abschnitt 2.5 und 2.6 eine exemplarische Darstellung der Auswirkungen bei unterschiedlichen Temperaturniveaus.

Lange Zeit wurde das "2°-Ziel" anvisiert. Das heißt, dass die Temperaturen im globalen Mittel nicht mehr als 2°C über das Niveau vorindustrieller Zeit steigen sollte. Da die Auswirkungen eines solchen Temperaturanstieges jedoch bereits gravierend wären, wurde im Zuge des Pariser Klimaabkommens festgelegt, dass "der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur deutlich unter 2°C über dem vorindustriellen Niveau gehalten wird und Anstrengungen unternommen werden müssen, um den Temperaturanstieg auf 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen" (IPCC, 2018b). Um dieses Ziel nicht zu verfehlen, müssen ambitionierte Maßnahmen ergriffen werden, um den Treibhausgasausstoß zeitnah zu reduzieren und bis 2050 klimaneutral zu werden.

Das Problem: Die negativen Effekte des Klimawandels entwickeln sich mit steigenden Temperaturen nicht linear, sondern progressiv. Mit jeder weiteren Erwärmung um eine Dezimalstelle potenzieren sich die Folgen: selbstverstärkende Mechanismen, wie z.B. die abnehmende Reflektivität der Erdoberfläche durch Schnee- und Eisschmelze sind zum einen Folgen des (bereits entstandenen) Klimawandels und beschleunigen dessen Fortschreiten im weiteren Verlauf (IPCC, 2018b).

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. aus dem IPCC-Sonderbericht zu 1,5°C globaler Erwärmung zeigt das Niveau zusätzlicher Folgen/Risiken durch den Klimawandel, abhängig von der Temperaturerhöhung für die fünf sogenannten Gründe zur Besorgnis (RFCs). Für dieses Papier besonders relevant sind der RFC 2 (Extremwetterereignisse) und RFC 3 (Verteilung der Folgen):

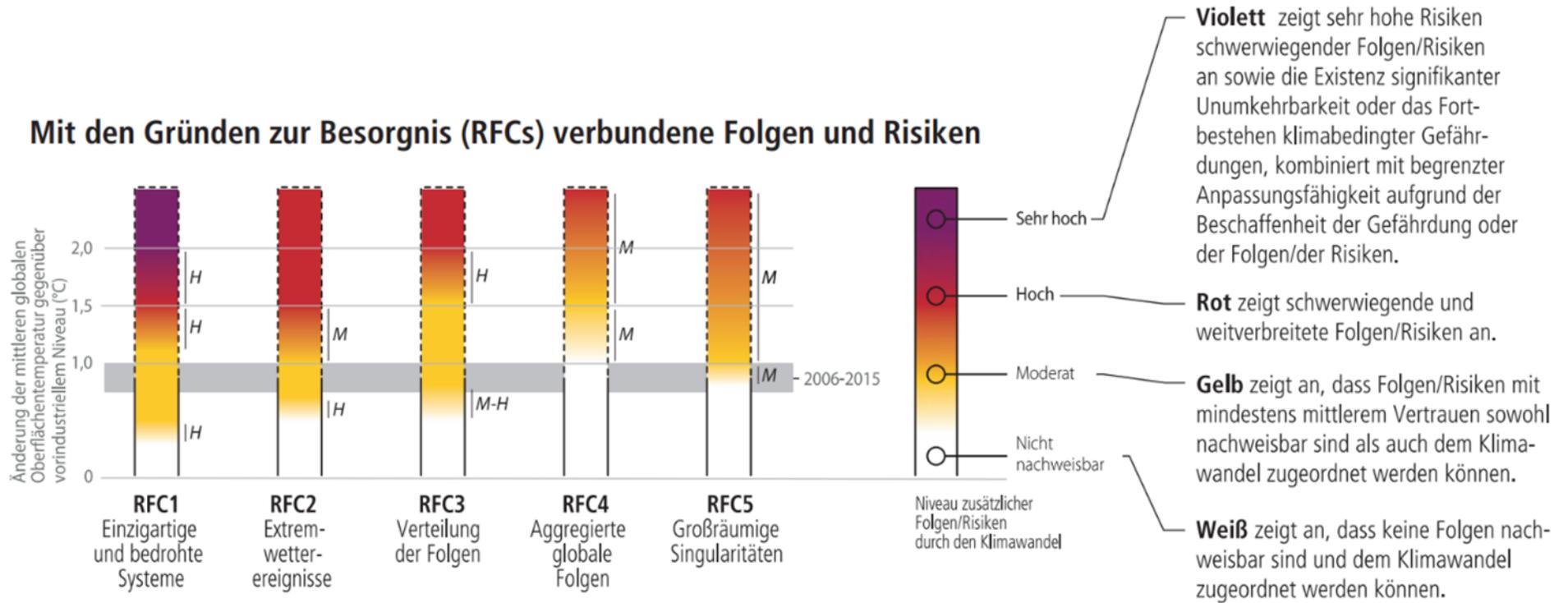
- **RFC1 Einzigartige und bedrohte Systeme:** Ökologische und menschliche Systeme, deren begrenzte geografische Ausbreitung durch klimabedingte Umstände eingeschränkt ist, und die hohen Endemismus oder andere einzigartige Eigenschaften aufweisen. Beispiele sind unter anderem Korallenriffe, die Arktis und ihre indigenen Einwohner, Gebirgsgletscher und Hotspots biologischer Vielfalt.
- *RFC2 Extremwetterereignisse: Risiken/Folgen für menschliche Gesundheit, Lebensgrundlagen, Vermögenswerte und Ökosysteme durch Extremwetterereignisse wie zum Beispiel Hitzewellen, Starkregen, Dürre und damit verbundene Wald- und Flächenbrände sowie Überflutung von Küstenregionen.*
- *RFC3 Verteilung der Folgen: Risiken/Folgen, die bestimmte Gruppen überproportional beeinträchtigen, da physische Gefährdungen durch den Klimawandel, Exposition oder Verwundbarkeit ungleich verteilt sind.*
- **RFC4 Aggregierte globale Folgen:** globaler finanzieller Schaden, Zerstörung und Verlust von Ökosystemen und biologischer Vielfalt in globalem Maßstab.
- **RFC5 Große Kumulative Singularitäten:** durch globale Erwärmung verursachte relativ große, abrupte und bisweilen irreversible Änderungen in Systemen. Ein Beispiel ist unter anderem der Zerfall der Eisschilde Grönlands und der Antarktis.

Bei einem Temperaturanstieg von 1,5°C sind demnach bereits Folgen/Risiken nachweisbar, die dem Klimawandel zugeordnet werden können. Sollte lediglich das 2°-Ziel erreicht werden, ist mit schwerwiegenden und weitverbreiteten Folgen/Risiken zu rechnen. Folglich verschlimmert sich die Ungleichheit der Verteilung der Folgen mit steigenden Temperaturen. *Aus diesem Grund sind Anstrengungen, die heute unternommen werden, um den Klimawandel abzubremsen langfristig*

günstiger und sozial gerechter als erst in Zukunft Maßnahmen zu ergreifen, die bei der Anpassung an den Klimawandel helfen (IPCC, 2018a).

“Sollte die globale Erwärmung einen Wert von 2°C statt 1,5°C erreichen, würde dies in allen Landgebieten eine erhebliche Erwärmung extrem heißer Tage nach sich ziehen. Darüber würde es in einigen Regionen zu einer Zunahme von Starkniederschlägen kommen, insbesondere in den höheren Breiten der Nordhalbkugel, was das Überflutungsrisiko erhöhen kann. [...] Änderungen klimatischer Mittel- und Extremwerte rufen Kettenreaktionen mit Auswirkungen für die auf der Erde lebenden Gesellschaften und Ökosysteme hervor. *Der Klimawandel ist Projektionen zufolge ein Armutsverstärker, was bedeutet, dass seine Folgen Arme voraussichtlich noch ärmer machen sowie die Gesamtzahl der Menschen erhöhen, die in Armut leben*” (IPCC, 2018b).

Abbildung 9: Auswirkungen des Klimawandels bei einem Anstieg der Temperatur um 1 bis 2,5°C



Quelle: IPCC 2018

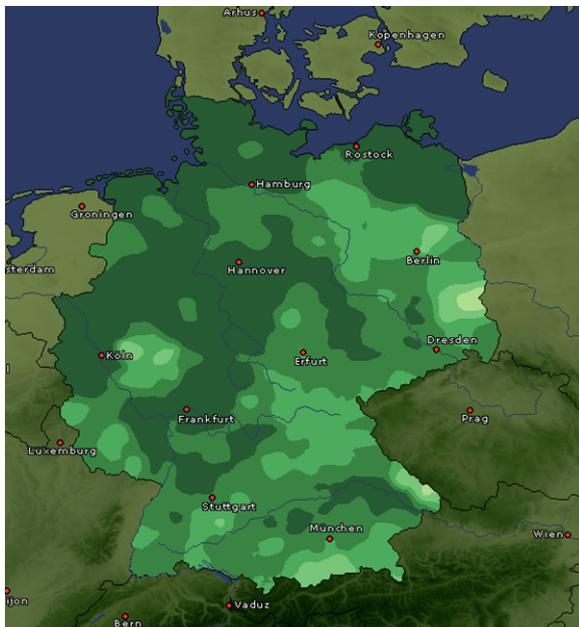
Im Folgenden werden Auswirkungen verschiedener Temperaturanstiege an zwei Beispielen dargestellt.

2.5 Auswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels am Beispiel Landwirtschaft

Unter klimafolgenonline.com betreibt das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) eine Homepage, auf der die Auswirkungen verschiedener Klimaszenarien graphisch dargestellt werden. Unter anderem werden die Einflüsse eines fortschreitenden Klimawandels auf die Ernteerträge der Landwirtschaft dargestellt. Am Beispiel des Winterweizens ist hier deutlich zu erkennen, wie sich die Auswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels auf die Landwirtschaft auswirken.

Abbildung 10 zeigt die aktuellen Erträge von Winterweizen in Deutschland. Je dunkler der grüne Farbton, je mehr Erträge können pro Hektar geerntet werden. In den meisten Regionen können 70-80dt/ha erwirtschaftet werden, lediglich im äußersten Osten werden in sehr trockenen Gebieten lediglich 40dt/ha erzielt.

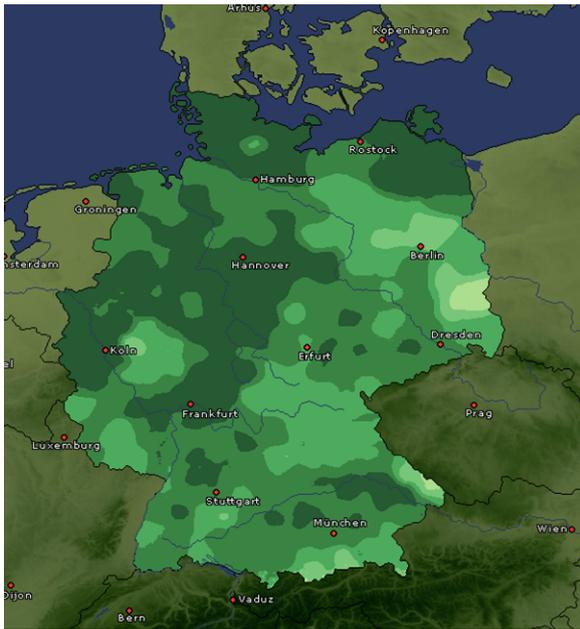
Abbildung 10: Erträge Winterweizen - Status quo



Quelle: klimafolgenonline.com

Abbildung 11 zeigt, wie sich die Erträge bis zum letzten Drittel des aktuellen Jahrhunderts entwickeln werden, wenn es gelingt die globale Erwärmung unter 2°C zu halten. Die hellgrünen Flächen (30dt/ha) im Osten werden größer, in Mitteldeutschland und Teilen Norddeutschlands nimmt die Fläche, auf denen maximale Erträge erzielt werden können ab:

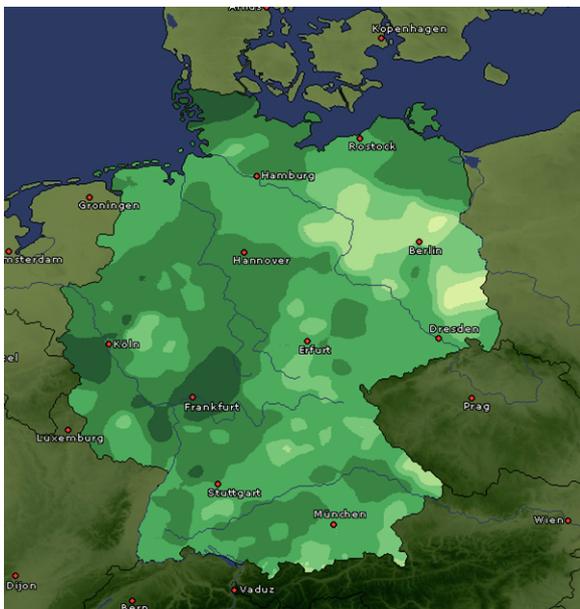
Abbildung 11: Erträge Winterweizen - 2°C Erderwärmung



Quelle: klimafolgenonline.com

Bei einer Verfehlung des 2°C -Zieles und einer Erderwärmung um $2,6^{\circ}\text{C}$ werden die Ertragseinbußen noch gravierender ausfallen. In kaum einer Region wird es mehr möglich sein mehr als 70 dt/ha zu erzielen (siehe Abbildung 12). In Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt wird sich der Anbau bei 30-40 dt/ha nicht mehr lohnen. Und auch in Nord- und Westdeutschland macht sich zunehmende Trockenheit in den Ernteerfolgen bemerkbar.

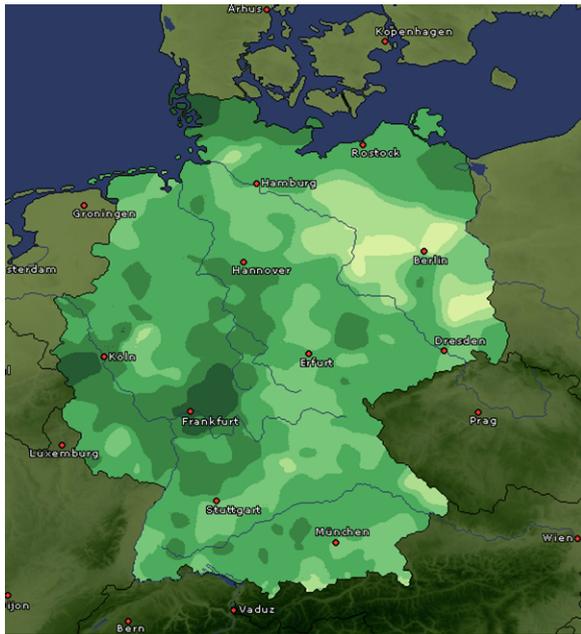
Abbildung 12: Erträge Winterweizen - $2,6^{\circ}\text{C}$ Erderwärmung



Quelle: klimafolgenonline.com

Werden die Klimaziele deutlich verfehlt und die Erde erwärmt sich um bis zu $4,8^{\circ}\text{C}$ wird es im Osten kaum mehr möglich sein, Winterweizen anzubauen. Auch im Rest Deutschlands werden Erträge von mehr als 50-60 dt/ha selten (siehe Abbildung 13).

Abbildung 13: Erträge Winterweizen - 4,8°C Erderwärmung



Quelle: klimafolgenonline.com

Die Auswirkungen für die Ernährungssicherheit wären gravierend. Derzeit ist Deutschland beim wichtigen Grundnahrungsmittel Getreide in der Lage sich relativ autark selbst zu versorgen und somit sind die Preise weniger abhängig von den Weltmarktpreisen. Die drei Dürresommer 2018-2020 haben jedoch bereits zu steigenden Getreideimporten, geführt (BMEL, 2020).

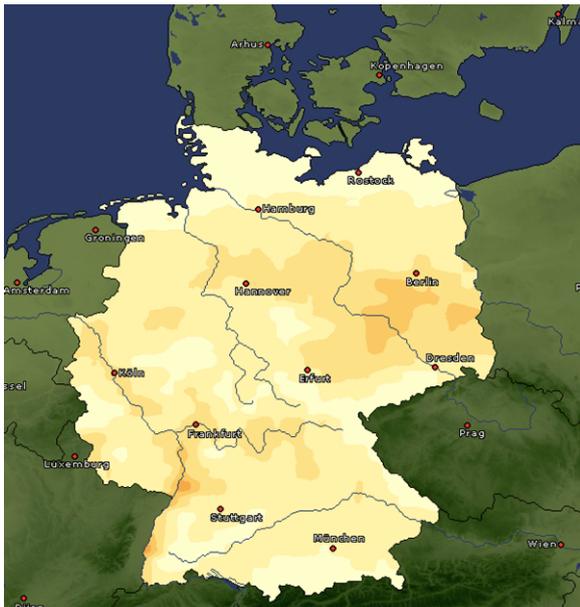
Stark rückläufige Ernteerträge von Grundnahrungsmitteln wie Getreide würde die Preise erhöhen, was besonders für Haushalte mit geringem Einkommen ein Problem darstellen würde, da sie, wie in Kapitel 2.2.3 dargestellt einen besonders großen Anteil ihrer Einnahmen für Lebensmittel aufbringen müssen und somit kaum die Mehrkosten tragen können.

2.6 Auswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels am Beispiel Hitzetage

Ähnliches wird bei der Anzahl der heißen Tage in Deutschland prognostiziert. Während derzeit eines Tageshöchsttemperatur von 30°C nur an wenigen Tagen im Jahr überschritten wird und die gesundheitliche Belastung gering ist, würde beim Verfehlen der Klimaziele die Zahl der Hitzetage deutlich zunehmen.

Abbildung 14 zeigt die derzeitige Zahl der Hitzetage in Deutschland. Je heller der gelbton, umso weniger heiße Tage treten in der jeweiligen Region auf. Meist überschreitet die Temperatur an 5 bis 10, in wenigen Regionen auch mal bis zu 15 Tagen im Jahr die 30°C-Marke.

Abbildung 14: Anzahl der Hitzetage - Status quo

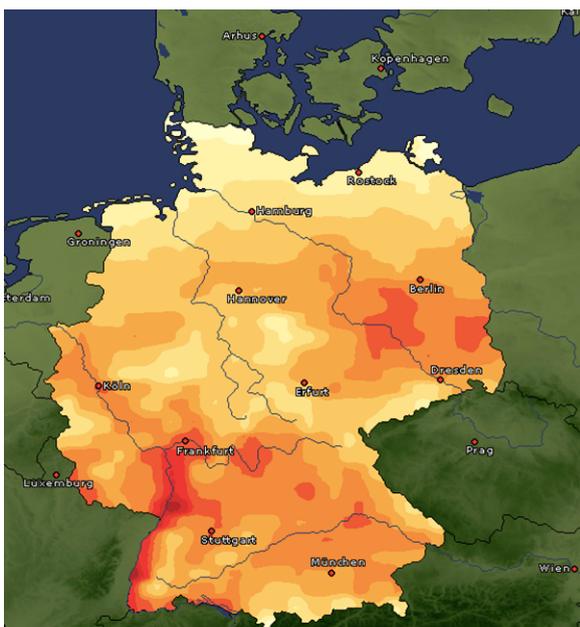


Quelle: klimafolgenonline.com

Wird der Klimawandel nicht deutlich verlangsamt und die Erde erwärmt sich um 4,8°C, nimmt besonders im Südwesten die Zahl der heißen Tage deutlich zu und es können bis zu 45 Hitzetage pro Jahr auftreten.

Wie in Kapitel 2.1.3 und 2.4 beschrieben sind Haushalte mit geringem Einkommen besonders von Hitze betroffen, da sie häufig in Immobilien mit schlechter Bausubstanz leben, in der sich der Wohnraum stark aufheizt. Darüber hinaus sind Personen mit gesundheitlichen Vorerkrankungen, Senior*innen, Kinder und Menschen, die draußen arbeiten und ihre Arbeitszeit nicht frei einteilen können besonders betroffen von einer Zunahme an Hitzetagen.

Abbildung 15: Anzahl der Hitzetage - 4,8°C Erderwärmung



Quelle: klimafolgenonline.com

3. Zusammenfassung und Fazit

Werden keine weitreichenden Maßnahmen zum Klimaschutz implementiert, um das 1,5°C-Ziel zu erreichen, wird der Klimawandel in Deutschland voraussichtlich durch eine zunehmende Häufigkeit und Intensität von Starkwetterereignissen wie Starkregen, Hagel, Stürmen, Hochwasser und Trockenperioden zutage treten. Die Ausprägungen werden regional unterschiedlich ausfallen. So wird der Süden stärker unter Hitze leiden, während im Norden Stürme und Fluten erwartet werden und sich im Osten Dürreperioden häufen werden.

Während einige Sektoren kaum betroffen sein werden, werden andere Bedürfnisfelder, die dem Klima relativ schutzlos ausgesetzt sind, entweder weitreichende Anpassungsmaßnahmen ergreifen oder Klimafolgeschäden beseitigen müssen. Beides geht mit Mehrkosten einher. Diese werden von unterschiedlichen Akteursgruppen getragen. So sind es im Gebäudesektoren je nach Kostenart die Eigentümer*innen oder Mieter*innen, bei der Ernährung alle Konsument*innen und bei der Verkehrsinfrastruktur zum einen die Gesamtgesellschaft, da deren Erhaltung und Instandsetzung aus dem Steuertopf finanziert wird, aber auch individuelle Nutzergruppen wie Pendler*innen oder Nutzer*innen des ÖPNV. Dementsprechend variieren die Verteilungswirkungen. In allen Fällen gehören Haushalte mit geringem Einkommen zu den vulnerablen Gruppen, die vom Klimawandel betroffen sind und denen nur begrenzte Anpassungskapazitäten zur Verfügung stehen. Sie geben bereits heute einen Großteil ihres Haushaltseinkommens für die Deckung der Grundbedürfnisse Wohnen, Ernährung und Mobilität aus und haben kaum finanziellen Spielraum Mehrkosten zu decken. Würden diese nur in einem der Sektoren auftreten, könnten sie u.U. noch durch Verzicht in einem anderen Bedürfnisfeld kompensiert werden, doch die erwartete Mehrbelastung bei allen Grundbedürfnissen würde eine Überlastung bedeuten und keinen Reaktionsspielraum zulassen.

Darüber hinaus gibt es in allen Sektoren Personengruppen, die auf Grund eines bestimmten Bedarfes, bestimmter Abhängigkeiten oder bestimmter Rahmenbedingungen überproportional von Folgen des Klimawandels betroffen sind. Dazu gehören z.B. Menschen, die in Häusern wohnen, die von Hochwasserereignissen betroffen sein werden, Pendler*innen, die regelmäßig längere Strecken mit dem Pkw oder ÖPNV zurücklegen müssen oder auch Personen mit gesundheitlicher Vorbelastung, die durch Hitzestress besonders belastet werden. Sie müssen in einem Bedürfnisfeld überproportionalen (finanziellen) Aufwand betreiben, um die Auswirkungen des Klimawandels zu kompensieren oder einen Verlust ihrer Lebensqualität hinnehmen.

In der Betrachtung der Verteilungswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels sind noch einige Unbekannte enthalten, was eine Quantifizierung der Auswirkungen erschwert oder zum jetzigen Zeitpunkt unmöglich macht. Aus diesem Grund besteht für die Zukunft ein Bedarf an der Erhebung, Aufarbeitung und Bereitstellung von Daten u.a. zu erwarteten Ausprägungen des Klimawandels in Deutschland, den Schadenskosten und den Betroffenheiten. Hier muss die Kostenerhebung sowohl die Ausgaben des öffentlichen Sektors (Staat, Länder und Kommunen), von Betrieben und Versicherungen sowie Privathaushalten umfassen.

In einem nächsten Schritt sollten sie den Kosten und Verteilungswirkungen von weitreichenden Klimaschutzmaßnahmen gegenübergestellt werden. Es gibt Indikatoren, die darauf hinweisen, dass sozial-gerecht ausgestaltete Präventionsmaßnahmen langfristig weniger negative Verteilungswirkungen erzeugen, als die Anpassung an einen ungebremsten Klimawandel. Für die evidenzbasierte Argumentation und somit auch die Legitimation von Klimaschutzgesetzgebung besteht in dieser Fragestellung daher weiterer Forschungsbedarf.

Literaturverzeichnis

- Analitis, A., Paola, M., D'Ippoliti, D., de'Donato, F., Menne, B., Matthies, F., Atkinson, R.W., Iniguez, C., Basagana, X., Schneider, A., Lefranc, A., Paldy, A., Bisanti, L., Katsouyanni, K., 2014. Effects of Heat Waves on Mortality: Effect Modification and Confounding by Air Pollutants. *Epidemiology* 25, 15–22.
- Augustin et al., 2017. Gesundheit, in: Brasseur, G.P., Jacob, D., Schuck-Zöller, S. (Eds.), *Klimawandel in Deutschland – Entwicklung, Folgen, Risiken Und Perspektiven*. Hamburg.
- BMEL, 2020. Bericht zur Markt- und Versorgungslage: Getreide 2020.
- BMVBS, 2008. Folgen des Klimawandels: Gebäude und Baupraxis in Deutschland.
- bpb, 2014. Vorhersagbarkeit und Auswirkungen des Klimawandels [WWW Document]. URL <https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/183026/auswirkungen-des-klimawandels> (accessed 12.9.20).
- bpb, 2013. Hochwasser in Deutschland [WWW Document]. URL <https://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/163064/hochwasser-in-deutschland-12-06-2013> (accessed 11.25.20).
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, o.J. The International Disaster Database.
- Daubitz, S., 2018. Mobilität und Exklusion: Die soziale Frage in der Verkehrspolitik, in: Schwedes, O. (Ed.), *Verkehrspolitik: Eine Interdisziplinäre Einführung*. Wiesbaden.
- Daubitz, S., 2016. Mobilitätsarmut: Die Bedeutung der sozialen Frage im Forschungs- und Politikfeld Verkehr, in: Schwedes, O. (Ed.), *Handbuch Verkehrspolitik*. Wiesbaden.
- dena, 2019. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.
- Der Paritätische Gesamtverband, 2020. Gegen Armut hilft Geld. Der Paritätische Armutsbericht 2020.
- Deutscher Bundestag, 2019. Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft in Deutschland.
- DIW, 2008a. Kosten des Klimawandels ungleich verteilt: wirtschaftsschwache Bundesländer trifft es am härtesten.
- DIW, 2008b. Mobilität 2025: der Einfluß von Einkommen, Mobilitätskosten und Demografie. Inst. für Mobilitätsforschung, Berlin.
- DIW, 2007. Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden.
- DKKV, 2015. Das Hochwasser im Juni 2013: Bewährungsprobe für das Hochwasserrisikomanagement in Deutschland.
- Dresden, 2021. Kommunale Bürgerumfrage 2020 - Tabellenteil.
- Ecologic Institute, INFRAS, 2009. Klimawandel: Welche Belastungen entstehen für die Tragfähigkeit der Öffentlichen Finanzen?
- ESKP, 2019. Wirtschaftliche Folgen von Überschwemmungen.
- FÖS, 2021. Zehn klimaschädliche Subventionen sozial gerecht abbauen – ein Zeitplan.
- FÖS, 2020. Zehn klimaschädliche Subventionen im Fokus - Wie ein Subventionsabbau den Klimaschutz voranbringt und den Bundeshaushalt entlastet.
- Fraunhofer ISI, 2013. Assessing and Treating the Risks of Weather Extremes on Transport in Europe - Findings from the WEATHER Projekt.
- GDV, 2020. Naturgefahrenreport 2020.
- GMK, 2020. Beschlüsse der 93. GMK: TOP: 5.1 Der Klimawandel - eine Herausforderung für das deutsche Gesundheitswesen [WWW Document]. URL <https://www.gmkonline.de/Beschluesse.html?id=1018&jahr=2020> (accessed 11.27.20).
- Handelsblatt, 2018. Kartoffelpreise steigen um über 50 Prozent. 19.11.2018.
- Handelsblatt, 2013. Deutsche Bahn spart an preisgünstigen Tickets. 21.08.2013.
- Helmholtz-Gemeinschaft, o.J. Folgen des Klimawandels für Deutschland [WWW Document]. URL <https://www.eskp.de/klimawandel/folgen-des-klimawandels-fuer-deutschland-9351075/> (accessed 12.9.20).
- 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. *Science* 356, 1362–1369.
<https://doi.org/10.1126/science.aal4369>
- Hübler, M., Klepper, G., Peterson, S., 2008. Costs of climate change - the effects of rising temperatures on health and productivity in Germany. *Ecol. Econ.* 68, 381–393.
- IFEU, 2019. Sozialer Klimaschutz in Mietwohnungen: Kurzgutachten zur sozialen und klimagerechten Aufteilung der Kosten bei energetischer Modernisierung im Wohnungsbestand.
- ifo Institut, 2011. Auswirkungen des Klimawandels auf das Verarbeitende Gewerbe - Ergebnisse einer Unternehmensbefragung.
- Institut für Umweltmedizin Augsburg, Christine-Kühne-Stiftung für Allergieforschung und - Prävention Davos, 2017. Führt der Klimawandel zu einer Zunahme von Pollenallergien in Deutschland? *Pädiatrische Allergologie* 6–10.
- Institute for Global Health, 2020. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. London.
- IPCC, 2018a. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, in: 1,5 °C Globale Erwärmung: Ein IPCC-Sonderbericht Über Die Folgen Einer Globalen Erwärmung Um 1,5 °C Gegenüber Vorindustriellem Niveau Und Die Damit Verbundenen Globalen Treibhausgasemissionspfade Im Zusammenhang Mit Einer Stärkung Der Weltweiten Reaktion Auf Die Bedrohung Durch Den Klimawandel, Nachhaltiger Entwicklung Und Anstrengungen Zur Beseitigung von Armut.
- IPCC, 2018b. Häufig gestellte Fragen und Antworten, in: 1,5 °C Globale Erwärmung: Ein IPCC-Sonderbericht Über Die Folgen Einer Globalen Erwärmung Um 1,5 °C Gegenüber Vorindustriellem Niveau Und Die Damit Verbundenen Globalen Treibhausgasemissionspfade Im Zusammenhang Mit Einer Stärkung Der Weltweiten Reaktion Auf Die Bedrohung Durch Den Klimawandel, Nachhaltiger Entwicklung Und Anstrengungen Zur Beseitigung von Armut.
- IPCC, 2014a. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2014b. Food Security and Food Production Systems.
- Jacob, K., Range, C., Guske, A.L., Weiland, S., Pestel, N., Sommer, E., 2016. Verteilungswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen und Instrumente.
- Jiricka, A., Formayer, H., Schmidt, A., Völler, S., Leitner, M., Fischer, T.B., Wachter, T.F., 2016. Consideration of climate change impacts and adaptation in EIA practice - Perspectives of actors in Austria and Germany. *Environ. Impact Assess. Rev.* 57, 78–88.
- Kenny, G.P., Yardley, J., Brown, C., Sigal, R.J., Jay, O., 2010. Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases.
- Kisely, J., 2004. Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic.
- Klepper, G., Rickels, W., Schenker, O., Schwarze, R., Bardt, H., Biebeler, H., Mahammadzadeh, M., Schulze, S., 2017. Kosten des Klimawandels und Auswirkungen auf die Wirtschaft, in: *Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken Und Perspektiven*. Springer Spektrum, Berlin / Heidelberg.
- Klimafakten.de, 2015. Klimawandel - Was er für den Verkehrssektor bedeutet: Kernergebnisse aus dem Fünften Sachstandsbericht des IPCC [WWW Document]. URL <https://www.klimafakten.de/branchenbericht/was-der-klimawandel-fuer-den-verkehrssektor-bedeutet> (accessed 11.25.20).
- Klinenberg, E., 2002. Heat Wave: a social autopsy of disaster in Chicago.
- Kornhuber, K., Coumou, D., Vogel, E., Lesk, C., Donges, J., Lehmann, J., Horton, R., 2020. Amplified Rossby Waves enhance risk of concurrent heatwaves in major breadbasket region. *Nat. Clim. Change* 10, 48–53.

- LfU Bayern, o.J. Klimafolgen und Anpassung in der Landwirtschaft [WWW Document]. URL <https://www.lfu.bayern.de/klima/klimaanpassung/bayern/landwirtschaft/index.htm> (accessed 11.22.20).
- Mambrey, V., Wermuth, Inga, Böse O-Reilly, S., 2019. Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die psychische Gesundheit von Kindern und Jugendlichen. Bundesgesundheitsblatt 62, 599–604.
- Mattioli, G., Nicolas, J.-P., Gertz, C., 2018. Household transport costs, economic stress and energy vulnerability. Transp. Policy 65, 1–4.
- Munich RE, 2020. Wirbelstürme mit Milliarden Schäden prägen Bilanz der Naturkatastrophen 2019.
- ÖI, o.J. Klimafreundlich unterwegs mit Bus und Bahn – auch in Zukunft? [WWW Document]. URL <https://www.oeko.de/forschung-beratung/themen/mobilitaet-und-verkehr/oepnv> (accessed 11.25.20).
- Öko-Institut, 2020. Impulse für mehr Klimaschutz und soziale Gerechtigkeit in der Verkehrspolitik.
- Paterson, S., Godsmark, C.N., 2020. Heat-health vulnerability in temperate climates: lessons and response options from Ireland.
- Reimann, L., Vollstedt, B., Koerth, J., Tsakiris, M., Beer, M., Vafeidis, A., 2021. Extending the Shared Socioeconomic Pathway (SSPs) to support local adaptation planning - A climate service for Flensburg, Germany. Futures 127.
- Reiner, A., 2008. Der Orkan Kyrill: Sturmcharakteristik und Schadenausmaß.
- Rey, G., Fouillet, A., Bessemoulin, P., Frayssinet, P., Dufour, A., Jouglu, E., Hemon, D., 2009. Heat exposure and socio-economic vulnerability as synergistic factors in heat-wave-related mortality. Eur. J. Epidemiol. 24, 495–502.
- RKI, 2013a. Häufigkeit allergischer Erkrankungen in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt 56, 698–706.
- RKI, 2013b. Sozioökonomischer Status und Gesundheit. Bundesgesundheitsblatt 56, 814–821.
- RKI, 2010. Klimawandel und Gesundheit: Ein Sachstandsbericht. Berlin.
- RKI, 2009. Die Auswirkungen des Klimawandels. Bundesgesundheitsblatt 52, 699–714.
- RKI, Deutscher Wetterdienst, Charite Universitätsmedizin Berlin, 2019. Schätzung hitzebedingter Todesfälle in Deutschland zwischen 2001 und 2015. Bundesgesundheitsblatt 62, 571–579.
- Sächsische Zeitung, 2020. Hitzeschäden an Autobahnen nehmen zu. 17.08.2020.
- Tagesspiegel, 2018. Warum die Dürre Lebensmittel teurer machen könnte. 29.07.2018.
- Tagesspiegel, 2013. Unterspülte Bahnstrecken bleiben noch Monate gesperrt. 09.07.2013.
- Tovar Reanos, M.A., 2021. Floods, flood policies and changes in welfare and inequality: Evidence from Germany. Ecol. Econ. 180.
- UBA, 2020a. Vertiefte ökonomische Analyse einzelner Politikinstrumente und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel: Abschlussbericht. Dessau-Roßlau.
- UBA, 2020b. Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten. Kostensätze. Stand 12/2020.
- UBA, 2020c. Klimaschutz im Verkehr: Reformbedarf der fiskalpolitischen Rahmenbedingungen und internationale Beispiele.
- UBA, 2019a. Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Dessau-Roßlau.
- UBA, 2019b. Klimawandel und Gesundheit [WWW Document]. URL <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/klimawandel-gesundheit#hitzewellen-konnen-die-gesundheit-belasten> (accessed 11.27.20).
- UBA, 2016. Erläuterung zu den Klimawirkungsketten.
- UBA, 2015a. Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Dessau-Roßlau.
- UBA, 2015b. Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland.
- UBA, 2015c. Der Einfluss des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit – eine Übersicht von UMID-Beiträgern der Jahre 2009 bis 2015. Umw. Mensch - Informationsdienst 47–51.

- UBA, 2015d. Klimawandel und Pollenallergie: Wie können Städte und Kommunen allergene Pflanzen im öffentlichen Raum reduzieren? *Umw. Mensch - Informationsdienst* 5–13.
- UBA, 2014. Ökonomie des Klimawandels – Integrierte ökonomische Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel.
- UBA, 2011. Synergien und Konflikte von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.
- UFZ, 2017. Sozial-räumliche Aspekte der Anpassung an Hitze in Städten, in: Marx, A. (Ed.), *Klimaanpassung in Forschung Und Politik*.
- Valenzuela-Levi, N., 2021. The rich and mobility: A new look into the impacts of income inequality on household transport expenditures. *Transp. Policy* 100, 161–171.
- Watkiss, P., Downing, T., Handley, C., Butterfield, R., 2005. *The Impacts and Costs of Climate Change*.
- WSL, 2007. Klimawandel und Wintertourismus: Ökonomische und ökologische Auswirkungen von technischer Beschneidung.

Anhang

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
Dürre, Starkregen, Extremwetter, etc.	Ernährung	hoch, aber regional und saisonal verschieden	Ernteverluste, Einkommensverluste Landwirt*innen	Vorbeugende Maßnahmen: Landwirte müssen sowohl vorbeugen, z.B. durch Investition in Bewässerungsanlagen als auch mit Hilfe von Ernteausfallversicherungen in eine Kompensation der Ausfälle investieren; Reaktive Maßnahmen: Anpassung der Sortenvielfalt beim Nutzpflanzenanbau	Landwirte sind direkt betroffen. Indirekt betroffen sind die Verbraucher*innen, die sowohl die Anpassungsmaßnahmen als auch die Ernteverluste ggf. durch höhere Lebensmittelpreise ausgleichen müssen. Nachfrageelastizität bei Lebensmitteln abhängig vom Produkt Besonders betroffen sind Verbraucher*innen mit geringem Einkommen, die einen relativ höheren Anteil ihres Einkommens für Lebensmittel ausgeben und daher weniger finanzielle Manövrierfähigkeit haben.	Sowohl einmalige (Investition in Technologie wie Bewässerung) als auch laufende Kosten (wie Versicherungspolice) Laufende Konsumausgaben der Verbraucher*innen für Lebensmittel und nur begrenzter Spielraum bei der Vielfalt der Warenkörbe, wenn eine nachhaltige und gesunde Ernährung zugrunde gelegt wird
	Mobilität	hoch	Ausfall des Transportweges aufgrund niedriger Pegelstände, Lieferengpässe	Reaktive Maßnahme: Verlagerung des Transports auf die Schiene oder die Straße, Vermeidung von Lieferengpässen und Produktionsausfällen	Direkt betroffen ist die Binnenschifffahrt Indirekt betroffen sind Kfz- Nutzer*innen, da Benzinpreise z.B. im Dürresommer 2018 deutlich gestiegen sind	Anstieg der laufenden Kosten bei Pendler*innen

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
			se, Produktions ausfall		Betrifft eher Haushalte mit höherem Einkommen, die über mindestens ein Fahrzeug verfügen	
Starkregen/ Hochwasser	Ernährung	hoch, aber regional und saisonal verschieden	Ernteverlust e	Vorbeugende Maßnahmen: Investition in Hochwasserschutz durch die Landwirte	Landwirte sind direkt betroffen. Indirekt betroffen sind die Verbraucher*innen, die sowohl die Anpassungsmaßnahmen als auch die Ernteverluste ggf. durch höhere Lebensmittelpreise ausgleichen müssen. Nachfrageelastizität bei Lebensmitteln abhängig vom Produkt Besonders betroffen sind Verbraucher*innen mit geringem Einkommen, die einen relativ höheren Anteil ihres Einkommens für Lebensmittel ausgeben und daher weniger finanzielle Manövrierfähigkeit haben.	Sowohl einmalige (Investition in Technologie wie Bewässerung) als auch laufende Kosten (wie Versicherungspolizen) Laufende Konsumausgaben der Verbraucher*innen für Lebensmittel und nur begrenzter Spielraum bei der Vielfalt der Warenkörbe, wenn eine nachhaltige und gesunde Ernährung zugrunde gelegt wird
	Wohnen	hoch	Wasserschaden am/im Gebäude, Gebäudesub stanz	Vorbeugende Maßnahmen und Investitionen in Hochwasserschutz Reaktive Maßnahmen durch Schadenbeseitigung nach Wasserschaden	Direkt betroffen sind Eigentümer*innen in Hochwassergebieten und indirekt betroffen sind Mieter*innen (vor allem mit geringem Einkommen)	Einmalige Kosten der Schadenbeseitigung (überwiegend durch die Gebäudeversicherung gedeckt) Anstieg der laufenden Kosten durch Umlage der Investition in Hochwasserschutz auf die

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
	Mobilität	hoch	Infrastruktur schäden	Reaktive Maßnahmen: Beseitigung von Infrastrukturschäden durch die öffentliche Hand oder die Deutsche Bahn Vorbeugende Maßnahmen: Investition in Hochwasserschutz durch öffentliche Hand	Betrifft alle Steuerzahlende, die indirekt für die Infrastrukturkosten aufkommen (gesellschaftliche Mehrkosten)	Mieter*innen, Anteil der Wohnkosten steigt Einmalige Kosten für die Beseitigung des Schadens für die öffentliche Hand
Stürme/Star- k-wind	Mobilität	mittel	Schäden am Fahrzeug, Infrastruktur schäden	Reaktive Maßnahmen: Schadenbeseitigung/Reparatur	Betrifft eher Haushalte mit höherem Einkommen, die über mind. ein Fahrzeug verfügen und abhängig von ihrer Kfz- Versicherung Schäden voll oder anteilig bezahlen müssen Betrifft alle Steuerzahlende, die indirekt für die Infrastrukturkosten aufkommen (gesellschaftliche Mehrkosten)	Einmalige Kosten zur Schadenbeseitigung für Fahrzeughalter*innen, ggf. steigende laufende Kosten, wenn Versicherungspolicen aufgrund steigender Eintrittswahrscheinlichkeiten teurer werden Einmalige Kosten für Entschädigungszahlungen im Falle von Zugausfällen Derzeit keine Angaben zu Kosten für Arbeitsaufwendungen z.B. Straßenmeisterei

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
	Wohnen	mittel	Gebäudeschäden, z.B. Dach, Gebäudehülle	Reaktive Maßnahmen: Schadenbeseitigung/Reparatur	Direkt betroffen sind Eigentümer*innen und indirekt betroffen sind Mieter*innen (vor allem mit geringem Einkommen)	Einmalige Kosten der Schadenbeseitigung (überwiegend durch die Gebäudeversicherung gedeckt) Anstieg der laufenden Kosten durch Umlage der Investition bei Sanierung auf die Mieter*innen, Anteil der Wohnkosten steigt
Hitzewelle	Mobilität	hoch	Infrastruktur schäden	Reaktive Maßnahmen: Sanierung der beeinträchtigten Verkehrsinfrastruktur (z.B. Straßenbeläge erneuern) durch die öffentliche Hand oder die Deutsche Bahn Einsatz von Klimaanlage im Pkw	Betrifft alle Steuerzahlende, die indirekt für die Infrastrukturkosten aufkommen (gesellschaftliche Mehrkosten) Betrifft eher Haushalte mit höherem Einkommen oder Pendler*innen, die über mind. ein Fahrzeug verfügen	Einmalige Kosten für die öffentliche Hand für das jeweilige Einzelereignis Steigende laufende Kosten für Fahrzeughalter*innen, die durch den Einsatz von Klimaanlage einen höheren Benzinverbrauch haben
	Wohnen/Gesundheit	hoch	Hitzebelastung der Bewohner*innen (Gesundheit)	Vorbeugende Maßnahmen im Neubau: Planung von Hitzeschutz und Klimatisierung Reaktive Maßnahmen im Gebäudebestand: nachträgliche Einbau von Klimatechnik	Betrifft Innenstädte (Wärmeinseln) sowie hitzeempfindliche Einrichtungen (Altenheime) Direkt betroffen sind Bewohner*innen hitzeempfindlicher Einrichtungen vor allem ältere Menschen sowie Menschen in Städten, Menschen mit Vorerkrankungen, Kleinkinder	Ggf. Anstieg der laufenden (Gesundheits)-Kosten, wenn die Gesundheit durch die Aufheizung beeinträchtigt ist ggf. Anstieg der laufenden Wohnkosten/Mietbelastung durch Modernisierungsumlage

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
						einmalige Kosten durch Sanierung bzw. Klimatisierung des Gebäudes
	Gesundheit	hoch	Hitzebelastung von Menschen, die im Freien arbeiten	Reaktive Maßnahmen: Kühlwesten zur Verfügung stellen,	Beschäftigte im Bauwesen oder der Landwirtschaft	Ggf. Investitionskosten für den Arbeitsgebenden, um für angemessene Arbeitsbedingungen Sorge zu tragen
Gebäudeauf- -heizung	Wohnen/Gesu- ndheit	hoch	Hitzebelastung der Bewohner*innen (Gesundheit) , Anstieg von Herz-Kreislauf- erkrankungen	Vorbeugende Maßnahmen im Neubau: Hitzeschutz, Dämmung, Gebäudetechnik/Klimatisierung Reaktive Maßnahmen im Gebäudebestand: Sanierung, Klimatisierung	Betrifft Innenstädte (Wärmeinseln) sowie hitzeempfindliche Einrichtungen (Altenheime) Direkt betroffen sind Bewohner*innen hitzeempfindlicher Einrichtungen vor allem ältere Menschen sowie Menschen in Städten, Menschen mit Vorerkrankungen, Kleinkinder	Ggf. Anstieg der laufenden (Gesundheits)-Kosten, wenn die Gesundheit durch die Aufheizung beeinträchtigt ist ggf. Anstieg der laufenden Wohnkosten/Mietbelastung durch Modernisierungsumlage einmalige Kosten durch Sanierung bzw. Klimatisierung des Gebäudes
Vermehrte Niederschlä- ge	Gesundheit/W ohnen	mittel	Schäden an der Gebäudesub- stanz durch Materialschä- dliche, die krankheitser- regend sein	Vorbeugende Maßnahmen im Neubau: Hitzeschutz, Dämmung, Gebäudetechnik/Klimatisierung Reaktive Maßnahmen im Gebäudebestand: Sanierung, Klimatisierung	Menschen mit Vorerkrankungen, ältere Menschen, Kleinkinder	Ggf. Anstieg der laufenden (Gesundheits)-Kosten

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
			können (z.B. Infektionskr ank-heiten)			
Dürre, Starkregen, Extremwetter, etc.	Ernährung	hoch, aber regional und saisonal verschieden	Ernteverluste, Einkommensverluste Landwirt*innen	Vorbeugende Maßnahmen: Landwirte müssen sowohl vorbeugen, z.B. durch Investition in Bewässerungsanlagen als auch mit Hilfe von Ernteausfallversicherungen in eine Kompensation der Ausfälle investieren; Reaktive Maßnahmen: Anpassung der Sortenvielfalt beim Nutzpflanzenanbau	Landwirte sind direkt betroffen. Indirekt betroffen sind die Verbraucher*innen, die sowohl die Anpassungsmaßnahmen als auch die Ernteverluste ggf. durch höhere Lebensmittelpreise ausgleichen müssen. Nachfrageelastizität bei Lebensmitteln abhängig vom Produkt Besonders betroffen sind Verbraucher*innen mit geringem Einkommen, die einen relativ höheren Anteil ihres Einkommens für Lebensmittel ausgeben und daher weniger finanzielle Manövrierfähigkeit haben.	Sowohl einmalige (Investition in Technologie wie Bewässerung) als auch laufende Kosten (wie Versicherungspolice) Laufende Konsumausgaben der Verbraucher*innen für Lebensmittel und nur begrenzter Spielraum bei der Vielfalt der Warenkörbe, wenn eine nachhaltige und gesunde Ernährung zugrunde gelegt wird
	Mobilität	hoch	Ausfall des Transportweges aufgrund niedriger Pegelstände, Lieferengpässe	Reaktive Maßnahme: Verlagerung des Transports auf die Schiene oder die Straße, Vermeidung von Lieferengpässen und Produktionsausfällen	Direkt betroffen ist die Binnenschifffahrt Indirekt betroffen sind Kfz- Nutzer*innen, da Benzinpreise z.B. im Dürresommer 2018 deutlich gestiegen sind	Anstieg der laufenden Kosten bei Pendler*innen

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
			se, Produktions ausfall		Betrifft eher Haushalte mit höherem Einkommen, die über mindestens ein Fahrzeug verfügen	
Starkregen/ Hochwasser	Ernährung	hoch, aber regional und saisonal verschieden	Ernteverlust e	Vorbeugende Maßnahmen: Investition in Hochwasserschutz durch die Landwirte	Landwirte sind direkt betroffen. Indirekt betroffen sind die Verbraucher*innen, die sowohl die Anpassungsmaßnahmen als auch die Ernteverluste ggf. durch höhere Lebensmittelpreise ausgleichen müssen. Nachfrageelastizität bei Lebensmitteln abhängig vom Produkt Besonders betroffen sind Verbraucher*innen mit geringem Einkommen, die einen relativ höheren Anteil ihres Einkommens für Lebensmittel ausgeben und daher weniger finanzielle Manövrierfähigkeit haben.	Sowohl einmalige (Investition in Technologie wie Bewässerung) als auch laufende Kosten (wie Versicherungspolicen) Laufende Konsumausgaben der Verbraucher*innen für Lebensmittel und nur begrenzter Spielraum bei der Vielfalt der Warenkörbe, wenn eine nachhaltige und gesunde Ernährung zugrunde gelegt wird
	Wohnen	hoch	Wasserschaden am/im Gebäude, Gebäudesub- stanz	Vorbeugende Maßnahmen und Investitionen in Hochwasserschutz Reaktive Maßnahmen durch Schadenbeseitigung nach Wasserschaden	Direkt betroffen sind Eigentümer*innen in Hochwassergebieten und indirekt betroffen sind Mieter*innen (vor allem mit geringem Einkommen)	Einmalige Kosten der Schadenbeseitigung (überwiegend durch die Gebäudeversicherung gedeckt) Anstieg der laufenden Kosten durch Umlage der Investition in Hochwasserschutz auf die

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
	Mobilität	hoch	Infrastruktur schäden	Reaktive Maßnahmen: Beseitigung von Infrastrukturschäden durch die öffentliche Hand oder die Deutsche Bahn Vorbeugende Maßnahmen: Investition in Hochwasserschutz durch öffentliche Hand	Betrifft alle Steuerzahlende, die indirekt für die Infrastrukturkosten aufkommen (gesellschaftliche Mehrkosten)	Mieter*innen, Anteil der Wohnkosten steigt Einmalige Kosten für die Beseitigung des Schadens für die öffentliche Hand
Stürme/Star- kwind	Mobilität	mittel	Schäden am Fahrzeug, Infrastruktur schäden	Reaktive Maßnahmen: Schadenbeseitigung/Reparatur	Betrifft eher Haushalte mit höherem Einkommen, die über mind. ein Fahrzeug verfügen und abhängig von ihrer Kfz- Versicherung Schäden voll oder anteilig bezahlen müssen Betrifft alle Steuerzahlende, die indirekt für die Infrastrukturkosten aufkommen (gesellschaftliche Mehrkosten)	Einmalige Kosten zur Schadenbeseitigung für Fahrzeughalter*innen, ggf. steigende laufende Kosten, wenn Versicherungspolizen aufgrund steigender Eintrittswahrscheinlichkeiten teurer werden Einmalige Kosten für Entschädigungszahlungen im Falle von Zugausfällen Derzeit keine Angaben zu Kosten für Arbeitsaufwendungen z.B. Straßenmeisterei

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
	Wohnen	mittel	Gebäudeschäden, z.B. Dach, Gebäudehülle	Reaktive Maßnahmen: Schadenbeseitigung/Reparatur	Direkt betroffen sind Eigentümer*innen und indirekt betroffen sind Mieter*innen (vor allem mit geringem Einkommen)	Einmalige Kosten der Schadenbeseitigung (überwiegend durch die Gebäudeversicherung gedeckt) Anstieg der laufenden Kosten durch Umlage der Investition bei Sanierung auf die Mieter*innen, Anteil der Wohnkosten steigt
Hitzewelle	Mobilität	hoch	Infrastruktur schäden	Reaktive Maßnahmen: Sanierung der beeinträchtigten Verkehrsinfrastruktur (z.B. Straßenbeläge erneuern) durch die öffentliche Hand oder die Deutsche Bahn Einsatz von Klimaanlage im Pkw	Betrifft alle Steuerzahlende, die indirekt für die Infrastrukturkosten aufkommen (gesellschaftliche Mehrkosten) Betrifft eher Haushalte mit höherem Einkommen oder Pendler*innen, die über mind. ein Fahrzeug verfügen	Einmalige Kosten für die öffentliche Hand für das jeweilige Einzelereignis Steigende laufende Kosten für Fahrzeughalter*innen, die durch den Einsatz von Klimaanlage einen höheren Benzinverbrauch haben
	Wohnen/Gesundheit	hoch	Hitzebelastung der Bewohner*innen (Gesundheit)	Vorbeugende Maßnahmen im Neubau: Planung von Hitzeschutz und Klimatisierung Reaktive Maßnahmen im Gebäudebestand: nachträgliche Einbau von Klimatechnik	Betrifft Innenstädte (Wärmeinseln) sowie hitzeempfindliche Einrichtungen (Altenheime) Direkt betroffen sind Bewohner*innen hitzeempfindlicher Einrichtungen vor allem ältere Menschen sowie Menschen in Städten, Menschen mit Vorerkrankungen, Kleinkinder	Ggf. Anstieg der laufenden (Gesundheits)-Kosten, wenn die Gesundheit durch die Aufheizung beeinträchtigt ist ggf. Anstieg der laufenden Wohnkosten/Mietbelastung durch Modernisierungsumlage

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
						einmalige Kosten durch Sanierung bzw. Klimatisierung des Gebäudes
	Gesundheit	hoch	Hitzebelastung von Menschen, die im Freien arbeiten	Reaktive Maßnahmen: Kühlwesten zur Verfügung stellen,	Beschäftigte im Bauwesen oder der Landwirtschaft	Ggf. Investitionskosten für den Arbeitsgebenden, um für angemessene Arbeitsbedingungen Sorge zu tragen
Gebäudeauf- -heizung	Wohnen/Gesu- ndheit	hoch	Hitzebelastung der Bewohner*innen (Gesundheit) , Anstieg von Herz-Kreislauf- erkrankungen	Vorbeugende Maßnahmen im Neubau: Hitzeschutz, Dämmung, Gebäudetechnik/Klimatisierung Reaktive Maßnahmen im Gebäudebestand: Sanierung, Klimatisierung	Betrifft Innenstädte (Wärmeinseln) sowie hitzeempfindliche Einrichtungen (Altenheime) Direkt betroffen sind Bewohner*innen hitzeempfindlicher Einrichtungen vor allem ältere Menschen sowie Menschen in Städten, Menschen mit Vorerkrankungen, Kleinkinder	Ggf. Anstieg der laufenden (Gesundheits)-Kosten, wenn die Gesundheit durch die Aufheizung beeinträchtigt ist ggf. Anstieg der laufenden Wohnkosten/Mietbelastung durch Modernisierungsumlage einmalige Kosten durch Sanierung bzw. Klimatisierung des Gebäudes
Vermehrte Niederschlä- ge	Gesundheit/W ohnen	mittel	Schäden an der Gebäudesub- stanz durch Materialschä- dliche, die Krankheitser- regend sein	Vorbeugende Maßnahmen im Neubau: Hitzeschutz, Dämmung, Gebäudetechnik/Klimati- sierung Reaktive Maßnahmen im Gebäudebestand: Sanierung, Klimatisierung	Menschen mit Vorerkrankungen, ältere Menschen, Kleinkinder	Ggf. Anstieg der laufenden (Gesundheits)-Kosten

Indikatoren (direkt/ indirekt)	Bedürfnis- feld (Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Ernährung)	Eintritts- wahrschein- lichkeit (gering, mittel, hoch)	Erwarteter Schaden	Handlungsspielraum (Bei wem?) Unterscheiden zw. vorbeugenden und reaktiven Maßnahmen	Betroffene (vulnerable Zielgruppe)	Welche Kosten sind damit verbunden? (Einmalig, laufende Kosten)
			können (z.B. Infektionskr ankheiten)			

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales kostenlos herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Europa-, Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Außerdem ist diese kostenlose Publikation - gleichgültig wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist - nicht zum Weiterverkauf bestimmt.

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.