Im Auftrag des:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Priorisierung einzelner Schadens- und Kostendimensionen der Folgen des Klimawandels

Kurzstudie im Rahmen des Projektes
Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland

Jesko Hirschfeld, Nina Schulze, Anna-Lena Hock

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Berlin, 9.11.2021

INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

GWS SPECIALISTS IN EMPIRICAL ECONOMIC RESEARCH

prognos

Jesko Hirschfeld, Nina Schulze, Anna-Lena Hock

Priorisierung einzelner Schadens- und Kostendimensionen der Folgen des Klimawandels

Kurzstudie im Rahmen des Projektes
Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland

Im Auftrag des:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Berlin, November 2021

Impressum

Herausgeber:
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Potsdamer Straße 105
D-10785 Berlin
Tel. +49 – 30 – 884 594-0
Fax +49 – 30 – 882 54 39
E-Mail: mailbox@ioew.de
www.ioew.de
Ansprechpartner:
Dr. Jesko Hirschfeld
Tel. +49 – 30 – 884 594 19
E-Mail: jesko.hirschfeld@ioew.de

In Kooperation mit:

Prognos AG
Werdener Straße 4
D-40227 Düsseldorf
Ansprechpartner:
Oliver Lühr
Tel. +49 – 211 – 91316137
E-Mail: oliver.luehr@prognos.com

und

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS)
Heinrichstraße 30
D-49080 Osnabrück
Ansprechpartner:
Dr. Markus Flaute
Tel. +49 – 541 – 40933295
E-Mail: flaute@gws-os.com

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 7

2 Vorliegende Priorisierungsstudien 8

3 Schlussfolgerungen aus der systematischen Kategorisierung für die Priorisierung 11

3.1 Vier übergeordnete Kategorien von Klimaschäden 12
3.2 Priorisierung der Klimaschäden nach verschiedenen Bezugsdimensionen 13
3.2.1 Priorisierung von Klimaschäden nach Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel 13
3.2.2 Priorisierung von Klimaschäden nach Wirtschaftssektoren 18
3.2.3 Priorisierung von Klimaschäden nach Regionen 18
3.2.4 Priorisierung der Klimaschäden nach der Betroffenheit sozialer Gruppen 19
3.3 Berücksichtigung weiterer relevanter Wirkungsbereiche 20
3.3.1 Hohe Relevanz internationaler Wirkungen 20
3.3.2 Nutzung stabilisierender Wirkungsmöglichkeiten der Kapitalmärkte 20
3.3.3 Ausschöpfen der stabilisierenden Potenziale der Versicherungswirtschaft 21
3.3.4 Einhalten der Klimaschutzziele 21
3.4 Anpassungsbedarfe und -möglichkeiten 21

4 Zusammenfassung 23

5 Literaturverzeichnis 24

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Vulnerabilitätskonzept des IPCC 10
Abb. 3.1: Klimarisiken ohne Anpassung im Falle eines schwächeren und im Falle eines starken Klimawandels 14
Abb. 3.2: Direkte materielle Klimaschäden nach Handlungsfeldern 15
Abb. 3.3: Direkte und indirekte materielle und immaterielle Klimaschäden nach Handlungsfeldern 16
Abb. 3.4: Priorisierung nach absoluter und relativer Höhe der Klimaschäden sowie irreversibler Schäden nach Handlungsfeldern 17
Abb. 3.5: Karte zur Überschwemmungsgefahr 19
Abb. 3.6: Karte zur Hitzebelastung 19
Abb. 3.7: Priorisierung unter Berücksichtigung von Residualschäden, Gesamtkosten und Irreversibilitäten nach Ausschöpfung der Anpassungsmöglichkeiten nach Handlungsfeldern 22

1 Einführung

Klimawandelbedingte Veränderungen, die sich sowohl durch graduellen Wandel als auch vermehrte Extremwetterereignisse bemerkbar machen, sorgen in Deutschland für beträchtliche Schäden und Kosten. Die Gesamtkosten des Klimawandels setzen sich aus den Kosten der Vermeidung, den Kosten der realisierten Anpassungsmöglichkeit und den nicht vermiedenen Residualschäden zusammen. Aufgrund vielschichtiger Wirkungsketten sind neben direkten Effekten auch indirekte Auswirkungen des Klimawandels von enormer Bedeutung – und neben den unmittelbar in Geldwerten messbaren materiellen Schäden fallen auch immaterielle Schäden in bedeutendem Ausmaß an. Sowohl für eine gesamtwirtschaftliche als auch für eine sektorale oder auf einzelne Handlungsfelder bezogene Analyse der klimawandelbedingten Schäden müssen also direkte und indirekte, materielle und immaterielle Schäden berücksichtigt werden. Dabei lassen sich nicht alle Schäden, insbesondere nicht die immateriellen, einfach messen und in Geldwerten abbilden.

Aufbauend auf der in der Studie zur systematischen Kategorisierung möglicher Kostendimensionen von Klimaschäden vorgenommenen Systematisierung der Schadensdimensionen (Hirschfeld et al. 2021) werden hier in einem nächsten Schritt Optionen zu ihrer Priorisierung vorgestellt. Auf dieser Grundlage wird das weitere Vorgehen der Ermittlung bisheriger sowie der Modellierung zukünftiger Schäden begründet.

Die Priorisierung der Schadens- und Kostendimensionen hilft, besonderes Augenmerk auf einzelne Handlungsbereiche zu legen, in denen politisches Handeln besonders dringend oder wichtig ist, in denen ein großes Potenzial zur Verminderung von Klimaschäden liegt, wo besondere sektorale oder soziale Betroffenheiten bestehen oder wo nicht wiedergutzumachende Verluste eintreten.

Neben einer volkswirtschaftlichen Gesamtbetrachtung der Klimakosten ist eine Unterteilung in Schäden für einzelne Bereiche (z.B. Handlungsfelder der DAS, Sektoren des Klimaschutzplans 2050 oder die Wirtschaftssektoren) möglich und sinnvoll, um sektorspezifische Betroffenheiten zu ermitteln.

Die Studie zur systematischen Kategorisierung möglicher Kostendimensionen von Klimaschäden hat vier grundlegende Kostenkategorien identifiziert: Direkte und indirekte, materielle und immaterielle Kosten. Die Kostenkategorien können sowohl gesamtwirtschaftlich, als auch sektoral oder nach Handlungsfeldern der Anpassungsstrategie systematisiert betrachtet werden. Je nach Fragestellung können die Klimakosten auch nach Regionen oder sozialen Gruppen differenziert werden.

Die beste Datenlage besteht hinsichtlich der direkten materiellen Kosten, etwas eingeschränkter in Bezug auf die indirekten materiellen Kosten des Klimawandels. Methodisch und empirisch deutlich schwieriger zu erfassen und in Geldwerten abzubilden ist das Ausmaß der direkten und indirekten immateriellen Kosten. Hinsichtlich der modellgestützten Abbildung der Klimakosten konzentrieren wir uns in diesem Projekt auf die materiellen Kosten.

Vor diesem Hintergrund werden zunächst bestehende Kriterienkataloge vorliegender Priorisierungsstudien gesichtet und die darauffolgende Formulierung des hier verwendeten Kriterienkatalogs dazu in Beziehung gesetzt. Anschließend werden die Kriterien auf die ermittelten Schadens- und Kostendimensionen angewandt, um eine Priorisierung zu begründen.

2 Vorliegende Priorisierungsstudien

In den letzten Jahren ist eine ganze Reihe von Studien entstanden, die sich mit der Abschätzung von Klimawirkungen und der Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen beschäftigen. Im Folgenden werden zentrale, auf Deutschland bezogene Studien im Hinblick auf die darin verwendeten Kriterienkataloge zur Priorisierung untersucht. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass die ausgewerteten Studien primär mögliche Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel behandeln und priorisieren. Ziel der vorliegenden Kurzstudie ist es hingegen, eine Priorisierung der Schadens- und Kostendimensionen durchzuführen, wobei die Anpassungskosten und -nutzen nur einen Teil der Bewertung darstellen. Häufig kann jedoch von der Priorisierung der Anpassungsmaßnahme auf die Relevanz und Gewichtung des Klimaeffektes und des Schadens rückgeschlossen werden, der mit der jeweiligen Anpassungsmaßnahme vermieden werden soll.

Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel hat dreizehn Handlungsfelder und zwei Querschnittsthemen identifiziert, die den Maßnahmenkatalog der Anpassung an den Klimawandel rahmen sollen. Diese Kategorisierung soll ein umfassendes Bild der Wohlfahrtswirkungen von Klimawandelfolgen darstellen. Anpassungsmaßnahmen lassen sich allerdings nicht immer eindeutig zuordnen, können mehrere Handlungsfelder betreffen oder zu Wechselwirkungen führen. Daher empfiehlt der zweite DAS Fortschrittsbericht die Priorisierung entlang fünf Cluster: Wasser, Land, Infrastrukturen, Wirtschaft und Gesundheit. Zusätzliche Aufmerksamkeit wird dem Bevölkerungsschutz und der Raumplanung gewidmet, wodurch die soziale Verteilung der Klimawandelfolgen und die Vulnerabilitäten einzelner Gruppen genauer betrachtet werden soll (Bundesregierung, 2015, S. 65–69).

Die Evaluierung der Anpassungsmaßnahmen erfolgt häufig in zwei Schritten. Zunächst werden einige Maßnahmen durch Ausschlusskriterien gefiltert, um in einem zweiten Schritt die vertiefte Beurteilung auf einzelne Maßnahmen zu fokussieren. Tröltzsch et al. (2012, S. 3) setzen hierzu folgende Filter: Relevanz, Quantifizierbarkeit, Datenverfügbarkeit, zeitliche Dringlichkeit des Handlungsbedarfs und Mehrwert der vertieften Beurteilung. Die Relevanz einer Maßnahme wird dabei unterschieden in need-to-have und nice-to-have, wobei ersteres auf absolute und vordringliche Schutzgüter, wie den Schutz der menschlichen Gesundheit, der Biodiversität und von kritischen Infrastrukturen bezogen wird (Tröltzsch et al. 2012, S. 10). Immaterielle und nicht-quantifizierbare klimawandelbedingte Schäden, beispielsweise in Bezug auf kulturelle Ökosystemleistungen werden in der Studie jedoch von der weiteren Betrachtung ausgenommen, wodurch die Gefahr besteht, dass Maßnahmen zu deren Schutz vernachlässigt werden könnten. Die weitere Beurteilung erfolgt auf Grundlage folgender Kriterien:

- Relevanz,
- Effektivität,
- Mitnahmeeffekt (gegenüber rein privater Maßnahmenformulierung),
- Dynamischer Anreiz oder Einmalwirkung,
- Reichweite,
- Gesellschaftliche und politische Akzeptanz,
- Wechselwirkungen,
- Flexibilität bezüglich der Klimaszenarien.

Insgesamt wurden 28 Anpassungsmaßnahmen evaluiert, wobei jedes Handlungsfeld mindestens einmal berücksichtigt ist. Die Studie priorisiert auf Grundlage von Relevanz, zeitlicher Dringlichkeit sowie des

Kosten-Nutzen-Verhältnisses schließlich sechs Anpassungsmaßnahmen: Hitzewarnsysteme, Bodenschutz, Katastrophenschutzübungen, Katastrophenschutzpläne, Aufbau und Vernetzung von Naturschutzgebieten sowie Auenrenaturierung (Tröltzsch et al., 2012, S. 191).

In einem ähnlichen Vorgehen ermittelt die Studie von Blobel et al. (2016) Vorschläge zur Priorisierung von Maßnahmen und Instrumenten, die zur Konkretisierung des APA II dienen sollen. Hierfür werden Anpassungsmaßnahmen auf Basis folgender Kriterien bewertet:

- Systemrelevanz,
- Effektivität,
- Kosten der Umsetzung,
- Umsetzbarkeit
- Akzeptanz,
- Flexibilität bezüglich Klimaszenarien,
- Synergien und Konflikte mit anderen Politikbereichen.

Systemrelevanz betrachtet hierbei Schutzgüter von gesamtgesellschaftlicher volkswirtschaftlicher Bedeutung. Dabei werden regionale oder sektorale Unterschiede nicht gesondert berücksichtigt. Zusätzlich werden Wechselwirkungen zu anderen Anpassungsmaßnahmen und -instrumenten betrachtet (vgl. Blobel et al., 2016, S. 53). Allerdings wurden dabei nur Anpassungsmaßnahmen mit zeitlicher Dringlichkeit (Horizont 2030), Notwendigkeit staatlichen Handelns und zu erwartende Klimawirkung von hoher Bedeutung, berücksichtigt. Das erste Ausschlusskriterium ist besonders vor dem Hintergrund der intergenerationellen Gerechtigkeit problematisch, da dadurch lediglich zeitnahe Anpassungen betrachtet werden und langfristig präventive Maßnahmen nachrangig behandelt werden. Das zweite Kriterium ist zwar für die Priorisierung staatlicher Anpassungsmaßnahmen nachvollziehbar, vernachlässigt allerdings verfügbare Optionen privater Akteure und Unternehmen. Das dritte Kriterium der hohen Bedeutung der Klimawirkung schränkt die zu untersuchenden Maßnahmen weiter ein. So werden nur gegenwärtig relevante Klimawirkungen (de facto nur Hitzebelastung) und solche in naher Zukunft betrachtet. Die daraus resultierenden Priorisierungsvorschläge sind daher vor dem Hintergrund dieser Einschränkungen zu verwenden.

In einer umfassenden Studie haben Buth et al. (2015) die Vulnerabilität und Anpassungskapazität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel ermittelt. Hierfür wurden mittels Modellierungen und Expert/inneninterviews Klimawirkungen in naher bis ferner Zukunft entlang der DAS Handlungsfelder analysiert. Auf Grundlage einer systematischen Literaturrecherche wurden die Klimawirkungen und Betroffenheiten nach Handlungsfeldern aufgeschlüsselt, woraus sich ergab, dass der Fokus der bisherigen Diskussion auf den Bereichen Wasser, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft, biologische Vielfalt und menschliche Gesundheit lag (Buth et al., 2015, S. 152ff.). In der eingehenden Analyse von 72 Klimawirkungen werden alle Handlungsfelder auf jeweilige Relevanz, Wirkungsverkettung und ausgewählte klimawandelbedingte Effekte untersucht, um die Bedeutung für Deutschland in Gegenwart und naher bis ferner Zukunft zu bestimmen. Zentrale Klimasignale sind hierbei Temperatur- und Niederschlagsveränderungen. Das Gesamtbild der Vulnerabilität zeichnet eine hohe Bedeutung für das Handlungsfeld Menschliche Ge-

sundheit ab, welches (als einziges) bereits in der Gegenwart deutlich betroffen ist. Weitere Handlungsfelder mit hoher Vulnerabilität sind in den Clustern Land, Wasser und Infrastrukturen zu finden (vgl. Buth et al., 2015, S. 669).

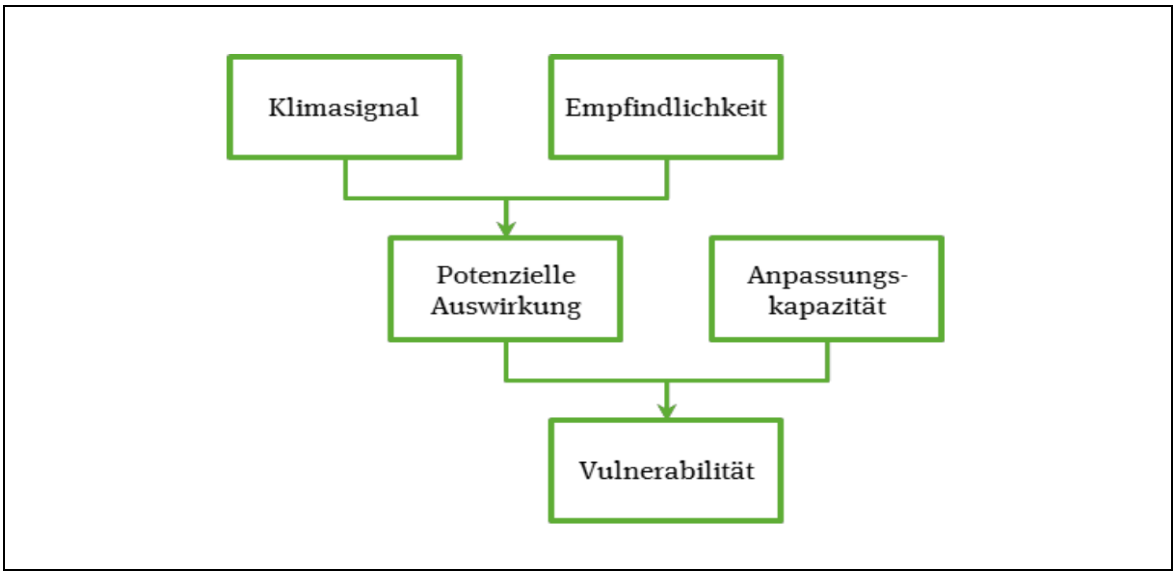

Abb. 2.1: Vulnerabilitätskonzept des IPCC
Quelle: Buth et al. (2015, S. 28)

Die im Juni 2021 erschienene Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA), die im Auftrag der Bundesregierung und im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel erstellt wurde (Kahlenborn et al. 2021a) identifizierte „sehr dringende Handlungserfordernisse“ in folgenden Fällen:

- „Ein Klimarisiko wird bereits in der Gegenwart (bis 2030) als hoch bewertet.
- Es besteht ein hohes Klimarisiko in der Mitte des Jahrhunderts bei einer gleichzeitig mittleren oder langen Anpassungsdauer.
- Es besteht ein hohes Klimarisiko Ende des Jahrhunderts und einer langen Anpassungsdauer.“ (zitiert aus Kahlenborn et al. 2021a, S. 92)

„Dringende Handlungserfordernisse“ benannten Kahlenborn et al. (2021a) in Fällen, in denen:

- „das Klimarisiko in der Gegenwart mittel ist,
- zur Mitte des Jahrhunderts entweder ein mittleres Klimarisiko und eine mittlere oder lange Anpassungsdauer oder eine hohes Klimarisiko und eine kurze Anpassungsdauer zu erwarten ist oder
- Ende des Jahrhunderts ein mittleres Klimarisiko und eine lange Anpassungsdauer oder ein hohes Klimarisiko und eine mittlere Anpassungsdauer zu erwarten ist.“ (zitiert aus Kahlenborn et al. 2021a, S. 92)

Unter den „sehr dringenden Handlungserfordernissen“ fasst die KWRA folgende Bereiche zusammen:

- „Folgen von extremer Hitze auf die Gesundheit, besonders in Städten, vorrangig entlang des Rheins und der Spree, den wärmsten Regionen Deutschlands.

- Folgen von Trockenheit und Niedrigwasser (häufig verbunden mit Hitze) auf alle wassernutzenden und wasserabhängigen Systeme, besonders betroffen sind ländliche Regionen, vorrangig in den trockenen Regionen im Osten und in der westlichen Mitte Deutschlands, aber auch Industriestandorte.

- Folgen von Starkregen, Sturzfluten und Hochwasser besonders für Infrastrukturen und Gebäude, vorrangig betroffene Regionen sind Siedlungen in der Nähe von Gewässern sowie in engen Tälern der Mittelgebirge.

- Folgen des graduellen Temperaturanstiegs, wie der Meeresspiegelanstieg, auf natürliche und naturnutzende Systeme, besonders an den Küsten, in den Gewässern, im ländlichen Raum und im Gebirge“ (Kahlenborn et al. 2021a, S. 111).

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass absoluten und vordringlichen Schutzgütern, wie dem Schutz der menschlichen Gesundheit, der Biodiversität und von kritischen Infrastrukturen höchste Priorität zugeschrieben wird (Tröltzsch et al. 2012, S. 10). Auch Schadensausmaße von gesamtgesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Bedeutung werden als prioritär betrachtet (vgl. Blobel et al., 2016). Neben dem Handlungsfeld Menschliche Gesundheit werden als weitere Handlungsfelder mit hoher Vulnerabilität die Cluster Land, Wasser und Infrastrukturen hervorgehoben (vgl. Buth et al., 2015, S. 669). Zu diesem Fazit kommt auch die im Juni 2021 veröffentlichte Kostenwirksamkeits- und Risikoanalyse, die neben den gesundheitlichen und wirtschaftlichen Effekten von Hitzeereignissen auch auf die hohen Risiken durch Starkregen, Stutzfluten und Hochwasser sowie diejenigen Risiken hinweist, die sich aus dem graduellen Temperaturanstieg für Küstenregionen, Binnengewässer, den ländlichen Raum und Gebirgsregionen ergeben (Kahlenborn et al. 2021a).

3 Schlussfolgerungen aus der systematischen Kategorisierung für die Priorisierung

Die systematische Kategorisierung der Schadens- und Kostendimensionen infolge des Klimawandels in Deutschland lässt sich grob entlang von zwei Achsen feststellen. So kann zwischen direkten und indirekten, sowie materiellen und immateriellen Schäden unterschieden werden. Neben diesen absoluten Schäden sind ihre relativen Ausmaße relevant, mit denen einzelne Wirtschaftsbereiche, Handlungsfelder oder Regionen betroffen sind (vgl. Hirschfeld et al. 2021).

Darüber hinaus ergibt sich die Höhe der gesamten Klimawandelkosten aus Vermeidungs- und Anpassungskosten, mit denen die Höhe der zukünftigen Schadenskosten verringert werden und zu Generationengerechtigkeit beigetragen werden kann. Besonders frühzeitige Klimaschutzmaßnahmen und Anpassungsinvestitionen können hierbei einen wertvollen Beitrag leisten, noch bevor Klimawandelfolgen auch hierzulande deutlich spürbar werden.

3.1 Vier übergeordnete Kategorien von Klimaschäden

Direkte materielle Schäden

Direkte materielle Schäden zeichnen sich durch die unmittelbare Wirkung des Klimawandels ab, und können einfach in Schadenskosten übersetzt werden. In diese Kategorie fallen z.B. Gebäude- oder Straßenschäden infolge von Extremwetterereignissen, erhöhter Energiebedarf für Kühlungsanlagen in heißen Sommern oder Ernteeinbußen in dürregeprägten Jahren. Versicherungen decken einen Teil dieser Schäden ab, wodurch die tatsächliche finanzielle Belastung der Betroffenen teilweise abgefedert wird. Das Hauptaugenmerk deutscher Versicherungsunternehmen liegt gemäß einer Zusammentragung des GDV (2019) auf von Wassermassen verursachten Schäden (beispielsweise durch Starkregen).

Diese Kategorie der direkten materiellen Schäden wird von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft wird aufgrund ihrer guten Sichtbarkeit, Quantifizier- und Monetarisierbarkeit in der Regel sehr prominent wahrgenommen, kommuniziert und in Entscheidungsprozessen berücksichtigt. Zusammen mit der Zahl der Todesopfer aufgrund von Extremereignissen (die der Kategorie der direkten immateriellen Schäden zuzuordnen sind) wird dieser Schadenskategorie auf den verschiedenen politischen Ebenen (von kommunaler bishin zur Bundesebene) höchste Priorität eingeräumt.

Indirekte materielle Schäden

Zu den direkten materiellen Schäden kommen solche, die indirekt über eng verzahnte Liefer- und Wirkungsketten entstehen. So kann es beispielsweise zu Lieferverzögerungen durch überschwemmte Infrastrukturen oder Arbeitsproduktivitätseinbußen durch Hitzebelastungen kommen. Als hochindustrialisiertes und weltweit verknüpftes Land mit einer Vielzahl an internationalen Handelsverflechtungen ist Deutschland den indirekt Folgen des Klimawandels in anderen Teilen der Welt stark ausgesetzt. So können direkte Klimawandelfolgen in anderen Ländern, wie z.B. dortige Infrastrukturschäden infolge von Extremereignissen, über Lieferketten indirekt auf Deutschland wirken.

Auf die hohe Relevanz dieser Kategorie der indirekten materiellen Schäden wird in der jüngeren Forschung verstärkt hingewiesen, da Deutschland sich mit seiner stark import- und exportorientierten Wirtschaft hohen potenziellen Schäden ausgesetzt sieht, die in ihren volkswirtschaftlichen und wirtschaftssektoralen Auswirkungen die im Inland direkt anfallenden Klimaschäden bei weitem übersteigen können. Ein Problem für die Wahrnehmung dieser Relevanz durch Politik und Wirtschaft besteht in dem indirekten Charakter dieser Schäden und der damit verbundenen schwierigeren Abbildbarkeit und Zuordnung dieser Schäden. Aus volkwirtschaftlicher und sektoraler Perspektive kommt diesen indirekten materiellen Schäden eine hohe Priorität zu.

Direkte immaterielle Schäden

Darüber hinaus sind gravierende immaterielle Schäden durch klimatische Veränderungen zu berücksichtigen. So kann es bei Extremwettereignissen, wie Hitzewellen oder Sturzfluten, zu zahlreichen Todesfällen kommen. Beeinträchtigungen von Gesundheit, Lebensqualität und Zufriedenheit sind nicht unmittelbar monetär bewertbar. Auch Schäden an der natürlichen Umwelt, wie die gegenwärtigen und zukünftigen Biodiversitätsverluste, Veränderungen des Stadt- und Landschaftsbilds, Einbußen der Erholungswerte der Natur oder steigende Kriminalitätsraten fallen in diese Kategorie. Die verfügbaren Ansätze zur monetären Bewertung dieser Effekte sind neben methodischen Herausforderungen mit teils kontrovers diskutierten ethischen und moralischen Fragestellungen verbunden.

Todesfälle durch klimawandelbedingte oder -verstärkte Extremereignisse finden in Politik, Presse und Gesellschaft höchste Aufmerksamkeit und werden daher mit höchster Priorität diskutiert - am stärksten dabei unmittelbar zuordenbare Todesfälle beispielsweise von Überflutungsereignissen. Etwas weniger

prominent wahrgenommen, weil nur auf statistischer Grundlage zu berechnen, werden Todesfälle aufgrund von Hitzeereignissen.

Schäden an Umweltgütern und Verluste an Biodiversität werden noch weniger direkt wahrgenommen, eine empirische Abbildung ist aufwändiger und es gelingt nur in wenigen Fällen, solche direkten immateriellen Schäden im öffentlichen Bewusstsein und der Politik Aufmerksamkeit zu verschaffen.

Indirekte immaterielle Schäden

Indirekte immaterielle Schäden können die zuvor genannten Effekte in anderen Ländern umfassen, die über Migrations- und Handelswege auf Deutschland rückwirken. So können Klimawandelfolgen, die andere Weltregionen beeinträchtigen, für innerstaatliche oder geopolitische Konflikte über Ressourcenknappheit sorgen, oder Produktions- und Handelsinfrastrukturen beeinträchtigen und damit indirekte Auswirkungen auf Deutschland verursachen. Und auch der Verlust von Biotopen und Biodiversität in anderen Weltregionen hat Rückwirkungen auf das Leben in Deutschland.

Aufgrund ihrer methodisch und empirisch schwierigen Abbildbarkeit werden diese indirekten immateriellen Schäden trotz ihrer erheblichen Größenordnung und insbesondere langfristigen hohen Relevanz in Politik und Öffentlichkeit bisher wenig wahrgenommen und priorisiert.

3.2 Priorisierung der Klimaschäden nach verschiedenen Bezugsdimensionen

Je nach Betrachtungsperspektive bieten sich unterschiedliche Ansatzpunkte, um die Priorisierung der Klimakosten detaillierter auszudifferenzieren. Hohe Kompatibilität zur Klimapolitik auf Bundesebene bietet eine Orientierung an den Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (vgl. nachfolgenden Abschnitt 3.2.1). Alternativ kann eine Priorisierung anhand der betroffenen Wirtschaftssektoren vorgenommen werden, was Hinweise auf wirtschaftspolitische Ansatzpunkte für eine geeignete Reaktion und Prävention gegenüber Klimaschäden in einzelnen Branchen geben kann (Abschnitt 3.2.2). Auch eine Betrachtung nach Regionen kann besondere Betroffenheiten und damit insbesondere regionalpolitisch relevante Priorisierungen ergeben (s. Abschnitt 3.2.3). Sozialpolitische Prioritäten können aus einer Differenzierung der Betroffenheit nach sozialen Gruppen abgeleitet werden (3.2.4).

3.2.1 Priorisierung von Klimaschäden nach Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

Eine aktuelle Übersicht zu den Klimarisiken in den verschiedenen Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie, aufgrund derer sich Prioritäten für die Anpassung an den Klimawandel ergeben, liefert die Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) von Kahlenborn et al. (2021b, S. 6) im Auftrag des Umweltbundesamtes.

Die auf Grundlage der betrachteten Klimarisiken abgeleitete Priorisierung ergibt dabei besonders dringende Handlungserfordernisse (bis Mitte des Jahrhunderts) in Bezug auf folgende Handlungsfelder:

- Menschliche Gesundheit,
- Wasserwirtschaft und Wasserhaushalt,
- Küsten- und Meeresschutz,
- Landwirtschaft

- Wald- und Forstwirtschaft
- Fischerei.

Mittlere bis hohe Risiken werden darüber hinaus in den folgenden Handlungsfeldern gesehen:

- Biologische Vielfalt
- Boden
- Bauwesen.

Handlungsfeld	Gegenwart	Mitte des Jahrhunderts, schwächerer Klimawandel	Mitte des Jahrhunderts, starker Klimawandel	Ende des Jahrhunderts, schwächerer Klimawandel	Ende des Jahrhunderts, starker Klimawandel
Biologische Vielfalt	gering	mittel	mittel-hoch	mittel	hoch
Boden	gering-mittel	gering- mittel	mittel-hoch	gering-mittel	mittel-hoch
Landwirtschaft	mittel	mittel	hoch	mittel	hoch
Wald- und Forstwirtschaft	mittel	mittel	hoch	mittel	hoch
Fischerei	gering-mittel	mittel	hoch	mittel	hoch
Küsten- und Meeresschutz	mittel	mittel	hoch	hoch	hoch
Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt	mittel	mittel	hoch	mittel	hoch
Bauwesen	mittel	mittel	mittel-hoch	mittel	hoch
Energiewirtschaft	gering	gering	gering	gering	gering
Verkehr, Verkehrsinfrastruktur	gering-mittel	gering	mittel	gering-mittel	mittel-hoch
Industrie und Gewerbe	mittel	gering	mittel	gering	mittel
Tourismuswirtschaft	gering	gering	mittel	mittel	hoch
Menschliche Gesundheit	mittel	mittel	hoch	mittel-hoch	hoch

Quelle: KWRA 2021. Die Bewertung der Risiken erfolgte in 5 Stufen (gering, gering-mittel, mittel, mittel-hoch, hoch) durch Expert*inneneinschätzung im Rahmen des Behördennetzwerks basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Abb. 3.1: Klimarisiken ohne Anpassung im Falle eines schwächeren und im Falle eines starken Klimawandels (Quelle: KWRA 2021)

Bis Ende des Jahrhunderts erhöhen sich in nahezu allen Handlungsfeldern die Klimarisiken und Anpassungsbedarfe weiter – insbesondere im Falle eines starken Klimawandels. Die KWRA spricht dabei alle vier in Abschnitt 3.1 genannten Kostenkategorien an, darunter vordringlich die jeweils direkten materiellen und immateriellen Schäden.

Eine Priorisierung entlang der Handlungsfelder der Deutschen Anpassungsstrategie eignet sich gut für eine gesellschaftliche und politische Diskussion der Gesamteffekte des Klimawandels. Zugleich bieten sich damit Ansatzpunkte für ressortspezifische Zugänge aus Perspektive verschiedener Bundes- und Landesministerien und Behörden.

In einer qualitativen Abschätzung, die diese Ergebnisse einbezieht, wird hier ein Gesamtbild der direkten und indirekten materiellen und immateriellen Kosten des Klimawandels über alle Handlungsfelder der Deutschen Anpassungsstrategie hinweg konzeptionell umrissen (vgl. Abb. 3.2 und 3.3). Die Höhe der Säulen in Abbildung 3.2 ist hier nur als qualitative Darstellung zur Verdeutlichung der methodischen Herangehensweise zur Abbildung der verschiedenen Schadenskategorien zu verstehen. Im weiteren Verlauf der Projektarbeit werden die Projektpartner einige dieser direkten materiellen Schäden exemplarisch genauer quantifizieren.

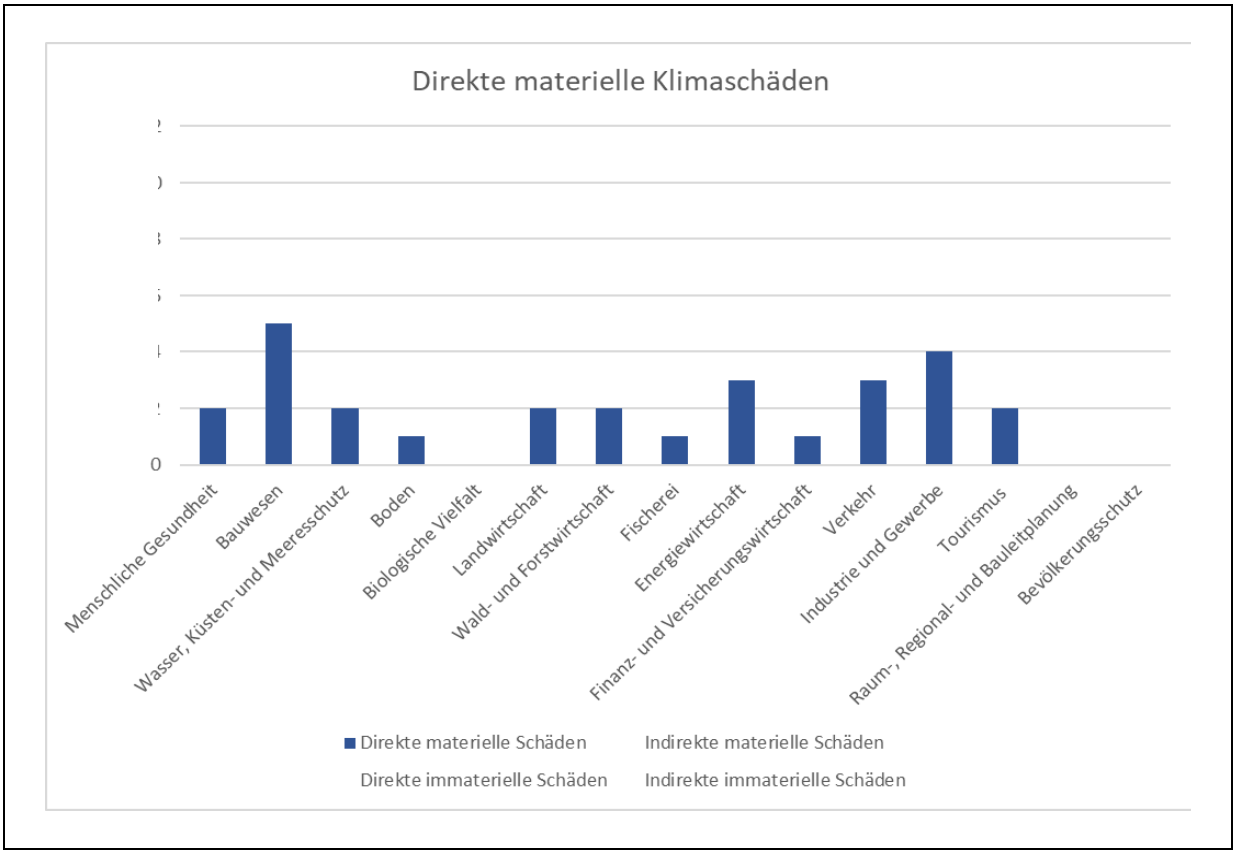

Abb. 3.2: Direkte materielle Klimaschäden nach Handlungsfeldern
(eigene Darstellung nach qualitativer Schätzung der Schadens- und Kostendimensionen, die im Laufe der weiteren Projektarbeit eine genauere Quantifizierung erfahren werden)

Die Höhe der jeweiligen Teilsegmente in Abbildung 3.3 geht auf Experteneinschätzung auf Grundlage von Literaturauswertungen zurück, ist dabei aber nicht exakt empirisch gestützt, sondern dient lediglich der Verdeutlichung von aus diesem Ansatz bei empirischer Untermauerung potenziell ableitbaren Aussagen. Gegenüber einer Betrachtung allein der direkten materiellen Schäden (vgl. Abb. 3.2) zeigt sich, dass sich bei Berücksichtigung dieser weiteren Schadenskategorien eine andere Rangfolge der Betroffenheit ergeben kann. Würden allein die direkten materiellen Schäden berücksichtigt, ergäbe sich eine große Prominenz der Schäden im Bauwesen, der Energiewirtschaft, dem Verkehr und in Industrie und Gewerbe (vgl. Abbildung 3.2). Bereits die Einbeziehung der indirekten materiellen Schäden verändert das Bild hier etwas, doch erst die Berücksichtigung der immateriellen Schäden lässt insbesondere in den Handlungsfeldern Gesundheit, Biologische Vielfalt, Land-, Wald- und Forstwirtschaft Prioritäten erkennen, die anhand allein der direkten materiellen Kosten als deutlich weniger betroffen einzuschätzen wären.

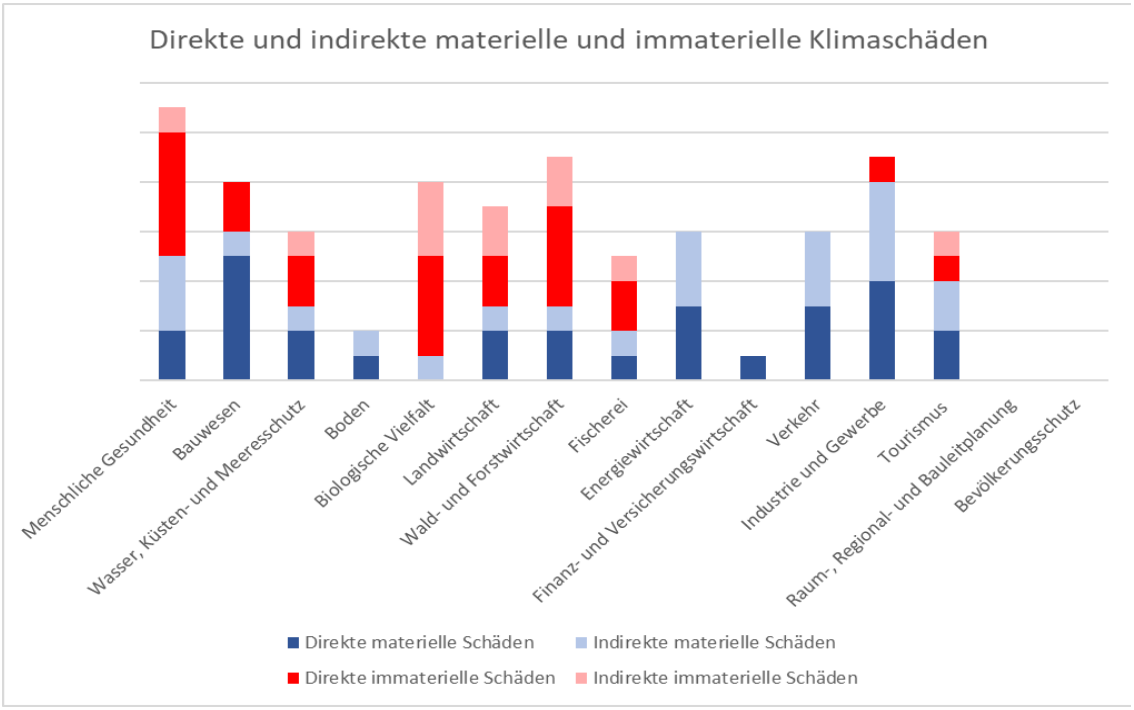

Abb. 3.3: Direkte und indirekte materielle und immaterielle Klimaschäden nach Handlungsfeldern (eigene Darstellung nach qualitativer Schätzung der Schadens- und Kostendimensionen)

Für die weitere Analyse in diesem Forschungsprojekt und auch für darüber hinausgehende Forschungsanstrengungen ist der bisher erreichte Grad der Monetarisierbarkeit und Modellierbarkeit der verschiedenen Kostenkategorien von großer Bedeutung.

Während die direkten materiellen Kosten relativ problemlos erfassbar und gut in ökonomische Modelle einbeziehbar sind, ist die Erfassung indirekter materieller Kosten bereits etwas aufwändiger. Beide Kostenkategorien werden in der weiteren Projektarbeit so weit wie möglich erfasst und in den verwendeten Modellen abgebildet werden.

Die Berücksichtigung immaterieller Kosten dagegen ist methodisch deutlich anspruchsvoller. Zur Einbeziehung in ökonomische Modelle müssen diese nicht-monetären Kosten zunächst in ihrem Ausmaß erfasst und dann monetarisiert werden. Dieses Vorgehen ist bei irreversiblen und unwiederbringlichen Schäden und Verlusten, wie beispielsweise in Bezug auf Todesopfer, Gesundheitsschäden, Kipppunkte oder das Aussterben von Tier- und Pflanzenarten, methodisch herausfordernd und teilweise ethisch umstritten.

Werden neben den absoluten Höhen der Klimaschäden in den verschiedenen Handlungsfeldern (vgl. schwarze Sterne in Abb. 3.4) zusätzlich die unterschiedlichen relativen Betroffenheiten berücksichtigt (vgl. rote Sterne in Abb. 3.4), kann sich gegebenenfalls eine andere Priorisierung der Betroffenheiten ergeben als bei der Betrachtung allein der absoluten Betroffenheiten (vgl. dazu Abb. 3.4 mit Abb. 3.3):

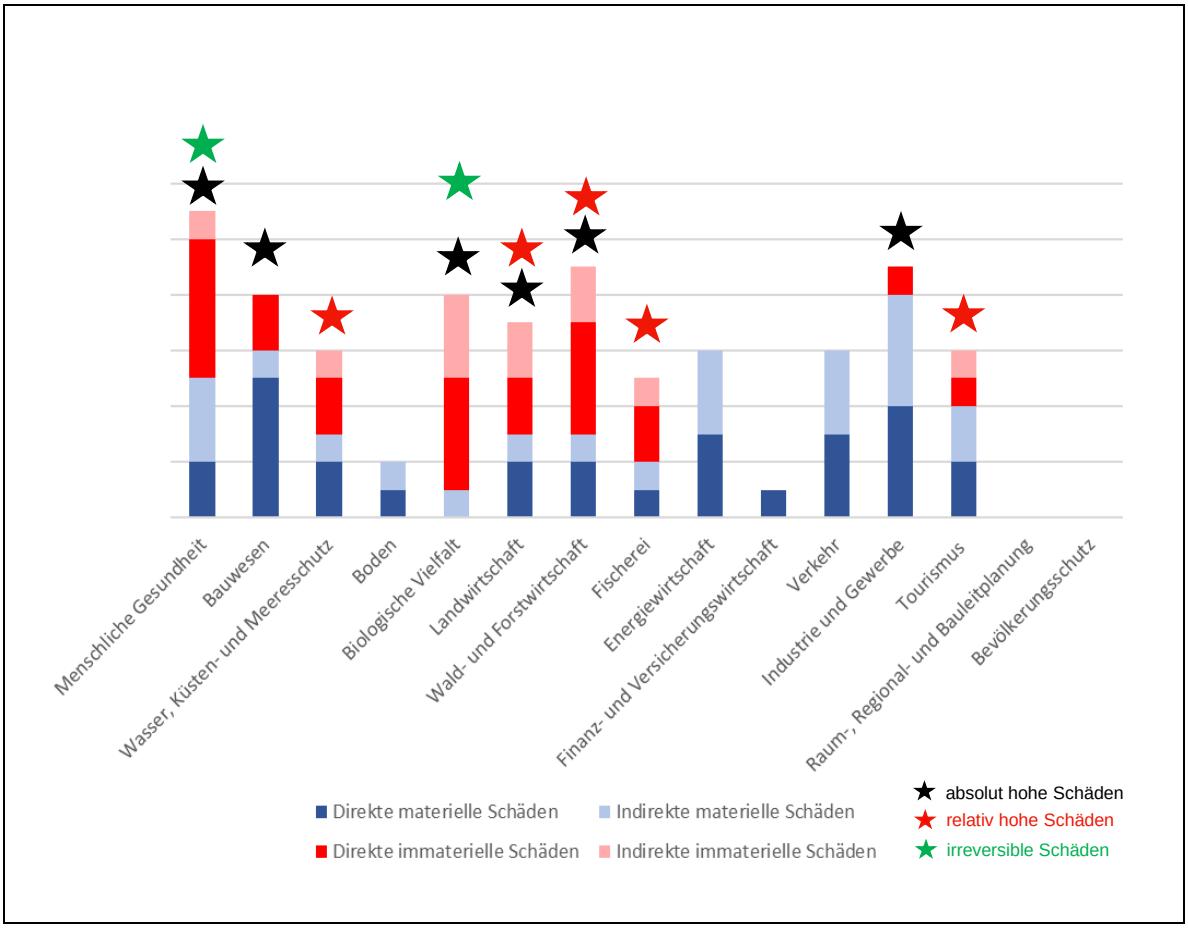

Abb. 3.4: Priorisierung nach absoluter und relativer Höhe der Klimaschäden sowie irreversibler Schäden nach Handlungsfeldern (eigene Darstellung nach qualitativer Schätzung der Schadens- und Kostendimensionen)

Wird darüber hinaus noch das Kriterium der Irreversibilität von Schäden (z.B. Todesfälle und Aussterben von Arten) berücksichtigt, könnten die Handlungsfelder Menschliche Gesundheit und Biologische Vielfalt in der Priorisierung noch weiter nach oben rücken (vgl. grüne Sterne in Abb. 3.4). Auch dies ist hier als qualitative Experteneinschätzung formuliert, die sich u.a. auf Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse (Buth et al. 2015) und der KWRA (Kahlenborn et al. 2021a) stützt.

Hierdurch wird deutlich, wie stark verkürzt und fehlleitend ein Blick allein auf die absolute Höhe der direkten materiellen Kosten sein könnte (vgl. Abb. 3.2), bei dem das Bauwesen, Industrie und Gewerbe, Verkehr und Energiewirtschaft im Vordergrund stünden. In der umfassenden Betrachtungsweise unter Berücksichtigung der relativen und irreversiblen Betroffenheiten stehen dagegen Menschliche Gesundheit, Biologische Vielfalt, Wald- und Forstwirtschaft sowie Landwirtschaft im Vordergrund – eine Priorisierung, wie sie in ähnlicher Form auch in der aktuellen Kostenwirksamkeits- und Vulnerabilitätsanalyse zu finden ist (Kahlenborn et al. 2021a).

3.2.2 Priorisierung von Klimaschäden nach Wirtschaftssektoren

Alternativ zu den Handlungsfeldern der DAS können Klimaschäden auch nach Wirtschaftssektoren systematisiert und priorisiert werden. Dieses Vorgehen entspricht der Systematik der ökonomischen Modelle, mit denen gesamtwirtschaftliche und/oder sektorale Effekte abgebildet werden können, und eignet sich dazu, Aussagen zu einzelnen Wirtschaftszweigen zu generieren, die für die entsprechenden Branchenverbände, Unternehmen, Anteilseigner, Gewerkschaften und Beschäftigte interessant sein können. Dabei gibt es teilweise Überschneidungen zur Differenzierung nach Handlungsfeldern, da einzelne der Handlungsfelder sich unmittelbar auch in der Systematik der Wirtschaftssektoren wiederfinden, wie beispielsweise die Land- und Forstwirtschaft oder der Bausektor. Andere Handlungsfelder, wie „Biologische Vielfalt“, „Boden“ oder „Menschliche Gesundheit“ finden sich dagegen so nicht in der Sektorensystematik und umgekehrt finden sich nicht alle Wirtschaftssektoren in den Handlungsfeldern der DAS differenziert abgebildet, sondern stark zusammengefasst wieder, wie beispielsweise die Automobil- und Chemieindustrie oder der Maschinenbau unter „Industrie und Gewerbe“.

Die Klimaschäden in den einzelnen Wirtschaftssektoren können priorisiert werden hinsichtlich ihrer Relevanz für die Wertschöpfung in der ganzen Volkswirtschaft, hinsichtlich der relativen Wertschöpfung innerhalb der jeweiligen einzelnen Sektoren oder auch hinsichtlich der möglichen Effekte auf die Beschäftigung in den verschiedenen Sektoren, die durch solche Schäden kurz- oder auch langfristig beeinträchtigt werden können.

Eine hohe Priorität haben aus sektoraler Perspektive die direkten Klimaschäden in Bezug auf die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei, da die Schäden in diesen Sektoren jeweils relativ hohe Einbußen an der sektoralen Wertschöpfung verursachen können. Da diese Sektoren in Deutschland jedoch nur einen relativ geringen Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung ausmachen, können aus volkwirtschaftlicher Perspektive dagegen die indirekten materiellen Schäden in der Automobilindustrie, dem Maschinenbau oder der Chemieindustrie, die durch Beeinträchtigungen internationaler Lieferketten und eine Dämpfung der Nachfrageentwicklung im Ausland entstehen können, gegebenenfalls höher priorisiert werden.

Die Frage, welche sektoralen Klimaschäden als besonders relevant betrachtet werden, hängt also von der jeweiligen sektoralen oder gesamtwirtschaftlichen Perspektive ab, die neben den jeweiligen Schadenskosten auch die mittel- bis langfristigen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in den Blick nehmen kann.

3.2.3 Priorisierung von Klimaschäden nach Regionen

Die Klimaschäden in Deutschland werden nicht einheitlich über das ganze Land verteilt sein, sondern in verschiedenen Regionen unterschiedlich ausgeprägt sein. Die Vulnerabilitätsanalyse und die Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) haben übereinstimmend Regionen identifiziert, die von verschiedenen

Klimarisiken besonders betroffen sein werden. Auch wenn die Betroffenheit in Bezug auf die Volkswirtschaft als Ganzes bis Mitte des Jahrhunderts voraussichtlich noch relativ moderat ausfallen wird, können einzelne Regionen sehr viel stärker betroffen sein, was sich in deutlich höheren relativen Schäden in Bezug auf die regionale Wertschöpfung ausdrückt.

Regionale Unterschiede zeigen sich beispielsweise in Bezug auf Küstenregionen, die sowohl see- als auch binnenseitig Hochwassergefahren besonders ausgesetzt sind (vgl. Abb. 3.5). Weitere räumliche Unterschiede bestehen hinsichtlich vermehrter negativer Gesundheitseffekte infolge von Hitzeinseln in städtischen Ballungsräumen (vgl. Abb. 3.6) und einer verschärften Beeinträchtigung von Land- und Forstwirtschaft vor allem in den östlichen und südwestlichen Bundesländern aufgrund der dort zu erwartenden besonders starken Rückgänge der Sommerniederschläge, was dort zu deutlichen Ernteeinbußen und Waldverlusten führen kann.

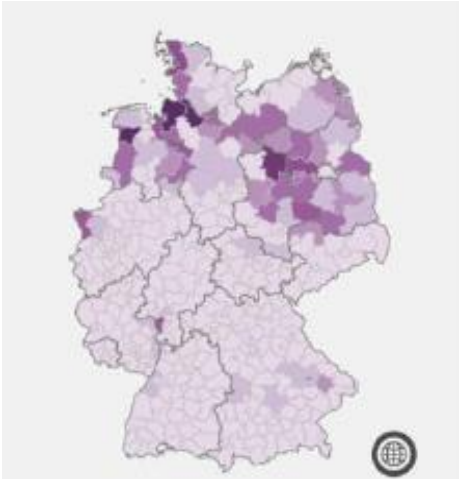

Abb. 3.5: Karte zur Überschwemmungsgefahr
Indikator „Potenzielle Überschwemmungsflächen (ohne Schutzeinrichtungen/Deiche) durch Flusshochwasser bei HQ_{100}“ (WW-02a)
Nahe Zukunft, starker Wandel
Quelle: Buth et al. (2015, S. 332)

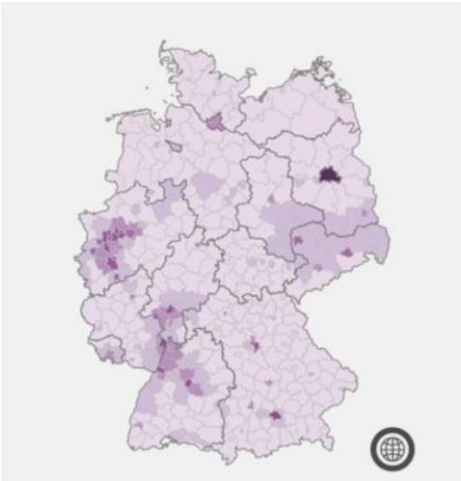

Abb. 3.6: Karte zur Hitzebelastung
Indikator „Potenzielle Hitzebelastung für die Bevölkerung über 60 Jahre“ (GE-01)
Nahe Zukunft, starker Wandel
Quelle: Buth et al., (2015, S. 609)

3.2.4 Priorisierung der Klimaschäden nach der Betroffenheit sozialer Gruppen

Die KWRA 2021 identifiziert unter den Faktoren, die zur Sensitivität und auch zur Anpassungskapazität gegenüber dem Klimawandel beitragen, u.a. soziale Aspekte, wie Alter, Geschlecht, finanzielle Ressourcen und Bildungsstand. Die Einbindung von sozialen Indikatoren, wie z.B. den SINUS-Milieus kann dabei helfen, unterschiedliche Anpassungskapazitäten verschiedener Bevölkerungsgruppen und daran anknüpfend sozial abgewogene Anpassungsoptionen zu identifizieren. Die bestehenden Vulnerabilitätsanalysen tragen zum Verständnis der jeweiligen Exposition, Anpassungskapazität und Vulnerabilität verschiedener

gesellschaftlicher Gruppen bei, untersuchen die spezifischen Betroffenheiten der verschiedenen sozialen Gruppen und Milieus aber nicht weitergehend.

Die wegen ihrer spezifischen Sensitivität insbesondere gegenüber Hitzeereignissen am häufigsten als besonders vulnerabel angesprochene soziale Gruppe ist die der älteren Menschen. Dies schlägt sich auch in der Formulierung einer ganzen Reihe von speziell auf diese Gruppe ausgerichteten Anpassungsmaßnahmen nieder, wie der Initiierung von Trinkpatenschaften, der Einrichtung von Wasserspendern und Schattenplätzen im öffentlichen Raum oder auch der Bereitstellung von öffentlich zugänglichen klimatisierten Räumen. Diese besondere Aufmerksamkeit geht u.a. auf die empirischen Befunde zum Ausmaß der Übersterblichkeit in Hitzeperioden zurück. Die Vermeidung von Todesfällen wird in Politik und Gesellschaft als hoch prioritär angesehen.

Bei der im aktuellen Projekt vorgesehenen ökonomischen Modellierung von Anpassungsmaßnahmen kann die unterschiedliche Betroffenheit verschiedener sozialer Gruppen aus der spezifischen Betroffenheit der Wirtschaftssektoren und damit auch der jeweils Beschäftigten mittelbar abgeleitet werden.

3.3 Berücksichtigung weiterer relevanter Wirkungsbereiche

3.3.1 Hohe Relevanz internationaler Wirkungen

Neben der Exposition und den Anpassungsmöglichkeiten im Inland müssen, wie in der Studie zur Kategorisierung ausgeführt (vgl. Hirschfeld et al. 2021), auch Wirkungen des Klimawandels im Ausland berücksichtigt werden, die auf die deutsche Wirtschaft zurückwirken. Prioritär zu betrachten ist dabei einerseits die Importseite, auf der Lieferschwierigkeiten und Preisrisiken auftreten können, die durch die Unterbrechung von Infrastrukturen oder die direkte Schädigung von Zulieferbetrieben entstehen können. Zum anderen hat auch die wirtschaftliche Entwicklung in den Abnehmerländern für die exportorientierte deutsche Wirtschaft hohe Relevanz. Diese über Klimawirkungen im Ausland vermittelten indirekten materiellen Klimaschäden können aus volkswirtschaftlicher Perspektive die direkten Klimaschäden in Deutschland deutlich übertreffen (Benzie et al. 2016).

Hohe Priorität haben daher Anpassungsmaßnahmen zur Vermeidung dieser gesamtwirtschaftlich bedeutenden indirekten Klimaschäden, mit denen die Resilienz der Zulieferketten und der Absatzmärkte für die deutsche Produktion erhöht werden können. Solche Maßnahmen sind allerdings nur begrenzt unilateral zu leisten. Daher muss die internationale Zusammenarbeit nicht nur zum Klimaschutz, sondern auch zur Erhöhung der Klimaresilienz weltweit deutlich intensiviert werden.

3.3.2 Nutzung stabilisierender Wirkungsmöglichkeiten der Kapitalmärkte

Der Klimawandel setzt auch die Kapitalmärkte einer Reihe zusätzlicher Risiken aus, bzw. verschärft bereits bestehende, so u.a. physische Risiken, Transitionsrisiken, politische Risiken und Finanzmarktstabilitätsrisiken (Weeber 2020). Die Finanzmärkte können dazu beitragen, Klimarisiken klarer offenzulegen, sie können aber auch destabilisierend wirken. Wichtig zur Nutzung der Potenziale zur Stabilisierung der nationalen und der Weltwirtschaft ist eine politische Rahmensetzung, die klare Zeithorizonte für Transformationspfade hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft verlässlich vermittelt und zugleich potenziell destabilisierende Wirkungen regulativ begrenzt, wie sie beispielsweise durch den Hochfrequenzhandel ausgelöst werden können. Werden staatlicherseits beispielsweise zusätzlichen Berichtspflichten eingefordert („Kli-

mastresstests“) können den Unternehmen kurzfristig zusätzliche Kosten entstehen, die jedoch gegebenenfalls durch eine damit ausgelöste verbesserte Wahrnehmung der zukünftigen Klimarisiken langfristig Schäden und Gefährdungen verringern helfen und damit zu Kosteneinsparungen führen können.

3.3.3 Ausschöpfen der stabilisierenden Potenziale der Versicherungswirtschaft

Die Versicherungswirtschaft kann einen bedeutenden Beitrag zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaschäden leisten, der durch geeignete politische Rahmensetzungen und Governanceansätze ausgeschöpft werden kann. Prioritär ist dabei die Einführung einer verpflichtenden, mit Risikoprämien differenzierten Elementarschadensversicherung, mit der ein gesamtgesellschaftlicher Risikoausgleich hergestellt und zugleich ein dynamischer Anreiz für eine Reduzierung von Schadenspotenzialen gesetzt werden könnte, was aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive sehr vorteilhaft wäre. Bei umfassender Ausgestaltung könnte damit zugleich der Einsatz steuerfinanzierter staatlicher post-hoc Katastrophenhilfefonds vermieden werden. Da die privat zu tragenden Kosten einer solchen verpflichtenden Elementarschadensversicherung beispielsweise für Bestandsimmobiliennutzer je nach Gefährdungslage erheblich ausfallen könnten, müssten Mechanismen zur Kompensation sozialer Härten gefunden werden, die die Anreizkomponente der risikoabhängigen Versicherungsprämien zugleich nicht aufheben sollten.

3.3.4 Einhalten der Klimaschutzziele

Vor allem mit dem Ziel der Vermeidung von Treibhausgasemissionen und damit der Verringerung zukünftiger Klimaschäden, aber auch, um zu vermeiden, dass Deutschland Strafzahlungen für nicht eingehaltene Verpflichtungen zur Umsetzung europäischer Klimaschutzziele leisten muss, hat das Einhalten der deutschen und europäischen Klimaschutzziele hohe Priorität, denn damit können sowohl langfristige Klimakosten als auch kurzfristig zu leistende Strafzahlungen eingespart werden.

3.4 Anpassungsbedarfe und -möglichkeiten

Anpassungsmaßnahmen stellen ebenfalls Kosten dar, die in einer gesamtwirtschaftlichen Analyse und Priorisierung der Klimawandelfolgen mitberücksichtigt werden müssen. Mit geeigneten Anpassungsmaßnahmen können die Gesamtkosten des Klimawandels gegebenenfalls reduziert werden, wenn einerseits kostengünstige Anpassungsmaßnahmen gewählt werden, die andererseits die verbleibenden Residualschäden wirksam reduzieren. Zur Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen liegen bereits zahlreiche Studien vor (vgl. Abschnitt 2). Wichtig ist es jedoch, bei dieser Priorisierung die vollständigen Kosten des Klimawandels zu berücksichtigen (also nicht allein die direkten materiellen, sondern auch die indirekte und immateriellen Kosten) – sonst besteht die Gefahr, dass ein suboptimales Ausmaß an Anpassungsmaßnahmen ergriffen wird, da wichtige Effekte vernachlässigt werden.

Der Anpassungsbedarf in Deutschland kann über die Handlungsfelder der Anpassungsstrategie systematisiert werden, wobei einige zusätzliche Erweiterungen der Perspektive notwendig sind, z.B. im Hinblick auf die Einbindung internationaler Effekte, die über Handels- und Migrationswege auf Deutschland rückwirken. Zusätzlich können Anpassungsmaßnahmen handlungsfeldübergreifend wirken, und somit den Nutzen auf mehrere Bereiche erweitern. So kann beispielsweise die Stadtbegrünung sowohl zur biologischen Vielfalt in Ballungsräumen beitragen als auch infolge von verbesserter Erholung oder Luftqualität die menschliche Gesundheit fördern.

Während manche Handlungsfelder kostenintensive oder aufwändige Anpassung benötigen, stehen in anderen Bereichen bereits recht einfache Optionen zur Verfügung. Zur Verringerung der Anzahl an Gesundheitsbelastungen und Todesfällen durch Hitze können beispielsweise gesundheitliche Informations- und Aufklärungskampagnen, vermehrte Stadtbegrünung, ausreichend Schattenplätze und Zugang zu Trinkwasser an öffentlichen Plätzen bereits positive Wirkungen erbringen. Auch die Einführung und Kontrolle von strengen Arbeitsschutzgesetzen kann die körperliche Belastung an heißen Tagen beschränken, und somit die gesundheitlichen Folgen abschwächen.

Bezieht man die schematische Systematisierung aus Abbildung 3.4 auf die einzelnen Handlungsfelder der DAS, ergibt sich eine differenziertere Sicht auf die Möglichkeiten, die Klimaschadenskosten durch geeignete Anpassungsmaßnahmen zu reduzieren. Abbildung 3.7 stellt den handlungsfeldspezifischen Klimaschadenskosten das Vermeidungspotenzial durch Anpassung gegenüber und zeigt eine (hier noch rein qualitative, konzeptuelle) Abschätzung der verbleibenden Residualschäden sowie der daraus sich ergebenden Gesamtschäden des Klimawandels nach erfolgtem Ausschöpfen der Anpassungsmöglichkeiten je Handlungsfeld.

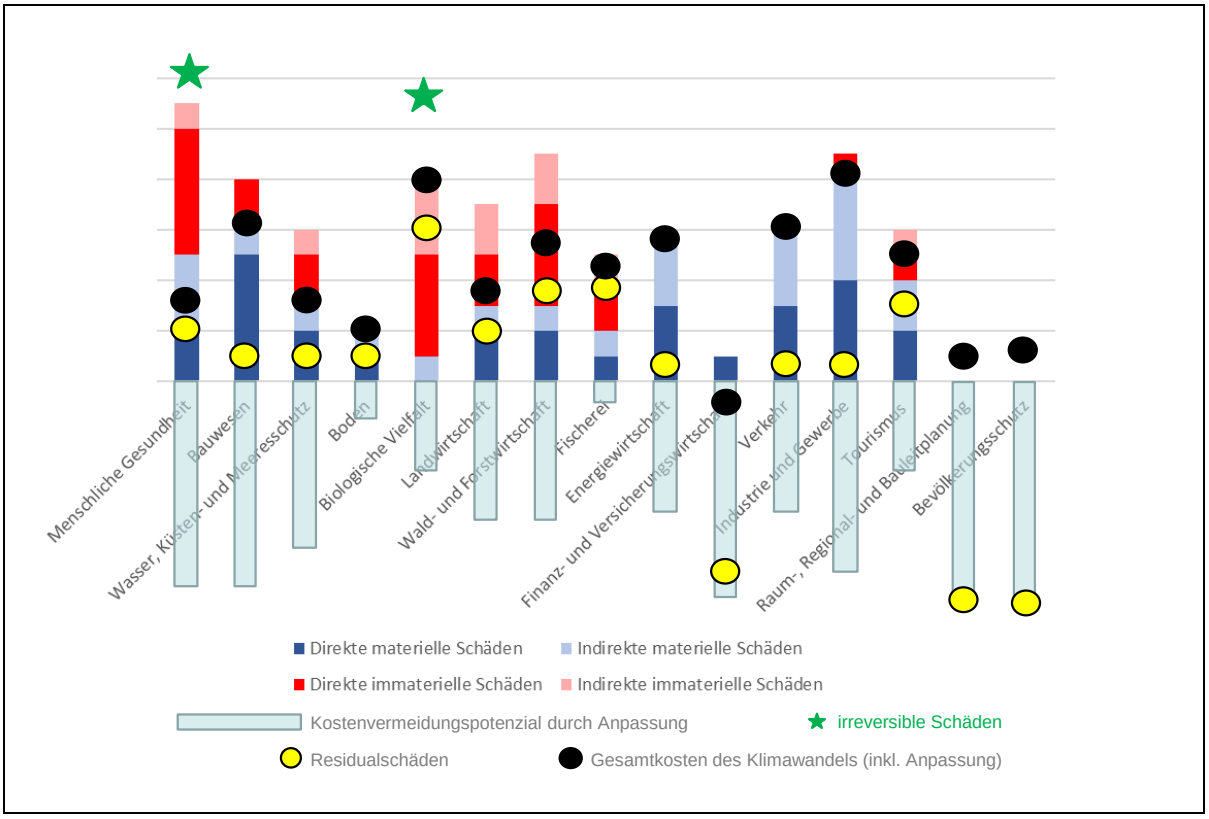

Abb. 3.7: Priorisierung unter Berücksichtigung von Residualschäden, Gesamtkosten und Irreversibilitäten nach Ausschöpfung der Anpassungsmöglichkeiten nach Handlungsfeldern (eigene Darstellung nach qualitativer Abschätzung der Schadens- und Kostendimensionen)

4 Zusammenfassung

Die hier vorliegende Kurzstudie empfiehlt die Priorisierung der Schadens- und Kostendimensionen des Klimawandels unter vollständiger Berücksichtigung der Kategorien der direkten und indirekten materiellen und immateriellen Kosten. In einem ersten Schritt sind dabei die absoluten Kosten zu betrachten, die je nach spezifischer Fragestellung dann in weiteren Schritten unterschiedlich systematisiert werden können: Nach Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie, Wirtschaftssektoren, Regionen oder ihren Auswirkungen auf verschiedene soziale Gruppen. Neben der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung sollten zur Priorisierung aus Perspektive dieser einzelnen Bereiche neben den absoluten Schadens- und Kostenhöhen auch die relativen Betroffenheiten einzelner Handlungsfelder, Wirtschaftssektoren, Regionen und sozialer Gruppen analysiert werden. Darüber hinaus sind Irreversibilitäten, wie der Verlust von Menschenleben oder das Aussterben von Tier- und Pflanzenarten bei der Priorisierung prominent zu berücksichtigen.

Die Datenlage zur Abschätzung der Schäden und Kosten des Klimawandels ist am verlässlichsten im Bereich der direkten materiellen Kosten. Komplexer, aber ebenfalls auf Grundlage verfügbarer empirischer Daten stellt sich die Erfassung der indirekten materiellen Kosten dar. Methodisch deutlich aufwändiger und mit größeren Unsicherheitsbereichen behaftet ist die Erfassung und Bewertung von immateriellen Schäden.

Höchste Priorität haben:

1. die Vermeidung von Todesfällen und Gesundheitsbeeinträchtigungen,

2. die Vermeidung weiterer irreversibler Schäden, wie des Verlustes von Biodiversität.

3. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht spielt die Reduzierung der absoluten volkwirtschaftlichen Gesamtkosten der Klimaschäden die zentrale Rolle, die sich aus der Zerstörung oder Beeinträchtigung von nationalen und internationalen Infrastrukturen sowie Schäden bei Zulieferern und Abnehmern ergeben können.

4. Aus sektoraler und regionaler Perspektive sind die den jeweiligen Sektor oder die jeweilige Region betreffenden relativen Schäden entscheidend.

5. Aus sozialer Perspektive sind es die jeweiligen relativen Einkommens- und Vermögensschäden, die im Fokus stehen.

Die Schäden können in einer Reihe von Fällen durch das rechtzeitige und konsequente Ergreifen geeigneter Anpassungsmaßnahmen vermindert und bis zu einem gewissen Grad vermieden werden. Es verbleiben aber in nahezu allen Fällen Residualschäden in unterschiedlicher Höhe. Unter Berücksichtigung der aufgewendeten Anpassungskosten lassen sich daraus handlungsfeld-, sektor- oder gruppenspezifisch die jeweiligen Gesamtkosten des Klimawandels ableiten.

Im weiteren Projektverlauf werden die direkten und indirekten materiellen Schäden so weit wie möglich erfasst, quantifiziert und in den verwendeten Modellen abgebildet. Die immateriellen Schäden werden ergänzend qualitativ hinsichtlich ihrer Bedeutung im Verhältnis zu den materiellen Schäden diskutiert.

5 Literaturverzeichnis

Blobel, D., Tröltzsch, J., Peter, M., Bertschmann, D., & Lückge, H. (2016). *Vorschlag für einen Policy Mix für den Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel* (Climate Change). Umweltbundesamt.

Bundesregierung. (2015). *Erster Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel*.

Buth, M., Kahlenborn, W., Savelsberg, J., Becker, N., Philip, D., Greiving, S., Fleischhauer, D. M., Lindner, D. C., Johannes, D., Zebisch, D. M., Schneiderbauer, D. S., & Kofler, C. (2015). Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. *Climate Change*, *24*, 689.

de Bruin, K., Dellink, R. B., Ruijs, A., Bolwidt, L., van Buuren, A., Graveland, J., de Groot, R. S., Kuikman, P. J., Reinhard, S., Roetter, R. P., Tassone, V. C., Verhagen, A., & van Ierland, E. C. (2009). Adapting to climate change in The Netherlands: An inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives. *Climatic Change*, *95*(1–2), 23–45. https://doi.org/10.1007/s10584-009-9576-4

European Environment Agency. (2013). *Adaptation in Europe: Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio economic developments.* (EEA Report Nr. 3/2013). Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2800/50924

GDV. (2019, März 29). *Sie-ben Posi-tio-nen deut-scher Ver-si-che-rer zu den Fol-gen des Kli-ma-wan-dels*. https://www.gdv.de/de/themen/news/klimawandel-versicherung-29086

Hirschfeld, J., Schulze, N., Hock, A.-L., Trenczek, J., Flaute, M., Eiserbeck, L., Sandhövel, M., Reuschel, S., Lühr, O., Hoffmann, E., Dehnhardt, A. (2021). Kostendimensionen von Klimaschäden – eine systematische Kategorisierung. Berlin

IPCC. (2014). *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* (S. 1–30). Cambridge University Press.

Kahlenborn et al. (2021a). Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 6: Integrierte Auswertung – Klimarisiken, Handlungserfordernisse und Forschungsbedarfe. CLIMATE CHANGE 25/2021. Dessau-Roßlau.

Kahlenborn et al. (2021b). Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzzusammenfassung. Dessau-Roßlau.

Tröltzsch, J., Görlach, B., Lückge, H., Peter, M., & Santorius, C. (2012). *Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland* (Climate Change). Umweltbundesamt.

UNFCCC. (2011). *Assessing the costs and benefits of adaptation options. An overview of approaches. The Nairobi Work Programme on Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change*. United Nations Framework Convention on Climate Change.

U.S. Department of Energy. (2016). *Climate Change and the Electricity Sector—Guide for Climate Change Resilience Planning*.

Weeber, J. (2020). Klimawandel und Finanzmärkte. Springer Gabler. Wiesbaden

GESCHÄFTSSTELLE BERLIN
MAIN OFFICE
Potsdamer Straße 105
10785 Berlin
Telefon: + 49 – 30 – 884 594-0
Fax: + 49 – 30 – 882 54 39

BÜRO HEIDELBERG
HEIDELBERG OFFICE
Bergstraße 7
69120 Heidelberg
Telefon: + 49 – 6221 – 649 16-0

mailbox@ioew.de
www.ioew.de