

Projektbericht | März 2023

Explorationsstudie Klimawandel und Gesundheit

Studie im Auftrag der BARMER

Martina Schmitt

Markus Köhlert

Dr. Carolin Baedeker

BARMER

 **Wuppertal
Institut**

Herausgeberin:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
www.wupperinst.org

Projektkoordinator und Ansprechperson:

Markus Kühlerlert
Co-Leiter des Forschungsbereichs Produkt- und Konsumsysteme in der Abteilung
Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren
markus.kuehlert@wupperinst.org
Tel. +49 202 2492-175

Projektlaufzeit: 10/2021 - 03/2023

Autorinnen und Autoren:

Martina Schmitt, Markus Kühlerlert, Dr. Caroline Baedeker

Weitere Mitarbeitende:

Jana Duisberg, Enis Akiev

Bitte die Publikation folgendermaßen zitieren:

Schmitt, M., Kühlerlert, M., & Baedeker, C. (2023). Explorationsstudie Klimawandel und Gesundheit – Projektbericht. Wuppertal Institut.

Dieser Bericht umfasst die Ergebnisse des Projektes „Explorationsstudie Klimawandel und Gesundheit“, die das Wuppertal Institut im Auftrag der BARMER umgesetzt hat. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Wuppertal, März 2023

Dieses Werk steht unter der Lizenz „Creative Commons Attribution 4.0 International“ (CC BY 4.0).

Der Lizenztext ist abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Inhaltsverzeichnis

TABELLENVERZEICHNIS	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
1 EINLEITUNG	6
2 AP 1: BESTANDSAUFNAHME – DESK RESEARCH	8
2.1 ZIELSETZUNG UND METHODISCHE AUSGANGSBASIS	8
2.2 STAND DER FORSCHUNG – THEMENSCHWERPUNKTE –	11
2.2.1 <i>Primäre Klimafolgen und ihre Gesundheitswirkungen</i>	11
2.2.2 <i>Sekundäre Klimafolgen und ihre Gesundheitswirkungen</i>	15
2.2.3 <i>Tertiäre Klimafolgen und ihre Gesundheitswirkungen</i>	22
2.3 FORSCHENDE INSTITUTIONEN UND AKTEURE	27
2.4 FAZIT	38
3 AP 2: EXPERT*INNENINTERVIEWS	43
3.1 ZIELSETZUNG UND METHODISCHES VORGEHEN.....	43
3.2 ZENTRALE ERGEBNISSE AUS DEN INTERVIEWS.....	46
3.2.1 <i>Blick auf das Themenfeld und dessen Relevanz</i>	46
3.2.2 <i>Aktuelle Themenschwerpunkte und zukünftige Forschungsbedarfe</i>	47
3.2.3 <i>Zum Thema forschende Akteure / Einrichtungen und die Bedeutung von Kooperation und Vernetzung</i>	55
3.2.4 <i>Zentrale Themen für eine zukünftige Forschungslandschaft</i>	59
3.3 ZUSAMMENFASSENDE AUSBLICK.....	62
4 AP 3: FOKUSGRUPPE	66
5 LITERATURVERZEICHNIS	69
6 ANHANG	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht Themenschwerpunkte Gesprächsleitfaden -----	44
Tabelle 2	Übersicht Institutionen der Interviewpartner*innen -----	45
Tabelle 3	Übersicht gut beforschter Themenschwerpunkte -----	47
Tabelle 4	Forschungsthemen/-bedarfe Hitze und nicht übertragbare Krankheiten -----	48
Tabelle 5	Wechselbeziehungen zwischen Klima- und Umweltrisiken und deren Wirkung auf die Gesundheit -----	49
Tabelle 6	Mentale Beeinträchtigung, psychische Belastungen, Klimaangst -----	50
Tabelle 7	Intervention und Prävention -----	52
Tabelle 8	Forschungsbedarfe im Gesundheitssystem -----	53
Tabelle 9	Klima- und Gesundheitsschutz -----	54
Tabelle 10	Wissenschaftler*innen - Personenbezogene Nennungen und institutioneller Kontext -----	55
Tabelle 11	Zum Themenfeld aktive Einrichtungen -----	57
Tabelle 12	Agenda der Veranstaltung -----	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Projektübersicht -----	7
Abbildung 2	Definition projektrelevanter Suchbegriffe -----	9
Abbildung 3	Projektdesign (AP 2) -----	43
Abbildung 4	Überblick Themenstränge mit Forschungsbedarf-----	65
Abbildung 5	Projektdesign (AP 3) -----	66
Abbildung 6	Überblick Themenstränge mit Forschungsbedarf-----	81

1 Einleitung

Der Klimawandel wird zunehmend eine der größten Gesundheitsbedrohungen des 21. Jahrhunderts (Costello et al. 2009). Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) erwartet, dass durch die Folgen des Klimawandels zwischen den Jahren 2030 und 2050 rund 250.000 zusätzliche Todesfälle pro Jahr durch Mangelernährung, Malaria, Durchfallerkrankungen und Hitzestress verursacht werden (WHO 2021). Allein für die direkten Gesundheitsschäden – also ohne beispielsweise indirekte Schäden, die in Sektoren wie der Landwirtschaft entstehen – werden bis 2030 Zusatzkosten von jährlich zwei bis vier Milliarden US-Dollar erwartet (WHO 2021). Besonders betroffen sind Menschen in Gegenden mit einer schlechten Gesundheitsversorgung und Infrastruktur (WHO 2021). Aber auch Deutschland ist von den Folgen des Klimawandels betroffen – heute und künftig (Huber 2021).

Aktuell liegt in der Forschung noch ein Fokus darauf, zu untersuchen, in welcher Art und Weise die Menschen dem Klimawandel ausgesetzt sind (Expositionswege) und wie sich diese Gesundheitseffekte messen lassen (etwa der Unterschied der Gesundheitsauswirkungen einer globalen Durchschnittserwärmung von 1,5 oder 2 Grad Celsius) (Traidl-Hoffmann et al. 2021). Auch wird das klimawandelbedingte Gesundheitsrisiko verschiedener Bevölkerungsgruppen von zahlreichen nationalen und internationalen Akteuren erforscht (Romanello et al. 2021). Einer der Forschungsschwerpunkte bildet dabei die Untersuchung unterschiedlicher Anfälligkeiten für klimabedingte Gesundheitsrisiken verschiedener Gruppen (bspw. ältere Menschen, Vorerkrankte, Einkommensschwache, Kinder) (Vasques 2019). Andere Studien widmen sich dem Risiko, dem Menschen in ausgewählten geografischen Regionen (etwa Brasilien) oder Angehörige bestimmter Völker (bspw. Gesellschaften in der Arktis) ausgesetzt sind (University College London, o. J.). Ein noch junges Forschungsfeld umfasst Untersuchungen zur Klimaangst (climate anxiety) (Traidl-Hoffmann et al. 2021; Sinus 2019).

Gemeinsam mit der gesetzlichen Krankenkasse BARMER hat das Wuppertal Institut sich zum Ziel gesetzt, innerhalb des Projekts "BARMER Explorationsstudie Klimawandel und Gesundheit" den aktuellen Forschungsstand zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit aufzubereiten.

Die Aufarbeitung erfolgt über vier Arbeitspakete (Module) hinweg. Der vorliegende Projektbericht fasst die zentralen Projektergebnisse zusammen.

Zunächst wird eine Sekundäranalyse vorgenommen. Ziel ist es, damit eine strukturierte Übersicht zu den Themenschwerpunkten und Institutionen sowie Akteure, die im Rahmen des Themenfeldes von besonderer Relevanz sind, zu erarbeiten. Neben den im vorliegenden Bericht dargestellten Ergebnissen, hat das Projektteam eine gesonderte Forschungslandkarte veröffentlicht. Diese ermöglicht eine schnell zu erfassende Übersicht der identifizierten Themen und stellt eine Auswahl an Akteuren vor, die zur Thematik veröffentlichen. Im daran anschließenden Arbeitspaket werden die Interviewergebnisse aufgegriffen und vorgestellt, die aus der Befragung von Expert*innen resultieren, die zum Themenfeld forschen. Die Expert*inneninterviews waren darauf ausgerichtet, die Erkenntnisse aus der Sekundäranalyse zu überprüfen und eine Vertiefung der Thematik vorzunehmen. Im nachfolgenden Arbeitspaket wurden die bislang gewonnenen und stark verdichteten Erkenntnisse über konkrete

Fragestellungen mit den Expert*innen und Vertreter*innen aus der Barmer Krankenkasse in einer Fokusgruppe erörtert und weiter konkretisiert. Das Anliegen war es, die zentralen Themenfelder zu priorisieren und für die beiden als besonders relevant ausgemachten Themenaspekte kurz-, mittel- und langfristig angelegte Handlungsoptionen, einschließlich der relevanten Akteure zu benennen.

Abschließend wurde ein Roadmap-Workshop (Arbeitspaket 4) mit den Vertreter*innen der Barmer Krankenkasse durchgeführt. Der Workshop ist der Zielsetzung gefolgt, auf der Grundlage der gewonnenen Einsichten Forschungsfelder und thematische Anknüpfungspunkte im Bereich der Tätigkeitsfelder der Barmer Krankenkasse zu lokalisieren und erste Überlegungen zu den nächsten Schritten zu sammeln.

Die Ergebnisse aus den Arbeitspaketen AP2, AP3 und AP4 dienen primär internen Zwecken der BARMER und können hier nur zusammengefasst und in Auszügen dargestellt werden.

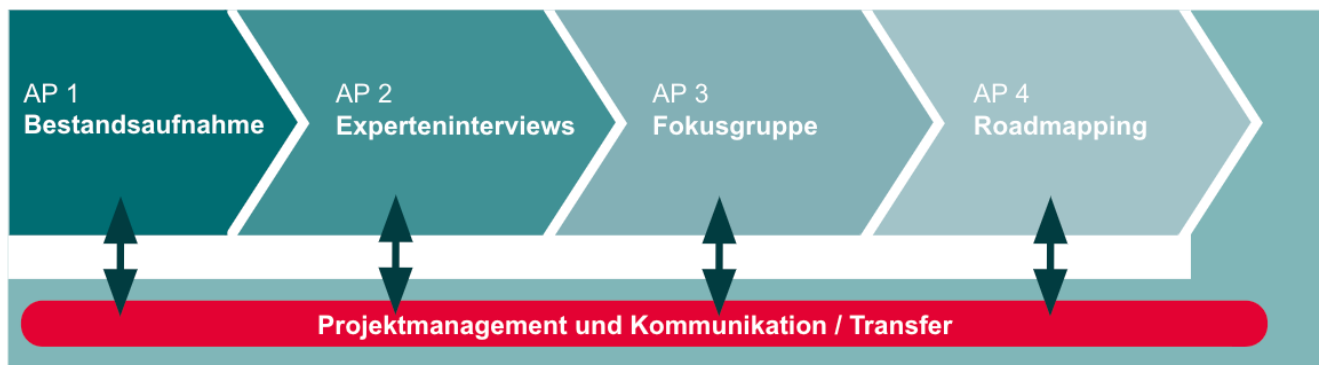


Abbildung 1 Projektübersicht

2 AP 1: Bestandsaufnahme – Desk Research

2.1 Zielsetzung und methodische Ausgangsbasis

Zielsetzung: Das Ziel des Arbeitspakets (AP) 1 ist es, eine strukturierte Übersicht über den Stand der Forschung für das Themenfeld Klimawandel und Gesundheit auf Basis einer Sekundäranalyse (Desk Research) zu erarbeiten. Das Anliegen ist, die Ergebnisse aufzubereiten, um darüber sowohl Einblicke in die im Bereich Klimawandel und Gesundheit relevanten Themen sowie einen Überblick über die wichtigsten nationalen und vereinzelt internationalen Akteure, die in diesem Feld tätig sind, zu geben. Die Ergebnisdokumentation zum aktuellen Stand der Recherche ist in Form einer Forschungslandkarte aufbereitet, ergänzt um ein Verzeichnis, das eine Auswahl an Projekten und Veröffentlichungen sowie forschenden Einrichtungen zu einzelnen Themenbereichen ausweist. Eine ausführlichere Darstellung der Ergebnisse erfolgt in diesem Papier, in dessen Fokus die Dokumentation der Klimaveränderungen und durch diese bedingten Wirkungen auf die menschliche Gesundheit stehen sowie die Nennung und Beschreibung der wichtigsten nationalen Akteure, die in den genannten Themenfeldern tätig sind.

EXKURS: Forschungslandkarte und Verzeichnis

Die Forschungslandkarte ist in Form einer Grafik aufbereitet, die einen schnellen Überblick über die direkten und indirekten gesundheitlichen Beeinträchtigungen erlaubt, die mit Klimaveränderungen und deren Folgen in Verbindung gebracht werden. Das Verzeichnis hält weiterführende Informationen zu den auf der Landkarte abgebildeten Themenbereichen bereit. Verzeichnis und Informationen können über die Landkarte per Mausklick angesteuert werden. Interessierte Leserinnen und Leser erhalten auf diesem Wege Kurzinformationen zu den direkten Folgen des Klimawandels und ihren gesundheitlichen Wirkungen. Ergänzend dazu wird eine Auswahl an themenrelevanten Projekten und Veröffentlichungen aufgezeigt und es werden Einrichtungen benannt, die dazu arbeiten. Indirekte Klimawirkungen und ihre Folgen für den Menschen sind mit Veröffentlichungen verlinkt, die zur vertiefenden Information herangezogen werden können.

Link zur Forschungslandkarte: https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/BARMER-EKG_Forschungslandkarte.pdf

Methodisches Vorgehen zur Annäherung an die Thematik: Die Erarbeitung erfolgt auf der Basis eines Desk Research. Im ersten Schritt wurden Fragen zur Sondierung des Themenfeldes formuliert:

- Welche (direkten/indirekten) Folgen des Klimawandels lassen sich ausmachen?
- Welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen für den Menschen werden damit in Verbindung gebracht?
- Welche zentralen Akteure bzw. Akteursgruppen aus Forschung/Wissenschaft arbeiten in diesem Themenfeld?
- Welche thematischen Anknüpfungspunkte werden adressiert?
- Auch mit erweitertem Blick auf umweltbedingte Beeinträchtigungen?
- Welche Verbindungslinien zwischen Klimawandel und Arbeitsgesundheit lassen sich identifizieren?
- Welche Verbindungslinien zwischen gesundheitlichen Folgen des Klimawandels und sozialen Disparitäten werden thematisiert?

Im zweiten Schritt wurden projektrelevante Suchbegriffe definiert:

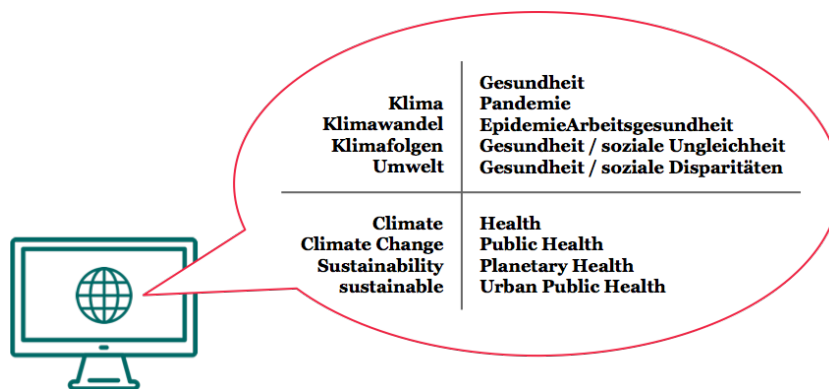


Abbildung 2 Definition projektrelevanter Suchbegriffe

Über die stichwortbezogene Vorabrecherche wurde schnell deutlich, dass die Vielzahl an Fundstellen zu den Begrifflichkeiten und Begriffskombinationen einer Eingrenzung bedarf, um die Fülle der Treffer handhabbar zu machen.



Vor diesem Hintergrund wurde der Schwerpunkt auf die Identifizierung der relevanten Themenstränge und der zentralen Akteure bzw. Akteursgruppen gelegt; hierfür wurden nachfolgende Kriterien formuliert:

- Einschlägige themenrelevante aktuelle, qualitative Einträge
- Publikationen (erschieden innerhalb der letzten drei Jahre, ältere nur in Ausnahmefällen)
- Intensive/breite Beschäftigung mit der Thematik
- Wiederkehrend adressierter Themenfokus

- Von/mit Akteuren aus Forschung/Wissenschaft
- Mit aktuellem, professionellen Webauftritt
- Wiederkehrende Einträge der Akteure (Relevanz)

Methodisches Vorgehen zur Aufbereitung des Themenschwerpunktes:

Wie sich im Rahmen der Recherche gezeigt hat, werden in zahlreichen Untersuchungen die gesundheitlichen Folgen, die mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht werden, unterschieden nach direkten (z. B. Hitzewellen, Eisschmelze) und indirekten Folgen (z. B. Minderung landwirtschaftlicher Erträge, Zunahme vektorübertragener Erkrankungen) (z. B. Wörmann et al. 2013, 1; WHO 2019; Watts et al. 2019; Traidl-Hoffmann et al. 2021). Andere Veröffentlichungen präferieren eine Gruppierung der Klimaveränderungen und ihrer gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen nach primären, sekundären und tertiären Folgen (Butler u. Harley 2010; McMichael 2013; Herrmann u. Danquah 2021).

Für die Aufbereitung des Themenfeldes (auch in Form einer Landkarte) wurde in Absprache mit dem Auftraggeber die zuletzt genannte Systematisierung als Ausgangsbasis herangezogen. Damit wird ein differenzierterer Blick auf die Folgen des Klimawandels und die damit verknüpften gesundheitlichen Folgen möglich. Mit dieser über drei Ebenen aufgefächerten Skizzierung der Klimafolgen wird zudem deutlich, mit welchen vielfältigen Risiken für die Gesundheit der Menschen der globale Klimawandel behaftet ist:

- Unter **primären Folgen** des Klimawandels werden zum Beispiel Hitzestress und weitere extreme Wetterereignisse gefasst (physikalische Wirkungen), deren gesundheitliche Konsequenzen schnell eintreten und erheblich sein können oder auch als Langzeitfolgen sichtbar werden (McMichael et al. 2013; Herrmann u. Danquah 2021).
- Als **sekundäre Folgen** werden solche Wirkungen bezeichnet, die über das Ökosystem vermittelt werden. Es handelt sich dabei um biologische, physikalische und ökologische Veränderungen, die gesundheitliche Folgen nach sich ziehen können. Diese Wirkungen treten eher weniger schnell bzw. zeitverzögert ein, wobei auch ein abruptes Auftreten möglich ist (McMichael et al. 2013; Herrmann u. Danquah 2021).
- **Tertiäre Folgen** des Klimawandels entstehen, wenn die globale Erderwärmung Auswirkungen auf soziale, politische oder wirtschaftliche Systeme hat (Bowles et al. 2013). Auch diese können kurz- wie langfristig auftreten. Die Aufschlüsselung kann als idealtypisch betrachtet werden, da zwischen den Wirkmechanismen des Klimawandels sowie dessen gesundheitlichen Folgen häufig auch Wechselwirkungen bestehen.

2.2 Stand der Forschung – Themenschwerpunkte –

2.2.1 Primäre Klimafolgen und ihre Gesundheitswirkungen

Primäre Klimafolgen werden vor allem durch extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen/ -perioden (bisweilen auch extreme Kälte), Starkregen und Fluten sowie Stürme, Trockenperioden/Dürren und Brände verursacht. Hinzu kommen Luftverschmutzungen und eine Intensivierung ultravioletter Strahlung (Herrmann und Danquah 2021). Auch die Eisschmelze und der Meeresspiegelanstieg stellen Gefahren für die Gesundheit des Menschen dar. Im Folgenden werden die acht wesentlichen primären Folgen des Klimawandels und deren Wirkung auf die menschliche Gesundheit ausgeführt, die auch in der Forschungslandkarte und den weiterführenden Informationen, die das ergänzende Verzeichnis enthält, aufgegriffen werden:

■ **Extreme Hitze:** Der Klimawandel verursacht eine Zunahme der Anzahl, Dauer und Intensität von Hitzewellen (z. B. Ellerbrake et al. 2021; Herrmann u. Danquah 2021). Extreme Hitze kann schwere gesundheitliche Folgen haben und sogar zum Tod führen. Besonders von Hitze betroffene Organe sind Herz, Nieren und Gehirn, sodass sich vermehrt Herzinfarkte, Nierenversagen und kognitive Einschränkungen bemerkbar machen. Die lebenswichtigen Organe im Körperinneren haben eine konstante Körpertemperatur von 37 Grad Celsius. Diese kann unter Umständen um bis zu 0,5 Grad Celsius variieren. Bei einer längerfristigen Überschreitung der optimalen Temperatur muss das Herz mehr Arbeit aufwenden, um das erwärmte Blut zum Abkühlen aus dem Körperinneren in die Extremitäten zu pumpen. Das ist eine Belastung für das Herz-Kreislauf-System. Außerdem führt die erhöhte Blutzirkulation zu einem geringen Blutdruck im Gehirn und kann bei plötzlichen Bewegungen einen Kollaps des Kreislaufs und Bewusstlosigkeit zur Folge haben. Bei Überhitzung steigt das Thromboserisiko durch erhöhte Viskosität des Blutes. Dies ist eine Folge der Dehydrierung, welche auch die Funktion der Nieren erschwert (Ellerbrake et al. 2021).

Stadtbewohner*innen sind in besonderer Weise mit Hitzestress konfrontiert. Betroffen sind vor allem Kinder und ältere Menschen sowie Menschen mit Vorerkrankungen. Beispielsweise kann die zusätzliche Belastung durch die Thermoregulation – die Kontrolle der Körpertemperatur – für Menschen mit Vorerkrankungen am Herzen gefährlich werden und Atemwegserkrankungen (z. B. COPD¹ und Asthma) verstärken. Ebenso sind Menschen, die bei großer Hitze im Freien arbeiten müssen, stärker gefährdet (Traidl Hoffmann u. Trippel 2021a). Medikamenten(neben)wirkungen und Wechselwirkungen können sich im Verlauf anhaltender Hitzeperioden verändern, auch hinsichtlich ihrer Toxizität (z. B. Lithium infolge Dehydrierung), oder sich negativ auf die Thermoregulation des Körpers auswirken (z. B. Neuroleptika, Antidepressiva, Serotonin-Wiederaufnahmehemmer; Nikendei et al. 2020).

Menschen reagieren auch emotional auf Hitzestress, berichtet wird von vermehrt auftretenden Aggressionen bis hin zu Gewalttaten und von einer höheren Zahl an Suiziden (UBA 2021a; Finkenstaedt u. Thorbrietz o. J. b).

¹ COPD steht für chronic obstructive pulmonary disease, dabei handelt es sich um eine chronisch-obstruktive Bronchitis, wobei die Verbindung mit einem Lungenemphysem gegeben sein kann. Dabei ist insbesondere das Ausatmen behindert (Verengung der Atemwege) (Seidel u. Müller 2018).

■ **Extreme Kälte** ist eine Folge der Veränderungen im Klimasystem (z. B. Veränderung des Jetstream, feuchte Luftmassen über dem erwärmten Atlantik). Verbunden mit Schneestürmen, wie sie beispielsweise in den USA häufiger auftreten, stellt extreme Kälte eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Wie aktuelle Studienergebnisse aus der Schweiz belegen, wird die Sterblichkeitsrate älterer Menschen durch Kälte beeinflusst (de Schrijver et al. 2022). In einer weiteren Studie wird von mehr als fünf Millionen temperaturbedingten Todesfällen weltweit und einer höheren kältebedingten Übersterblichkeit ausgegangen (diese wird jedoch als rückläufig betrachtet). Es wird davon berichtet, dass sich die Wirkung von Kälte erst nach Tagen in pathophysiologischen Reaktionen zeigt, die die damit einhergehende „kardiorespiratorische [...] Morbidität und Mortalität erklären“ (Hertig u. Schneider 2021). Notfalleinweisungen ins Krankenhaus werden, beispielsweise bei Patienten mit Diabetes und Bluthochdruck, auch mit Kälte in Verbindung gebracht (Hertig u. Schneider 2021).

Geografische Schwankungen, klimatische, sozioökonomische und demografische Faktoren werden als wichtige Einflussgrößen benannt (Zhao et al. 2021). Langfristige Kältewellen treten bislang in Deutschland selten auf. Es wird von einem Rückgang der kältebedingten Gesundheitsfolgen in Deutschland ausgegangen. Jedoch wird laut RKI (2010) die steigende Zahl der hitzebedingten Todesfälle nicht durch weniger kältebedingte Todesfälle ausgeglichen (BMAS 2021).

■ **Stürme, Starkregen, Fluten**, die durch die globale Erwärmung immer häufiger auftreten, sind unmittelbar gefährlich für Leib und Leben. Da bei solchen Ereignissen zusätzlich die Infrastruktur beschädigt werden kann, kommt es beispielsweise durch den Verlust von sauberem Wasser, Elektrizität, Kleidung, Nahrung und Behausung zu weiteren Gesundheitsrisiken. Dazu zählen Infektionskrankheiten, Unterernährung und psychische Traumata (Krämer et al. 2013; Herrmann u. Danquah 2021). Betroffene von solcher Art extremen Wetterereignissen tragen nicht selten psychische Gesundheitsstörungen davon, wie beispielsweise akute oder posttraumatische Belastungsstörungen (Nikendei et al. 2020; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021d). Akute Belastungsreaktionen äußern sich auf unterschiedliche Weise, zum Beispiel durch Weglaufen, Verstummen, Schreien oder Agitation. Diese Reaktionen laufen zumeist innerhalb von 72 Stunden aus. Eine posttraumatische Belastungsstörung (PTBS), welche zu den Traumafolgestörungen gehört, tritt in 5 Prozent der Fälle bei Betroffenen von Naturkatastrophen ein. Die zu erfüllenden Kriterien bei einem solchen Krankheitsbild sind Intrusionen (plötzliche Sinneseingebungen), Flashbacks (erneutes Erleben der traumatischen Situation), Alpträume und Vermeidungsstrategien (Vermeidung von Situationen, die an die traumatische Situation erinnern). Ein einschneidendes Erlebnis infolge eines Extremwetterereignisses kann ebenfalls zu einem psychischen Verarbeitungsproblem führen und Ängstlichkeit und Depressivität hervorrufen (Traidl-Hoffmann et al. 2021; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021d).

■ **Dürren und Brände:** Ein Mangel an Regen und längere Hitzeperioden lassen die Böden austrocknen und senken den Grundwasserspiegel. Für Pflanzen und Bäume wird es bei zunehmender Trockenheit schwierig, sich mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen, sie vertrocknen und es kommt zu Ernteaussfällen (z.B.

Mais, Zuckerrüben, Futtergras). Die Bedrohung, die von Dürren ausgeht, ist schon heute in vielen Weltregionen real. Nahrungsmangel und gesundheitliche wie psychische Beeinträchtigungen sind die Folge. Obgleich Nahrungs- und Wassermangel in Deutschland bislang kein zentrales Problem darstellen, können beispielsweise Landwirt*innen bei längeren Trockenperioden schnell unter Druck geraten (Depressionen, Suchtgefahr, Suizide).

Auch von (Wald-)Bränden gehen Gefahren für Leib und Leben sowie die psychische Gesundheit von Menschen aus. Es bedarf nur einer achtlos weggeworfenen Zigarette, um ein Feuer auf trockenen Böden zu entfachen.² In Deutschland hat es in diesem Zusammenhang, anders als beispielsweise in Portugal, Frankreich sowie in den USA und Australien, bislang noch keine Toten und wenige Verletzte gegeben. Ruß- und Aschepartikel sowie die krebserregenden Substanzen, die Rauch enthält, sorgen für schlechte Luftqualität. Sie sind vor allem für Menschen mit Atemwegserkrankungen, zum Beispiel Asthma, lebensbedrohlich. Zudem werden im Zeitverlauf vermehrt Schlaganfälle und Herzinfarkte festgestellt.³ Langzeiterkrankungen können folgen, ein Risiko, dem insbesondere Angehörige der Feuerwehr ausgesetzt sind (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021e).

■ **Luftverschmutzung:** Die durch den Klimawandel bedingten höheren Temperaturen verstärken die Luftverschmutzung in Städten⁴ (Sillmann et al. 2021). Weltweit ist eine steigende Zahl an Atemwegserkrankungen wie Asthma, Heuschnupfen, allergische Rhinitis (Entzündung der Nasenschleimhaut) und Neurodermitis (verstärkt selbst das Risiko für Allergien) zu verzeichnen (Traidl-Hoffmann et al. 2021). Neben Feinstaub ist in diesem Kontext auch Ozon hervorzuheben, dessen Gehalt in der Luft bei höheren Temperaturen steigt. Ein hoher Ozongehalt in Bodennähe verursacht bei vielen Menschen Tränenreiz, Atemwegsbeschwerden und Kopfschmerzen. Bei körperlicher Belastung kann das Ozon tief in das Lungengewebe eindringen und hier Entzündungen und irreversible Schäden verursachen. Auch die Verschmutzung der Innenraumluft nimmt zu (UBA 2019a).

■ **Ultraviolette Strahlung:** Durch die globale Erwärmung erhöht sich die UV-Exposition der Bevölkerung. UV-Strahlung hat zwar auch eine gesundheitsfördernde Wirkung – UV-B-Strahlung stößt die körpereigene Synthese von Vitamin D an –, kann Auge und Haut aber erheblich und sogar lebensbedrohlich schädigen. Denn: UV-Strahlung ist krebserregend und die Hauptursache für Hautkrebserkrankungen (Baldermann u. Lorenz 2019). Ein bedeutender Risikofaktor für den Anstieg an UV-bedingten Erkrankungen ist, neben der messbaren Veränderung der UV-Bestrahlungsstärke aufgrund des Ozonverlustes sowie der erhöhten Anzahl an Sonnenstunden, das sogenannte UV-Expositionsmuster. Dieses beschreibt, wie lange und auf welche Weise Personen sich wie viel UV-Strahlung aussetzen (BfS 2022). Da die

2 Im Jahr 2019 wurden 1.523 Waldbrände verzeichnet, wobei 2.711 Hektar Wald zu Schaden kamen. Neben Bränden auf Truppenübungsplätzen wird u. a. der Klimawandel als zentraler Faktor hervor gehoben (vgl. Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021e, S. 206/207).

3 Für über 65-jährige Personen wird, nachdem sie fünf Tage Rauch ausgesetzt waren, ein um 58 Prozent erhöhtes Herzinfarktrisiko ausgewiesen (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021e, S. 201).

4 Erhöhte Temperaturen und Sonneneinstrahlung wirken sich auf die Lage der verschiedenen atmosphärischen Schichten sowie auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen in der Luft aus. Dies kann eine geringe Luftzirkulation und verstärkte Bildung von bodennahem Ozon zur Folge haben. Die geringe Luftzirkulation bedeutet, dass der an bodennahen Quellen entstandene Feinstaub nicht durch den Luftstrom abtransportiert werden kann (Sillmann et al. 2021).

Haut in jungen Jahren noch empfindlicher ist und die „Lebensbelastung“ mit UV-Strahlen im Wesentlichen in Kindheit und Jugend erfolgt (80 Prozent), sind diese Personengruppen besonders gefährdet, auch über weniger starke Sonnenbrände und Hautrötungen ein erhöhtes Hautkrebsrisiko auszubilden (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021a).

■ **Eisschmelze:** Es wird davon ausgegangen, dass bis zum Beginn des nächsten Jahrhunderts 80 Prozent der Gletscher in den Alpen abgeschmolzen sein werden und das Auftauen der Permafrostböden fortschreitet. Infolgedessen können ganze Hänge, Berge an Schutt bis hin zu Schmelzwasserseen abrutschen und damit ein gesundheitsgefährdendes Risiko darstellen. Tote und Verletzte waren in diesem Zusammenhang schon häufiger zu beklagen (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021e). Über das Abschmelzen der Polkappen und Auftauen von Permafrostböden verlieren unterschiedliche Bevölkerungsgruppen⁵ (z.B. Inuit, Samen, Jakuten u. a.) zunehmend ihre Lebensgrundlagen und ihre kulturellen Traditionen werden infrage gestellt (WWF 2020). Dies kann sich in gesundheitlichen und psychischen Beeinträchtigungen (z.B. Suchtgefahr, psychischen Belastungen) niederschlagen.

■ **Meeresspiegelanstieg:** Erhöhte Temperaturen verursachen eine Ausdehnung des Wassers, ebenso trägt die Eisschmelze zu einem Anstieg des Meeresspiegels bei. Für den Zeitraum zwischen 1901 und 1990 gibt der Weltklimarat einen jährlichen Anstieg von 1,4 Millimetern an. Im Zeitfenster zwischen 2006 und 2015 wird dieser mit 3,6 Millimetern pro Jahr ausgewiesen. Hinzu kommt, dass Sturmfluten häufiger auftreten werden.⁶ Entlang der Küstenlinien und auf Inseln leben weltweit rund 680 Millionen Menschen. Die Bedrohung, die sich für diese Menschen aus Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten für das Leben und Wirtschaften sowie die Gesundheit ergibt, steht in enger Verbindung mit vielen weiteren, regionalen Faktoren (z. B. Meeresströmung, Landhebungen/-senkungen). Insofern sind nicht alle Menschen dem gleichen Risiko ausgesetzt. Der Meeresspiegelanstieg von Nord- und Ostsee entspricht ungefähr dem globalen Mittelwert, dies erfordert eine Anpassung des Küstenschutzes an die aktuellen Projektionen (DKK u. KDM 2019). Küstenregionen asiatischer Staaten (z. B. China, Indien, Bangladesch, Indonesien, Vietnam) sowie afrikanischer Staaten sind schon heute vom Meeresspiegelanstieg betroffen und werden dies auch in Zukunft sein (bpb 2015).

5 Es sind rund vier Millionen Menschen, die in den arktischen Gebieten leben, der Anteil der indigenen Bevölkerungsgruppen beträgt 10 Prozent (IPPC 2019).

6 Laut Berechnungen und Vorhersagen des Weltklimarates ist bis zur Jahrhundertwende von einem Anstieg zwischen 43 und 84 Zentimetern auszugehen. Da das Klimasystem träge reagiert, werden die Weltmeere weitere Jahrhunderte ansteigen, nachdem keine weiteren Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert werden (DKK u. KDM 2019).

2.2.2 Sekundäre Klimafolgen und ihre Gesundheitswirkungen

Die über das Ökosystem vermittelten Folgen spiegeln sich häufig in der Ernährung, der Verbreitung von Mikroorganismen (z.B. Viren, Bakterien, Parasiten, Pilze), dem Zugang zu sauberem Trinkwasser und dem Artensterben wider:

■ **Verstärkung der Allergenexposition:** Die Anzahl der Menschen, die Allergien (Körper reagiert überempfindlich auf Fremdschubstanz) ausbilden, nimmt seit den 1970er-Jahren zu.⁷ Dazu tragen individuelle, hygienebedingte Faktoren sowie Luftschadstoffe und der Klimawandel maßgeblich bei (multifaktorielles Geschehen). Als häufige Allergieauslöser werden Pollen und Pilzsporen, die in der Luft enthalten sind, benannt. Allergien liegt eine individuelle sensible Reaktion des Immunsystems auf spezielle Eiweißstoffe und weitere Substanzen zugrunde, die zum Beispiel von „windbestäubten Pollen freigesetzt“ (Traidl-Hoffmann u. Bayr 2021) werden. Von besonderer Relevanz ist, neben Pollen von Birke, Erle und Hasel, das invasive beifußblättrige Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia*) (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021b). Die Ausbreitung der *Ambrosia* in Deutschland wird mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht, da die Pflanze die für die Verbreitung notwendige Samenreife nur in warmen oder gemäßigten Klimaten erreicht (UBA 2019b). Allergiebedingte Symptome können sein: Jucken der Augen, Heuschnupfen, Atemnot bis hin zu lebensgefährlichen Asthmaanfällen. Dazu können Kopfschmerzen, Schlafstörungen sowie Gefühle der Abgeschlagenheit kommen. Als einflussreiche Umweltfaktoren werden benannt: Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsmenge, Wind, Beschaffenheit des Bodens, Qualität der Luft, landwirtschaftliche Produktion und Urbanisierungsgrad. Häufige Gewitter im Sommer können beispielsweise lebensgefährliche asthmatische Anfälle bedingen (Gewitter-Asthma). Das wärmere Klima führt unter anderem auch zu jahreszeitlichen Verschiebungen: Es kann sich die Blütezeit von Pflanzen verfrühen, die Pollensaison verlängern und der Pollenflug kann intensiver erfolgen. Auch kann die Aggressivität der Pollen zunehmen. *Ambrosia artemisiifolia* beispielsweise wird als besonders aggressiv beschrieben.⁸ Höhere Temperaturen, trockene Böden und verlängerte Vegetationszeiten bilden gute Ausgangsbedingungen für deren Wachstum und Samenproduktion. Die Allergenität von Pflanzen kann bei höheren Temperaturen auch zunehmen. Neben heimischen Allergiepflanzen (z. B. Birken, Gräser) ist mit der Einwanderung weiterer allergener Pflanzen und Bäume, zum Beispiel aus dem Mittelmeerraum, zu rechnen (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021b). Auch wurde festgestellt, dass Luftschadstoffe zu einer erhöhten Allergenität von Pflanzenpollen beitragen können. Stickstoffoxide (NO_x), ultrafeine Partikel (PM_{2,5}) und bodennahes Ozon, welche durch Hitze vor allem in Städten vermehrt auftreten, erhöhen die Allergenexposition außerdem. Diese verursachen chronische Entzündungen der Schleimhäute der oberen und unteren Atemwege. Allergien können außer den Atemwegen und Schleimhäuten auch Organe wie die Haut und den Gastrointestinaltrakt betreffen. Verbreitung und Pollenlast werden

7 Laut European Academy of Allergy and clinical Immunology (EAACI) sehen sich ca. 40 Prozent der Europäerinnen und Europäer mit Allergien und ihren Symptomen konfrontiert. Da etwa 90 Prozent der erwerbstätigen an Allergien leidenden Personen nicht hinreichend therapiert werden, entstehen durch damit verbundene Leistungseinbußen erhebliche sozio-ökonomische Schäden (Traidl-Hoffmann u. Bayr 2021).

8 34 Prozent der Deutschen reagieren auf Pflanzenpollen. Dazu tragen die Vielzahl an Pollen (drei Milliarden pro Pflanze) sowie ihre geringe Größe bei, die ein tiefes Eindringen in sensible Organe erlaubt.

kontinuierlich beobachtet (Höflich 2018; Traidl-Hoffmann et al. 2021; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021b; Traidl-Hoffmann u. Bayr 2021; Helmholtz München 2022; Ludwig et al. 2021).

■ **Veränderte Lebensbedingungen für krankheitsübertragende Vektoren:** Vektoren beschreiben in diesem Kontext lebende, Krankheiten übertragende Organismen. Dazu zählen Gliedertiere, wie beispielsweise Zecken und Stechmücken. Die Übertragung der Krankheitserreger kann von Tier zu Tier sowie von Tier zu Mensch erfolgen. Dabei können die Krankheitserreger auf direktem oder indirektem Wege weitergegeben werden. Zoonosen sind Infektionskrankheiten, mit denen sich auf natürlichem Wege sowohl Tiere wie auch Menschen infizieren können und die wechselseitig übertragen werden können. Durch Klimaveränderungen, Landumwandlung⁹, neue Habitatränder, den Handel und den Verzehr von Wildtieren sowie die Intensivierung der Landwirtschaft gibt es mehr Kontakte zwischen Menschen und Wildtieren. Daraus resultiert ein erhöhtes Risiko der Entstehung von Zoonosen (z. B. Ebola, AIDS, BSE u. a.; BfR o. J., EFSA 2017; evtl. auch Covid-19). Bei den Krankheitserregern, die über Vektoren und Infizierte übertragen werden, handelt es sich um Viren, Bakterien oder Parasiten, die für eine Ausbreitung von Infektionskrankheiten sorgen. Ebenso sind es globale Warenströme und der internationale Tourismus, die einen Beitrag zur Verbreitung leisten. Der Klimawandel sorgt beispielsweise über milde Temperaturen, lange Trockenzeiten und Starkregen für günstige Bedingungen und öffnet die Tür zur Besiedlung neuer Lebensräume, indem er:

- Veränderungen des Aktivitätsmusters, der Vektorkompetenz und des
- Stechverhaltens der Vektoren bewirken kann,
- sich auf Ausbreitung und Entwicklung des Vektors sowie
- das Heranreifen des Erregers zum infektiösen Stadium auswirken kann.

Die Folgen des Klimawandels werden in Europa vor allem in der veränderten Verbreitung von Zecken und Tigermücken sowie Stechmücken ausgemacht. Von Zecken übertragene Erreger verursachen Lyme-Borreliose, Zeckenrückfallfieber, Rickettsiose, Tularämie (Bakterium) sowie Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME). In Deutschland spielen Zecken eine immer größere Rolle als Überträger von Krankheiten. Die erhöhten Temperaturen fördern ihre Entwicklung und Vermehrung. Durch die milderen Winter müssen sie nicht mehr in Winterruhe gehen; außerdem halten sich Menschen aufgrund der wärmeren Temperaturen häufiger im Freien auf. Das Risiko für einen Zeckenbiss, zum Beispiel durch die Zecke *I. ricinus*, steigt – und damit auch das für zeckenübertragene Krankheiten wie Borreliose und FSME (Finckenstaedt u. Thorbrietz o. J. a).

Die Erreger, die von unterschiedlichen Gattungen an **Stechmücken** übertragen werden, verursachen: Dengue-Fieber und Chikungunya-Fieber (Virus), West-Nil-Fieber (Virus) sowie kleinere isolierte Ausbrüche von Malaria (Parasit), wenngleich diese seit den 1970er-Jahren in Europa als ausgerottet galt. Besondere Bedeutung

9 Vergrößerung von Stadt-, Straßen- und Landwirtschaftsflächen aufgrund von Bevölkerungswachstum, zunehmender Mobilität und veränderter Tierzucht und -haltung (BfR o. J.).

wird der Ausbreitung der Tigermücke beigemessen, zumal sie eine Vielzahl an Krankheiten übertragen kann. Dazu zählen neben Dengue-Fieber (hohes Fieber, Hautausschlag, Schmerzen, innere Blutungen), Zika (schwere Hirnschäden Ungeborener) sowie Chikungunya (stark schmerzende Gelenke, Berührungsempfindlichkeit). Stechmücken wird weltweit die größte Bedeutung beigemessen, wenn es um vektorübertragene Krankheiten geht (Eberhard et al. 2021).

Auch **Sandmücken** breiten sich unter dem Einfluss des Klimawandels aus. Sie übertragen Leishmania-Parasiten, die sich in der Haut und Schleimhaut sowie in Organen einnisten können und Infektionskrankheiten nach sich ziehen (Leishmaniose). Exotische Insekten und Parasiten können durch die zunehmende Mobilität der Menschen importiert werden und sich aufgrund des wärmeren Klimas auch hier ansiedeln (Finkenstaedt u. Thorbrietz o. J; Umweltbundesamt 2017; Herrmann u. Danquah 2021; Eberhard, F. E. et al. 2021; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021c).

Die **Rötelmaus** (Waldwühlmaus) ist ein vergleichsweise häufiger Überträger von Hantaviren, die in unterschiedlichen Ausprägungen vorkommen (Deutschland: Puumala-Virus¹⁰). Die Beziehung zwischen Klimawandel und Virenverbreitung ist vielfältig. Baumfrüchte wie Eicheln und Bucheckern stehen in regelmäßiger Abfolge in Hülle und Fülle zur Verfügung, was für eine große Population an Mäusen sorgt. Mit dem Klimawandel kommt es zu einer Verkürzung der Perioden zwischen diesen sogenannten Mastjahren. Dies wirkt sich günstig auf das Wachstum der Mäusepopulation und damit auch auf die Verbreitung der Viren aus. Für die Übertragung der Viren sorgen mit Kot und Urin angereicherte Staubpartikel, die eingeatmet werden und Infektionen nach sich ziehen können. Gefährdet sind insbesondere land- und forstwirtschaftlich tätige Arbeiter*innen, Gärtner*innen sowie Personen, die beim „Großreinemachen“ in Schuppen, Garagen oder anderenorts keinen Mund-Nasenschutz nutzen. Nicht alle infizierten Personen erkranken. Symptome einer Erkrankung können sein: Fieber, Schüttelfrost, Kopf- und Gliederschmerzen sowie bisweilen Sehstörungen. Darüber hinaus kann es bei dieser Infektion zu einer Nierenbeteiligung bis hin zu einem Nierenversagen kommen (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021c).

■ **Vermehrung von Mikroorganismen:** Neben Viren gibt es krankheitserregende Mikroorganismen, die sich natürlicherweise im Wasser aufhalten, sich jedoch bei hohen Temperaturen über einen längeren Zeitraum schnell vermehren. An sogenannten Vibrionen (Bakterium) gibt es zahlreiche, wovon ca. zwölf Arten pathogene Wirkung zeigen. Vier Arten wurden beispielsweise in der Ostsee¹¹ und in Brackwasser-Gewässern der näheren Umgebung festgestellt. Bevorzugte Lagerstätten sind im Wasser treibende Holz- und Mikroplastik-Teilchen. Beim Baden dringen die Bakterien über Wunden und Verletzungen der Haut (z. B. Ekzeme, Hautrisse, frische Tattoos) ein. In der Folge können Rötungen und Schwellungen der Haut auftreten. Bei Kindern und Jugendlichen auftretende Mittelohrentzündungen können auf

10 Für Deutschland wurden dem Robert Koch-Institut 1.534 Infektionsfälle für das Jahr 2019 angezeigt. Offen ist, inwiefern diese Art an Infektionen entsprechend diagnostiziert werden kann. Noch nicht abschließend geklärt ist, wie sich die Mastjahre und die Verbreitung der Rötelmäuse angesichts der Folgen des Klimawandels zukünftig entwickeln werden (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021c: S. 155).

11 Für den Sommer 2018/2019 sind laut einer Datenrecherche 63 Erkrankungen sowie sechs Erkrankungen mit Todesfolge bei Vorerkrankung offenkundig geworden. Insgesamt wird von höheren Zahlen ausgegangen (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021f).

Vibrionen zurückgehen. Vorerkrankte und immungeschwächte Menschen sind besonderen Risiken ausgesetzt (z. B. erhöhen Diabetes mellitus oder Lebererkrankungen das Risiko für Fieber, Schüttelfrost, Durchfall, Hautausschläge, Abszesse, Nekrosen bis hin zur Amputation bei nicht rechtzeitiger Behandlung mit Antibiotika). „Als Übertragungsweg kann auch Essen fungieren. In den USA sind Erkrankungen aufgetreten, nachdem befallener, nicht gegarter Fisch oder nicht in erforderlichem Maße gegarte Meeresfrüchte“ verzehrt wurden (Symptome: Magen-Darm-Probleme) (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021f).

Zekarien (Saugwürmer) tummeln sich in Badeseen, bislang am häufigsten im Süden Deutschlands. Die Ausgangsbasis bildet der Kot von Wasservögeln, mit dem die Parasiten ins Wasser gelangen, wo sie sich über einen Zwischenwirt weiterentwickeln und wieder in den See ausgeschieden werden. Je wärmer das Wasser, desto höher die Zahl der Zekarien (Wassertemperatur ab 20 Grad Celsius, Optimum ab 24 Grad Celsius). Anstatt zum ursprünglichen Wirt zurückzugelangen, bohren sie sich in die Haut von Badenden, wo sie nach kurzer Zeit verenden. Knotenbildung auf der Haut, starker Juckreiz, Quaddelbildung und bakterielle Sekundärinfektionen können auftreten (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021f).

Blualgen/Cyanobakterien präferieren warme Gewässer (Meer, Seen) als Lebensraum und vermehren sich besonders stark, wenn diese nährstoffreich sind, z. B. durch Überdüngung angrenzender Felder, Viehweiden oder Abwässer. Im Wasser treibend werden sie in Form von schleimigen Schlieren bis hin zu grünlichen Teppichen sichtbar. Ihr Geruch ist extrem unangenehm. Einige Arten bilden Cyanotoxine aus. Für erwachsene Personen werden diese als weniger gefährlich beschrieben. Auftreten können Ekzeme und Quaddeln sowie Reizungen. Insgesamt wird deren Wirkung als noch wenig beforscht betrachtet. Vergiftungserscheinungen können sich bei Kleinkindern zeigen, die eine überdurchschnittlich große Menge an beeinträchtigtem Wasser zu sich genommen haben. Es gibt Berichte von Hunden und Wildtieren, die zu viel durch Cyanobakterien vergiftetes Seewasser getrunken haben und verendet sind. Dabei handelt es sich um eine „bislang unauffällige Blualgengattung“ (Traidl-Hoffmann, 2021f, S. 148). Auch an anderen Orten wurden durch weitere Blualgentoxine vergiftete und zu Tode gekommene Hunde nachgewiesen.

■ **Verminderte landwirtschaftliche Erträge:** Die Landwirtschaft leistet einen wesentlichen Beitrag zum Klimawandel und bekommt gleichzeitig dessen Folgen direkt zu spüren. Höhere Extrem- und Durchschnittstemperaturen, veränderte Regenmengen und -muster wirken sich auf das Pflanzenwachstum aus. Wirkung zeigen außerdem häufigere und intensivere Dürre- und Trockenheitsphasen sowie die höhere CO₂-Konzentration in der Atmosphäre. Je nach regionalen Gegebenheiten und Klimasensitivität der Pflanzen können die Folgen für die Landwirtschaft stark variieren. Besonders betroffen sind Weltregionen, in denen die Ernährungssicherheit ohnehin schon gefährdet ist. Auch in Deutschland wird seitens des Bundesministeriums für Landwirtschaft die Situation, vor allem für heute schon eher warme und trockene Regionen, kritisch bewertet. Dazu zählen außerdem Gebiete, die insgesamt häufiger mit Wetterextremen (z. B. auch Hagel, Vernässung) konfrontiert werden, zumal diese die Ertragssicherheit infrage stellen. Treten Wetterextreme in

besonders sensiblen Zeiten des Pflanzenwachstums auf (z. B. Blüh- und Reproduktionsstadien), schlägt sich dies vor allem im Produktionsvolumen nieder. Vom positiven „Düngeeffekt“, der von der erhöhten CO₂-Konzentration ausgeht, wird ein Ausgleich der voraussichtlichen Einbußen nicht erwartet. Negative Auswirkungen auf die Produktionsmenge können sich überdies durch späte Frostnächte oder wenige Frosttage und insgesamt milde Winter ergeben. Bodenbeschaffenheit, Bodenerosion und Wasserverfügbarkeit bzw. -management stellen weitere wichtige Faktoren dar, die zum Teil auch mit den Folgen des Klimawandels in Verbindung stehen. Neue bzw. häufiger auftretende Schadorganismen und Pflanzenkrankheiten können die Landwirtschaft vor weitere Probleme stellen. Hitzestress und verminderte Futtermittelproduktion beeinflussen den Viehbestand und die Fleisch- und Milchproduktion (Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste 2019, Renner et al. 2021). Von anderer Seite werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in Deutschland als noch wenig abschätzbar oder als „beherrschbar“ betrachtet sowie starke Betroffenheiten eher in anderen Regionen der Welt verortet (Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste 2019). Laut einer Studie, veröffentlicht in der Fachzeitschrift „Nature Food“ (Jägermeyr et al. 2021), werden vor allem Mais, Sojabohnen und Reis stärker betroffen sein als bislang angenommen. Dies kann in entsprechenden Regionen zu Versorgungsengpässen und Hungersnöten führen. Unter- und Mangelernährung schädigen die Gesundheit nicht nur direkt, sondern vermindern auch die Widerstandskraft gegenüber Infektionskrankheiten. Insbesondere bei Kindern kann es zu Entwicklungsstörungen (z. B. verzögertem Wachstum) kommen (Lloyd et al. 2011). Ernteauffälle können für Landwirt*innen und ihre Familien mit Einkommenseinbußen bis hin zur Existenzgefährdung verbunden sein (Renner et al. 2021), was mit nachteiligen Effekten für deren (psychische) Gesundheit einhergehen kann. Neben dem Klimawandel spielen die Vulnerabilität der landwirtschaftlichen Systeme und weitere gesellschaftliche und ökonomische Faktoren (z. B. Wassermanagement) eine wichtige Rolle in Bezug auf mögliche Ernteeinbußen bis hin zur Nahrungsmittelknappheit.

■ **Verdünnung von Nährstoffen in wichtigen Nahrungspflanzen:** Durch den erhöhten Gehalt von CO₂ in der Luft verändert sich der Nährstoffgehalt von Pflanzen, zum Beispiel bezogen auf Protein, Selen, Eisen und Zink (Smith et al. 2018¹², Beach et al. 2019). Ebenso verschieben sich neben den Vegetationszonen von Pflanzen auch die Verbreitungsgebiete mancher Tiere und Insekten. Wichtige Bestäuber von Pflanzen, wie Insekten, Vögel oder Fledermäuse, verschwinden aus ihren gewohnten Lebensräumen (Freimuth et al. 2021). Die Folge ist, dass Bestäuber und blühende Pflanzen in ihrer Synchronität gestört sind. Die angestammten Pflanzen werden nicht wie sonst mit den für ihr Gedeihen notwendigen Mikronährstoffen versorgt, die auch für den Menschen wichtig sind. Daraus resultieren besonders in sogenannten Entwicklungsländern häufig Formen von Mangelernährung

12 Smith et al. haben die Auswirkungen erhöhter CO₂-Konzentrationen auf die ausreichende Zufuhr von Eisen, Zink und Eiweiß für die Bevölkerung von 151 Ländern (auf Basis eines nach Alter und Geschlecht geschichteten Modells der Pro-Kopf-Nahrungsmittelverfügbarkeit) untersucht (bei konstanten Ernährungsgewohnheiten und ohne Berücksichtigung anderer Klimawirkungen auf die Nahrungsmittelproduktion). Nach den erzielten Ergebnissen könnte dies bei erhöhtem CO₂-Gehalt (ca. 550 ppm) zu einem zusätzlichen Zinkmangel bei schätzungsweise 175 Millionen Menschen und Proteinemangel bei 122 Millionen Menschen (ausgehend von den Bevölkerungs- und CO₂-Projektionen für 2050) führen. Zu den am stärksten gefährdeten Regionen zählen Süd- und Südostasien, Afrika und der Nahe Osten.

(Herrmann u. Danquah 2021). Bei Kindern kann Mangelernährung zu Wachstumsverzögerungen führen. Neben Mangelernährung und den dadurch entstehenden gesundheitlichen Folgen kann eine unzureichende Aufnahme nahrhafter Lebensmittel Darminfektionen und weitere Krankheiten nach sich ziehen (Lloyd 2011).

■ **Erschwerter Zugang zu sauberem Trinkwasser:** Lange Hitzeperioden minimieren die Wasserverfügbarkeit und können sich negativ auf die Wasserqualität auswirken. Die erhöhte Niederschlagsvariabilität mit starken Regenfällen und Überflutungen verschlechtert den Zugang zu sauberem Trinkwasser. Gesundheitliche Konsequenzen können ein häufigeres Auftreten von Infektionskrankheiten wie Cholera, Dysenterie, Typhus, Durchfallerkrankungen und Leptospirosis sein (siehe auch Ausführungen zu erschwerten Hygienebedingungen, Kap. 3). Zudem gefährdet der Meeresspiegelanstieg unter anderem die Frischwasserreservoirs in Küstenregionen (Herrmann u. Danquah 2021), indem beispielsweise bei Überflutungen „Felder und Brunnen mit Salzwasser verseucht werden“ (Oxfam 2016, S. 5).

■ **Auftreten von Infrastrukturschäden und Vermögensverlusten:** Hitzewellen, Dürreperioden, starke Stürme, Starkregen und Überflutungen können erhebliche Vermögenseinbußen nach sich ziehen. Darüber hinaus können energie-, verkehrs- und gesundheitsbezogene Infrastruktursysteme in Mitleidenschaft gezogen oder gar zerstört werden. Laut der Münchner Rückversicherung „haben wetterbedingte Naturkatastrophen seit 1980 Schäden von rund 4.200 Milliarden US-Dollar verursacht, beinahe eine Million Menschen kamen dabei ums Leben“ (Munich RE 2020). Nur ein kleiner Teil der Menschen hat vorhandene Vermögenswerte, zum Beispiel Gebäude und deren Ausstattung, die landwirtschaftliche Ertragslage etc., hinreichend versichert. Unter Bezugnahme auf die gleiche Quelle wird von einer Schadenssumme von 46 Mrd. Euro berichtet, die durch Starkregenniederschläge im Juli 2021 in Europa und vor allem in Deutschland (33 Mrd. Euro) entstanden ist (EUWID 2022). In besonderer Weise betroffen sind jedoch Menschen und Regionen, welche von Armut geprägt sind (vulnerable Gruppen). Hier können bereits kleinere Schäden prekäre Lagen nach sich ziehen (z. B. bei Subsistenzlandwirtschaft). Das Gefühl der existenziellen Bedrohung nach schwerwiegenden Verlusten kann Ängste bis hin zu Depressionen hervorrufen. Bei Großereignissen bedarf es häufig nationaler und internationaler Unterstützung, um die Gefahrenlage für Mensch, Gesundheit und Umwelt zu bewältigen sowie die notwendige Infrastruktur wieder aufzubauen. Sehr hoch ist die Gefahrenlage für dicht besiedelte fluss- und küstennahe Regionen (z. B. asiatische Megastädte und amerikanische (Mega-)Städte an der Küste), z. B. durch Hurrikane, Taifune, Tornados, Schneestürme. Zur kritischen Infrastruktur zählt auch die medizinische Versorgung, die regional nicht selten längerfristig beeinträchtigt ist bzw. nicht zur Verfügung steht (Dikau et al. 2020). Sich wiederholende länger anhaltende Dürren oder Stürme und Überschwemmungen können überdies auch deutsche Waldbesitzer*innen und Landwirt*innen in wirtschaftliche Schieflage bringen und Risiken für die (psychische) Gesundheit darstellen.

■ **Verlust von Biodiversität, Artensterben:** Ökosysteme werden im Zuge der globalen Klimaerwärmung in vielfältiger Weise beeinträchtigt und geschädigt. Gleichzeitig bilden funktionierende Ökosysteme die Ausgangsbasis für das Überleben der Menschen. Schulz und Simon (2021) beschreiben den Zusammenhang von Umwelt und Gesundheit folgendermaßen: „Die planetare Gesundheit ist untrennbar mit der menschlichen Gesundheit verbunden und wird definiert als die voneinander abhängige Vitalität aller natürlichen und anthropogenen (d. h. auch sozialen, politischen und wirtschaftlichen) Ökosysteme.“ (Schulz u. Simon 2021, S. 3) Die Schädigung der Ökosysteme geht mit dem Verlust von Biodiversität und Artensterben einher. Zahlreiche Arten, ob Pflanzen oder Tiere wie Insekten, sind teils bemerkt, teils unbemerkt von der Erde verschwunden und das Überleben einer Vielzahl von Arten ist gefährdet. „Rund 1 Mio. von 7–10 Millionen eukaryotischer Spezies sind in naher Zukunft vom Aussterben bedroht, rund 40 % der Pflanzenarten gelten als bedroht.“ (Schulz u. Simon 2021, S. 20). Beispielsweise reduziert sich die Korallenpopulation zunehmend, die Zahl der großen Raubfische nimmt ab und Insektenpopulationen schwinden, Nahrungsketten werden durchbrochen. Die Gründe dafür sind vielfältig: Ausbreitung von landwirtschaftlichen Nutzflächen und Siedlungsräumen, Methoden der Bewirtschaftung von Feldern (z. B. Verwendung von Pestiziden), Verschmutzung der Meere und Überfischung sowie Klimawandel und Ausbreitung invasiver Arten wie auch Verschiebung von Vegetationszonen (höhere Gefilde, Richtung Norden) von Pflanzen und ihren Blütezeiten, neue Parasiten (Klotz u. Settele 2017; Schulz u. Simon 2021; Bienefeld 2021; Renner et al. 2021). Damit gehen tiefgreifende negative ökonomische wie gesundheitliche Effekte einher. Mehr als ein Drittel der Nutzpflanzen für die Nahrungsmittelproduktion bedürfen der Bestäubung. Auch für den Nährstoffgehalt ist die Bestäubung ein relevanter Faktor. Insofern besteht ein enger Zusammenhang mit der Ernährungssicherung. Die gesundheitlichen Auswirkungen des Artensterbens werden mit Mangelernährung, Immunschwäche und erleichterter Übertragung von Krankheiten in Zusammenhang gebracht. Laut neuerer Schätzungen ist anzunehmen, „dass eine Abnahme der Bestäubungsleistung um 50 Prozent rund 700.000 zusätzliche Todesfälle weltweit bedeutet (Smith et al. 2015) – bedingt durch koronare Herzerkrankungen und Schlaganfälle durch zu geringen Verzehr von Obst und Gemüse“ (Schulz u. Simon 2021: 22). Als problematisch erweist sich zudem die Proteinversorgung über den Verzehr von Fisch, was für große Bevölkerungsteile in Ländern des Südens zutrifft. Ähnlich verhält es sich mit der Aufnahme von Spurenelementen und Omega-3-Fettsäuren (Schulz u. Simon 2021).

2.2.3 Tertiäre Klimafolgen und ihre Gesundheitswirkungen

Im Folgenden wird exemplarisch auf einige tertiäre Gesundheitswirkungen des Klimawandels eingegangen. Zu beachten ist dabei, dass die Zusammenhänge mit Gesundheitswirkungen sehr komplex und zumeist über viele Faktoren (multifaktoriell) determiniert werden (Herrmann u. Danquah 2021):

- **Steigende Lebensmittelpreise:** Extreme Wetterereignisse, wie lange Trockenphasen und Dürren sowie Starkregen und Fluten, können zu erheblichen Verlusten bei den Ernteerträgen führen. Geringe Ernteerträge gehen häufig mit steigenden Preisen für Lebensmittel einher (Förster et al. 2021). In Ländern, in denen viele Menschen mit geringem Einkommen leben, können angesichts der steigenden Lebensmittelpreise mit Hunger und Mangelernährung verbundene Krankheiten (Lloyd et al. 2019) sowie existenzielle Ängste gehäuft auftreten.

- **Hungersnot:** Nicht zuletzt können veränderte Klimabedingungen, die für Ertragsminderung und Ernteausfall sorgen können, bei ohnehin bestehenden Problemen mit der Nahrungsmittelversorgung Hunger bedingen (Herrmann u. Danquah 2021; Bowles et al. 2013). Für das Jahr 2020 wird seitens der Vereinten Nationen die Zahl der Menschen, die mit Hunger konfrontiert sind, ohnehin bereits auf 811 Millionen geschätzt (UN o. J.). Betroffen sind überwiegend Menschen, die in sogenannten Entwicklungsländern beheimatet sind. Die schlechtere Versorgung mit Nahrungsmitteln begünstigt Mangel- und Unterernährung sowie zahlreiche Folgeerkrankungen. Hinzu kommt, dass es dort häufig an einer für die Gesundheitsversorgung wichtigen Infrastruktur mangelt bzw. Menschen ohne oder mit niedrigem Einkommen der Zugang verwehrt ist (Herrmann u. Danquah 2021; Bowles et al. 2013).

- **Bewaffnete Konflikte:** Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen hat in seinem Gutachten mit dem Titel Sicherheitsrisiko Klimawandel bereits im Jahr 2008 darauf hingewiesen, dass ohne gemeinsames Gegensteuern seitens der Staatengemeinschaft der „Klimawandel zunehmend Spaltungs- und Konfliktlinien in der internationalen Politik hervorrufen [wird], weil er vielfältige Verteilungskonflikte in und zwischen Ländern auslöst: um Wasser, um Land, um die Bewältigung von Flüchtlingsbewegungen ...“ (WBGU 2008). Auch der Zugang zu sauberem Wasser und Fischereigeieten kann Auslöser für Konflikte werden (Herrmann u. Danquah 2021). Bewaffnete Konflikte können sowohl durch Klimawandelfolgen verstärkt werden als auch das Ausmaß der Betroffenheit von bereits bestehenden Konflikten verschärfen. Das Wechselspiel zwischen bewaffneten Konflikten, sozioökonomischen Problemlagen auf individueller wie gesellschaftlicher Ebene und instabilen Regierungen ist komplex. Die schwersten humanitären Krisen lassen sich in Ländern ausmachen, in denen sowohl bewaffnete Auseinandersetzungen stattfinden als auch sich gleichzeitig Klimakatastrophen ereignen. Länder, die von Konflikten betroffen sind, können in einem Teufelskreis aus Gewalt und Verwundbarkeit gefangen sein (Buhaug u. Uexkull 2021; Abbas u. Rias 2021). Die physischen und psychischen Folgen für die Menschen sind weitreichend (z. B. Tod, Verletzung, Unterernährung, Infektionskrankheiten, Traumatisierung

etc.). Durch Konflikte werden sexuelle Gewalt, Unterernährung, psychologische Traumata und unhygienische Bedingungen häufiger (Bowles et al. 2013).

■ **Migration:** Die Gründe für das Verlassen angestammter Lebensräume sind vielfältig. Der Umfang der durch die Folgen der Klimaveränderungen verursachten Migration ist noch unklar. Jedoch wird davon ausgegangen, dass die Klimaveränderungen sich in der „Verteilung der Weltbevölkerung“ (Ridde et al. 2019) über den Globus hinweg niederschlagen werden. Zu Beginn des Jahres 2020 wird die Zahl der Menschen, die sich auf der Flucht befinden, mit mehr als 55 Millionen angegeben. Fluchtursachen sind neben Gewalt und kriegerischen Auseinandersetzungen auch Katastrophen, wovon 98 Prozent (Stand 2020) als klimabedingt eingeordnet werden (z. B. Wirbelstürme, extremer Monsunregen, Überschwemmungen, Dürren). Betroffen waren vor allem Menschen in exponierten und dicht besiedelten Gebieten, zum Beispiel in Süd- und Ostasien, im pazifischen Raum einschließlich China, Philippinen und Bangladesch sowie im Nahen Osten und Südafrika. Laut IDMC sind es seit 2008 durchschnittlich 24,5 Millionen Menschen pro Jahr, die aufgrund von Katastrophen zu Flüchtlingen werden (IDMC 2021). Nach Hochrechnungen wird bis 2050 – bei unverändert hohen Emissionen – von ca. 140 Millionen klimabedingten Migrant*innen ausgegangen (Herkunftsländer: Sub-Sahara, Südasien, Lateinamerika) (Rigaud et al. 2018; Ridde et al. 2019; Nikendei et al. 2020). Klimakatastrophen können dazu beitragen, ganze Gebiete unbewohnbar zu machen, und ein auskömmliches Leben und Wirtschaften der Menschen schwer beeinträchtigen oder gar verunmöglichen (z. B. Landbau – Ernährungssicherheit). Bereits vorab bestehende oder durch schwerwiegende Klimafolgen entstehende politische Instabilitäten und sozioökonomische Problemlagen fördern die Vulnerabilität und den Migrationsdruck zusätzlich. Die gesellschaftlichen und individuellen Kosten sind immens. Zu den gesundheitlichen Risiken, die mit Migration einhergehen, werden beispielsweise das Auftreten und die geografische Verbreitung von Infektionskrankheiten sowie viele weitere Erkrankungen (z. B. Unfallverletzungen, Unterkühlung, Verbrennungen, Magen-Darm-Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Ereignisse, Komplikationen in Verbindung mit Schwangerschaft und Entbindung, Hepatitis) gezählt (Ridde et al. 2019; WHO o. J.). Extreme Bedingungen wie Hunger, Kälte, Mangel an sauberem Trinkwasser oder Zugang zu sanitären Anlagen sowie die Lebenssituation in den Ankunftsländern/-orten sorgen zusätzlich für Gesundheitsrisiken physischer Art. Dazu kommen mögliche psychische Beeinträchtigungen und Erkrankungen, die durch den Verlust der Heimat und der sozialen Netze sowie durch Verlust von Hab und Gut und durch prekäre Lebenssituationen hervorgerufen werden können. Gleichzeitig haben Menschen, die auf der Flucht sind, häufig keinen oder nur einen sehr rudimentären Zugang zu Gesundheitsversorgung (Herrmann u. Danquah 2021; Schmidt 2021).

■ **Belastung des Gesundheitssystems:** Die drei großen Themenfelder, die unter diesem Aspekt aufgegriffen werden, sind im Wesentlichen:

- die gesundheitlichen Folgen, die mit einer durchschnittlichen Temperaturerhöhung und deren Folgen einhergehen, sowie gesundheitliche und weitere Wirkungsmechanismen, die für die Gesundheit relevant werden können;

- die Anpassung der gesundheitlichen Versorgung an die Folgen des Klimawandels, was vor allem die Diagnosefähigkeit und Behandlung, Pflegeanforderungen und den Bedarf an Aus- und Weiterbildung sowie (Patienten-)Information betrifft;
- die Reduktion der CO₂-Emissionen, die durch den Gesundheitssektor erzeugt werden, sowie eine nachhaltige Beschaffung, Nutzung und Entsorgung von Materialien, wie auch Ausgestaltung von Gebäuden und Infrastruktur.

Alle vorstehend genannten Folgen der Klimaveränderung können potenziell zu einer **Überlastung** der Gesundheitssysteme führen. Bei Extremwetterereignissen kann es neben Infrastrukturschäden zu einer großen Anzahl an Verletzten und Todesfällen kommen. Hitzewellen können eine Vielzahl an akuten Versorgungs(not)fällen erzeugen. Auch kann eine erhöhte Anzahl von Infektionskrankheiten (z. B. Zoonosen oder durch Lebensmittel und Wasser übertragene Erkrankungen) zu einer enormen Belastung der Gesundheitsdienste beitragen. Größere durch Klimakatastrophen und bewaffnete Konflikte ausgelöste Migrationsbewegungen können Gesundheitssysteme vor kaum bewältigbare Aufgaben stellen. Insgesamt können die Funktionsweise, Finanzierung und Flexibilität der Gesundheitssysteme unter den Folgen der Klimakrise leiden, was negativ auf die menschliche Gesundheit rückwirken kann. Dies insbesondere in Ländern, die kaum über ein Gesundheitssystem verfügen oder in denen das Gesundheitssystem ohnehin fragil ist (Bowles et al. 2013; Traidl-Hoffmann et al. 2021).

Das breite Themenspektrum Klimawandel, Klimaschutz und Gesundheit bzw. gesundheitliche Folgen ist bislang nicht flächendeckend in der Aus- und Weiterbildung von Ärzt*innen und Pflegepersonal verankert. Um den diagnostischen wie pflegerischen Herausforderungen, die sich aus den klimabedingten Veränderungen ergeben, gerecht werden zu können, wird die Notwendigkeit des Nachsteuerns unterstrichen (Schrader 2021), auch um weitere gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden. Im Bereich der Prävention könnten erweiterte Aufgabenfelder auf Einrichtungen des Gesundheitssystems zukommen, zum Beispiel Informations- und Beratungsleistungen zur Vermeidung von hitzebedingten Erkrankungen, zu gesunder, klimaschonender Ernährung etc. Menschen in Gesundheitsberufen genießen zumeist einen Vertrauensvorschuss; sie können als **Klimabotschafter*innen** in Richtung Öffentlichkeit, innerhalb des Gesundheitswesens und in Richtung ihrer Patient*innen auftreten und diese für die Thematik sensibilisieren (z.B. auch Health for Future¹³). Eine bedeutende Rolle wird dabei der Verbindung von Fragen des Klimaschutzes mit gesundheitsrelevanter Wirkung sowie der jeweils eigenen Gesundheit zugeschrieben. Stichworte, die eine positive Verbindung zu Klimarisiken herstellen, sind beispielsweise Vorsorge, Diagnose und Therapie. Ebenso ist es vorzuziehen, von „Vorteilen für das Klima“ zu sprechen, nicht von „Klimarisiken“ (z. B. im Rahmen einer Klimasprechstunde) (Schrader 2021).

Rund 4,4–5 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen stammen aus dem Gesundheitswesen selbst (Karliner et al. 2019; Schrader 2021; Traidl-Hoffmann u.

13 Health for Future (<https://healthforfuture.de/>) ist eine Initiative von KLUG, der Deutschen Allianz Klimawandel und Gesundheit (<https://www.klimawandel-gesundheit.de>).

Trippel 2021g)¹⁴. Und es arbeiten rund 5,6 Millionen Menschen in Deutschland in diesem Sektor. Eine Aufgabe der Prävention ist es deshalb, den **Klimafußabdruck des Gesundheitswesens zu verringern** und so einen Beitrag zu leisten, um den Klimawandel und die damit einhergehenden Gesundheitsrisiken abzuschwächen. Gleichzeitig gilt es, eine patientengerechte Versorgung sicherzustellen. Einen maßgeblichen Beitrag zum Klimafußabdruck leisten der Einsatz von Narkosegasen sowie der (nicht effiziente) Energie- und Ressourcenverbrauch, die Müllproduktion eingeschlossen. Als Aufgaben, die in diesem Kontext zu bewältigen sind, werden beispielsweise definiert: durch Gebäude, Einrichtungen und Fahrzeuge, Energienutzung (z. B. Wärme, Kälte, Strom) sowie Produktion, Entsorgung, Transport von Gütern, Medikamenten und Materialien erzeugte Treibhausgase zu monitoren, nachhaltige Alternativen zu prüfen und Fortschritte auf dem Weg zur Klimaneutralität zu messen. Klimafreundliche Krankenhäuser und Praxen können einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021g). Nicht zuletzt gilt es, Klimaschutz als Querschnittsaufgabe in den Einrichtungen und Organisationen des Gesundheitssektors zu verankern (Lehmkuhl 2020).

■ **Wirtschaftliche Instabilität:** Die vielfältigen Rückkopplungsprozesse des Klimawandels auf einzelne Volkswirtschaften konnten bisher nicht angemessen abgebildet werden (Klepper et al. 2017), zumal es sich hierbei um ein hoch komplexes System handelt, das durch viele Wirkfaktoren beeinflusst wird (Levy u. Patz 2015). Wirtschaftsunternehmen sind national und zu großen Teilen auch international, vernetzt über globale Wertschöpfungsketten, von den Folgen des Klimawandels tangiert (z. B. Verfügbarkeit von Rohstoffen und Zwischenprodukten sowie Ressourcen wie Energie und Wasser, Arbeitsleistung und Absatzmärkten). Vor allem in Ab- und Anbauländern (z. B. für Kakao, Baumwolle, Kaffee, Tee), die aufgrund ihrer sozioökonomischen und geografischen Lage verstärkt klimabedingten Einflüssen ausgesetzt sind, kann die Gewinnung natürlicher Ressourcen beeinträchtigt oder gar verunmöglicht werden. Dadurch können vor Ort wirtschaftliche Einbußen entstehen und es kann zu Lieferengpässen in abnehmenden Ländern, wie beispielsweise Deutschland, mit weitreichenden Folgen für die Wirtschaft und die Verbraucherinnen und Verbraucher kommen (Wolf et al. 2021). Weitere Unsicherheiten können sich durch witterungsbedingte Beeinträchtigungen (z. B. Stürme, Überflutungen) der Transportwege (z. B. Schiffs-, Flug-, Schienen- und Straßenverkehr) für die (globalen) Warenströme ergeben. Dies kann Lieferengpässe, erhöhte Transportkosten und weitere negative Wirkungen für die Wirtschaft und die Beschäftigten nach sich ziehen, um nur einige Aspekte anzuschneiden.

Zudem können längere Perioden mit hohen sommerlichen Temperaturen die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten einschränken. Im Freien Beschäftigte können durch extreme Wetterereignisse gesundheitlichen Risiken ausgesetzt sein und zum Beispiel Verletzungen erleiden. Der Bereich der möglichen Betroffenen ist vielgestaltig, ebenso wie die Fähigkeit, diese zu bewältigen (Wolf et al 2021). Verbindungen zu den Klimafolgen werden beispielsweise auch in Ländern identifiziert, deren Wirtschafts-

14 Wie in Traidl-Hoffmann u. Trippel ausgeführt, handelt es sich dabei um die Menge an Emissionen, die jährlich von 514 Kohlekraftwerken erzeugt wird (Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021g).

leistung in enger Verbindung mit dem landwirtschaftlichen Sektor oder dem Tourismussektor (z. B. keine Schneesicherheit, Schädigung von touristischer Infrastruktur etc.) steht (Levy u. Patz 2015; Wolf et al. 2021). Existenzielle Ängste, die mit gesundheitlichen Risiken einhergehen, können angesichts wirtschaftlicher Problemlagen auftreten.

■ **Erschwerte Hygienebedingungen:** Es wird davon ausgegangen, dass der Klimawandel hygienebedingte Risiken für die Gesundheit verschärft. Erkrankungen können zum einen durch die Hygiene bei der Tierhaltung und Schlachtung sowie dem Umgang mit Lebensmitteln (z. B. Lagerung, Hygiene bei Zubereitung und Verzehr) verursacht bzw. gefördert werden (WHO 2019). Magen- und Darmerkrankungen folgen. Gefahr droht auch, wenn Kühlketten unterbrochen werden. Zum anderen spielen Wasser, Sanitärversorgung und Hygiene (WASH) eine wichtige Rolle bei der Übertragung von Krankheiten (Kohlitz et al. 2017). Bei lang anhaltenden Dürren kann vor allem in durch Armut geprägten Ländern neben der verfügbaren Wassermenge auch die Qualität des Wassers stark beeinträchtigt sein. Und wenn das Wasser knapp wird, wird es seltener für hygienische Zwecke wie Hände- und Körperhygiene eingesetzt. Der Wasser- und Abwasserversorgung kommt ebenso zentrale Bedeutung zu. Gefährdet sind vor allem Menschen in prekären Lebenssituationen in Ländern mit niedrigem Einkommen (z. T. keine Wasser- und Abwassermanagementsysteme vorhanden, offene Defäkation). Menschen, die in Umgebungen leben, die (dazu) von Starkregenereignissen und Überschwemmungen betroffen sind, sind potenziell dem Risiko ausgesetzt, mit kontaminiertem Wasser (z. B. durch Abfälle, Fäkalschlamm, Chemikalien) in Kontakt zu kommen und Infektionskrankheiten zu erleiden (Omasete et al. 2021). Häufig wird die vorhandene Wasserinfrastruktur zerstört oder unterbrochen. Bei Starkregenereignissen gelangen Abwassersysteme an ihre Grenzen, Schmutzwasser aus der Kanalisation fließt in Flüsse, Bäche und Seen ab und verunreinigt Quellen und Grundwasser. Hinzukommen kann bei Extremereignissen die Behinderung von Wasser-, Sanitär- und Hygienesdiensten (WASH) (Kohlitz et al. 2017; Omasete et al. 2021; Howard et al. 2021). Auch in Deutschland gelangen gesundheitsschädliche Stoffe, beispielsweise aus Haushaltschemikalien, Arzneimitteln und Produktionsprozessen in die Kanalisation und werden in der Regel durch Kläranlagen zurückgehalten (UBA 2022). Bei Starkregenereignissen können jedoch in Mischkanalisationen (Abwasser von Haushalten, Gewerben sowie Regenwasser von versiegelten Flächen) die Auffangkapazitäten überschritten werden, sodass Schmutzwasser ohne vorherige Reinigung durch Kläranlagen in die Gewässer gelangen (UBA 2022). Phasen mit heißen Tagen, viel Regen und hoher Luftfeuchtigkeit können Infektionskrankheiten wie Ebola und die „gemeine“ Grippe fördern (Naafs 2019). Bewaffnete Konflikte und Migration erhöhen das Risiko, durch Folgen mangelnder Hygiene zu erkranken, enorm. Insbesondere für Kinder stellt mangelnde Hygiene ein lebensgefährliches Risiko dar (Unicef 2016).

■ **Klimaangst:** Neben physischen Beeinträchtigungen sorgen klimabedingte Veränderungen auch für psychische Belastungen. Bei den Auswirkungen auf die psychische Gesundheit ist zu unterscheiden zwischen akuten Belastungsreaktionen, Traumafolgestörungen und weiteren psychischen Erkrankungen, die durch Ext-

remereignisse und ihre Folgen ausgelöst werden können. Zudem rückt in der jüngeren Vergangenheit ein weiteres mental verortetes Phänomen in den Blick. Neben den genannten psychischen Erkrankungen, die auf unmittelbaren Erfahrungen beruhen, wird verstärkt das Auftreten von „Klimaangst“ thematisiert (auch „climate anxiety“ oder „anthropocene anxiety“ genannt)¹⁵. Dabei handelt es sich einerseits um die Sorge um die eigene und die Existenz anderer in einer sich durch die Klimakrise verändernden Welt (kognitive Ebene) und andererseits um die Furcht vor den konkreten Folgen der Klimakrise (emotionale Ebene) (Psy4F o. J.). Deutlich wird dies unter anderem in Gefühlen von Ohnmacht, Hilflosigkeit, Verzweiflung, Hoffnungslosigkeit, Überforderung, Trauer, Wut, Verärgerung bis hin zu Aggressionen und Zukunftsverdrossenheit sowie des Kontrollverlustes und der Ungerechtigkeit. Auch wird von depressiven Symptomen berichtet (Sonnenmoser 2020; Nikendei 2021). Umfragen in unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen verdeutlichen, dass Klimaangst insbesondere bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen ausgeprägt ist (Nikendei 2021; Sinus 2019). Jedoch wird „Klimaangst“ (bislang) nicht als eine psychiatrische Diagnose gefasst. Erst wenn die Symptome in Form von Besorgnis und Furcht das Alltagsgeschehen der betroffenen Person einschränken, kann es sich um dysfunktionale, lähmende Ängste im Sinne einer psychischen Erkrankung handeln (Psy4F o. J.). Die Ausprägung psychischer Erkrankungen steht in engem Zusammenhang mit individuellen Faktoren (z. B. Disposition, Resilienz, Bewältigungsstrategien und Anpassungsleistung) (Bunz u. Mücke 2017/2018; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021d).

2.3 Forschende Institutionen und Akteure

Der Themenkomplex Klimawandel und Gesundheit gewinnt seit den 2000er-Jahren international an Bedeutung: Ausschlaggebend sind Berichte der WHO (2008) sowie der Lancet Commission on Health and Climate Change (Jay u. Marmot 2009). Mit dem COP-Sonderbericht der WHO zur 24. Weltklimakonferenz 2018 (WHO 2019) erreicht die Thematik die internationale politische Ebene. Nach ersten Veröffentlichungen des Robert Koch-Instituts (RKI) und des Umweltbundesamts (UBA) werden auch in Deutschland vermehrt Akteure aus dem Gesundheitswesen und der Forschung tätig. Seit 2017 treten mit der Deutschen Allianz für Klimawandel und Gesundheit e. V. (KLUG) auch zivilgesellschaftliche Organisationen und Netzwerke auf, die sich mit der Thematik beschäftigen (Blum et al. 2021).

Die Zahl derer, die sich national wie international mit dem Themenfeld Klimawandel und Gesundheit beschäftigen, ist umfangreich. Es sind Vertreter aus Politik, staatlichen und überstaatlichen Einrichtungen, aus Forschung und Wissenschaft sowie zivilgesellschaftliche Akteure und Netzwerkverbände. Ihre Anzahl lässt sich im Rahmen dieser Sondierungsstudie nicht bestimmen. Im Folgenden findet sich eine Auswahl an zwölf Einrichtungen, die im Verlauf der Recherche in besonderer Weise aufgefallen sind. Hierbei ist der Fokus im Wesentlichen auf in Deutschland angesiedelte

15 Weitere Begriffe, die unter dem Begriff der Klimaangst zusammengefasst werden können, sind: „climate grief“ (Cunsolo u. Ellis 2018), „climate despair“ (Fritze et al. 2008), „environmental melancholia“ (Lertzman 2015), „eco anxiety“ (Searle u. Gow 2010) und „Sostalgie“ (Albrecht 2016). Sie alle beziehen sich auf umwelt- und klimabezogene Trauer, Angst und mentalen Stress (Nikendei 2021; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021d).

wissenschaftliche Forschungseinrichtungen bzw. Einrichtungen gerichtet, in denen neben anderen Aktivitäten auch Forschung betrieben wird.

Alle genannten Institutionen erfüllen die folgenden Kriterien:

- Forschende Tätigkeit an Instituten und/oder Hochschulen
- Erwartbarer breiter Themenüberblick und/oder
- Spezifische/r themenrelevante/r Forschungsschwerpunkt/e
- Themenrelevante Veröffentlichungen, Projektarbeiten und Vernetzungen

Wissenschaftliche Forschungseinrichtungen und Lehrstühle:

Charité – Universitätsmedizin Berlin¹⁶

Institut für Public Health¹⁷

Das Institut für Public Health hat Epidemiologie, Versorgungsforschung sowie Methoden- und Metaforschung als Schwerpunkte der wissenschaftlichen Ausrichtung. „Die neu eingerichtete Arbeitsgruppe [Klimawandel und Gesundheit] verbindet Klimaforschung am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) mit Gesundheitsforschung an der Charité, geleitet durch das transdisziplinäre Konzept ‚Planetary Health‘¹⁸. Inhaltlicher Schwerpunkt ist Ernährung.“¹⁹ Die Arbeitsgruppe wird von der Deutschen Forschungsgesellschaft, der Stiftung Fiat Panis sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert.

Aus der Zusammenarbeit des Instituts für Public Health der Charité und der Forschungsabteilung Klimaresilienz am PIK resultiert des Weiteren die bundesweit erste Professur zum Thema „Klimawandel und Gesundheit“.²⁰

Publikationen:

Wabnitz, K.-J., Gabrysch, S., Guinto, R., Haines, A., Herrmann, M., Howard, C., Potter, T., Prescott, S. L., Redvers, N. (2020). A pledge for planetary health to unite health professionals in the Anthropocene. In: The Lancet (Bd. 396, Issue 10261, S. 1471–1473). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)32039-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)32039-0).

Gruetzmacher, K., Karesh, W. B., Amuasi, J. H., Arshad, A., Farlow, A., Gabrysch, S., Jetzkowitz, J., Lieberman, S., Palmer, C., Winkler, A. S., Walzer, C. (2021). The Berlin principles on one health – Bridging global health and conservation. In: Science of The Total Environment (Bd. 764, 142919). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142919>.

Waid, J., Wendt, A., Gabrysch, S. (2021). Impact of a Homestead Food Production Program on Dietary Diversity: Seasonal and Annual Results from the FAARM Trial in Sylhet, Bangladesh. In: Current Developments in Nutrition (Bd. 5, Issue Supplement_2, S. 694). Oxford University Press (OUP). https://doi.org/10.1093/cdn/nzab045_076.

16 Organigramm der Charité: https://www.charite.de/fileadmin/user_upload/portal/charite/organisation/download/organigramm/Organigramm.pdf

17 Homepage Charité – Institut für Public Health: https://iph.charite.de/forschung/klimawandel_und_gesundheit/

18 Das Konzept „Planetary Health“ steht für ein „umfassendes Gesundheitskonzept“, „das veränderte globale Verhältnisse und deren Bedeutung für Prävention, Krankheit, Therapie und Epidemiologie im Rahmen interdisziplinärer Ansätze berücksichtigt“ (Müller et al. 2018; Traidl-Hoffmann et al. 2021).

19 https://iph.charite.de/forschung/klimawandel_und_gesundheit/

20 Pressemitteilung Charité und PIK: https://www.charite.de/service/pressemitteilung/artikel/detail/erste_professur_fuer_klimawandel_und_gesundheit/

Projekte in Kooperation mit dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung:

- FAARM: Food and Agricultural Approaches to Reducing Malnutrition https://iph.charite.de/forschung/klimawandel_und_gesundheit/faarm/
- FHEED: Food Hygiene to reduce Environmental Enteric Dysfunction https://iph.charite.de/forschung/klimawandel_und_gesundheit/fheed/

Institut für Global Health²¹ und Physiologisches Institut

„Global Health umfasst Konzepte und Interventionen zur Verbesserung der Gesundheit und Bekämpfung von Krankheit in einer globalisierten Welt.“²²

Aktuelle Forschungsprojekte des Instituts für Global Health sind in den Bereichen Infektionskrankheiten, nichtinfektiöse Erkrankungen, psychische Gesundheit und in Querschnittsthemen, wie Konzepte zur Verbesserung der Hygiene und Patientensicherheit und medizinische Versorgung von Geflüchteten, angesiedelt.

Projekte des Instituts für Global Health zum Thema Klimawandel und Gesundheit sind über die Stabsstelle Global Health mit dem Physiologischen Institut der Charité verbunden. Dort setzte die Arbeitsgruppe Witt bis 2019 ihre Forschungsschwerpunkte auf die klinische Klimafolgenforschung von Luftverschmutzung und Hitzestress sowie die Erforschung neuer Therapiemethoden.²³

Projekte der Arbeitsgruppe Witt:

- Stadtklima und Hitzestress (2012–2016) https://physiologie-ccm.charite.de/forschung_am_institut/ag_witt/projekte/stadtklima_und_hitzestress/

Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung, Stickstoffdioxid und Krankenhauseinweisungen von exazerbierten COPD- und Asthma-Patienten in Berlin²⁴, in Kooperation mit IASS Potsdam (2018–2019) https://physiologie-ccm.charite.de/forschung_am_institut/ag_witt/projekte/kooperation_iass/

Deutscher Wetterdienst (DWD)

Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung

Der Forschungsbereich „Human-Biometeorologie“ des ZMMF trägt unter anderem mit „Beiträgen zur angewandten Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wirkungen von Wetter und Klima auf den Menschen einschließlich der Klimawirkungsforschung im öffentlichen Gesundheitswesen Deutschlands“ bei.²⁵

Publikationen (und Informationen über den Einfluss des Wetters auf die Gesundheit²⁶):

Deutscher Wetterdienst (DWD) – Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung (o. J.) Gesundheitswetter. Hitzewarnungen – UV-Warnungen – Pollenflug – Wetterfähigkeit.

[https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/gesundheit/gesundheitswetter_flyer.pdf;jsessionid=2154FF7A76D71065D69CE95D3B40D405.live21061?blob=publicationFile&v=10](https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/gesundheit/gesundheit_flyer/gesundheitswetter_flyer.pdf;jsessionid=2154FF7A76D71065D69CE95D3B40D405.live21061?blob=publicationFile&v=10).

21 Homepage Charité – Institut für Global Health: <https://globalhealth.charite.de/forschung/>

22 Institut für Global Health: <https://globalhealth.charite.de/>

23 Webauftritt der AG Witt: https://physiologie-ccm.charite.de/forschung_am_institut/ag_witt/

24 Kooperation AG Witt mit IASS Potsdam: https://physiologie-ccm.charite.de/forschung_am_institut/ag_witt/projekte/kooperation_iass/

25 Homepage DWD: <https://www.dwd.de/DE/derdwd/standorte/niederlassungen/freiburg.html>

26 DWD Wetter und Gesundheit: https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/gesundheit/gesundheitswetter_flyer/informationen_gesundheit_node.html

Matzarakis, A. (2022). Communication Aspects about Heat in an Era of Global Warming — The Lessons Learnt by Germany and Beyond. In: Atmosphere (Bd. 13, Issue 2, S. 226). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/atmos13020226>.

Shevchenko, O., Snizhko, S., Zapototskyi, S., Svintsitska, H., Matviienko, M., Matzarakis, A. (2022). Long-term analysis of thermal comfort conditions during heat waves in Ukraine. In: Geographia Polonica (Bd. 95, Issue 1, S. 53–70). Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences. <https://doi.org/10.7163/gpol.0226>.

Nouri, A. S., Charalampopoulos, I., Matzarakis, A. (2022). The application of the physiologically equivalent temperature to determine impacts of locally defined extreme heat events within vulnerable dwellings during the 2020 summer in Ankara. In: Sustainable Cities and Society (Bd. 81, 103833). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103833>.

Helmholtz Zentrum München

Der Abteilung „Gesundheit & Umwelt“ unterstehen unter anderem das Institut für Epidemiologie und das Institut für Umweltmedizin.

Institut für Epidemiologie

Das **Institut für Epidemiologie** (EPI) forscht zu umweltmedizinischen Einflüssen (wie Luftverschmutzung, Temperatur, UV-Strahlung, Lärm und Covid-19) auf das Herz-Kreislauf- sowie Stoffwechselsystem und zu wetter- und klimabedingten Gesundheitsauswirkungen.

Projekte:

- Beteiligung an Projekten mit internationalen Kooperationen: <https://www.helmholtz-munich.de/epi/research/research-groups/environmental-risks/projects/index.html>
- ATTACH: ATtributing heAt-related excess mortality and morbidity to Climate cHange (2021–2025), Koordination erfolgt über die LMU, <https://cordis.europa.eu/project/id/101032087/de>
- EXHAUSTION: „Exposure to heat and air pollution in Europe – cardiopulmonary impacts and benefits of mitigation and adaptation“ (2019–2023) <https://www.exhaustion.eu/about>

Institut für Umweltmedizin

Das **Institut für Umweltmedizin** (IEM) legt seinen Schwerpunkt auf allergische Erkrankungen und erarbeitet Grundlagenforschung sowie translationale Forschung zur Umwelt-Mensch-Interaktion.

Publikationen²⁷:

Straub, A., Fricke, V., Olschewski, P., Seubert, S., Beck, C., Bayr, D., Kolek, F., Plaza, M. P., Leier-Wirtz, V., Kaschuba, S., Traidl-Hoffmann, C., Buermann, W., Gerstlauer, M., Damialis, A., u. Philipp, A. (2021). The phenomenon of thunderstorm asthma in Bavaria, Southern Germany: A statistical approach. International Journal of Environmental Health Research, 1–17. <https://doi.org/10.1080/09603123.2021.1985971>.

Traidl-Hoffmann, C. u. Bayr, D. (2021). Klimawandel und Allergien. Geographische Rundschau 73, S. 26–30 (2021). https://push-zb.helmholtz-muenchen.de/front-door.php?source_opus=61801&la=de.

Marseille, M. R., Hartig, T., Cox, D. T. C., de Bell, S., Knapp, S., Lindley, S., Triguero-Mas, M., Böhning-Gaese, K., Braubach, M., Cook, P. A., de Vries, S., Heintz-Buschart, A., Hofmann,

27 Publikationen Helmholtz-München: <https://www.helmholtz-munich.de/iem/publikationen/index.html>

M., Irvine, K. N., Kabisch, N., Kolek, F., Kraemer, R., Markevych, I., Martens, D., Bonn, A., et al. (2021). Pathways linking biodiversity to human health: A conceptual framework. *Environment International*, 150, 106420. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106420>.

Hochschule Fulda

Fachbereich Pflege und Gesundheit

Die Arbeitsgruppe „Klimawandel und Gesundheit“ ist dem Fachbereich Pflege und Gesundheit zugeordnet. In ihren Projekten thematisiert die AG Hitzeextreme, Extremwetterereignisse sowie Zecken- und Mückenvektoren in Bezug auf Strategien für die Kommunikation von Risiken und Gesundheitsprävention.²⁸

Publikationen:

Wöhl, C., Blättner, B., Reisacher, D., Grewe, H. A. (2019): Hitzeextreme in der Stadt. Wie vulnerabel sind Hochaltrige, Kleinkinder und sozial Benachteiligte? *Präv Gesundheitsf*, <https://doi.org/10.1007/s11553-019-00719-2>.

Blättner, B., Janson, D., Roth, A., Grewe, H. A., Mücke, H. G. (2020) Gesundheitsschutz bei Hitzeextremen in Deutschland: Was wird in Ländern und Kommunen bisher unternommen? *Bundesgesundheitsbl* (2020). <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03189-6>.

Projekte:

- HAP-DE: Analyse von Hitzeaktionsplänen und gesundheitlichen Anpassungsmaßnahmen an Hitzeextreme in Deutschland (Finanzierung/ Förderung: Umweltbundesamt)
- Klimprax Stadtklima: Wiesbaden/Mainz – Stadtklima in der kommunalen Praxis. Handlungsleitfaden Anpassung. Teilprojekt Betroffenheit menschliche Gesundheit (Förderung: HLNUG/Fachzentrum Klimawandel und Anpassung)
- Hitze, Sicher, Worms: Wissenschaftliche Begleitung der Entwicklung und Etablierung eines Hitzeaktionsplans für die Stadt Worms unter Berücksichtigung kurz-, mittel- und langfristiger Maßnahmen. (Förderung: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU))

Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS Potsdam)

Forschungsgruppe Städtische Luftqualität, Mobilität und Gesundheit

Die Forschungsgruppe „Städtische Luftqualität, Mobilität und Gesundheit“ im Forschungsbereich „Umwelt und gesellschaftlicher Wandel“ des IASS Potsdam untersucht in transdisziplinärer Zusammenarbeit die Zusammenhänge der namensgebenden Themen, um zukünftige nachhaltige stadtplanerische Maßnahmen bewerten zu können.

Weitere Forschungsgruppen im Forschungsbereich sind „Governance der Arktis“, „Netzwerk für neue Ansätze zur Luftreinhaltung – Himalaya“, „Modellierung der Luftqualität für Politikberatung“ und „Governance der Ozeane“.

28 Homepage HS Fulda, FB Pflege und Gesundheit, AG K u. G: <https://www.hs-fulda.de/pflege-und-gesundheit/forschung/forschungsschwerpunkte/klimawandel-und-gesundheit>

Publikationen:

von Schneidmesser, E., Mar, K. A., u. Lawrence, M. G. (2021). Klimawandel und Luftverschmutzung. In: P. Nanz, M. G. Lawrence, O. Renn, u. J. Meyer (Hrsg.). Klimaschutz: Wissen und Handeln (S. 119–133). Bonn: bpb, Bundeszentrale für politische Bildung.

Caseiro, A. u. von Schneidmesser, E. (2021). APEXpose_DE, an air quality exposure dataset for Germany 2010–2019. Scientific data, 8(1): 287. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-01068-6>.

Schmitz, S., Caseiro, A., Kerschbaumer, A., von Schneidmesser, E. (2021). Do new bike lanes impact air pollution exposure for cyclists? – A case study from Berlin. Environmental Research Letters, 16(8): 084031. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1379>.

Projekte:

- Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung, Stickstoffdioxid und Krankenhauseinweisungen von exazerbierten COPD- und Asthma-Patienten in Berlin²⁹, in Kooperation mit der Arbeitsgruppe Witt vom Institut für Global Health und dem Physiologischen Institut der Charité Berlin (2018–2019) https://physiologie-ccm.charite.de/forschung_am_institut/ag_witt/projekte/kooperation_iass/
- Klimawandel und Luftqualität: Forschungsschnittstellen und Wege zur politischen Umsetzung <https://www.iass-potsdam.de/de/forschung/klimawandel-und-luftqualitaet-forschungsschnittstellen-und-wege-zur-politischen-umsetzung>

Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)**Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie (IBE)**

Der Lehrstuhl für Public Health und Versorgungsforschung ist im IBE verortet und umfasst neben zwei weiteren den Fachbereich „Evidence-based Public Health“³⁰. „Thematische Schwerpunkte [sind] Global Health, Luftverschmutzung [sowie] Ernährung und körperliche Aktivität.“³¹

Publikationen des Lehrstuhls:

Apel, D. u. Coenen, M. (2021). Mental health and health-related quality of life in victims of the 2013 flood disaster in Germany – A longitudinal study of health-related flood consequences and evaluation of institutionalized low-threshold psycho-social support. International Journal of Disaster Risk Reduction, 58, 102179. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102179>.

Rehfuess, E. A., Zhelyazkova, A., von Philipsborn, P., Griebler, U., De Bock, F. (2021). Evidenzbasierte Public Health: Perspektiven und spezifische Umsetzungsfaktoren. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 64(5), S. 514–523. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03308-x>.

Projekte:

- Cochrane Public Health Europe, <http://ph.cochrane.org/cochrane-public-health-europe>
- Collaboration for Evidence-Based Healthcare and Public Health in Africa (CEBHA+), www.cebha-plus.org

29 Kooperation AG Witt mit IASS Potsdam: https://physiologie-ccm.charite.de/forschung_am_institut/ag_witt/projekte/kooperation_iass/

30 Fachbereich für Evidence-based Public Health: https://ihrs.ibe.med.uni-muenchen.de/evidence-based_ph/index.html

31 LMU: https://ihrs.ibe.med.uni-muenchen.de/evidence-based_ph/index.html

- The ADAPT study: Entwicklung von Leitlinien für die Anpassung von Maßnahmen im Bereich der Bevölkerungsgesundheit <https://www.en.ibe.med.uni-muenchen.de/research/evidence-based-public-health1/projects/index.html>

Universitätsklinikum der LMU

Am Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin ist die Arbeitsgruppe „Global Environmental Health & Climate Change“ eingerichtet. Sie befasst sich mit den Auswirkungen chemischer, physikalischer und anderer Umweltfaktoren in Kombination mit Faktoren des Lebensstils auf die Gesundheit von Bevölkerungsgruppen. Darüber hinaus sind der Wissenstransfer klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken, die Aus- und Weiterbildung medizinischen Personals sowie Projekte zu Hitze und Gesundheit sowie Strategien der Anpassung an den Klimawandel weitere Tätigkeitsfelder.³²

Projekte:

- KlimaBild – Bildungsmodule für Jugendarbeit (2021–2023) <http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Bildungsmodule-Aerzte/de/KlimaBild/index.html>
- Hitzeservice statt Hitzestress – was brauchen Kommunen? (2021–2023) <http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Bildungsmodule-Aerzte/de/HitzeService/index.html>

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Forschungsabteilung Klimaresilienz – Klimafolgen und Anpassung³³

Im Forschungsbereich „Klimaresilienz“ des PIK wird die Resilienz sozialer und ökologischer Systeme gegenüber dem Klimawandel beforscht. Themeninhalte sind unter anderem die *„Auswirkungen des Klimawandels und deren sozioökonomischen Konsequenzen in Bezug auf Landnutzung, Landwirtschaft, Wälder, hydrologische Systeme, menschliche Gesundheit und Wohlergehen sowie urbane Räume.“*

Projekte:

- DFG_prenatal: Wie wirken sich pränatale und postnatale Umstände von Ernährung vor dem Hintergrund des Klimawandels auf die Gesundheit aus? <https://www.pik-potsdam.de/en/output/projects/all/804>
- FSEC urban: Die Rolle der städtischen Landwirtschaft für eine gesunde Ernährung und eine nachhaltige Umgestaltung der Lebensmittelsysteme <https://www.pik-potsdam.de/en/output/projects/all/893>

Robert Koch-Institut (RKI)

Kommission Umweltmedizin und Environmental Public Health³⁴

Kommission war bis 2020 aktiv.

https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/UmweltKommission/Stellungnahmen_Berichte/stel-

³² Uni-Klinikum LMU (Englisch): <http://aumentio.klinikum.uni-muenchen.de/en/working-groups/global-environmental-health/index.html>

³³ PIK: <https://www.pik-potsdam.de/de/institut/abteilungen/klimaresilienz/rd2-klimaresilienz>

³⁴ Kommission am RKI: https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/K/Klimawandel_Gesundheit/Klimawandel_Gesundheit_inhalt.html?sessionid=04A9D5F9A03029362D27EC7E31BFB01B.inter.net101?cms_box=2&cms_current=Klimawandel+und+Gesundheit&cms_lv2=13009236

[lungnahmen_berichte_node.html;jsessionid=1C04C35E0F14B4DB6582D05D64B6427D.internet072](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Epi_dBull/Archiv/2019/Ausgaben/23_19.pdf?blob=publicationFile)

Forschung zu „Klimawandel und Gesundheit“³⁵

Das RKI als Public-Health-Institut forscht in verschiedenen Abteilungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf nichtübertragbare Krankheiten und Infektionskrankheiten sowie zum Gesundheitsverhalten im Kontext des Klimawandels. Ein Schwerpunkt des Themenkomplexes „Klimawandel und Gesundheit“ fokussiert die Hitzefolgeerkrankungen. Die Finanzierung erfolgt projektbezogen mit öffentlichen Mitteln.

Die Fachgruppe KlimGesundAkt des RKI aktualisiert den Sachstandsbericht „Klimawandel und Gesundheit“ und besteht neben Akteuren des RKI aus Akteuren des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, der Charité – Universitätsmedizin Berlin, des Instituts für Epidemiologie des Helmholtz Zentrums München, der medizinischen Fakultäten der Universitäten Augsburg und Bielefeld sowie weiterer Einrichtungen.³⁶

Publikation:

RKI (Hrsg.) (2019). Schätzung der Zahl hitzebedingter Sterbefälle und Betrachtung der Exzess-Mortalität. Epidemiologisches Bulletin 23/2019. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Epi_dBull/Archiv/2019/Ausgaben/23_19.pdf?blob=publicationFile (Zugriff 5/2022)

Projekte:

- Der Sachstandsbericht „Klimawandel und Gesundheit“ (2010) wird von der Netzwerkfachgruppe „KlimGesundAkt“ aktualisiert. Geplante Veröffentlichung 2023.
- Zahlreiche Projekte zu Auswirkungen des Klimawandels auf Infektionskrankheiten, zum Beispiel ZEPAK, https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/K/Klimawandel_Gesundheit/Klimawandel_Infektionskrankheiten.html;jsessionid=416FFD43C46FBBC61BD9B30C439E02D6.internet092#z

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH)

„Das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) ist ein weltweit renommiertes Institut auf dem Gebiet der globalen Gesundheit mit besonderem Fokus auf Länder mit niedrigen und mittleren Einkommen.“³⁷ Im Kontext des Forschungsbereiches „Environment and Health“ behandelte Themen sind Luftverschmutzung, Klimawandel, Ökosysteme und Gesundheit, nichtionisierende Strahlung, Lärm, Wasser, sanitäre Einrichtungen und Hygiene.

Publikationen:

Adebayo-Ojo, T. C., Wichmann, J., Arowosegbe, O. O., Probst-Hensch, N., Schindler, C., u. Künzli, N. (2022). Short-Term Joint Effects of PM₁₀, NO₂ and SO₂ on Cardio-Respiratory Disease Hospital Admissions in Cape Town, South Africa. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(1), 495. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010495>.

35 Klimawandel und Gesundheit: https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/K/Klimawandel_Gesundheit/Klimawandel_Gesundheit_inhalt.html;jsessionid=04A9D5F9A03029362D27EC7E31BFB01B.internet101?cms_box=2&cms_current=Klimawandel+und+Gesundheit&cms_lv2=13009236

36 Fachgruppe KlimGesundAkt: https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/K/Klimawandel_Gesundheit/KlimGesundAkt_Mitglieder.html;jsessionid=C67836CDEE65B568682C001BC19E4810.internet091

37 Swiss TPH: <https://www.swisstph.ch/de/ueber-uns/>

Chen, J., Rodopoulou, S., Strak, M., de Hoogh, K., Taj, T., Poulsen, A. H., Andersen, Z. J., Bel-lander, T., Brandt, J., Zitt, E., Fecht, D., Forastiere, F., Gulliver, J., Hertel, O., Hoffmann, B., Hvidtfeldt, U. A., Verschuren, W. M. M., Jørgensen, J. T., Katsouyanni, K., Hoek, G., et al. (2022). Long-term exposure to ambient air pollution and bladder cancer incidence in a pooled European cohort: The ELAPSE project. *British Journal of Cancer*.

<https://doi.org/10.1038/s41416-022-01735-4>.

de Schrijver, E., Bundo, M., Ragetti, M. S., Sera, F., Gasparrini, A., Franco, O. H., Vicedo-Cabrera, A. M. (2022). Nationwide Analysis of the Heat- and Cold-Related Mortality Trends in Switzerland between 1969 and 2017: The Role of Population Aging. *Environmental Health Perspectives*, 130(3), 037001. <https://doi.org/10.1289/EHP9835>.

Projekte:

- Evaluation of Heat Wave Related Mortality and Adaptation Measures in Switzerland <https://www.swisstph.ch/de/ueber-uns/eph/environmental-exposures-and-health/evaluation-of-heat-wave-related-mortality-and-adaptation-measures-in-switzerland/>
- Adaptation to Climate Change in West Africa <https://www.swisstph.ch/de/topics/environment-and-health/climate-change/>
- ELAPSE – Effects of Low-Level Air Pollution: A study in Europe <https://www.swisstph.ch/de/projects/project-detail/project/effects-of-low-level-air-pollution-a-study-in-europe/>

Technische Universität München (TUM), Universitätsklinikum

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

„Die AG Klimawandel der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin erarbeitet Lösungen, um Patientenversorgung ohne Einbußen an die Versorgungsqualität so nachhaltig und ressourcenschonend wie möglich zu gestalten. Ein konkretes Ziel ist es, die Auswirkungen anästhesiologischer Techniken auf die Umwelt besser zu verstehen [...] [und] auch außerhalb der eigenen Klinik geeignete Schritte auf dem Weg zu einem klimaneutralen Krankenhaus zu identifizieren. Darüber hinaus setzt sich die AG mit der gesellschaftspolitischen Rolle der Ärztinnen und Ärzte auseinander.“³⁸

Die Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin kooperiert unter anderem mit dem PIK.

Publikationen:

Mezger, N. C. S., Thöne, M., Wellstein, I., Schneider, F., Litke, N., Führer, A. G., Clar, C., Kantelhardt, E. J. (2021). Klimaschutz in der Praxis – Status quo, Bereitschaft und Herausforderungen in der ambulanten Versorgung. In: *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen* (Bd. 166, S. 44–54). Elsevier BV.

<https://doi.org/10.1016/j.zefq.2021.08.009>.

Schneider, F., Gogolewska, J., Ahrend, K.-M., Hohendorf, G., Schneider, G., Busse, R., Schulz, C. M. (2020). Do private German health insurers invest their capital reserves of € 353 billion according to environmental, social and governance criteria? In: *Journal of Medical Ethics* (Bd. 47: e48, Issue 12). BMJ. <https://doi.org/10.1136/medethics-2020-106381>.

Projekte:

- WIKLIGE: Einfluss von extremen Witterungsereignissen im Klimawandel auf die menschliche Gesundheit <https://www.oekoklimatologie.wzw.tum.de/index.php?id=282>

Universität Augsburg, Medizinische Fakultät

Professur für Regionalen Klimawandel und Gesundheit

Die medizinische Fakultät der Universität Augsburg bildet mit der Professur für Regionalen Klimawandel und Gesundheit eine Schnittstelle zwischen den Forschungsschwerpunkten „Umwelt und Gesundheit“ und „Environmental Health Sciences“ und kombiniert Gesundheitsforschung mit physikalischer Klimaforschung. Inhaltlich werden gesundheitliche Einflüsse der atmosphärischen Umwelt und klimawandelbedingtes Ausbreitungspotenzial von Krankheitsvektoren erforscht.

Publikationen:

- Hierdei, H., Scherer, M., Berghold, J. (2021). Klimakrise und Gesundheit. Zu den Risiken einer menschengemachten Dynamik für Leib und Seele. <https://doi.org/10.13109/9783666407710>.
- Jahn, S. u. Hertig, E. (2021). Modeling and projecting health-relevant combined ozone and temperature events in present and future Central European climate. *Air Qual Atmos Health* 14, 563–580. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00961-0>.

Projekte:

- EU-Projekt TRIGGER zur komplexen Klima-Gesundheit-Interaktion <https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/med/profs/klimawandel-gesundheit/forschung/trigger/> und <https://trigger-project.eu/meet-team/>
- Planetary Health-Kurs in **Kooperation mit Ludwig-Maximilians-Universität München und Uni Regensburg**: Entwicklung eines Online-Kurses, der in den Lehrplan diverser Universitäten integriert werden soll <https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/med/profs/klimawandel-gesundheit/forschung/planetary-health/>
- Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA) https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/fai/geo/forschung/projekte/2020-2018_tara_phy/

Universitätsklinikum Heidelberg

Heidelberger Institut für Global Health (HIGH)

Das HIGH gehört zum Universitätsklinikum Heidelberg. Die Arbeitsgruppe „Klimawandel, Ernährung und Gesundheit“ fokussiert sich auf die „Bestimmung der Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit mit besonderem Schwerpunkt auf ernährungsbedingten Krankheiten in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen“. ³⁹ Kooperiert wird unter anderem mit dem PIK sowie der Charité.

Publikationen:

- Schwerdtle, P., Bowen, K., McMichael, C. (2018). The health impacts of climate-related migration. In: *BMC Med.* 16:1. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0981-7>.
- Augustin, J., Sauerborn, R., Burkart, K., Endlicher, W., Jocher, S., Koppe, C., Menzel, A., Mücke,

39 Homepage HIGH, AG Klimawandel, Ernährung und Gesundheit: <https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/heidelberger-institut-fuer-global-health/groups-projects/working-groups/climate-change-nutrition-and-health>

H.-G., Herrmann, A. (2016). Gesundheit. In: Brasseur, G. P., Jacob, D., Schuck-Zöller, S. (Hrsg.). Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven (S. 137–146). Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50397-3>.

Projekte:

- Climate change-related migration, nutrition and health in the pacific island countries
<https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/heidelberger-institut-fuer-global-health/groups-projects/working-groups/climate-change-nutrition-and-health/research>
- Heat-health action plans for Germany and the potential of general practitioners
<https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/heidelberger-institut-fuer-global-health/groups-projects/working-groups/climate-change-nutrition-and-health/research>

2.4 Fazit

Im Rahmen der Sondierungsstudie zeigt sich, dass es eine Vielzahl an gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels gibt, die zum einen direkt durch die Klimaveränderung und ihre Folgen hervorgerufen werden oder aber indirekt durch unterschiedliche Wirkmechanismen entstehen können. Neben den direkten oder primären Folgen lassen sich die indirekten Folgen idealtypisch in sekundäre und tertiäre Folgewirkungen differenzieren. Dazu setzen sich in Deutschland (wie international) zahlreiche Institutionen wissenschaftlich mit der Thematik auseinander und es gibt eine Vielzahl an Projekten und Veröffentlichungen, die einzelne Themenbereiche fokussieren. Mit dieser Sondierungsstudie soll ein erster Überblick über die Forschungslandschaft gegeben, Forschungsschwerpunkte und offene Forschungsfragen benannt werden. Wie es sich zeigt, handelt es sich beim Forschungsfeld „Klima und Gesundheit“, betrachtet und skizziert über drei Ebenen hinweg (primäre, sekundäre und tertiäre Ebene), um einen sehr breiten und komplexen Themenbereich, der sich durch eine Vielzahl an Forschungsfragen, Ansätzen und Methoden erkunden lässt. Entsprechend umfangreich sind die Forschungsansätze und die Forschungslücken einzuschätzen. Einigkeit besteht weitgehend darüber, dass die Folgen der vom Menschen verursachten Klimaveränderungen bereits heute deutlich sichtbar sind. Je nach Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen zur Eindämmung der Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur und deren Folgewirkungen wird auch zukünftig mit zunehmenden Risiken für die menschliche Gesundheit zu rechnen sein (z. B. Haas et al. 2019; TraidlHoffmann u. Trippel 2021 u. v. m.).

Einen wesentlichen Schwerpunkt der Forschung bilden die gesundheitlichen Folgen erhöhter Temperaturen und des Hitzestresses, zumal zunächst von einer weiteren Zunahme von Betroffenen auszugehen ist. Im Fokus stehen die hitzebedingten Einflüsse auf die physische und psychische Morbidität und die Mortalität. Neben den vielfältigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen, vom Sonnenbrand mit Hautkrebsrisiko bis hin zum Hitzschlag mit Todesfolge, werden die negativen Einwirkungen bei Vorerkrankungen sowie das Zusammenwirken mit der demografischen Entwicklung in den Blick genommen. Dies, zumal gerade ältere Personen durch Hitze bei gleichzeitig häufigerem Vorliegen von Vorerkrankungen größeren Gesundheitsrisiken ausgesetzt sind. Zu den vulnerablen Gruppen zählen zudem Kinder und im Freien beschäftigte Personen.

Hinsichtlich der Pathophysiologie der Außenluft-Temperatureinwirkungen wird ein weiterer Bedarf an Forschung deklariert. So ist es etwa unklar, warum veränderte Außentemperaturen überregional die Gesundheit beeinflussen, obwohl sich beispielsweise alte Menschen seltener im Freien aufhalten. Zudem wird der Bereich der psychischen und kognitiven Funktionen dieser Personengruppe als vergleichsweise neuer Forschungsbereich ausgewiesen. Ein Gebiet, das es ebenfalls weiter zu erforschen gilt, ist das komplexe Zusammenwirken von hohen Temperaturen mit Luftschadstoffen. Forschungsnotwendigkeit wird in diesem Kontext auch hinsichtlich des Zusammenhangs von UV-Strahlung und -Exposition mit Haut-/Hautkrebs Erkrankungen gesehen. Zum einen sind es verschiedene Einflussfaktoren, die für die Gesundheitsgefährdung relevant sind (Genetik, Alter u. a.), jedoch mangelt es auch an (Vergleichs-)Studien (Hertig u. Schneider 2021; Augustin et al. 2021). Im Österreichischen Report zu Gesundheit, Demographie und Klimawandel (2019) wird die

Dringlichkeit der Beschäftigung mit Luftschadstoffen angesichts vieler Unsicherheiten hervorgehoben.

Im Rahmen des Policy Brief für Deutschland 2021 des Lancet Countdown on Health on Climate Change wird festgestellt, dass es in vielen Städten und Kommunen noch immer an Hitzeaktionsplänen fehlt. Ebenso ist die Einbindung von Vertretern des Gesundheitssektors (Ärzteschaft, Pflege, Rettungsdienste, Kliniken) bei deren Erarbeitung nicht zufriedenstellend, wäre jedoch der Funktionalität der Pläne dienlich.

Als vordringlich definiert werden des Weiteren (Lancet Countdown 2021)

- die Priorität des Schutzes der Gesundheit vor Hitze gesetzlich zu regeln und für eine entsprechende Ausstattung zu sorgen,
- Zuständigkeiten zu klären (z.B. in Landesgesetzen) und Verantwortlichkeiten (z.B. öffentlicher Gesundheitsdienst, Bevölkerungs- und Katastrophenschutz) festzulegen,
- Bau- und Arbeitsschutzgesetze entsprechend anzupassen,
- Strukturen zu entwickeln, die geeignet sind, mit Hitze in Zusammenhang stehende Krankheitseffekte und Sterbefälle zu dokumentieren und dabei Vergleichbarkeit mit den Daten anderer Länder sicherzustellen (Lancet Countdown 2021).

Da die gesundheitsbezogenen Einwirkungen von Hitze längst nicht flächendeckend erfasst sind, wird es als sinnvoll betrachtet, eine breitere Analyse anzustreben (z. B. weitere Bevölkerungsgruppen und Versorgungsbereiche einzubeziehen) (Klauber u. Koch 2021). Darüber hinaus bestehen die Anliegen (Herrmann et al. 2021):

- Wissen über tagesgenaue Daten zur Untersuchung von temperatursensiblen Erkrankungen zu gewinnen – für den ambulanten Sektor werden diese als hilfreich bei der Diagnose betrachtet und
- über alltagsnahe Anpassungsstrategien und wissenschaftlich fundierte Weiterbildungskonzepte zu verfügen, um während Hitzewellen umfassenderen Gesundheitsschutz gewährleisten zu können (auch in Hausarztpraxen).

Im Kontext der **sekundären Folgen** (vermittelt durch das Ökosystem) verändern sich aufgrund der erhöhten Durchschnittstemperatur sowie der häufigeren und längeren Hitzeperioden **Vegetationszonen** und es breiten sich eingewanderte **Arten** aus. Diese Begebenheiten und ihre gesundheitlichen Folgen bilden einen umfangreichen **Schwerpunkt der Forschung** (z. B. Pollen/Allergene, vektorübertragene Erkrankungen bzw. Infektionskrankheiten übertragende Viren, Bakterien, Parasiten und weitere Mikroorganismen) (z. B. Haas et al. 2019; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021 etc.)

Pollen sind bedeutsame Allergieauslöser (auch Pilzsporen). Infolge der Klimaveränderung kommt es zu anderen Verbreitungsmustern und deren Allergenität steigt. Dazu können von Wetterextremen Probleme für Asthmatiker ausgehen und hohe Temperaturen wirken sich ungünstig auf Entzündungsprozesse aus. Eingefordert werden beispielsweise weitere transdisziplinäre Forschungen zum Verständnis der Erkrankungen Asthma und Allergien sowie zu den relevanten Umwelteinflüssen und

nicht zuletzt Studien, die auf Langzeitbeobachtungen beruhen. Gegenstand der Forschung sollten darüber hinaus Therapie und Diagnostik sein, Maßnahmen für die Prävention und Vorsorge sowie Maßnahmen zur Linderung der Betroffenheit. Informations- und Präventionskampagnen werden als wichtige Hebel ausgemacht⁴⁰, um die volkswirtschaftlichen Kosten, die mit Allergien einhergehen, einzugrenzen (z. B. Ludwig et al. 2021; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021; Augustin et al. 2021).

Mit Blick auf die Verbreitung der von **Vektoren übertragenen Gesundheitsbeeinträchtigungen** wird ebenfalls weitere Forschung eingefordert (z. B. Haas et al. 2019; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021). **Zecken** sind in Europa bedeutende Überträger von Infektionskrankheiten. Klimaveränderungen sind ursächlich für ihre Verbreitung wie auch Landnutzungsänderungen und das Verhalten der Menschen. Für Nordeuropa wird eine weitere Verbreitung prognostiziert (z. B. Vorkommen in höheren Breitengraden). Forschungsseitig sollten Möglichkeiten geschaffen werden, Klimafolgen und deren Einfluss auf die Verbreitung von Borreliose (regionalspezifisch) in Deutschland vorhersagen und Handlungsempfehlungen geben zu können (Lotto-Batista 2021). Von Relevanz sind Überwachungsprogramme für unterschiedliche Arten von Vektoren, verbunden mit der Pflicht, Infektionskrankheiten zu melden, um potenziell geeignete Lebensräume frühzeitig erkennen und gegensteuern zu können. Forschungslücken finden sich außerdem im Bereich der Ausbreitung von **Blaualg**en und ihrer Toxigenität sowie im gesamten Bereich der **Mikroorganismen**. Nicht abschließend beantwortet sind alle Fragen, die mit den **Klimafolgen für die Landwirtschaft** und für den **Nährstoffgehalt der Pflanzen** in Verbindung stehen.

Bezogen auf die **tertiäre Ebene** gilt es beispielsweise, die Erforschung klimabedingter **Migration** als solches (ein multifaktorielles Geschehen) sowie die damit in Verbindung stehenden physischen und psychischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen mit Erkenntnissen zu unterfüttern. Langfriststudien (die Beobachtungen am Ankunftsort/im Ankunftsland längerfristig mit einschließen) könnten den Erkenntnisstand erweitern. Von Interesse in diesem Kontext sind auch die Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf das Migrationsgeschehen (z. B. Augustin 2018). Der Zusammenhang von **(bewaffneten) Konflikten** mit Klimafaktoren und anderen Variablen stellt ebenfalls ein breites, nicht hinreichend erschlossenes Forschungsfeld dar.

Gesundheitssysteme sehen sich mit der Herausforderung konfrontiert, angesichts der klimabedingten Risiken für die Gesundheit der Menschen Anpassungsleistungen zu erbringen und notwendige **Kompetenzen auszubilden** (Ausbildung, Fort- und Weiterbildung). Dazu gehört es auch, eine **passfähige Versorgung und Pflege** gewährleisten zu können. Insgesamt muss es das Ziel sein, die gesellschaftliche Resilienz gegenüber klimabedingten Gesundheitsbeeinträchtigungen zu stärken. Um dies

40 Hierzu führen Augustin et al. aus: „Die bereits entwickelten Patientenschulungen zu Neurodermitis und Anaphylaxie sollten – ähnlich wie die für Asthma – allen Betroffenen zur Verfügung stehen und von den Krankenkassen erstattet werden. Die Schulung von erziehendem und lehrendem Personal würde zu einer besseren Situation von allergiekranken Kindern beitragen (Augustin et al. 2021: S. 140).

leisten zu können, bedarf es gleichermaßen einer Stärkung der Resilienz der Gesundheitssysteme (Hefele u. Gaus 2019; Herrmann 2021; Traidl-Hoffmann u. Trippel 2021g; Krebs et al. 2021).

Mit Blick auf das Gesundheitswesen und dessen **Klimafußabdruck** wird nach den Ausführungen im Policy Brief des Lancet Countdowns (2021) zwar eine umfanglichere Wahrnehmung des Problems ausgemacht, jedoch werden die ergriffenen Maßnahmen als nicht ausreichend bezeichnet.

Bemängelt werden in diesem Zusammenhang:

- eine unzureichende interdisziplinäre Expertise,
- das Fehlen verpflichtender standardisierter Treibhausgasbilanzen in diesem Bereich,
- die Abwesenheit von rechtlichen und politischen Regelungen, die Klimaschutzmaßnahmen einfordern (z. B. entsprechende Kriterien für den Erhalt von Fördermitteln) und
- die geringe Beteiligung von Einrichtungen bei der freiwilligen Ausbildung von Klimamanagerinnen und -managern.

Dabei soll es auch darum gehen, zum Beispiel Ressourcenschonung/Klimaneutralität in den Praxen umzusetzen. Dies macht Vergleichsdaten zum treibhausgasbezogenen Fußabdruck zahlreicher Geräte und Materialien erforderlich (z. B. Einfach- und Mehrfachnutzung von Gegenständen) (Herrmann et al. 2021), um nur ein Beispiel zu nennen.

Nicht zuletzt ist über alle Ebenen hinweg (primär, sekundär, tertiär) bezogen auf die **mentalen und psychischen Folgen** (weiterer) Forschungsbedarf zu attestieren. Dies gilt sowohl für Hitzestress und die langfristigen gesundheitlichen Folgen von klimabedingten Extremereignissen, wie zum Beispiel Stürme und Überflutungen, als auch für Migration im Zusammenwirken mit weiteren Variablen. Auch für die unter dem Label „Klimaangst“ gefassten Aspekte der wissenschaftlichen Diskussion wird weitere Forschung als wünschenswert beschrieben.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich Menschen mit Klimafolgen regional sehr unterschiedlich konfrontiert sehen. Betagte, kranke und ökonomisch benachteiligte bis hin zu in Armut lebende Menschen sehen sich den Klimafolgen und den damit verbundenen gesundheitlichen Risiken in verstärktem Maße ausgesetzt (z. B. Haas et al. 2019). Ärmeren Ländern oder Ländern, in denen kriegerische Zustände vorherrschen, fehlt es häufig an Anpassungsleistungen und an einem tragfähigen Gesundheitssystem.

Klimaschutz ist Gesundheitsschutz, eine viel getätigte und treffende Aussage, die sich auch im Zitat von Dieter Lehmkuhl (2020) zur Frage, was zu tun ist, widerspiegelt:

„Bisher wird der Zusammenhang zwischen Gesundheit und Klimawandel weder in der Klima- noch in der Gesundheitspolitik genügend berücksichtigt. Im Bundesgesundheitsministerium war er bislang kaum Thema. Gesundheit muss jedoch in allen klimarelevanten Sektoren (zum Beispiel im Verkehrs-, Agrar- und Energiesektor)

ressortübergreifend berücksichtigt werden (health in all policy).“ (Lehmkuhl 2020, S. 27) Es braucht Kooperationen über Ressortgrenzen und Fachdisziplinen hinweg, um die so wichtigen Problemlösungen erarbeiten zu können – die Akteure des Gesundheitswesens sowie zivilgesellschaftliche Akteure eingeschlossen.

3 AP 2: Expert*inneninterviews

3.1 Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Zielsetzung: Die Umsetzung und Auswertung der Expert*inneninterviews zielen darauf ab, die in der Forschungslandkarte und im Synthesbericht identifizierten Forschungsfelder und -ergebnisse sowie Hinweise auf relevante Akteure / Institutionen zu vertiefen. Darüber hinaus dient sie zur Aufbereitung einer Ausgangsbasis für die Durchführung einer Fokusgruppe mit Forschenden aus diesem Themenbereich. Die Primärdatenerhebung erscheint hinsichtlich des vergleichsweise neuen, breit und dynamisch angelegten Forschungsfeldes zielführend (z. B. insbesondere zur Integration aktueller Entwicklungen in der Forschung, zum Identifizieren zukünftiger Forschungsschwerpunkte und -fragen sowie der aktuell Forschenden). Ziel ist es, über diese qualitativ und explorativ angelegte Befragung von Expert*innen aus dem Themenfeld, spezifisches Wissen unter Einbezug unterschiedlicher, qualifizierter Perspektiven zu generieren.

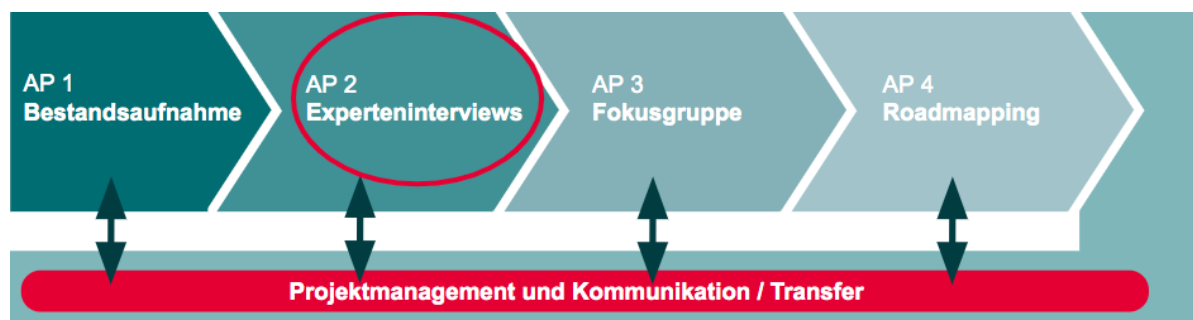


Abbildung 3 Projektdesign (AP 2)

Methodisches Vorgehen: An das Projektziel und die Ergebnisse der Recherche anknüpfend wurden relevante Frageninhalte identifiziert und kriteriengestützt potenzielle Interviewpartner*innen ausgewählt. Das Anliegen war es dabei Expert*innen aus dem Bereich der Forschung auszuwählen, die häufig zu einschlägigen Themen veröffentlichen, in Veröffentlichungen zitiert werden und/oder über eine gute Vernetzung sowie Überblickswissen verfügen. Darüber hinaus war es ein wichtiges Kriterium, möglichst die Perspektiven von Vertreter*innen aller relevanten Akteursgruppen (z.B. Psycholog*innen, Epidemiolog*innen, Meteorolog*innen, Klimaschützer*innen, Biolog*innen) einzuholen.

Anknüpfend an die projektbezogenen Zielsetzungen und die identifizierten Themen wurde ein Gesprächsleitfaden entwickelt. Bei der Entwicklung des Leitfadens wurde ein besonderes Augenmerk darauf gerichtet, dass über alle Interviews hinweg Inhalt und Wortlaut unverändert genutzt werden können, um eine Vergleichbarkeit der Antworten zu gewährleisten.

Der Gesprächsleitfaden umfasste im Wesentlichen vier Fragencluster. Zwei Einstiegsfragen, welche die Rolle und die Relevanz der Thematik erfassen, die Dauer der Beschäftigung mit dem Themenfeld "Klimawandel und Gesundheit" erfragen sowie die inhaltliche Perspektive auf das Thema skizzieren.

Daran schlossen sich folgende weitere Fragencluster an:

- Aktuelle Themenschwerpunkte und zukünftige Forschungsbedarfe
- Zentrale forschende Akteure, Kooperation und Vernetzung
- Handlungsfelder und mögliche Aktivitäten der Krankenkassen

Die Fragen wurden als offene Fragen konzipiert und mit Fokus auf die identifizierten Themenbereiche ausformuliert. Zum Gegenstand der Einzelfragen siehe Tabelle 1.

Die Zusammenfassung der Antworten zum Abschnitt „Rolle der Krankenkassen“ fließt in die weitere strategische Ausrichtung der BARMER zum Thema Klima und Gesundheit ein und kann hier entsprechend nicht veröffentlicht werden.

Tabelle 1 Übersicht Themenschwerpunkte Gesprächsleitfaden

Fragencluster	Gegenstand der Einzelfragen
thematischer Einstieg	<ul style="list-style-type: none"> • Rolle die dem Themenfeld auf einer Skala zwischen 1 (= geringe Bedeutung) und 10 (= zentrale Bedeutung) beigemessen wird sowie Zeitdauer der Beschäftigung damit • themenbezogene Arbeitsschwerpunkte
Aktuelle Themenschwerpunkte und zukünftige Forschungsbedarfe	<ul style="list-style-type: none"> • Folgen des Klimawandels für die Gesundheit, die als gut bis sehr gut beforscht wahrgenommen werden. • Forschungsfelder, die es zukünftig vermehrt in den Blick zu nehmen gilt bzw. bislang noch kaum erforscht sind und die dazu zu formulierenden Forschungsfragen
Zentrale forschende Akteure, Kooperation und Vernetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Akteure der Forschung, die sich mit der Thematik bzw. Einzelthemen tiefgründig beschäftigen. • Rolle von Kooperation und Vernetzung für die Entwicklung von Problemlösungen sowie Akteure, die notwendigerweise zusammenarbeiten sollten
Handlungsfelder und mögliche Aktivitäten der Krankenkassen	<ul style="list-style-type: none"> • Beitrag, den Krankenkassen im Allgemeinen und als forschende Akteure zum Themenbereich leisten können • Wissenschaftliches Potenzial der Routinedaten der Krankenkassen sowie Potenziale durch die Kombination von Datenquellen

Im Rahmen der abschließenden resümierenden Fragestellung wurden die Befragten gebeten, die drei Themen zu benennen, „die in einer zukünftigen Forschungslandschaft zum Thema Klima/-risiken und Gesundheit auf keinen Fall fehlen dürfen“. Nach Abschluss der Befragung wurde die Fokusgruppe vorgestellt und die Befragten zur Teilnahme eingeladen.

Die Interviews wurden in Form von leitfadengestützten digitalen Face-to-Face-Interviews über Google Meet umgesetzt. Insgesamt wurden acht Interviews realisiert. Dabei handelt es sich um sieben Einzelinterviews und ein Interview, dem teilweise zwei

Befragte mit ähnlichem fachspezifischem Hintergrund, jedoch sehr unterschiedlichen Ausprägungen, was den Arbeitsfokus betrifft, beigewohnt haben.

Eine Übersicht der Institutionen, aus denen Personen für ein Interview rekrutiert werden konnten, gibt die nachfolgende Tabelle 2.

Tabelle 2 Übersicht Institutionen der Interviewpartner*innen

Institution
Hochschule Fulda, Forschungsschwerpunkt Klimawandel und Gesundheit
KLUG - Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V., Geschäftsführung und Inhaltliche Leitung
Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, Arbeitsgruppe Angewandte Nachhaltigkeitsforschung, Leitung
Potsdam Institute for Climate Impact Research, Department Climate Resilience, Working Group Climate Change and Health
Psychologists for Future, https://www.psychologistsforfuture.org/
Universität Augsburg, Medizinische Fakultät, Professur für Regionalen Klimawandel und Gesundheit
Universität Augsburg, Medizinische Fakultät, Lehrstuhl für Umweltmedizin, Direktorin der Ambulanz für Umweltmedizin, Technische Universität München, Fakultät Medizin, Professur Umweltmedizin, im Vorstand von KLUG (u.a.)
Universität für Wirtschaft und Recht (EBS Business School), Wiesbaden und Oestrich-Winkel, Psychologists for Future
Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung, Deutscher Wetterdienst, Außerplanmäßiger Professor

Die Interviews wurden mit Einverständnis der Befragten aufgezeichnet und im Anschluss stichwortartig transkribiert und anonymisiert. Die Auswertung erfolgte computergestützt. Gewählt wurde hier eine inhaltlich-strukturierende Vorgehensweise, in der das Datenmaterial systematisch nach festgelegten Themenschwerpunkten (siehe Fragencluster Tabelle 1) strukturiert ausgewertet und im diskursiven Austausch innerhalb des Projektteams verdichtet wurde.

3.2 Zentrale Ergebnisse aus den Interviews

3.2.1 Blick auf das Themenfeld und dessen Relevanz

Dauer der Beschäftigung mit projektrelevanten Themen: Die Befragten beschäftigen sich zwischen 3 Jahren und ca. 35 Jahren mit dem Themenkomplex Klimawandel und Gesundheit. Die Hälfte (vier) der Befragten beschäftigt sich seit etwa 20 Jahren mit der Thematik und zwei der Befragten seit etwa 15 Jahren.

Arbeitsschwerpunkte der Interviewpartner*innen: Das Spektrum der Themen, zu denen die Befragten arbeiten, ist breit:

- grundlegende Konzepte Planetary Health, Global Health,
- vielfältige Folgen der thermischen Belastung für Mensch, Tier und Pflanzen sowie deren Wechselbeziehungen,
- klimaneutrale Gestaltung der Gesundheitsversorgung, auch in Krankenhäusern, sowie die Rolle und Wirkung der Krankenkassen bezogen auf Klimaschutz und Klimaanpassung.

Dabei werden sowohl Fragestellungen bearbeitet, die spezifische städtische Problemstellungen im Blick haben, wie auch Fragen, die sich mit psychischen Auswirkungen auseinandersetzen (z.B. Klimaangst, motivationale Aspekte klimaaktiv zu sein und deren Rückwirkungen). Ebenso geht es um das Thema Resilienz, sowohl bezogen auf den Gesundheitserhalt, als auch im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Handlungsfähigkeit der Gesundheitssysteme, angesichts der sich verändernden Herausforderungen.

Ebenso steht es im Fokus der Forschung, bereits vorhandenes themenspezifisches Wissen über maschinelles Lernen zugänglich zu machen, sowie in Sachen Nachhaltigkeit, nicht allein im schulischen Kontext aus- und weiterzubilden.

Die Interviewpartner*innen bemessen der **Dringlichkeit der Thematik** auf einer Skala mit den Werten 1 bis 10 (1 = nicht dringlich, 10 = sehr dringlich) die **Werte 6 bis 10** zu. Wobei fünfmal die Stufe 10⁴¹ und zweimal die Werte 8 und 9 zugeordnet wurden.

Begründet wird die hohe Relevanz, die dem Thema beigemessen wird damit, dass:

- es um die Bewohnbarkeit des Planeten geht,
- das Geschäftsmodell der Krankenkassen einbricht, weil das bestehende System unter diesen Bedingungen nicht mehr finanzierbar sein wird.

Wurden Werte unter 10 genannt, so wurde dies damit begründet, dass der Klimawandel vielfältige Auswirkungen hat und nicht allein die Gesundheit betrifft. Auch wird in diesem Zusammenhang die Frage nach einer nachhaltigen gesellschaftlichen Transformation adressiert, die ein gutes Leben ermöglicht. Es wird angesichts von

41 Zwei der Befragten antworteten mit Werten außerhalb der Skala (15 und 20). Es wird davon ausgegangen, dass sie damit die Dringlichkeit in besonderem Maße unterstreichen wollen. Da diese Werte nicht von der Skala abgebildet werden, wurden beide Aussagen dem Wert 10 zugeordnet.

Klimawandel und weiteren Umweltveränderungen, wie Biodiversitätsverlusten, Verschmutzung und weiteren Sachverhalten, die Notwendigkeit gesehen, “well being” oder eine “well being society” zusammenzudenken. Ein*e Interviewpartner*in unterstreicht hierbei die Bedeutung von Kooperationen, die es braucht, um den gegenwärtigen Problemlagen entgegentreten zu können, und bewertet diesen Aspekt explizit mit 10. Die zwei Befragten, die Werte über 10 vergeben haben, betrachten die Klimakrise und die Gesundheitskrise als zwei Seiten einer Medaille – und damit als untrennbar miteinander verbunden.

3.2.2 Aktuelle Themenschwerpunkte und zukünftige Forschungsbedarfe

3.2.2.1 Gut bis sehr gut beforschte Themenfelder

Die globalen Veränderungen des Klimas sind bekannt und für viele Aspekte gibt es eine wissenschaftliche Evidenz für deren Einwirken auf die menschliche Gesundheit, so die verbreitete Wahrnehmung unter den Befragten.

Als **gut beforscht** wird die Auswirkung von Hitze bzw. Hitzeperioden auf die menschliche Gesundheit wahrgenommen. Erkenntnisse liegen auch zur Zunahme von Infektionskrankheiten vor, die durch Vektoren (z.B. Mücken, Zecken) übertragen werden. Ebenso wie bei Pollen (Verursacher von Allergien) verändern sich deren Ausbreitungsgebiete, zumal höhere Umgebungstemperaturen für günstige Bedingungen sorgen (siehe Tabelle 3).

Weitere Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit der Entwicklung von Hitzeleitplänen oder adressieren das Thema Ernährung, Ernährungs- und Nährstoffmangel. Als vergleichsweise gut beforscht wird zudem der Themenbereich mentale und psychische Belastungen vorgestellt. Insbesondere Traumata und posttraumatische Belastungsstörungen, hervorgerufen durch die Wirkmächtigkeit von Naturkatastrophen, werden als gut untersucht betrachtet. Bei dem Phänomen der Klimaangst handelt es sich um ein junges Forschungsfeld, zu dem ebenfalls erste Studienergebnisse vorliegen.

Tabelle 3 Übersicht gut beforschter Themenschwerpunkte

Forschungsfeld Hitze
<ul style="list-style-type: none"> • Mortalität • Effekte auf den Körper (z.B. Hitzschlag, kardiovaskuläre Erkrankungen) • Arbeitsunfähigkeit, Einschränkung Leistungsfähigkeit • Pollen, Allergene und ihre Wirkung auf die Gesundheit • Zusammenspiel mit Luftverschmutzung und Zusammenwirken mit anderen (Luft-)Schadstoffen und deren Auswirkungen auf Gesundheit • Zunahme vektorübertragener Infektionskrankheiten (z.B. durch Mücken, Zecken) • Hitzeleitpläne • Ernährungs- und Nährstoffmangel

Forschungsfeld mentale / psychische Belastungen / Klimaangst

- Traumata und posttraumatische Belastungsstörungen, z.B. verursacht durch Extremwetterereignisse, Naturkatastrophen und deren Folgen
- Zunehmende Aggressivität bei Hitze (auch körperlicher Gewalt)
- Phänomen der Klimaangst, im Sinne einer Angst vor dem Klimawandel⁴²

Das vorliegende Wissen wird als gute Ausgangsbasis erachtet, um Handlungsfähigkeit herzustellen (z.B. „*Wir haben eine solide Wissensbasis, auf der wir aufbauen können und mit der wir arbeiten können.*“). Die als gut beforscht ausgewiesenen Themen werden jedoch nicht als abschließend bis in jedes Detail untersucht vorgestellt, was sich in der Identifizierung weiterer Forschungsbedarfe widerspiegelt (siehe nachfolgendes Kapitel).

3.2.2.2 Forschungsfelder, die vermehrt in den Blick zu nehmen bzw. noch wenig beforscht sind

Die von den Befragten ausgemachten Forschungsbedarfe lassen sich nach unterschiedlichen Themen gruppieren. Die folgenden Themenbereiche und Detailfragen konnten identifiziert werden:

Hitze, nicht übertragbare und übertragbare Krankheiten

Ein Bedarf an weiterer Forschung wird hinsichtlich der **Auswirkungen von Hitze auf (typische) nicht übertragbare und übertragbare Krankheiten** formuliert (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 Forschungsthemen/-bedarfe Hitze und nicht übertragbare Krankheiten

Forschungsbedarf: Auswirkungen von Hitze auf nicht übertragbare und übertragbare Krankheiten

- Nicht übertragbare Krankheiten
- Auswirkungen von Klimawandel und Umweltverschmutzung auf z. B. Alzheimer, Demenz, Depressionen und chronisch entzündliche Erkrankungen des Nervensystems (z.B. Multiple Sklerose)
- Verständnis des Zusammenhangs von Hitze und Diabetes (molekulare Mechanismen)
- Veränderungen des Auftretens, der Wirkmächtigkeit und der gesundheitlichen Wirkungen von Pollen / Allergien
- Übertragbare Krankheiten
- Vektor vermittelte Erkrankungen / Infektionskrankheiten nehmen zu, Zoonosen (z.B. Zecken, Mücken)

⁴² Klimaangst wird nicht per se als pathologische Erkrankung, sondern als realistische Reaktion auf die Veränderungen des Klimas angesehen ("sie kann nicht austherapiert werden").

Als dringend zu bearbeitende Forschungsthemen und -fragen werden ausgewiesen:

- Wie wirken sich Klimawandel und Umweltverschmutzungen auf Krankheiten wie Alzheimer, Demenz, Depressionen und chronisch entzündliche Erkrankungen des Nervensystems (z.B. Multiple Sklerose) aus?
- Wie lässt sich der Zusammenhang zwischen Hitze und Diabetes erklären? Wie funktionieren die molekularen Mechanismen?
- Wie verändern sich Auftreten und Wirksamkeit sowie insgesamt die gesundheitlichen Wirkungen von Pollen?

Darüber hinaus wird es mit Blick auf **übertragbare Krankheiten**, die aufgrund der Klimakrise zunehmen (z.B. Zoonosen), als notwendig erachtet, weitere Forschungsarbeiten anzustrengen. Wichtige Fragen, die es zu klären gilt, sind:

- Welche übertragbaren Krankheiten nehmen zu?
- Wie werden sich vektorübertragene Erkrankungen und Infektionskrankheiten (z.B. durch Zecken, spezifische Mückenarten) und die damit verbundene Krankheitslast zukünftig entwickeln?

Wechselbeziehungen und -wirkungen zwischen Klima- und Umweltrisiken und damit einhergehende gesundheitliche Beeinträchtigungen

Umfänglicher Forschungsbedarf wird der Analyse von Wechselbeziehungen und -wirkungen, die sich aus dem Zusammenwirken mehrerer Klima- und Umweltrisiken ergeben sowie deren Folgen für die menschliche Gesundheit, attestiert.

Im Vordergrund stehen hierbei Wechselwirkungen zwischen Hitze und Luftschadstoffen sowie weiteren Schadstoffen in der Luft (z.B. Ozon, Feinstaub, Stickoxide, Pollenkonzentration, UV-Strahlung (siehe Tabelle 5)). Dazu braucht es Modelle und Möglichkeiten, um multifaktorielle Zusammenhänge über längere Zeiträume und an unterschiedlichen Orten zu erfassen und abzubilden. Ebenso gilt es, Optionen zu entwickeln bzw. Studien umzusetzen, die sozio-kulturelle Aspekte in die Betrachtung einbeziehen.

Tabelle 5 Wechselbeziehungen zwischen Klima- und Umweltrisiken und deren Wirkung auf die Gesundheit

Forschungsbedarf: Wechselbeziehungen / -wirkungen von Klimarisiken und gesundheitlichen Beeinträchtigungen

- Wechselbeziehung zwischen Temperaturanstieg und der Menge an (Luft-)Schadstoffen
- Grundlagenforschung sowie anwendungs- und umsetzungsbezogene Forschung zu Hitze, UV-Strahlung und menschlichem Verhalten
- Abbildung von Komplexität im Sinne multifaktorieller Zusammenhänge in Raum und Zeit
- Integrierte Berücksichtigung individueller, sozialer, kultureller und umweltbezogener Faktoren

Diesem Themenkomplex zuordenbare Forschungsthemen und -fragen, die angesprochen wurden, sind:

- Wie wirkt die Wechselbeziehung zwischen Temperaturanstieg und (Luft-) Schadstoffen (z.B. bodennahes Ozon, Feinstaub, Stickoxide, Pollenbelastung) und wie schlagen sich diese auf die menschliche Gesundheit nieder?
- Wie wirkt sich Hitze in Bezug auf physische Faktoren lokal aus (insbesondere im urbanen Raum) und wie kann eine – soziale Faktoren integrierende – Untersuchung erfolgen?
- Forschungsbedarf zum Thema Hitze sowie UV-Strahlung und deren Wirkung auf die Gesundheit, unter Berücksichtigung menschlichen Verhaltens (z.B. Freizeitverhalten).
- Langfristige Untersuchungen der Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit.
- Bedarf an Studien, die individuelle, soziale, kulturelle und umweltbezogene Faktoren gleichermaßen in die Analyse einbeziehen.
- Für Studien zur Abbildung der Komplexität bzw. der multifaktoriellen Zusammenhänge in Raum und Zeit braucht es Medizininformatik, Bioinformatik, Biostatistik.

Komplexe multifaktorielle Studien und Analysen werden insgesamt noch als mit Herausforderungen behaftet betrachtet (z.B. gibt es die dafür notwendige Rechenkapazität erst seit Kurzem).

Mentale Beeinträchtigungen, psychische Belastungen und Klimaangst

Psychische Belastungen, wie mentale Beeinträchtigungen durch Klimafolgen und insbesondere Klimaangst, sind im Rahmen der Forschung zu Klimarisiken und Gesundheit noch vergleichsweise junge Forschungsthemen. Etwas anders stellt sich die Situation hinsichtlich Traumata und traumatischer Belastungsstörungen dar, die z.B. durch Extremwetterereignisse und deren Folgeerscheinungen hervorgerufen werden, wengleich auch dazu weitere (Langzeit-)Untersuchungen als wünschenswert betrachtet werden. Insgesamt befassen sich jedoch bislang in Europa noch wenige Studien und Berichte mit den psychischen Konsequenzen der Klimakrise.

Tabelle 6 Mentale Beeinträchtigung, psychische Belastungen, Klimaangst

Forschungsbedarf: Mentale Beeinträchtigung, psychische Belastungen, Klimaangst
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Effekte der Klima- bzw. Zukunftsangst (Symptom eines Problems, keine Krankheit) und deren Konsequenzen • Entwicklung epidemiologischer Modelle psychischer Auswirkungen der Klimakrise • Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur (Hitze) und kognitiver Leistungsfähigkeit

Die Forschungsthemen und -fragen, die diesen Themenkomplex adressieren, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wie stellt sich der Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur (Hitze) und kognitiver Leistungsfähigkeit (Denkvermögen, Konzentration, Motivation, Kreativität) dar?
- Welche Bedeutung hat der Klimawandel für die psychische Gesundheit (z.B. Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur (Hitze) und Anstieg an Depressionen⁴³)?
- Welche Effekte gehen mit der Klima- bzw. Zukunftsangst einher, die mit der abnehmenden “planetaren Gesundheit” in Verbindung stehen?
- Es bedarf der Generierung empirischen Wissens auf Basis der Entwicklung und Anwendung epidemiologischer Modelle zur Abbildung der psychischen Auswirkungen der Klimakrise.
- Die gesamte Lebenszeitperspektive gilt es vertiefend zu erforschen (z.B. Einflüsse von chronischen Atemwegserkrankungen auf die Psyche), auch unter Berücksichtigung sozialer Aspekte, diese potenzieren sich über die Lebenszeit⁴⁴. Studien dazu werden auch für die Folgen von Umwelt- und Klimakrisen gebraucht (Längsschnittstudie dauert 20-40 Jahre → Zeitfaktor?)

Überdies wird insgesamt ein Mangel im Herstellen eines Zusammenhangs zwischen psychischer Belastung und Erkrankung ausgemacht. Nicht zuletzt wird die Frage aufgeworfen, was notwendig ist, um die gesellschaftliche Stimmung dahin zu bringen bzw. den Druck so zu erhöhen, dass notwendige strukturelle Veränderungen bewirkt werden können (Veränderungen durch Politik und gesellschaftliches Engagement).

Intervention und Prävention

Intervention und Prävention sind Themenbereiche, die von den Befragten aufgrund ihrer Dringlichkeit mehrfach hervorgehoben werden. Zum einen sind es die Entwicklung passgenauer Interventionen und deren zielführende Umsetzung (vor allem auch in Akutsituationen) sowie die Messung von deren Wirksamkeit, die in den Fokus wissenschaftlicher Arbeiten gerückt werden sollte. Wichtige Anknüpfungspunkte werden einerseits in den Klimarisiken (z.B. Hitze, Dürre, Brände, Überschwemmungen) und andererseits bezogen auf einschlägige Einrichtungen (z.B. Krankenhäuser, Pflegeheime, Arztpraxen u.a.) oder das engere Wohnumfeld gesehen. Zum anderen ist es notwendig, besonders vulnerable Gruppen und relevante Unterstützungsleistungen zu identifizieren sowie der Frage nachzugehen, von wem die Unterstützung in sinnvoller Weise erbracht werden kann.

43 Zu dieser Thematik gibt es laut Aussage einer / eines Befragten kaum Studien.

44 Vergleichsweise gut beforscht sind Gewalterlebnisse im Kindesalter.

Hierbei werden unterschiedliche Interventionen in Betracht gezogen, wie bspw. die Entwicklung und Implementierung von Hitzeleitplänen sowie Hitzewarnungen, aufsuchende Interventionen, z.B. auch im Sinne der Nachbarschaftshilfe.

Darüber hinaus bedarf die Medikamenteneinnahme chronisch kranker Menschen bei starker Hitze einer Anpassung, die Know-how voraussetzt und entsprechende Prozesse benötigt.

Des Weiteren wird Forschungsbedarf im Hinblick auf die Quantifizierung des wirtschaftlichen Nutzens von Interventions- und Präventionsmaßnahmen artikuliert, da sich daraus wichtige Argumentationslinien für die Durchsetzung solcher Maßnahmen ableiten lassen (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7 Intervention und Prävention

Forschungsbedarf: Intervention und Prävention
<ul style="list-style-type: none"> • Zielführende Interventionen und deren Umsetzung (insbesondere in Akutsituationen) • Optionen, Hitzeschutz bevölkerungswelt zu etablieren und das Wissen dazu in zielführender Weise verbreiten zu können (z.B. auch bezogen auf Dürren, Pandemien u.a.) • Identifizierung vulnerabler Gruppen und notwendiger Unterstützungsleistungen, wie können diese gewährt werden (z.B. Schwangere, chronisch Kranke u.a.)? • Medikation für chronisch kranke Menschen bei starker Hitze anpassen. • Untersuchung der Wirksamkeit von Interventionen (z.B. Hitzeleitpläne, aufsuchende Interventionen, Nachbarschaftshilfe, Informationen, Hitzewarnungen u.a.) • Quantifizierung des wirtschaftlichen Nutzens von Präventionsmaßnahmen • Faktoren identifizieren, die gesundheitserhaltend und -fördernd sind

An Forschungsinhalten und -fragen zu diesem Themenbereich wurden expliziert:

- Wie kann Hitzeschutz bzw. Maßnahmen zum Schutz bei Dürren, Pandemien, u.a. (klima-)bedingten Ereignissen bevölkerungswelt etabliert und das Wissen darum wirksam verbreitet werden?
- Wie lässt sich die Wirksamkeit bevölkerungsbezogener Interventionen (z.B. Forschung zur Wirksamkeit von Hitzeaktionsplänen) untersuchen?
- Wie stellt sich die Wirksamkeit unterschiedlicher Präventionsmaßnahmen im Vergleich dar (unter Berücksichtigung ihrer Kosteneffektivität, Zeitintensität)?
- Wie lässt sich die durch starke Hitze notwendige Anpassung der Medikation chronisch kranker Menschen optimieren?

Nicht zuletzt wird weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Faktoren definiert, die Gesundheit erhalten und fördern.

Gesundheitssystem – Herausforderungen und Handlungsoptionen

Themenschwerpunkte, die mit notwendigem Forschungsbedarf attribuiert werden, sind eine Konkretisierung der angesichts der Klimaveränderungen zu erwartenden (Zunahme an) Erkrankungsspektren sowie der Herausforderungen und der Gestaltungsnotwendigkeiten, die sich daraus für das Gesundheitssystem ergeben.

Weitere Forschungsfokusse werden in der Reduktion des CO₂-Fußabdrucks des Gesundheitssystems gesehen, wie auch im Bereich (der Optimierung) der Interaktion unterschiedlicher Akteursgruppen in Krisensituationen (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8 Forschungsbedarfe im Gesundheitssystem

Forschungsbedarf: Gesundheitssystem
<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung bzw. Gestaltung des Gesundheitssystems, um der Zunahme von klimabedingten Erkrankungen (z.B. Zoonosen und übertragbaren Krankheiten) begegnen zu können • (weitere) Analysen zu zukünftigen Erkrankungen und Erkrankungsspektren, die bisher noch nicht oder nur am Rande untersucht wurden • Umgang mit zukünftigen Mehrbelastungen aufgrund von außergewöhnlichen Ereignissen • Optionen zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks von Lieferketten im Gesundheitssektor und CO₂-Fußabdrücken einzelner medizinischer Produkte, etc. • Zielführende Gestaltung der Interaktion zwischen den unterschiedlichen beteiligten Gruppen in Krisensituationen, sowie Evaluation und Optimierung von Maßnahmen • Umgang mit der Zunahme an Zoonosen und übertragbaren Krankheiten: wie müssen sich Gesellschaft und Gesundheitssystem aufstellen?

Übertragen in Forschungsthemen und -fragen lassen sich die genannten Aspekte wie folgt benennen:

- Welche (weiteren) zukünftigen Erkrankungen und Erkrankungsspektren, die bisher noch nicht im Vordergrund stehen, bedürfen besonderer Aufmerksamkeit?
- Welche Mehrbelastungen ergeben sich durch die (weiteren) zukünftigen Erkrankungen und Erkrankungsspektren für das Gesundheitssystem und die Gesellschaft?
- Welche Veränderungen braucht es, um das Gesundheitssystem so aufzustellen, dass es den klimabedingten Herausforderungen für die Gesundheit begegnen kann?
- Welche Optionen zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks von Lieferketten im Gesundheitssektor sowie der CO₂-Fußabdrücke einzelner medizinischer Produkte gibt es?

- Wie lassen sich die Interaktionen zwischen den unterschiedlichen beteiligten Gruppen in Krisensituationen zielführend gestalten?
- Wie lassen sich das Interaktionsgeschehen im Nachgang von Kriseninterventionen sinnvoll evaluieren sowie Maßnahmen und Kooperationen sinnvoll anpassen?

Klima- und Gesundheitsschutz – zwei Seiten einer Medaille

Ein “Mehr” an Wissen wird außerdem angesichts der Tatsache gewünscht, dass Klimaschutzmaßnahmen wider besseren Wissens nicht in erforderlicher Weise umgesetzt werden. Ebenso sind es die Co-Benefits für die Gesundheit, die mit Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen einhergehen und umgekehrt, die Minderung von Krankheitslasten durch Ressourcenschonung, die aus Sicht Befragter weiterer Analysen bedürfen (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9 **Klima- und Gesundheitsschutz**

Forschungsbedarf: Klima- und Gesundheitsschutz
<ul style="list-style-type: none"> • Ursachen der mangelnden Umsetzung von Klimaschutz • Untersuchung der Co-Benefits von Klimälösungen für Gesundheit (ex-post Evaluation, z.B. Begründung von Städten, Vergrößerung städtischer Biodiversität, CO₂-Sequestrierung, Abschaltung von Kohlekraftwerken, Einrichtung verkehrsberuhigter Zonen etc.) • Auswirkung der Minderung der Krankheitslast auf Ressourcenschonung

In inhaltliche Themen und Fragestellungen übersetzt lassen sich nachstehende Aspekte hervorheben:

- Was sind die Ursachen, die es verhindern, Klimaschutz notwendigerweise umzusetzen? Wie kann diesen Barrieren begegnet werden?
- Wie können die schädlichen Einflüsse der Umweltveränderungen auf den Menschen möglichst gering gehalten werden? Welche präventiven Maßnahmen und Maßnahmen der Gesundheitsförderung insgesamt können dazu in welchem Umfang beitragen?
- Wie kann Prävention auf individueller und gesellschaftlicher Ebene ausgestaltet werden? Welche Ergebnisse lassen sich erzielen und wie wirkt sich die Minderung von Krankheitslast auf Ressourcenschonung aus?
- Welche gesundheitsbezogenen Co-Benefits lassen sich über Klimaschutzmaßnahmen erzielen?

Gesellschaftliche / sozio-ökonomische Aspekte

Auch sozio-ökonomische Folgen, die über klimabedingte gesundheitliche Beeinträchtigungen verursacht werden, wurden als Thema für Forschungsarbeiten aufgezeigt.

Dies insbesondere auch mit Blick darauf, den dringlichen Aufrufen, schnell ins Handeln zu kommen, durch ökonomische Argumente (individuelle und volkswirtschaftliche Einbußen) mehr Gewicht verleihen zu können.

Explizit damit verbunden wurde der Wunsch nach einer vertiefenden wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit den Fragen:

- Welche sozio-ökonomischen Folgen entstehen durch klimawandelbedingte Erkrankungen? Wo und in welcher Höhe schlagen sich diese nieder?
- In welchem Umfang entstehen Kosten durch den klimawandelbedingten Verlust an Arbeitskraft / Leistungseinbußen und wie lassen sich diese bemessen?

3.2.3 Zum Thema forschende Akteure / Einrichtungen und die Bedeutung von Kooperation und Vernetzung

3.2.3.1 Zum Thema forschende Akteure und Einrichtungen

Von den Befragten wurde eine Vielzahl an Akteure und Einrichtungen genannt, die sich aus wissenschaftlicher Perspektive mit dem Thema Klimawandel und Gesundheit beschäftigen. In Tabelle 10 sind die genannten Akteure mitsamt Institution gelistet. Die Sammlung ist nicht erschöpfend, sie stellt lediglich eine Momentaufnahme dar.

Tabelle 10 Wissenschaftler*innen - Personenbezogene Nennungen und institutioneller Kontext

Person	Institution
National	
Prof. Dr. med. Clemens Becker	Forschungsfelder Epidemiologie und Versorgungsforschung, neue Interventionen, Implementierungsforschung (Facharzt für innere Medizin, RKI)
Prof. Dr. med. Stephan Böse-O'Reilly	AG Leiter Globale Umweltgesundheit und Klimawandel, LMU München
Jun.-Prof., PD, Dr. Ina Danquah	Juniorprofessor für nachhaltige Ernährung in Subsahara- Afrika am Universitätsklinikum Heidelberg seit 08/19, Schwerpunkt: Klimawandel, Ernährung und Gesundheit
Prof. Dr. Immo Fritsche	Uni Leipzig im Bereich Sozial- und Umweltpsychologie

Univ.-Prof. Dr. Dr. Sabine Gabrysch	Professorin (W3) für Klimawandel und Gesundheit, Charité – Universitätsmedizin; Abteilungsleiterin, Abt. 2: Klimaresilienz, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
Univ.-Prof. Dr. Stephan Heinzl	Klinische Psychologie und Psychotherapie, Freie Universität Berlin
Dr. med. Alina Herrmann	Klimawandel und Gesundheit, Universitätsklinikum Heidelberg
Dr. med. Martin Herrmann	Vorsitzender von KLUG – Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V.
Prof. Dr. med. Claudia Hornberg	Professorin, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, Universität Bielefeld
Prof. Dr. Harald Lesch	Institut für Astronomie und Astrophysik Universität München
Prof. Dr. med. Julika Loss	Abteilung Epidemiologie und Gesundheitsüberwachung, Robert-Koch-Institut
Jun.-Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	Juniorprofessorin für Medizinrobotik, Health Robotics and Automation (HERA), Karlsruher Institut für Technologie
Dr. Eva Franziska Matthies-Wiesler	EPI Institut of Epidemiology München, Helmholtz München
Dr. Hans Guido Mücke	Umweltbundesamt (UBA), Abteilung Umwelthygiene, Stellv. Leitung des UBA-Fachgebietes Umweltmedizin, gesundheitliche Bewertung
Prof. Dr. Gerhard Reese	Uni Koblenz Landau im Bereich Sozial- und Umweltpsychologie
Univ. Prof. Dr. Eva Rehfuss	Leitung des Lehrstuhls für Public Health und Versorgungsforschung, LMU München
Dr. med. Hannah Richter	u.a. Assistenz Referent*in Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, Schwerpunkt Planetare Gesundheit, PIK
Dr. Mandy Singer-Brodowski	Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Bildung für Nachhaltige Entwicklung, Freie Universität Berlin
Dr. med. Christian Schulz	Geschäftsführung und inhaltliche Leitung KLUG – Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V.
Dr. Christiane Textor	Leiterin der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle Fachbereich, Umwelt und Nachhaltigkeit (DLR-Mitarbeiterin)
Prof. Dr. Claudia Traidl-Hoffmann	Universität Augsburg, Medizinische Fakultät Lehrstuhl u. Hochschulambulanz für Umweltmedizin, Institut für Umweltmedizin Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Professur Umweltmedizin, Technische Universität München, im Vorstand von KLUG

Prof. Dr. Christian Witt	Facharzt für Innere Medizin an der Charité, Schwerpunkt Pneumologie
*Alle Autoren der KLUG Veröffentlichung (Traidl-Hoffmann et al., 2021)	Traidl-Hoffmann, C.; Schulz, C. M.; Herrmann, M.; Simon, B. (Hrsg.) (2021): Planetary Health – Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin. Übersicht aller Autor*innen: https://www.mwv-berlin.de/produkte/!/title/planetary-health/id/791
International	
Kris Ebi	Professorin, Global Health, Env. and Occ. Health Sciences, Department of Global Health, University of Washington
Sir Andy Haines	Professor für Environmental Change und Public Health, London School of Hygiene & Tropical Medicine (LSHTM)
Ian Hamilton	Geschäftsführender Direktor von Lancet Countdown für Health und Climate Change, Außerordentlicher Professor des Energie Institutes des University College London
Olivia Hyatt	Ruby Coast Research Centre, New Zealand
Dr. Nick Watts	Chief Sustainability Officer der National Health Services (NHS), ehemaliger Exekutivdirektor des Lancet Countdown und der Lancet-Kommission für Gesundheit und Klimawandel

Das Portfolio der genannten Einrichtungen, die sich mit dem Themenfeld beschäftigen, bildet Tabelle 11 ab.

Tabelle 11 Zum Themenfeld aktive Einrichtungen

Weitere genannte Institutionen	
<p>National:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsgruppe Klimawandel und Gesundheit der Hochschule Fulda • Institut für Arbeitsmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) • Universität Augsburg • Charité Berlin • Helmholtz Zentrum München • Robert Koch Institut • Adelphi, Forschungs- und Beratungsunternehmen • Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. (KLUG) • Betriebskrankenkassen Nord-West 	<ul style="list-style-type: none"> • Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) • Auswärtiges Amt • Bundesgesundheitsministerium • Umweltbundesamt <p>International:</p> <ul style="list-style-type: none"> • National Health Services (NHS) (Großbritannien) • Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) • World Health Organization (WHO) • German Watch e.V. • World Wide Fund For Nature (WWF)

3.2.3.2 Rolle von Kooperation und Vernetzung

Kooperation und Vernetzung werden von den Befragten einhellig als besonders relevant betrachtet, wenn es um die Bearbeitung der Thematik geht. Gute Kooperationen werden beispielsweise als notwendige Voraussetzung betrachtet, um:

- Inter- und Transdisziplinarität herzustellen,
- komplexe Problemlagen aus unterschiedlichen Perspektiven zu erfassen sowie
- Synthesen und Schlussfolgerungen bzw. sinnvolle Problemlösungen zu erarbeiten („komplexe Fragen bedürfen komplexer Lösungen“),
- bezogen auf Interventions- und Präventionsmaßnahmen in die Umsetzung kommen zu können und
- die Transformation in Richtung einer nachhaltigen Gesellschaft (bzw. Welt) zu fördern, die auf die Vernetzung aller Bereiche angewiesen ist.

Als Akteure, die notwendigerweise miteinander kooperieren sollten, werden explizit genannt:

- Bund, Länder, Kommunen,
- Ministerien und nachgeordnete Behörden,
- Gesundheitssektor und
- Krankenkassen, die u.a. die Forschungsseite unterstützen.

Bei der Nennung von Akteuren, die miteinander kooperieren sollten, wird auffällig häufig der Wunsch nach einer guten Zusammenarbeit öffentlicher Einrichtungen bzw. mit öffentlichen Einrichtungen laut. Gleichzeitig wird jedoch auch die Zusammenarbeit aller Akteure, wie z. B. Vertreter*innen aus der Regierung, dem Gesundheitssektor, der Wirtschaft, der Bildung, der Forschung, aus verschiedenen Ministerien sowie dem Umweltbundesamt oder wie an anderer Stelle zusammengefasst: „... *Forschende aus den Universitäten, Entscheidungsträger*innen aus Politik und Gesellschaft.*“, als relevant erachtet.

Kommunikationsproblemen, die häufiger im Rahmen der Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen und Einrichtungen auftreten können, gilt es über gute Koordination zu begegnen⁴⁵.

Außerdem wird in diesem Zusammenhang die Art und Weise, wie Forschung betrieben wird, in Frage gestellt. Als kritisch bewertet wird die mangelnde inter- und transdisziplinäre Herangehensweise an den Forschungsgegenstand sowie die langen Zeitspannen, die häufig zwischen Forschungsantrag und Projektumsetzung liegen („in diesem Zeitraum kann gerade zu diesem Thema viel passieren“).

⁴⁵ In diesem Kontext wird auf KLUG als Einrichtung verwiesen, der hier eine koordinierende Rolle zukommen könnte, da sie aktuell sehr aktiv ist und zahlreiche Forscher*innen unter einem Dach versammelt.

Nicht zuletzt wird auf die förderliche Wirkung von Kooperation und Vernetzung für das eigene Engagement als Forscher*in hingewiesen, z.B. die Unterstützungsleistung und Gesunderhaltung, die damit einhergehen.

An Forschungsfragen und -themen sind dementsprechend zu benennen:

- Reflexion und Anpassung der Art und Weise der Zusammenarbeit und des Wissenschaftsbetreibens (u.a. über Disziplinen und Einrichtungen hinweg)
- Umsetzung von problem-/projektbezogenen Akteursmappings, um relevante Stakeholder themenspezifisch einbeziehen zu können
- Klärung der Frage, was eine gute Koordination in diesem Kontext ausmacht?
- Wie kann die Vernetzung der Akteure gefördert werden? Wie können Strukturen geschaffen werden, die Vernetzung fördern?

3.2.4 Zentrale Themen für eine zukünftige Forschungslandschaft

An Themen und Fragen, die in einer zukünftigen Forschungslandschaft zum Thema Klimarisiken und Gesundheit enthalten sein sollten, wurden, geordnet nach unterschiedlichen Themenschwerpunkten, genannt:

Klimarisiken und Krankheitslast

- Welche Krankheitslast haben wir in Deutschland aufgrund der Klimakrise und der Überschreitung der planetaren Belastungsgrenzen schon jetzt?
- Das Thema "Hitze", thermische Belastung und deren Auswirkungen,
- das Thema der vektorübertragenen Erkrankungen, inklusive Zoonosen⁴⁶,
- das Thema Hitze, Infektionskrankheiten (auch die Vektorübertragungen),
- Forschungsbedarf gibt es zur Gleichzeitigkeit von Hitze, UV-Strahlung und (Luft-)Schadstoffen (kombinierte Effekte) und ihren Wirkungen auf die Gesundheit, vor allem bezogen auf Städte,
- den Einfluss von Umwelt und die molekularen Mechanismen in Raum und Zeit verstehen: Was sind die molekularen Mechanismen von Umwelt-Mensch-Interaktionen, die am Ende dazu führen, dass Krankheiten entstehen?
- Es braucht ein umfassenderes Verständnis von Ernährung, Mobilität, Zoonosen, Pandemien. Wobei die Daten der Krankenkassen wichtig sind und es guter Epidemiologen bedarf und jemanden, der Planetary Health versteht.

⁴⁶ Wahrgenommen werden massive Veränderungen bei den stark invasiven Mückenarten, wie der asiatischen Tigermücke, die hier gerade heimisch wird und bei Zecken. Alles mit Zoonosen zusammenhängende wird uns in der globalisierten Welt noch weiter beschäftigen.

Klimarisiken und mentale Beeinträchtigungen

- Mentale Beeinträchtigungen durch z.B. Überschwemmungen
- Welche Bedeutung hat der Klimawandel für die psychische Gesundheit?
- Wie leistungsfähig sind wir in kognitiver Hinsicht, wie gut können wir uns noch konzentrieren, wie kreativ sind wir, wie motiviert sind wir?

Intervention, Prävention und Wirkungsmessung

- Welche Bevölkerungsgruppen sind in Deutschland tatsächlich vulnerabel (bislang nur Schlaglichter dazu)? Sind Schwangere in Deutschland gefährdet, wie ist es um ihre Betreuung bestellt? Wie ist die Situation in anderen Ländern, lässt sich dies epidemiologisch nachweisen?
- Wie können Interventionen in der Akutsituation gestaltet werden? Wie kann man deren Wirksamkeit nachweisen?
- Die Entwicklung von Präventionsstrategien für den Menschen
- Welche präventiven Maßnahmen müssen ergriffen werden, damit Menschen gesund bleiben?
- Wie kommt man besser in die Umsetzung, wie bekommt man die Akteure an einen Tisch, was ist dafür notwendig, wie sind die Hürden zu überwinden, um in die Umsetzung zu kommen⁴⁷?
- Strategien sind zu etablieren und deren Effekte zu untersuchen, um Optimierungen vornehmen zu können (was funktioniert gut, was nicht, wurden (Teil-)Bereiche nicht berücksichtigt, wo gilt es nachzubessern?). Wie lässt sich eine agile Struktur etablieren, wie mit einem Finanzierungssystem verbinden? Wie lässt sich Nachbesserung ermöglichen und wie können Anreize gesetzt werden, die dazu beitragen?

Akteure Gesundheitssektor

- Wie kann über die Akteure im Gesundheitssektor hinweg Geschwindigkeit in die Transformation gebracht werden, so dass der Gesundheitssektor mit allen Akteuren in die Lage versetzt wird, dem Kontext angemessene Maßnahmen für Klimaschutz und Klimaanpassung zu ergreifen?
- Wo ist der größte Impact, was sind die Umweltauswirkungen, die uns in Zukunft am meisten betreffen werden? Welche Rolle kann da der Gesundheitssektor spielen und welche Rolle kann er (vielleicht auch) spielen, um die Politik zu informieren? Wie kann ein besserer Austausch zwischen Sektoren und Strukturen stattfinden?

⁴⁷ Als bekannte Hauptstrategien werden in diesem Zusammenhang Prävention und Ressourcenschonung (welche Materialien, welche Maßnahmen haben welchen Fußabdruck?) genannt.

- Wie muss sich das Gesundheitssystem verändern, um mit den aktuellen und prognostizierten Folgen der Klimakrise gut umgehen zu können, sowohl präventiv als auch in der Intervention?
- Das Aufdecken von Fehlsteuerung mit Blick auf die institutionelle Entwicklung: Welche rechtlichen und finanziellen Hürden erschweren es dem öffentlichen Gesundheitswesen Aufgaben in Bezug auf die Bedrohung durch die Klimakrise nachzukommen? Es braucht Empfehlungen und Instrumente, die darauf hinwirken, den gesamten Sektor schnell umzubauen, und zwar im Sinne einer systemischen Resilienz. Was bedeutet Resilienz für das Gesundheitswesen?
- Welche Handlungsfelder hat die Krankenkasse selbst, um der eigenen Rolle gerecht zu werden?

Digitale Medizin und Daten

- Die Nutzung von digitaler Medizin, um Menschen gesund zu erhalten. Menschen sollten außerdem sehr spezifisch und genau informiert werden. Es sollte ein Monitoring von Menschen, die gesund sind, erfolgen, um daraus Rückschlüsse ziehen zu können.
- Es braucht Daten dazu, wie die Bevölkerung aktuell durch die Klimakrise belastet ist, physisch und psychisch.

Klimaschutz

- Klimalösungen, Anpassungsmaßnahmen, Klimaschutzmaßnahmen und die Wirkung verschiedener Politikinstrumente in der Umsetzung („...ist untererforscht“), haben gerade im Hinblick auf Gesundheit extreme politische Relevanz.
- Welche positiven (und negativen) Nebenwirkungen haben Klimaschutzpolitiken und auch andere Klimalösungen (können auch Technologien sein) auf die menschliche Gesundheit?
- Warum ist der gesellschaftliche Druck noch nicht groß genug, um Klimaschutz ernsthaft zu betreiben? Wer könnten zum Beispiel gute Multiplikator*innen, Vorreiter*innen eines Wandels sein?

3.3 Zusammenfassender Ausblick

Im Nachgang zur Zusammenschau und Dokumentation der Interviewergebnisse wurden die von den Expert*innen aufgezeigten Forschungsbedarfe und Forschungsfragen, sowie die für eine zukünftige Forschungslandkarte wichtigen Themen kondensiert. Ziel der Zusammenschau war es, notwendigerweise zu bearbeitende Forschungsthemen und -fragen verdichtend aufzubereiten, um in Vorbereitung der geplanten Fokusgruppe eine übersichtliche Ausgangsbasis zu schaffen, die es erlaubt, die Zusammenschau der Ergebnisse handhab- und bearbeitbar abzubilden (z.B. Bedarfe und Lücken zu benennen, Priorisierung und vertiefende Erörterung ausgewählter Themen vornehmen zu können).

Als zentrale Themenstränge mit Forschungsbedarf wurden dabei identifiziert⁴⁸:

Auswirkungen von Hitze auf nicht-übertragbare Krankheiten

- wie Alzheimer, Demenz, Diabetes, Depressionen und chronisch entzündliche Erkrankungen des Nervensystems (bspw. Multiple Sklerose)
- Gesundheitliche Folgen veränderten Auftretens und Wirkens von Pollen

Übertragbare Krankheiten, die aufgrund von Klimarisiken zunehmen

- Zoonosen / vektorübertragene Erkrankungen, bspw. invasive Mückenarten, Zecken

Mentale Beeinträchtigungen, psychische Belastungen, Phänomen der Klimaangst

- Verständnis der Klimaangst
- Entwicklung epidemiologischer Modelle zu psychischen Auswirkungen
- Zusammenhang Hitze und kognitive Leistungsfähigkeit
- Wechselbeziehungen und -wirkungen von Klimarisiken und gesundheitlichen Beeinträchtigungen
- Temperaturerhöhung und Luftschadstoffe (bodennahes Ozon, Feinstaub, Stickoxide, Pollenbelastung)
- Grundlagen-, anwendungs- und umsetzungsbezogene Forschung zu Hitze, UV-Strahlung und Verhalten
- Abbildung von Komplexität / multifaktoriellen Zusammenhängen in Raum und Zeit
- Berücksichtigung individueller, sozialer, kultureller und umweltbezogene Faktoren in einer Studie

⁴⁸ Die Zuordnung der Einzelthemen zu Themensträngen ist idealtypisch erfolgt, zumal einzelne Themen auch mehrfach hätten zugeordnet werden können

Intervention und Prävention

- Konzepte und Optionen Hitzeschutz bevölkerungsweit zu etablieren, das Wissen dazu zu verbreiten (z.B. auch bezogen auf Dürren, Pandemien)
- Studien zu zielführenden Interventionen und deren Umsetzung in Akutsituationen
- Identifizierung vulnerabler Gruppen und notwendiger Unterstützungsleistungen (z.B. Schwangere, chronisch Kranke)
- Untersuchung der Wirksamkeit von Interventionen
- Quantifizierung des wirtschaftlichen Nutzens von Prävention
- Identifizieren der Faktoren, die Menschen gesund sein lassen

Datengenerierung und Digitalität

- Abbildung aktueller physischer und psychischer Krankheitslast der Bevölkerung
- tagesaktueller Nachweis klimabedingter Wirkung auf die Gesundheit (bislang alleine retrospektive Betrachtungen möglich)
- Analyse von Umwelteinflüssen und molekularen Mechanismen mittels Einsatz digitaler Technologien und Medien
- Einsatz digitaler Medien für Intervention und Prävention (z. B. zur Information vulnerabler Gruppen)

Herausforderungen und Handlungsoptionen für das Gesundheitssystem und darüber hinaus

- Analysen zu zukünftigen Erkrankungen / Erkrankungsspektren, Umgang mit zu erwartenden Mehrbelastungen, notwendige Veränderungen in der Gestaltung des Gesundheitssystems
- Optionen zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks von Lieferketten im Gesundheitssektor, CO₂-Fußabdrücke einzelner medizinischer Produkte
- Gestaltung der Interaktion unterschiedlicher beteiligter Gruppen in Krisensituationen, Reflexion, Anpassung

Sozio-ökonomische Folgen

- Sozio-ökonomische Folgen klimawandel-bedingter Erkrankungen
- Verlust von Arbeitskraft durch Klimawandel bedingte gesundheitliche Beeinträchtigungen

Klimaschutz

- Ursachen der mangelnden Umsetzung von Klimaschutz / -maßnahmen

- Untersuchung der Co-Benefits von Klimalösungen für Gesundheit (ex-post Evaluation, z.B. Begrünung von Städten, Vergrößerung städtischer Biodiversität, CO₂-Sequestrierung, Abschaltung von Kohlekraftwerken, Einrichten verkehrsberuhigter Zonen etc.)
- Auswirkung der Minderung der Krankheitslast auf Ressourcenschonung

Im Nachgang wurden die ermittelten Themenstränge, orientiert an den jeweiligen Anknüpfungspunkten, in die Cluster Wirkungen und Maßnahmen unterteilt (siehe Abbildung 4).

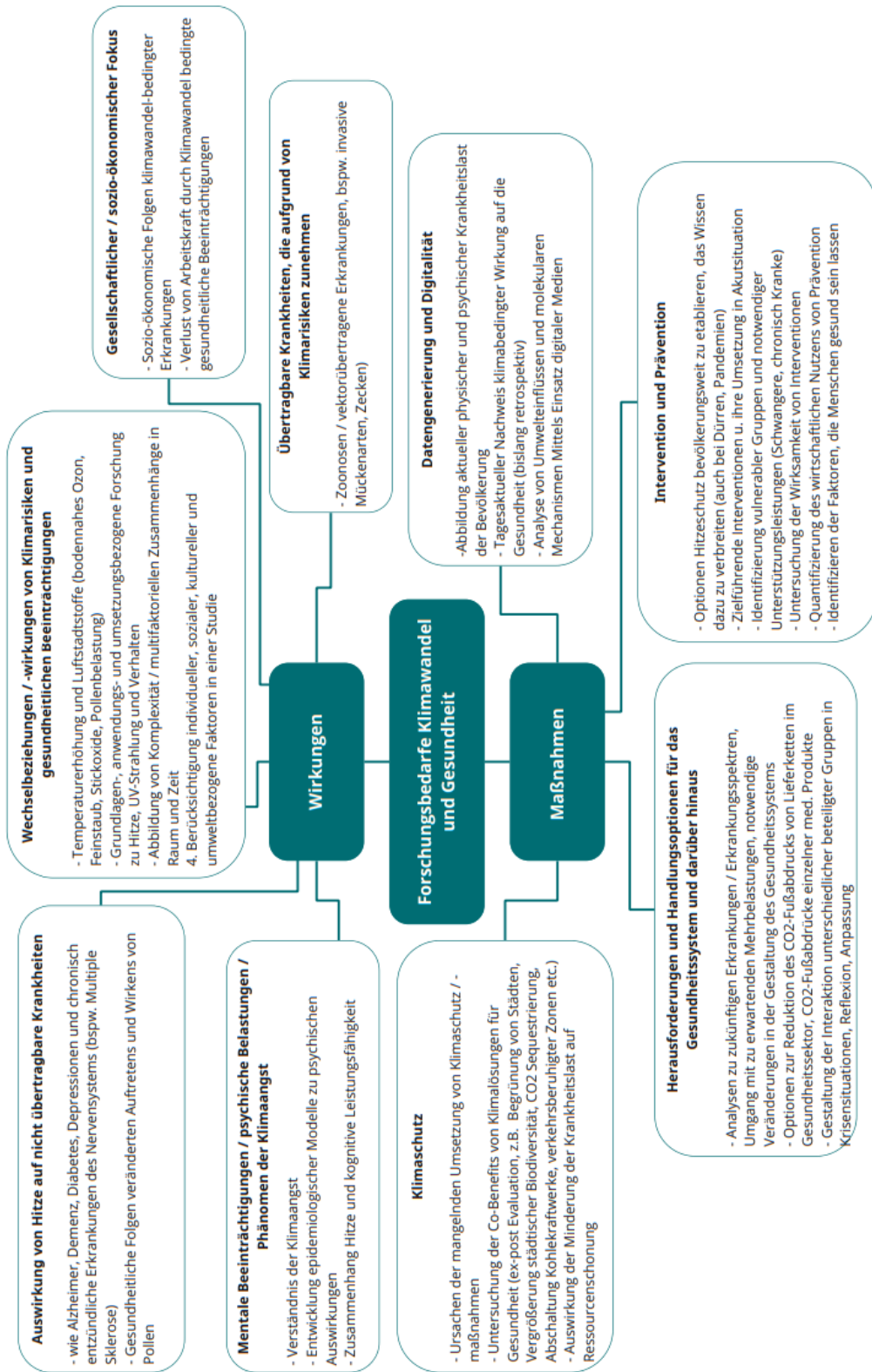


Abbildung 4 Überblick Themenstränge mit Forschungsbedarf

4 AP 3: Fokusgruppe

Zielsetzung

Das zentrale Ziel war es, die erarbeiteten Ergebnisse und damit Forschungsthemen, die auf einer künftigen Forschungslandkarte enthalten sein sollten, zu evaluieren und gegebenenfalls zu ergänzen. Darüber hinaus zielte der Expert*innenaustausch vor allem darauf ab, eine Priorisierung der identifizierten Forschungsthemen vorzunehmen, themenbezogene notwendige Aktivitäten zu benennen und diese in eine zeitliche Abfolge zu bringen (kurzfristig, mittelfristig, langfristig). Dabei war der Themenfokus auf Problemlagen ausgerichtet, die regional für Deutschland von Relevanz sind.

Die Fokusgruppe zum Thema „Klimarisiken und Gesundheit“ wurde, aufbauend auf den Ergebnissen des Desk-Research sowie an die Ergebnisse aus den Experteninterviews (AP2) anknüpfend, durchgeführt.

Projektdesign

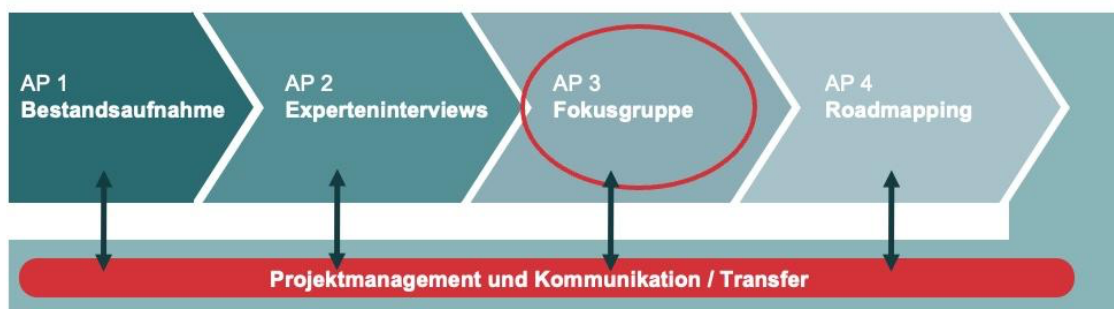


Abbildung 5 Projektdesign (AP 3)

Die Fokusgruppe fand am 15.11.2022 als digitale Veranstaltung im Zeitraum von 13:00 Uhr bis 15:30 Uhr statt. Teilgenommen haben insgesamt 14 Personen.

Methodisches Vorgehen: Zur Teilnahme an der Fokusgruppe wurden Expert*innen eingeladen, die intensiv zum Themenfeld forschen. Konkret waren dies die Interviewpartner*innen sowie weitere Expert*innen, die von den Interviewpartner*innen empfohlen wurden und weitere Personen, die im Rahmen des Desk Research identifiziert wurden.

An der Fokusgruppe haben Personen aus unterschiedlichen Einrichtungen teilgenommen:

- Hochschule Fulda, Forschungsschwerpunkt Klimawandel und Gesundheit
- Universität Augsburg, Medizinische Fakultät Lehrstuhl u. Hochschulambulanz für Umweltmedizin,
- Universitätsklinikum Heidelberg, Klimawandel und Gesundheit,
- EPI Institut of Epidemiology München, Helmholtz München,

- Psychologists and Psychotherapists for Future,
- Universität Augsburg, Medizinische Fakultät, Regionaler Klimawandel und Gesundheit
- Climate Service Center Germany (GERICS)
- BARMER, Institut für Gesundheitssystemforschung (bifg)

Alle teilnehmenden Personen erhielten vorab eine Präsentation zur thematischen Einstimmung, die das Projektdesign skizziert (Zielsetzung und Methodik) und die zentralen Ergebnisse des Desk Research sowie der Interviewauswertung vorstellt.

Der Ablauf der Fokusgruppen war jeweils in einen Input von Seiten des Projektteams und unterschiedliche gemeinsame Arbeits- und Diskussionsphasen unterteilt (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Nach der Präsentation der zentralen Projektergebnisse wurden die Teilnehmenden gebeten, die identifizierten Forschungsthemen zu priorisieren. Nachfolgend wurde der Diskussions- und gemeinsame Arbeitsrahmen, inklusive Agenda, Leitfragen und Vorgehensweise, dargestellt.

Tabelle 12 Agenda der Veranstaltung

Agenda		
Von	Bis	Top
13:00	13:20	Vorstellungsrunde
13:20	13:30	Impulsvortrag - bisherige Projektergebnisse
13:30	13:40	Priorisierung von Themenschwerpunkten
13:40	13:45	Einteilung in Gruppen
13:45	13:55	<i>Pause</i>
13:55	14:25	Gruppenarbeit Phase 1
14:25	14:45	Gruppenarbeit Phase 2
14:45	15:05	Präsentation Gruppenergebnisse
15:05	15:30	Abschlussdiskussion
15:30		Ende

Die beiden Forschungsbedarfe, die mit der höchsten Priorität bedacht wurden, wurden im weiteren Verlauf von jeweils zwei unterschiedlichen Teilgruppen strukturiert nach den folgenden Leitfragen bearbeitet:

Leitfrage I:

Was kann kurz-, mittel- oder langfristig wissenschaftlich erschlossen werden (inhaltliche Zusammenhänge, Methoden, Daten)?

Leitfrage II:

Welche neuen Akteurskooperationen sind hierfür notwendig?

Die Bearbeitung durch die Teilnehmenden erfolgte über einen Drei-Schritt: 1) Brain-writing 2) Vorstellung der jeweiligen Perspektive und 3) moderierte Diskussion der Perspektiven.

Nach dem Gruppenwechsel wurden die bereits erarbeiteten Gruppenergebnisse der nachfolgenden Gruppe von der Moderation vorgestellt. Die Diskussionsbeiträge wurden durch die Teilnehmenden und Projektmitarbeitenden auf einem Whiteboard stichwortartig festgehalten.

Abschließend wurden die jeweiligen Gesamtergebnisse im Plenum vorgestellt und seitens der Teilnehmenden ergänzend besprochen.

Die **Ergebnisse** der Fokusgruppe und des anschließenden Roadmappings fließen ausschließlich in die interne Kommunikation und Strategieentwicklung der BAR-MER ein und werden im vorliegenden Bericht nicht dargestellt.

5 Literaturverzeichnis

- Abbas, Q. u. Rias, A. (2021). Climate Change and Emergence of violent Conflicts. In: READS – Review of Economics and Development Studies, Vol 7 (2) 2021, S.277–286. URL: <http://reads.spcrd.org/index.php/reads/article/view/363/324> (Zugriff 04/2022).
- Albrecht, G. (2016). „Solastalgia“: a new concept in health and identity. Monash University. Journal contribution. <https://doi.org/10.4225/03/584f410704696>.
- Augustin, J., Horstmann, R., Homeier-Bachmann, T. et al. (2018). Gesundheit. In: von Storch, H., Meinke, I., Claußen, M. (Hrsg.). Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland. S.173–192. Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55379-4>.
- Augustin, J., Stephan, B., Augustin, M. (2021). Klimawandelbedingte Veränderungen in der UV-Exposition: Herausforderungen für die Prävention UV-bedingter Hauterkrankungen. In: Günster, G., Klauber, J., Robra, B.-P. et al. (Hrsg.) (2021). Versorgungs-Report Klima und Gesundheit, S. 119–132. DOI 10.32745/9783954666270-3, MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021.
- Baldermann, C. u. Lorenz, S. (2019). UV-Strahlung in Deutschland: Einflüsse des Ozonabbaus und des Klimawandels sowie Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung. In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 62, S. 639–645.
- Beach, R. H., Sulser, T. B., Crimmins, A. et al. (2019). Combining the effects of increased atmospheric carbon dioxide on protein, iron, and zinc availability and projected climate change on global diets: a modelling study. In: Lancet Planet Health 2019; 3: e307-17. URL: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2542519619300944?to-ken=32C164AF65722B1AC96F37DF5273E6B8069F9820BBA594D04EFD45EC7D0B8C4A3BAA0EC61E44E5D6C6A0E4D2E63F1E4B&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220426111346> (Zugriff 04/2022).
- Bienefeld, K. (2021). Was macht der Klimawandel mit den Bienen? URL: <https://www.hu-berlin.de/de/pr/nachrichten/august-2021/nr-21824-1> (Zugriff 04/2022).
- Blum, K., Graalman, J., Kuschel, T. (2021). Gesundes Klima? Retrospektive: Aktivität und Akteure des deutschen Gesundheitswesens im Bereich „Klimawandel und Gesundheit“. URL: https://www.stiftung-mercator.de/content/uploads/2021/04/Anlage1_200303_Retrospektive_Klima_Gesundheit.pdf (Zugriff 02/2021).
- Bode, I. (2021). Den Klimawandel bewältigen: Herausforderungen an die institutionelle Organisation des Gesundheitswesens. In: Günster C., Klauber, J., Robra, B.-P. et al. (Hrsg.) (2021): Versorgungs-Report Klima und Gesundheit, S. 219–232. MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Bowles, D. C., Butler, C. D., Friel, S. (2013). Climate change and health in Earth’s future. In: Advancing Earth and Space Science, 2(2), 60–67. <https://doi.org/10.1002/2013EF000177>.
- Buhaug, H. u. von Uexkull, N. (2021). Vicious Circles: Violence, Vulnerability, and Climate Change. In: Annual Review of Environment and Resources, 2021, 46, 545–568. URL: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-environ-012220-014708> (Zugriff 04/2022).

- Bunz, M. u. Mücke, H.-G. (2017/2018). Klimawandel – physische und psychische Folgen. In: Bundesärzteblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 60, S.632–639 (2017). <https://doi.org/10.1007/s00103-017-2548-3>.
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) (2022). Klimawandel und das Risiko für UV-bedingte Erkrankungen. URL: <https://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/klimawandel-uv/klima-uv-erkrankung/klimawandel-uv-erkrankung.html> (Zugriff 08/2022).
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (o. J.). Zoonosen: Gesundheitliche Bewertung. URL: <https://www.bfr.bund.de/de/zoonosen.html> (Zugriff 12/2021).
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2021). Verteilungswirkung eines fortschreitenden Klimawandels. August 2021. ISSN 0174-4992.
- Bundeszentrale für politische Bildung (bpb) (2015). Meeresspiegelanstieg. URL: <https://sicherheitspolitik.bpb.de/user/pages/09.m8/03.infographics/02.sea-level-rise/M08-G02-de.pdf> (Zugriff 03/2021).
- Butler, C. D. u. Harley, D. (2010). Primary, secondary and tertiary effects of eco-climatic change: the medical response. *Postgraduate Medical Journal*, 86(1014), 230–234. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2009.082727>.
- Costello, A., Abbas, M., Allen, A., et al. (2009). Managing the health effects of climate change. *The Lancet*, 373(9676), 1693–1733. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60935-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60935-1).
- Cunsolo, A. u. Ellis, N. R. (2018). Ecological Grief as a Mental Health Response to Climate Change-Related Loss. *Nature Climate Change* 8(4), 275–281.
- de Schrijver, E., Bundo, M., Ragetti, M. S., Sera, F., Gasparrini, A., Franco, O. H., Vicedo-Cabrera, A. M. (2022). Nationwide Analysis of the Heat- and Cold-Related Mortality Trends in Switzerland between 1969 and 2017: The Role of Population Aging. *Environmental Health Perspectives*, 130(3), 037001. <https://doi.org/10.1289/EHP9835>.
- Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste (2019). Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft in Deutschland. Dokumentation. WD 5 - 3000 - 052/19. URL: <https://www.bundestag.de/re-source/blob/652784/908b20ab5815805e075f2adc41734577/WD-5-052-19-pdf-data.pdf> (Zugriff 04/2022).
- Deutsches Klima Konsortium e.V. (DKK) u. Konsortium Deutsche Meeresforschung e.V. (KDM) (2019). Zukunft der Meeresspiegel. URL: https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/dkk-kdm-meeresspiegelbro-schuere-web.pdf (Zugriff 03/2022).
- Dikau, R., Weichselgartner, J., Hufschmidt G. (2020). Gefahren – Risiken – Katastrophen. In: Gebhardt, H., Glaser, R., Radtke, U., Reuber, P., Vött, A. (Hrsg.). *Geographie. Physische Geographie und Humangeographie*. 3. Auflage. S. 1101–1142. Springer Verlag, Heidelberg.
- Eberhard, F. E., Koch, L. K., Klimpel, S. (2021). Klimawandel und Gesundheit in Europa. In: *Geographische Rundschau*. 03/2021, S. 32–37.
- Ellerbrake, M., Otto, K. H., Grudzielanek, A. M. (2021). Hitzewellen: Eine Herausforderung auch für die Menschen in Westfalen?! *Geographische Kommission für Westfalen*.

- European Food Safety Authority (EFSA) (2017). Vektorübertragene Krankheiten. URL: <https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/vector-borne-diseases> (Zugriff 12/2021).
- EUWID Wasser und Abwasser (2022). Schadenstatistik 2021: Extreme Sturzfluten mit Rekordschäden. <https://www.euwid-wasser.de/news/politik/schadenstatistik-2021-von-muenich-re-extreme-sturzfluten-mit-rekordschaeden/> (Zugriff 04/2022).
- Finkenstaedt, M. u. Thorbrietz, P. (o. J. a). Zunahme von Infektionskrankheiten | KLUG. Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit. URL: <https://www.klimawandel-gesundheit.de/zunahme-von-infektionskrankheiten/> (Zugriff 03/2022).
- Finkenstaedt, M. u. Thorbrietz, P. (o. J. b). Hitze und ihre Folgen | KLUG. Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit. URL: <https://www.klimawandel-gesundheit.de/hitze-und-ihre-folgen/> (Zugriff 05/2022).
- Förster, H., Hünecke, K., Liste, V. u. Schumacher, K. (2021). Forschungsbericht 583, Auswirkungen des Klimawandels im Bereich Ernährung – Verteilungswirkungen am Beispiel von Nahrungsmittelgruppen. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Öko-Institut e. V. Freiburg. URL: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Forschungsberichte/fb-583-auswirkungen-klimawandel-bereich-ernaehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Zugriff 03/2022).
- Freimuth, J., Bossdorf, O., Scheepens, J. F., Willems, F. M. (2021). Climate warming changes synchrony of plants and pollinators. In: bioRxiv, URL: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.01.10.425984v5> (Zugriff 04/2022).
- Fritze, J. G., Blashki, G. A., Burke, S., Wiseman, J. (2008). Hope, Despair and Transformation: Climate Change and the Promotion of Mental Health and Wellbeing. Int J Ment Health Syst 2(1), 1–10.
- Günster, C., Klauber, J., Robra, B.-P., Schmuker, C., Schneider, A. (2021). Versorgungs-Report Klima und Gesundheit. MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Haas, W., Moshammer, H., Muttarak, R., Koland, O. (2019). Österreichischer Special Report Gesundheit, Demographie und Klimawandel. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien. ISBN: 978-3-7001-8427-0
- Hefele, P., Gaus, L. (2019). Climate Change and Public Health. Global Health. International Reports 2/2019, Konrad-Adenauer-Stiftung. <https://www.kas.de/documents/259121/6535105/Climate+Change+and+Public+Health.pdf/745b5eba-6893-ec3b-8e26-e8c500af81f8?version=1.0&t=1562261773207> (Zugriff 05/2022).
- Helmholtz München (2022). Pollen-Monitoring zeigt Einfluss von Klimawandel auf Pollenflug und Heuschnupfen. URL: <https://www.allergieinformationsdienst.de/aktuelles/schwerpunktthemen/pollenmonitoring-klimawandel-pollenflug-heuschnupfen.html> (Zugriff 04/2022).
- Herrmann, A. u. Danquah, I. (2021). Klimawandel und Gesundheit aus globaler Perspektive – eine Übersicht über Risiken und Nebenwirkungen. In: Schneider, A., Schmuker, C., Günster, C., Klauber, J. u. Robra, B.-P. (Hrsg.). Versorgungs-Report Klima und Gesundheit. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft (MWV), Berlin. URL: <https://library.open.org/handle/20.500.12657/48788> (Zugriff 03/2022).

- Herrmann, A., Krolewski, R., Lenzer, B., et al. (2021). Allgemeinmedizin. In: Traidl-Hoffmann, C., Schulz, C. M., Herrmann, M., Simon, B. (Hrsg.). Planetary Health: Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, S. 65–76. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Hertig, E., Schneider, A. (2021). Der Einfluss von Temperatur auf die Mortalität. In: Günster, C., Klauber, J., Robra, B.-P., Schmuker, C. u. Schneider, A. (Hrsg.). Versorgungs-Report: Klima und Gesundheit, S. 41–52. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. <https://doi.org/10.32745/9783954666270->.
- Höflich, C. (2018). Pollen-assoziierte allergische Erkrankungen in Zeiten des Klimawandels – Neue Daten zur Entwicklung in Deutschland. In: UMID: Zeitschrift für Mensch und Umwelt – Informationsdienst. Nr. 1/2018, S. 5–14. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/360/publikationen/allergische_erkrankungen_klimawandel.pdf (Zugriff 04/2022).
- Howard, G., Nijhawan, A., Flint, A. et al. (2021). The how tough is WASH framework for assessing the climate resilience of water and sanitation. npj Clean Water 4, 39 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00130-5> (Zugriff 04/2021).
- Huber, V. (2021). Der anthropogene Klimawandel und seine Folgen: wie sich Umwelt- und Lebensbedingungen in Deutschland verändern. In: Günster, C., Klauber, J., Robra, B.-P., Schmuker, C., Schneider, A. (Hrsg.). Versorgungs-Report: Klima und Gesundheit (S. 9–21). Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. <https://doi.org/10.32745/9783954666270-1>.
- Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) (2019). Special Report on the Ocean and Cryosphere in a changing Climate. Summary for Policymakers. URL: <https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/summary-for-policymakers/> (Zugriff 02/2022).
- Internal Displacement Monitoring Center (IDMC) (2021). Internal Displacement in a changing climate. Global Report on Internal Displacement. URL: https://www.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/grid2021_idmc.pdf (Zugriff 04/2022).
- Jägermeyr, J. et al. (2021). Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models. In: Nature Food (Bd. 2, Issue 11, S. 873–885). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00400-y>.
- Jay, M. u. Marmot, M. (2009). Health and climate change. In: The Lancet (Bd. 374, Issue 9694, S. 961–962). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(09\)61603-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(09)61603-2).
- Kaiser, T., Kind, C., Dudda, L., Sander, K. (2021). Klimawandel, Hitze und Gesundheit: Stand der gesundheitlichen Hitzevorsorge in Deutschland und Unterstützungsbedarf der Bundesländer und Kommunen. UMID 1/2021. adelphi gmbH/Umweltbundesamt (UBA). URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/publikationen/umid_01-2021-beitrag_3_hitze.pdf (Zugriff: 03/2022).
- Karliner, J., Slotterback, S., Boyd, R., Ashby, B., Steele, K. (2019). Health Care’s climate footprint. How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action. URL: https://noharm-global.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf (Zugriff 12/2021).

- Klauber, H. u. Koch, N. (2021). Individuelle und regionale Risikofaktoren für hitzebedingte Hospitalisierungen der über 65-Jährigen in Deutschland. In: Günster, G., Klauber, J., Robra, B.-P. et al. (Hrsg.) (2021). Versorgungs-Report Klima und Gesundheit, S. 63–78. DOI 10.32745/9783954666270-3, MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021.
- 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: Brasseur, G. P., Jacob, D., Schuck-Zöller, S. (Hrsg.). Klimawandel in Deutschland. Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50397-3>.
- Klotz, S., Settele, S. (2017). Biodiversität. In: Brasseur, G. P., Jacob, D., Schuck-Zöller, S. (Hrsg.) (2017). Klimawandel in Deutschland, S. 727–775. https://doi.org/10.1007/978-3-662-50397-3_15.
- Kohlitz, J. P., Chong, J., Willetts, J. (2017). Climate change vulnerability and resilience of water, sanitation, and hygiene services: A theoretical perspective. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 7(2), 181–195. [.](#)
- Krämer, A., Wörmann, T., Jahn, H. J. (Hrsg.) (2013). Klimawandel und Gesundheit: Internationale, nationale und regionale Herausforderungen und Antworten. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Krebs, S., Lietz, A. L., Hasseler, M. (2021). Notwendige Anpassungen in Einrichtungen der Gesundheitsversorgung aufgrund hitzebedingter Dehydration. In: Günster, G., Klauber, J., Robra, B.-P. et al. (Hrsg.) (2021). Versorgungs-Report Klima und Gesundheit, S. 191–204. DOI 10.32745/9783954666270-3, MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021.
- Lehmkuhl, D. (2020). Klimawandel und Gesundheit: Initiativen, Akteure und Handlungsfelder. In: G+G Wissenschaft (GGW) (2020). Jg. 20, Heft 1 (Februar), S. 23–30, AOK-Magazin für Politik, Praxis und Wissenschaft des Wissenschaftlichen Instituts der AOK. URL: https://www.wido.de/fileadmin/Dateien/Dokumente/Publikationen_Produkte/GGW/2020/wido_ggw_0120_lehmkuhl.pdf (Zugriff 04/2022).
- Lertzman, R. (2015). *Environmental Melancholia: Psychoanalytic Dimensions of Engagement*. Routledge London, New York.
- Levy, B. S. u. Patz, J. A. (2015). Climate Change, Human Rights, and Social Justice. *Annals of Global Health*, 81(3), 310. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.008>.
- Lloyd, S., Bangalore, M., Chalabi, Z., Kovats, R. S., Hallegatte, S., Ronberg, J., Valin, H. (2019). Potential impacts of climate change on child stunting via income and food price in 2030: A global-level model. *The Lancet Planetary Health*, 3, S1. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30144-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30144-5).
- Lloyd, J., Sari, R., Chalabi, K., Chalabi, Z. (2011). Climate Change, Crop Yields, and Undernutrition: Development of a Model to Quantify the Impact of Climate Scenarios on Child Undernutrition. In: *Environmental Health Perspectives*, Volume 119, Nr. 12, S. 817–1823. <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1003311>.
- Lotto-Batista, M., Behrens, C., Castell, S. (2021). Der Einfluss des Klimawandels auf die Ausbreitung von Infektionserkrankungen – am Beispiel der Lyme-Borreliose. In: Günster, G.,

- Klauber, J., Robra, B.-P. et al. (Hrsg.) (2021). Versorgungs-Report Klima und Gesundheit, S. 145–156. DOI 10.32745/9783954666270-3, MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021.
- Ludwig, A., Bayr, D., Pawlitzki, M., Taidl-Hoffmann, C. (2021). Der Einfluss des Klimawandels auf die Allergenexposition: Herausforderungen für die Versorgung von allergischen Erkrankungen. In: Günster, C., Klauber, J., Robra, B.-P., Schmuker, C., Schneider, A. (Hrsg.) (2021). Versorgungs-Report Klima und Gesundheit. S. 133–143, DOI 10.32745/9783954666270-10. MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Matthies-Wiesler, F. et al. (2021). The Lancet Countdown for Health and Climate Change – Policy Brief für Deutschland 2021. URL: https://www.klimawandel-gesundheit.de/wp-content/uploads/2021/10/20211020_Lancet-Countdown-Policy-Germany-2021_Document_v2.pdf (Zugriff 03/2022).
- McMichael, A. J. (2013). Globalization, Climate Change, and Human Health. New England Journal of Medicine, 368(14), 1335–1343. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1109341>.
- Müller, O., Jahn, A., Gabrysch, S. (2018). Planetary Health. In: Deutsches Ärzteblatt, Jahrgang 115, Heft 40, 8. Oktober 2018.
- Munich RE (2020). Pandemien, Klimawandel, Cyber: Großrisiken der Gegenwart – Bessere Vorbereitung nötig. URL: <https://www.munichre.com/de/unternehmen/media-relations/medieninformationen-und-unternehmensnachrichten/medieninformationen/2020/2020-09-07-pandemien-klimawandel-cyber.html> (Zugriff 08/2022).
- Naafs, A. (2019). Why hygiene matters in the climate change discourse: IRC. Wash. URL: <https://www.ircwash.org/blog/why-hygiene-matters-climate-change-discourse> (Zugriff 04/2022).
- Nikendei, C. (2021). Psychische Belastung und mentale Gesundheit. In: Traidl-Hoffmann, C., Schulz, C. M., Herrmann, M., Simon, B. (Hrsg.). Planetary Health – Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Nikendei, C., Buga, T.J., Nikendei, F. et al. (2020). Klimawandel: Ursachen, Folgen, Lösungsansätze und Implikationen für das Gesundheitswesen. In: Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen (ZEFQ), S. 59–67. URL: https://www.researchgate.net/publication/343885440_Klimawandel_Ursachen_Folgen_Lösungsansätze_und_Implikationen_für_das_Gesundheitswesen/citation/download (Zugriff 03/2022).
- Omasete, J., Forster J., Geere, J. (2021). Water, Sanitation and Hygiene: The foundation for building resilience in climate-vulnerable communities. WaterAid/DRIK/Habibul Haque. URL: https://washmatters.wateraid.org/sites/g/files/jkxooof256/files/water-sanitation-and-hygiene-the-foundation-for-building-resilience-in-climate-vulnerable-communities_4.pdf (Zugriff 04/2022).
- Oxfam Deutschland. (2016). Wasserkrisen durch Klimawandel. Wie der Klimawandel weltweit die Versorgung mit Wasser gefährdet. URL: https://www.oxfam.de/system/files/oxfam_wasserkrisen-durch-klimawandel-web.pdf (Zugriff 04/2022).
- Psy4F. (o. J.). Klimaangst – Psychologists for Future. Psychologists for Future. URL: <https://www.psychologistsforfuture.org/klimaangst/> (Zugriff 01/2022).

- Renner, K., Wolf, M., Porst, L. et al. (2021). Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021 – Im Auftrag des Umweltbundesamtes. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-10_cc_21-2021_kwra2021_land_1.pdf (Zugriff 04/2022).
- Ridde, V., Benmarhnia, T., Bonnet, E. et al. (2019). Climate change, migration and health systems resilience: Need for interdisciplinary research. doi: 10.12688/f1000research.17559.2, URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7506192/> (Zugriff 04/2022).
- Rigaud, K. K., Jones, B., Bergmann, J. et al. (2018). Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration. World Bank. Washington D.C. 2018. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2018/03/19/groundswell---preparing-for-internal-climate-migration> (Zugriff 04/2022).
- RKI (2010). Klimawandel und Gesundheit: Ein Sachstandsbericht. Berlin. URL: <https://www.rki.de/DE/Content/Gesund/Umwelteinfluesse/Klimawandel/Klimawandel-Gesundheit-Sachstandsbericht.pdf?blob=publicationFile> (Zugriff 08/2022)
- Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P., Hughes, N., Jamart, L., Kennard, H., Lampard, P., Solano Rodriguez, B., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Chu, L., Ciampi, L., Dalin, C., ... Hamilton, I. (2021). The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. In: The Lancet (Bd. 398, Issue 10311, S. 1619–1662). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)01787-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01787-6).
- Schmidt, M. (2021). Umweltveränderungen als Ursache für Konflikte und Migrationen. In: Traidl-Hoffmann, C., Schulz, C. M., Herrmann, M., Simon, B. (Hrsg.). Planetary Health – Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, S. 47–50. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Schrader, C. (2021). Klimakommunikation für die Gesundheitsberufe – Vertrauen eröffnet Zugang. In: Traidl-Hoffmann, C., Schulz, C. M., Herrmann, M., Simon, B. (Hrsg.). Planetary Health: Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän. S. 302–308. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Schulz, C. M., Simon, B. (2021). Anthropozän – Die Überschreitung planetarer Grenzen. In: Traidl-Hoffmann, C., Schulz, C. M., Herrmann, M., Simon, B. (Hrsg.). Planetary Health: Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, S. 7–26. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Searle, K., Gow, K. (2010). Do Concerns about Climate Change Lead to Distress? Int J Clim Chang Strateg Manag 2(4), 362–379.
- Seidel, M. u. Müller, I. (2018). COPD: Symptome, Ursachen, Folgen, Therapie. NetDoktor. URL: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/copd/> (Zugriff 01/2022).
- Sillmann, J., Aunan, K., Emberson, L., Büker, P., Van Oort, B., O'Neill, C., Otero Felipe, N., Pandey, D., Brisebois, A. (2021). Combined impacts of climate and air pollution on human health and agricultural productivity. - Environmental Research Letters, 16, 9, 093004.

- Sinus (2019). Klimaschutz-Umfrage: Die Jugend fühlt sich im Stich gelassen. SINUS-Institut. URL: <https://www.sinus-institut.de/media-center/presse/klimaschutz-die-jugend-fuehlt-sich-im-stich-gelassen> (Zugriff 01/2022).
- Smith, M. R., Mayers, S. S. (2018). Impact of anthropogenic CO₂ emissions on global human nutrition. In: Nature Climate Change, Vol 8, September, S. 834–839. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0253-3> (Zugriff 04/2022).
- Smith, M. R., Singh, G. M., Mozaffarian, D., Myers, S. S. (2015). Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: a modelling analysis. In: The Lancet (Bd. 386, Issue 10007, S. 1964–1972). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(15\)61085-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(15)61085-6).
- Sonnenmoser, M. (2020). Klimawandel und psychische Gesundheit: Ein relativ neuer Stressfaktor. In: Deutsches Ärzteblatt 2020, Heft 5/2021. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/213960/Klimawandel-und-psychische-Gesundheit-Ein-relativ-neuer-Stressfaktor> (Zugriff 04/2022).
- The Lancet Countdown on Health and Climate Change (Hrsg.) (2021). Policy Brief für Deutschland 2021. Lancet Countdown: Tracking Process on Health and Climate Change. https://www.klimawandel-gesundheit.de/wp-content/uploads/2021/10/20211020_Lancet-Countdown-Policy-Germany-2021_Document_v2.pdf (Zugriff 05/2022)
- Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (2021a). Hitze, Kollaps und kein Plan. In: Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (Hrsg.). Überhitzt. Die Folgen des Klimawandels für unsere Gesundheit. Was wir tun können, S. 17–83. Dudenverlag, Berlin. ISBN 978-3-411-75666-7.
- Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (2021b). Allergien, Pollen und Luftverschmutzung. In: Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (Hrsg.). Überhitzt. Die Folgen des Klimawandels für unsere Gesundheit. Was wir tun können, S. 84–125. Dudenverlag, Berlin. ISBN 978-3-411-75666-7.
- Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (2021c). Mücken, Zecken und anderes Getier. In: Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (Hrsg.). Überhitzt. Die Folgen des Klimawandels für unsere Gesundheit. Was wir tun können, S. 151–186. Dudenverlag, Berlin. ISBN 978-3-411-75666-7.
- Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (2021d). Klima, Kopf und Seele. In: Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (Hrsg.). Überhitzt. Die Folgen des Klimawandels für unsere Gesundheit. Was wir tun können, S. 214–246. Dudenverlag, Berlin. ISBN 978-3-411-75666-7.
- Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (2021e). Wasser, Wind, Fels und Feuer. In: Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (Hrsg.). Überhitzt. Die Folgen des Klimawandels für unsere Gesundheit. Was wir tun können, S. 187–213. Dudenverlag, Berlin. ISBN 978-3-411-75666-7.
- Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (2021f). Viren, Bakterien und andere Mikroorganismen. In: Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (Hrsg.). Überhitzt. Die Folgen des Klimawandels für unsere Gesundheit. Was wir tun können, S. 127–150. Dudenverlag, Berlin. ISBN 978-3-411-75666-7.
- Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (2021g). Klimawandel im Gesundheitswesen. In: Traidl-Hoffmann, C. u. Trippel, K. (Hrsg.). Überhitzt. Die Folgen des Klimawandels für unsere

Gesundheit. Was wir tun können, S. 247–266. Dudenverlag, Berlin. ISBN 978-3-411-75666-7.

Traidl-Hoffmann, C., Schulz, C. M., Herrmann, M., Simon, B. (2021): Planetary Health – Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.

Traidl-Hoffmann, C. u. Bayr, D. (2021). Klimawandel und Allergien. In: Geographische Rundschau. 3/2021. Klimawandel und Gesundheit in Europa, S. 26–30.

Umweltbundesamt (UBA) (2017). Achtung Tigermücke! URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/achtung-tigermuecke> (Zugriff 01/2022).

Umweltbundesamt (UBA) (2019a). Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Luftqualität in Innenräumen: Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene (IRK) am Umweltbundesamt. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 62(2), S. 232–234. <https://doi.org/10.1007/s00103-018-2870-4>.

Umweltbundesamt (UBA) (2019b). GE-I-3: Belastung mit Ambrosiapollen. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/ge-i-3-das-indikator#ge-i-3-belastung-mit-ambrosiapollen> (Zugriff 08/2022)

Umweltbundesamt (UBA) (2021a). Gesundheitsrisiken durch Ozon. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-ozon#gesundheitliche-risiken-von-ozon-und-hoher-lufttemperatur> (Zugriff 01/2022).

Umweltbundesamt (UBA) (2021b). Klimawandel und psychische Gesundheit. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/klimawandel-gesundheit/klimawandel-psychische-gesundheit#belastung-als-reaktion-auf-extremwetterereignisse> (Zugriff 03/2022).

Umweltbundesamt (UBA) (2022). Schadstoffe aus Kanalisationen in Gewässern. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/schadstoffe-aus-kanalisationen-in-gewaessern#schadstoffe-im-urbanen-abwassersystem> (Zugriff 05/2023).

United Nations (o. J.). Fast Facts. On climate, food and agriculture. URL: <https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/fastfacts-food-and-agriculture-february-2022.pdf> (Zugriff 03/2022).

United Nations Children's Fund (Unicef) (2016). The Ripple Effect: Climate change and children's access to water and sanitation. URL: <https://www.unicef.org/media/91291/file/Climate-change-WASH-Brief.pdf> (Zugriff 04/2022).

University College London. (o. J.). Many Strong Voices | Institute for Global Health. UCL. URL: <https://www.ucl.ac.uk/global-health/research/a-z/many-strong-voices> (Zugriff 03/2022).

Vasques, L. (2019, February 19). WHO Report Highlights Knowledge Gaps in Climate and Health Research | News | SDG Knowledge Hub | IISD. SDG Knowledge Hub. URL: <https://sdg.iisd.org/news/who-report-highlights-knowledge-gaps-in-climate-and-health-research/> (Zugriff 03/2022).

Watts, N., Amann, M., Arnell, N. et al. (2019). The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. Lancet, 394(10211), 1836–1878. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32596-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32596-6).

Weltgesundheitsorganisation (WHO) – Regionalbüro für Europa (o. J.). Zentrale Fragen für Migration und Gesundheit. URL: <https://www.euro.who.int/de/health-topics/health-determinants/migration-and-health/migration-and-health-in-the-european-region/migration-and-health-key-issues> (Zugriff 04/2022).

- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2008). Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. URL: https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/archiv/wbgu_jg2007.pdf (Zugriff 04/2022).
- Wörmann, T., Jahn, H. J., Krämer, A. (Hrsg.) (2013). Klimawandel und Gesundheit: Internationale, nationale und regionale Herausforderungen und Antworten. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wolf, M., Porst, L. et al. (2021). Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 5: Risiken und Anpassung in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit. Climate Change 24/2021, im Auftrag des Umweltbundesamtes. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Teil-5-Wirtschaft-Gesundheit> (Zugriff 04/2022).
- World Health Organization (WHO). Regional Office for South-East Asia (2008). Climate change and health. WHO Regional Office for South-East Asia. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/126809> (Zugriff 05/2022).
- World Health Organization (WHO) (2019). 2018 WHO health and climate change survey report: Tracking global progress. World Health Organization. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329972> (Zugriff 05/2022).
- World Health Organization (WHO) (2021). Climate change and health. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (Zugriff 01/2022).
- World Wide Fund For Nature (WWF) (2020). Arktische Eisschmelze bedroht Menschen weltweit. WWF Deutschland. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/arktis/arktische-eisschmelze-bedroht-menschen-weltweit> (Zugriff 01/2022).
- Zhao, Q., Guo, Y., Ye, T., Gasparrini, A., Tong, S., Overcenco, A., Urban, A., Schneider, A., Entezari, A., Vicedo-Cabrera, A. M., Zanobetti, A., Analitis, A., Zeka, A., Tobias, A., Nunes, B., Alahmad, B., Armstrong, B., Forsberg, B., Pan, S.-C., Li, S. et al. (2021). Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: A three-stage modelling study. The Lancet Planetary Health, 5(7), e415–e425. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00081-4).

6 Anhang

Arbeitspaket 2 Interviewleitfaden Experten*innen:

Klimawandel und Gesundheit – Interviewleitfaden

Einstieg: Rolle der projektrelevanten Themen

- 1) Welche Rolle messen Sie dem Themenfeld auf einer Skala zwischen 1 (geringe Bedeutung) bis (10 zentrale Bedeutung) bei?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Und Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Themenfeld?

- 2) Zu welchen themenbezogenen Aspekten arbeiten Sie aktuell?

Aktuelle Themenschwerpunkte und zukünftige Forschungsbedarfe

- 3) Welche Folgen des Klimawandels für die Gesundheit nehmen Sie als gut bis sehr gut beforscht wahr?
- 4) Welche Forschungsfelder gilt es aus Ihrer Sicht zukünftig vermehrt in den Blick zu nehmen bzw. sind bislang noch kaum erforscht?
- Gesprächsimpulse:*
- Könnten Sie uns dies vertiefend erläutern?
 - Warum erscheint Ihnen gerade dieser Bereich so wichtig?
 - Gibt es Gründe, die dem beforschen dieser Thematik im Wege stehen?

- 5) Welche konkreten Forschungsfragen würden Sie am dringendsten dazu formulieren?
- Gesprächsimpulse:*
- Worauf möchten Sie mit dieser Frage konkret abzielen?
 - Könnten Sie uns erläutern warum ihnen gerade diese Frage so wichtig erscheint?
 - Warum wurde dieser Frage bislang noch nicht nachgegangen?

Zentrale forschende Akteure, Kooperation und Vernetzung

- 6) Welche sind aus Ihrer Sicht die zentralen Wissenschaftler*innen / Forscher*innen, die sich mit der Thematik bzw. einzelnen Aspekten tiefgreifend beschäftigen (national / international)?

- 7) Mit wem sollten wir zum Thema Klimawandel und Gesundheit unbedingt gesprochen haben?
- 8) Welche Rolle spielen Kooperation und Vernetzung bei der Bearbeitung dieser Themen?
- 9) Der Zusammenarbeit welcher Akteure bedarf es, um sinnvolle Problemlösungen entwickeln zu können?

Handlungsfelder und mögliche Aktivitäten der Krankenkassen

- 10) Welchen Beitrag können aus Ihrer Sicht die Krankenkassen zu diesem Themenbereich im Allgemeinen leisten?
- 11) Welche Aktivitäten würden Sie von den Krankenkassen als Akteure der Forschung erwarten, um den Gesundheitsgefährdungen (eventl. auch vorsorgend) zu begegnen?
- 12) Welches wissenschaftliche Potenzial zu diesem Themenbereich könnte in den Routinedaten (zu Diagnosen, Behandlungen, Abrechnungen etc.) großer Krankenkassen liegen?
- 13) Sehen Sie Potenziale in neuen Kombinationen mit anderen Datenquellen?

Ausblick

- 14) Welche drei Themen dürfen in einer zukünftigen Forschungslandschaft zum Thema Klima/-risiken und Gesundheit auf keinen Fall fehlen?
- 15) Hätten Sie Interesse an einer Fokusgruppe zu diesem Thema teilzunehmen?

Arbeitspaket 3: Übersicht Forschungsbedarfe

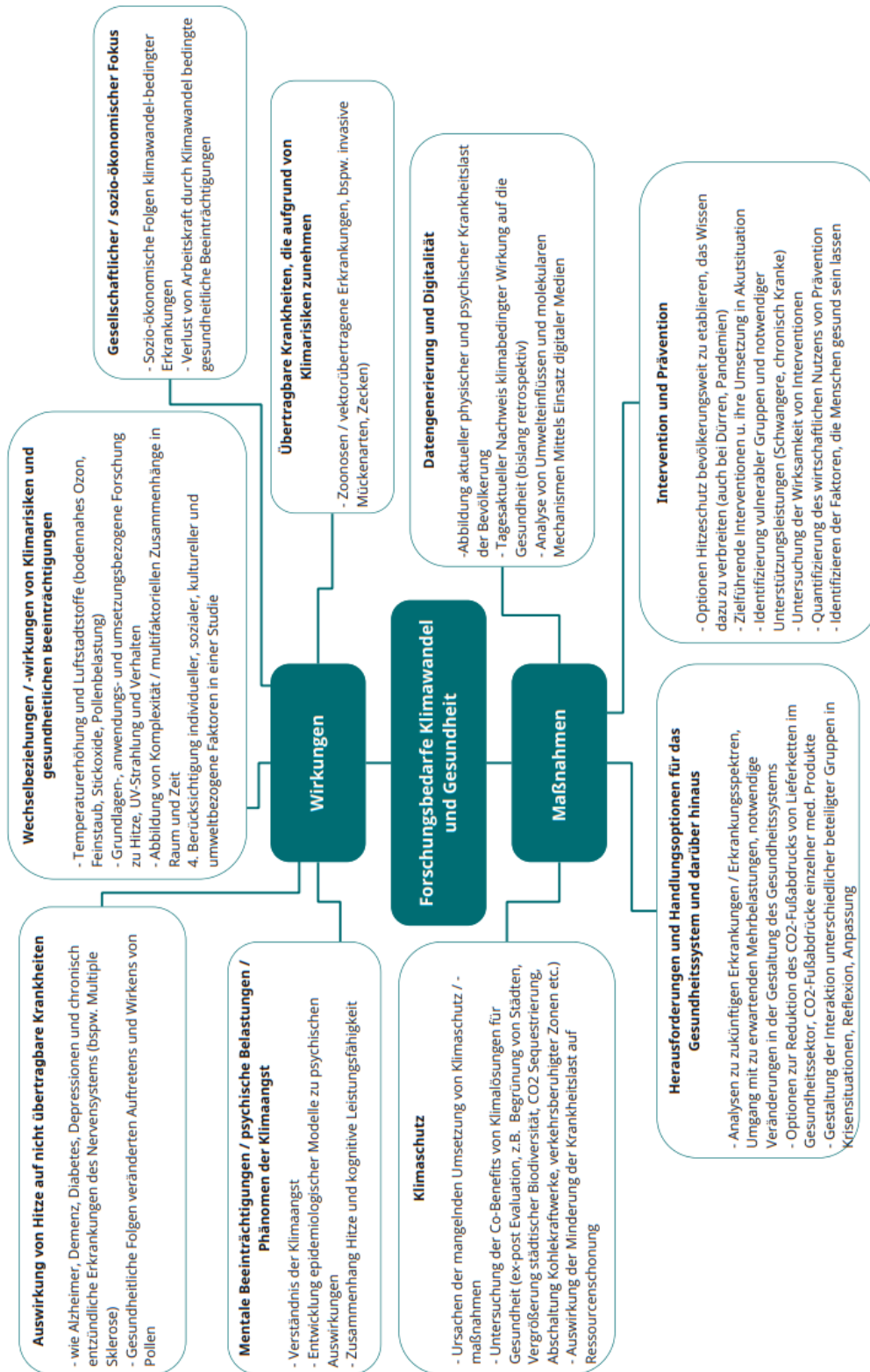


Abbildung 6 Überblick Themenstränge mit Forschungsbedarf