Klimawandel und Gesundheit

Forschung und Translation in NRW



Themenfelder
Prävention & Gesundheitsförderung | Klimaresiliente Lebens- & Arbeitswelten | Infektionskrankheiten
Nicht-übertragbare Erkrankungen und Katastrophen

Autor:innen und Beteiligte

Das Whitepaper ist eine Initiative des Leuchtturms Climate&Health.NRW des Clusters Medizin.NRW. Nachfolgend sind alle Autor:innen des Whitepapers aufgelistet:



Dr. Hans Braun
Deutsche Sporthochschule Köln



Prof. Dr. Christa Büker
Hochschule Bielefeld



Prof. Dr. Dr. Michael Czaplik
Docs in Clouds TeleCare GmbH



Dr. Peter Enste
Institut Arbeit und Technik an der Westfälischen Hochschule



Dr. Alina Herrmann
Universitätsklinikum Köln



Prof. Dr. Claudia Hornberg
Universität Bielefeld



Dr. Benjamin Kaluza
Fraunhofer FKIE



Dr. Sabine Kespohl
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV (IPA)



Prof. Dr. Susanne Moebus
Universitätsmedizin Essen



Prof. Dr. Beate Müller
Universitätsklinikum Köln



Prof. Dr. Claudia Pischke
Universitätsklinikum Düsseldorf



Prof. Dr. Monika Raulf
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV (IPA)



Lilian Rothe
Universitätsmedizin Essen



Hannah Schäfer
Universitätsmedizin Essen



Dr. Christian Schmerling
Universität Duisburg-Essen



Dr. Judith Schröder
Universitätsmedizin Essen



Dr. Chiara Tuma
Deutsche Sporthochschule Köln



PD Dr. Simone Weyers
Universitätsklinikum Düsseldorf



Dr. Patrick Guidato
Clustermanager

Vorwort

Sehr geehrte Leser:innen,

der Klimawandel wirkt sich in vielfacher Weise auf die menschliche Gesundheit aus. Hitze, Extremwetterereignisse, neue Infektionsrisiken, veränderte Allergenbelastungen sowie Folgen für Versorgung, Prävention und Lebenswelten stellen Wissenschaft, Gesundheitswesen und Gesellschaft vor neue Herausforderungen.

Um diesen zu begegnen, arbeiten in Nordrhein-Westfalen zahlreiche Akteur:innen aus Wissenschaft, Gesundheitsversorgung, Wirtschaft und öffentlicher Hand an innovativen Lösungen und Konzepten. NRW bietet hierfür mit seiner dichten Forschungs- und Versorgungslandschaft, seiner interdisziplinären Breite und seinen starken Translationsstrukturen besonders gute Voraussetzungen.

Die Zusammenarbeit wird in NRW durch das Cluster Medizin.NRW unterstützt. Als zentrale Kompetenzplattform für strategische Partnerschaften in der innovativen Medizin bringt Medizin.NRW relevante Akteur:innen zusammen und fördert Austausch, Vernetzung und Kooperation.

Mit Climate&Health.NRW besteht innerhalb von Medizin.NRW eine zentrale Plattform für Interdisziplinarität und Translation im Themenfeld Klimawandel und Gesundheit. Der Leuchtturm bietet ein gemeinsames Dach für strategische Themen, Whitepaper, Veranstaltungen und neue Kooperationsansätze.

Mit diesem Whitepaper möchten wir einen Überblick über das Themenfeld Klimawandel und Gesundheit in Nordrhein-Westfalen geben. Wir wollen zeigen, welche Herausforderungen bestehen, welche Forschungs- und Translationsansätze bereits verfolgt werden und welche Impulse aus NRW für Innovation und praktische Umsetzung ausgehen.

Die Übersicht und die in diesem Papier vorgestellten Beispielprojekte sollen Orientierung bieten und Anregungen für die weitere Arbeit an der Schnittstelle von Klimawandel, Gesundheit und innovativer Medizin geben.

Mit freundlichen Grüßen

Patrick Guidato

Inhalt

Autor:innen und Beteiligte 2

Das wichtigste in Kürze - Executive Summary 6

Klimawandel und Gesundheit in NRW - Ein Überblick 8

Prävention und Gesundheitsförderung im Kontext des Klimawandels 10

Forschung und Translation zu Klimawandel und Gesundheit in NRW
Erfolgsbeispiele aus NRW 16
Prävention und Gesundheitsförderung als zentrale Instrumente 17
Klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten 23
Infektionskrankheiten 30
Nicht-Übertragbare Erkrankungen und Katastrophen 35

NRW - Spitzenstandort für Forschung und Translation zu Klimawandel und Gesundheit 40

Klimawandel und Gesundheit: Die besten Bedingungen für die Translation 42

Literaturverzeichnis 44

Das wichtigste in Kürze - Executive Summary

Der Klimawandel wirkt sich bereits heute auf die menschliche Gesundheit aus. Steigende Temperaturen, häufigere Hitzewellen, Extremwetterereignisse, veränderte Umweltbedingungen, neue Infektionsrisiken und zunehmende Allergenbelastungen stellen Wissenschaft, Gesundheitswesen, Kommunen, Wirtschaft und Gesellschaft vor neue Herausforderungen. Besonders betroffen sind Menschen mit erhöhter Vulnerabilität. Dazu zählen unter anderem ältere Menschen, Kinder, Personen mit chronischen Erkrankungen, sozial benachteiligte Gruppen sowie Beschäftigte in besonders exponierten Arbeitsbereichen. Klimawandel und Gesundheit sind daher nicht nur medizinische, sondern auch gesellschaftliche, strukturelle und versorgungsbezogene Themen.

NRW als Standort für Forschung und Translation

Nordrhein-Westfalen bietet sehr gute Voraussetzungen, um Lösungen für die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels zu entwickeln und in die Anwendung zu bringen. Der Standort verbindet:

- eine dichte Hochschul- und Forschungslandschaft,
- leistungsfähige Universitätskliniken und Versorgungsstrukturen,
- außeruniversitäre Forschungseinrichtungen,
- Unternehmen und Innovationsakteure,
- kommunale Strukturen und öffentliche Gesundheit,
- sowie etablierte Netzwerke wie Medizin.NRW und den Leuchtturm Climate&Health.NRW.

Diese Breite ermöglicht es, Klimawandel und Gesundheit als interdisziplinäres Innovations- und Translationsfeld zu bearbeiten.

Vier zentrale Themenfelder des Whitepapers

Das Whitepaper zeigt anhand ausgewählter Beispiele, wie Forschung in NRW bereits heute in konkrete Anwendung übersetzt wird. Im Mittelpunkt stehen vier thematische Schwerpunkte:

1. Prävention und Gesundheitsförderung

Prävention und Gesundheitsförderung sind zentrale Instrumente, um klimabedingte Gesundheitsrisiken frühzeitig zu mindern und Gesundheitsressourcen zu stärken. Die Beispiele zeigen, wie gesundheitsfördernde Verkehrsplanung, dezentrales Biomarker-Monitoring und klimaentlastende Lebensstile dazu beitragen können, Gesundheit und Klimaanpassung gemeinsam zu denken.

2. Klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten

Klimaanpassung muss dort ansetzen, wo Menschen leben, lernen, arbeiten und versorgt werden. Die Beispiele zu Climate & Health im Pflegestudium, klimasensibler Gesundheitsberatung, nachhaltiger Ernährung im Krankenhaus und hitzesensibler Medikationsanpassung zeigen, wie wissenschaftliche Erkenntnisse in Bildung, Versorgung und institutionelle Praxis übertragen werden können.

3. Infektionskrankheiten

Der Klimawandel verändert die Rahmenbedingungen für Infektionsrisiken, Surveillance und Pandemievorsorge. Die Beispiele zu neuen antimikrobiellen Strategien aus Archaeen und datenbasiertem Pandemiemanagement verdeutlichen, wie Grundlagenforschung, Datenintegration, Preparedness und grenzüberschreitende Zusammenarbeit neue Handlungsoptionen eröffnen.

4. Nicht-übertragbare Erkrankungen und Katastrophen

Hitzebelastung, Luftverschmutzung, neue Allergenexpositionen und Extremwetterereignisse können bestehende Erkrankungen verschärfen und Versorgungssysteme belasten. Die Beispiele zu beruflichen Allergierisiken, telemedizinischer Grundversorgung bei Katastrophen und Hitzeschutz für vulnerable Bevölkerungsgruppen zeigen, wie Forschung zu konkreten Schutz-, Präventions- und Versorgungslösungen beitragen kann.

Die im Whitepaper vorgestellten Projekte machen deutlich: Forschung zu Klimawandel und Gesundheit ist in NRW nicht auf Risikoanalyse beschränkt. Sie entwickelt konkrete Ansätze für:

- Prävention und Gesundheitsförderung,
- klimaresiliente Versorgung,
- Qualifizierung und Gesundheitskommunikation,
- Monitoring, Surveillance und Datenintegration,
- diagnostische und therapeutische Innovationen,
- kommunale und institutionelle Umsetzung,
- Schutz vulnerabler Gruppen,
- sowie resiliente Strukturen für Krisen und Katastrophen.

Translation bedeutet dabei nicht nur Technologietransfer. Sie umfasst auch die Überführung von Wissen in Bildungsangebote, Versorgungspfade, kommunale Maßnahmen, Präventionsstrategien, Arbeitsprozesse, digitale Instrumente und politische Entscheidungsgrundlagen.

Erfolgsfaktoren für Translation

Aus den Beispielen des Whitepapers lassen sich neun zentrale Erfolgsfaktoren für eine erfolgreiche Translation im Themenfeld Klimawandel und Gesundheit ableiten:

- Forschung sollte bereits in der Projektentwicklung auf spätere Anwendung ausgerichtet werden;
- Praxispartner aus Versorgung, Kommunen, Arbeitswelt und öffentlicher Gesundheit sollten frühzeitig eingebunden werden;
- Prävention und Gesundheitsförderung sollten als strategische Leitprinzipien dienen;
- strukturelle Lösungen sollten gegenüber isolierten Einzelmaßnahmen gestärkt werden;
- Daten, Monitoring und Evidenzinfrastrukturen sollten gezielt ausgebaut werden;
- vulnerable Gruppen müssen differenziert berücksichtigt werden;
- Bildung, Qualifizierung und Kommunikation sind als eigenständige Translationsinstrumente zu verstehen;
- regulatorische, organisatorische und finanzielle Umsetzungshürden sollten frühzeitig adressiert werden;
- erfolgreiche Ansätze müssen so aufbereitet werden, dass sie skaliert und auf andere Kontexte übertragen werden können.

Klimawandel und Gesundheit sind für Nordrhein-Westfalen zugleich Herausforderung und Gestaltungsaufgabe. Die im Whitepaper dargestellten Beispiele zeigen, dass NRW bereits heute über starke Kompetenzen, tragfähige Kooperationen und konkrete Lösungsansätze verfügt.

Entscheidend wird sein, diese Ansätze weiter zu vernetzen, erfolgreiche Modelle sichtbar zu machen und Forschung konsequent in Anwendung zu überführen. So kann NRW dazu beitragen, klimabedingte Gesundheitsrisiken frühzeitig zu erkennen, Versorgungssysteme widerstandsfähiger zu machen und gesundheitsförderliche Lebens- und Arbeitswelten aktiv zu gestalten.

Damit wird Klimawandel und Gesundheit zu einem zentralen Feld für Forschung, Innovation und Translation in Nordrhein-Westfalen – mit konkreter Wirkung für die Gesundheit der Menschen und die Resilienz des Gesundheitssystems.



Abbildung 1: Klimawandel und Gesundheit in NRW – zentrale Herausforderungen, Themenfelder und Erfolgsfaktoren.

Klimawandel und Gesundheit in NRW - Ein Überblick

Der Klimawandel stellt eine der größten und komplexesten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Seine Auswirkungen reichen weit über ökologische Veränderungen hinaus und betreffen die Grundfesten bestehender sozialer und wirtschaftlicher Systeme und damit in vielfältiger Weise auch die menschliche Gesundheit. Die steigenden Temperaturen, die nahezu alle Regionen der Erde betreffen, führen nicht nur zu einer Zunahme von Hitzewellen, sondern auch zu intensiveren und häufigeren extremen Wetterereignissen wie Starkregen, Dürren und Stürmen[1]. Gleichzeitig trägt der Verlust biologischer Vielfalt dazu bei, dass Ökosysteme weniger widerstandsfähig werden, was sich wiederum negativ auf die Lebensbedingungen der Menschen auswirkt und mit physischen wie psychischen Gesundheitsfolgen verbunden ist.

Der Status Quo - Rahmenbedingungen

Besonders betroffen von den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sind Bevölkerungsgruppen mit erhöhter Vulnerabilität. Dazu zählen häufig ältere Menschen, Kinder sowie Personen mit chronischen Erkrankungen oder Vorerkrankungen. Darüber hinaus wird Vulnerabilität jedoch nicht allein durch medizinisch-biologische Faktoren bestimmt. Auch soziale, räumliche und strukturelle Bedingungen spielen eine wesentliche Rolle dafür, wie stark Menschen Klimarisiken ausgesetzt sind und welche Möglichkeiten ihnen zur Anpassung und zum Schutz zur Verfügung stehen. Dazu gehören unter anderem der soziale Status, Wohn- und Arbeitsverhältnisse, der Zugang zu Gesundheitsversorgung, wirtschaftliche Unsicherheit sowie das unmittelbare Lebensumfeld. Vulnerabilität ist daher nicht als starres Merkmal einzelner Gruppen zu verstehen, sondern als kontextabhängiges Phänomen, das aus dem Zusammenspiel individueller Voraussetzungen und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen entsteht. Für die Analyse der gesundheitlichen Folgen des Klimawandels ist es deshalb sinnvoll, sowohl medizinische als auch soziale, räumliche und strukturelle Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Im Fokus dieses Papiers stehen dabei primär die gesundheitlichen und medizinischen Aspekte von Vulnerabilität im Kontext des Klimawandels.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) prognostiziert, dass der Klimawandel im Zeitraum zwischen 2030 und 2050 jährlich etwa 250.000 zusätzliche Todesfälle verursachen wird. Diese Zahl ergibt sich vor allem durch den Anstieg von Krankheiten wie Malaria, Durchfallerkrankungen, Unterernährung und Hitzestress, die in einer sich erwärmenden Welt vermehrt auftreten. Besonders problematisch ist, dass die gesundheitlichen Folgen oft nicht isoliert betrachtet werden können: Die Verschlechterung der Umweltbedingungen führt in vielen Regionen auch zu sozialen Konflikten, wirtschaftlicher Unsicherheit und Zwangsmigration, die die gesundheitliche Belastung weiter erhöhen[2].

Die indirekten Folgen des Klimawandels für die Gesundheit sind auf globaler Ebene ebenso besorgniserregend. Veränderte Agrarbedingungen führen zu Ernährungsunsicherheit und Mangelernährung, insbesondere in Ländern mit hoher Abhängigkeit von der lokalen Landwirtschaft[3]. Wasserknappheit und die Verschlechterung der Wasserqualität, die Ausbreitung von Krankheiten wie Cholera begünstigen[4]. Auch die Luftqualität verschlechtert sich infolge von Waldbränden und der höheren Konzentration von Luftschadstoffen. Atemwegserkrankungen wie Asthma und chronisch obstruktive Lungenerkrankungen (COPD) nehmen daher zu[5].

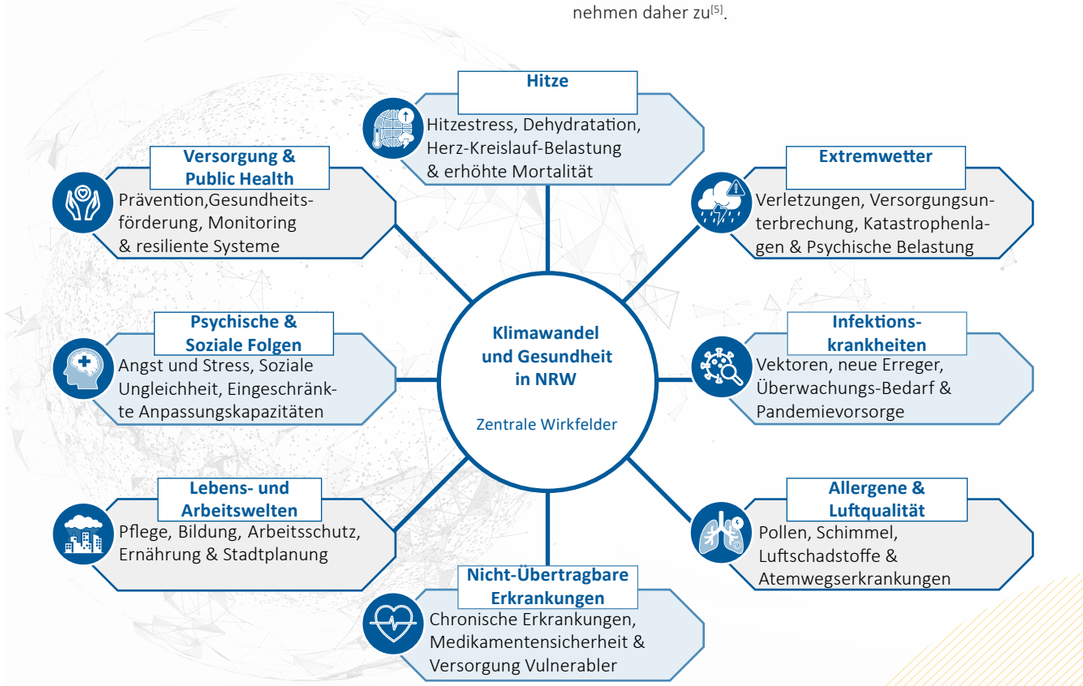


Abbildung 2: Zentrale gesundheitliche Wirkfelder des Klimawandels

Klimawandel in Deutschland und Nordrhein-Westfalen

Auch in Deutschland sind die Folgen des Klimawandels seit einigen Jahren deutlich zu spüren. Das durchschnittliche Jahresmittel der Lufttemperatur ist im Zeitraum von 1881 bis 2021 um 1,6 °C gestiegen, was weitreichende Auswirkungen auf das Klima und die Umwelt des Landes hat. Bemerkenswert ist, dass die fünf wärmsten Jahre, die jemals in Deutschland gemessen wurden, allesamt nach dem Jahr 2000 aufgetreten sind[6]. Dieser Trend verdeutlicht die Geschwindigkeit des Temperaturanstiegs und die Intensivierung extremer Wetterereignisse.

Besonders auffällig ist die Zunahme der sogenannten „Heißen Tage“, an denen die maximale Lufttemperatur mindestens 30 °C erreicht. Diese Zahl hat sich seit den 1950er Jahren von durchschnittlich drei auf mittlerweile neun Tage pro Jahr verdreifacht [7]. Hitzewellen treten heute nicht nur häufiger auf, sondern sind auch deutlich intensiver als in früheren Jahrzehnten[8]. Die Folgen dieser Entwicklungen betreffen die gesamte Bevölkerung, wobei vulnerable Gruppen, wie ältere Menschen, Wohnungslose oder Personen mit gesundheitlichen Einschränkungen sowie Stadtbewohner in Gebieten dichter Bebauung aufgrund der sogenannten Wärmeinsel-Effekte besonders gefährdet sind. Ebenfalls besonders gefährdet sind Beschäftigte in Berufsgruppen, die vornehmlich in Außenbereichen tätig sind, da diese den klimatischen Veränderungen ebenfalls besonders stark ausgesetzt sind.

Infektionsrisiken und neue Krankheitserreger

Neben den direkten gesundheitlichen Auswirkungen wie Hitzeschäden und hitzebedingten Todesfällen führen die klimatischen Veränderungen auch zu einer verstärkten Ausbreitung von Krankheiten, bzw. ihren Auslösern die zuvor in Deutschland weniger verbreitet waren. Ein Beispiel hierfür ist die veränderte Ausbreitung von Infektionskrankheiten. Höhere Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster begünstigen die Vermehrung von krankheitsübertragenden Vektoren wie Tiger- und Anopheles-Mücken, sowie Zecken und Nagetieren[9]. An diese Vektoren gebundene Krankheiten wie Dengue-Fieber, Malaria und das West-Nil-Virus können sich dadurch in Regionen ausbreiten, in denen sie zuvor nicht vorkamen. Gleichzeitig beschleunigt sich bei höherer Temperatur der Vermehrungszyklus der Mücken und die von ihnen übertragenen Viren – Krankheitsausbrüche können also schneller und heftiger erfolgen[10].

Allergien und Umweltbelastungen

Neben der Ausbreitung Tier-basierter Infektionserkrankungen kommt es ebenfalls zu einem wesentlichen Anstieg der Allergenbelastung durch Pollen und Schimmelpilze[11]. Die Pollensaison beginnt zunehmend früher im Jahr und erstreckt sich über einen immer längeren Zeitraum. Gleichzeitig nimmt die Pollenproduktion zu, was unter anderem auf die Einflüsse verschiedener Umweltschadstoffe wie CO2 zurückzuführen ist. Zudem werden die Pollen selbst „allergener“, da sie nicht nur mehr Allergene, sondern auch vermehrt proentzündliche Mediatoren freisetzen. Auch der Transport von Pollen und Pilzsporen verändert sich, was Auswirkungen auf die geographische Verteilung und Belastung hat. Darüber hinaus breiten sich in Europa neue allergene Pflanzenarten aus, wie etwa Olive, Parietaria oder Zypressen. Ein besonderes Problem stellen Neophyten wie Ambrosia sowie invasive Pflanzenarten wie der Götterbaum dar, die zusätzliche allergologische Herausforderungen mit sich bringen. Insgesamt stellt dies neue Herausforderungen für die öffentliche Gesundheitsversorgung dar[12].

Psychische und soziale Belastung

Überdies hat der Klimawandel erhebliche Auswirkungen auf die psychische Gesundheit. Naturkatastrophen, Zwangsmigration und der Verlust von Existenzgrundlagen können zu Angstzuständen, Depressionen und posttraumatischen Belastungsstörungen (PTBS) führen[13][14]. Diese Belastungen betreffen nicht nur Einzelpersonen, sondern auch ganze Gemeinschaften, die mit sozialer und wirtschaftlicher Unsicherheit konfrontiert sind.

Der Klimawandel – Herausforderung für die Gesundheit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Klimawandel nicht nur eine ökologische, sondern auch eine gesundheitliche Krise darstellt, die globale und regionale Maßnahmen erfordert. Sowohl die Prävention als auch die Anpassung an die veränderten klimatischen Bedingungen sind essenziell, um die negativen Folgen für die menschliche Gesundheit zu minimieren, besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen zu schützen und deren Lebensverhältnisse gesundheitserhaltend und gesundheitsfördernd zu gestalten.

Angesichts der Komplexität der Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und Gesundheit sind umfassende politische und gesellschaftliche Maßnahmen erforderlich. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) betrachtet den Klimawandel als eine der größten Bedrohungen für die globale Gesundheit und fordert eine enge Zusammenarbeit zwischen den Sektoren Umwelt, Gesundheit, Wirtschaft und Sozialpolitik[2].

Ziel dieses Whitepapers ist es, die vielfältigen Aktivitäten in NRW darzustellen, die sich der gesamtgesellschaftlichen Herausforderung des Klimawandels und seiner gesundheitlichen Auswirkungen widmen, sowie Strategien und Lösungen aufzeigen, die diese Herausforderung von der lokalen bis zur globalen Ebene angehen.

Prävention und Gesundheitsförderung im Kontext des Klimawandels

Prävention und Gesundheitsförderung sind zwei zentrale Konzepte der Gesundheitswissenschaften, die sich in ihrer Ausrichtung unterscheiden, in der Praxis jedoch sinnvoll ergänzen. Für die Auseinandersetzung mit den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sind beide Ansätze zentral.

Prävention zielt darauf ab, Krankheiten zu vermeiden, frühzeitig zu erkennen oder ihren Verlauf günstig zu beeinflussen. Klassischerweise lässt sie sich in drei Formen unterteilen:

- Die **Primärprävention** versucht, das Entstehen von Krankheiten zu vermeiden – beispielsweise durch Impfungen oder Aufklärungskampagnen zum Nichtrauchen.
- Die **Sekundärprävention** setzt auf Früherkennung, etwa durch Vorsorgeuntersuchungen, um Krankheiten in einem frühen Stadium zu erkennen und behandeln zu können.
- Die **Tertiärprävention** richtet sich an bereits erkrankte Menschen mit dem Ziel, Rückfälle zu vermeiden oder Folgeschäden zu begrenzen, wie es etwa bei Rehabilitationsmaßnahmen der Fall ist.

Der Fokus der Prävention liegt also auf der Risikovermeidung und der gezielten Bekämpfung von Krankheitsursachen[15].

Gesundheitsförderung verfolgt demgegenüber einen ressourcenorientierten Ansatz. Sie zielt darauf ab, Gesundheit aktiv zu stärken, indem sie sowohl individuelle Fähigkeiten und Ressourcen fördert – etwa durch Bewegungsangebote, gesunde Ernährung oder Stressbewältigung – als auch gesundheitsfördernde Strukturen und Lebensverhältnisse gestaltet. Dazu zählen beispielsweise gesunde Arbeitsumgebungen, soziale Unterstützung und Bildung [15].

Trotz dieser unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen verfolgen Prävention und Gesundheitsförderung ein gemeinsames Ziel: die Gesundheit der Menschen zu erhalten und zu verbessern. Beide setzen sowohl am individuellen Verhalten als auch an den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen an. Während Prävention stärker problem- und krankheitsorientiert ist, richtet Gesundheitsförderung den Blick stärker auf Ressourcen, Resilienz und gesundheitsförderliche Lebensverhältnisse. In der Praxis ergänzen sich beide Ansätze und bilden zusammen eine wichtige Grundlage für Public Health.

Verhaltens- und Verhältnisprävention

Um das Zusammenspiel von Prävention und Gesundheitsförderung genauer zu fassen, lohnt sich ein Blick auf zwei zentrale Ansatzpunkte: Verhaltens- und Verhältnisprävention. Während Verhaltensprävention auf Veränderungen des individuellen Handelns abzielt, richtet Verhältnisprävention den Fokus auf Lebensbedingungen, Umwelten und gesellschaftliche Strukturen. Gerade an der Schnittstelle von Gesundheit und Klimawandel ist diese Unterscheidung besonders relevant, weil gesundheitliche Risiken sowohl durch individuelles Verhalten als auch durch strukturelle Bedingungen geprägt werden. Die Verhaltensprävention setzt direkt beim Individuum an. Sie zielt darauf ab, Menschen zu gesundheitsförderlichem Verhalten zu befähigen und Risiken zu vermeiden. Bildungsprogramme können beispielsweise dazu beitragen, sich gesünder zu ernähren, regelmäßig körperlich aktiv zu sein oder auf das Rauchen zu verzichten.

Im Kontext von Klimawandel und Gesundheit umfasst Verhaltensprävention etwa Hitzeschutzverhalten, ausreichende Flüssigkeitsaufnahme, die Nutzung von Sonnenschutz, aber auch klimafreundliche Verhaltensweisen mit gesundheitlichem Zusatznutzen, etwa aktive Mobilität oder eine stärker pflanzenbasierte Ernährung[15].

Die Verhältnisprävention setzt hingegen bei der Gestaltung von Umwelt, Infrastruktur und sozialen Bedingungen an, um gesundheitsförderliches Verhalten zu erleichtern oder überhaupt erst zu ermöglichen. Im Mittelpunkt stehen nicht individuelle Entscheidungen allein, sondern systemische Veränderungen. So können städtebauliche Maßnahmen wie der Ausbau von Radwegen, Grünflächen oder verschatteten Aufenthaltsräumen eine aktive Lebensweise fördern, Hitzebelastungen mindern und gleichzeitig Emissionen reduzieren. Bezogen auf den Klimawandel umfasst Verhältnisprävention damit auch die klimaresiliente Gestaltung von Quartieren, Einrichtungen und Versorgungssystemen.
Die gemeinsame Betrachtung von Gesundheit und Klimawandel macht deutlich, wie eng Verhaltens- und Verhältnisprävention ineinandergreifen. Viele primär auf Klimaschutz ausgerichtete Maßnahmen erzeugen zugleich gesundheitliche Co-Benefits, also positive Nebeneffekte für die Gesundheit. Studien zeigen beispielsweise, dass klimafreundliche Ernährung, aktive Mobilität und eine nachhaltigere Energieversorgung weltweit die Zahl vorzeitiger Todesfälle reduzieren können[16]. Zugleich nehmen Extremwetterereignisse wie Hitzewellen oder Überschwemmungen zu und wirken sich unmittelbar auf die Gesundheit aus. Hier braucht es sowohl verhaltensorientierte Maßnahmen – etwa Information und Vorbereitung auf Hitze – als auch strukturelle Anpassungen wie klimaresiliente Gesundheitssysteme und gesundheitsfördernde Stadtstrukturen.

Verhaltens- und Verhältnisprävention sind daher keine Gegensätze, sondern aufeinander angewiesen. Individuelle Verhaltensänderungen sind meist nur dann nachhaltig, wenn geeignete Rahmenbedingungen sie unterstützen. Umgekehrt entfalten strukturelle Maßnahmen ihre Wirkung erst dann voll, wenn sie angenommen und genutzt werden. Die Bewältigung der Herausforderungen an der Schnittstelle von Klimawandel und Gesundheit erfordert deshalb eine enge Verzahnung beider Ansätze.

Gerade angesichts des Klimawandels wird deutlich, wie wichtig es ist, individuelles Verhalten und gesellschaftliche Rahmenbedingungen gemeinsam in den Blick zu nehmen. Nur wenn Menschen befähigt und zugleich durch gesundheitsförderliche Lebensverhältnisse unterstützt werden, können nachhaltige Veränderungen gelingen. Die Verbindung von Prävention und Gesundheitsförderung bietet damit einen tragfähigen Ansatz, um Gesundheit in einer sich wandelnden Welt aktiv zu erhalten und zu stärken.

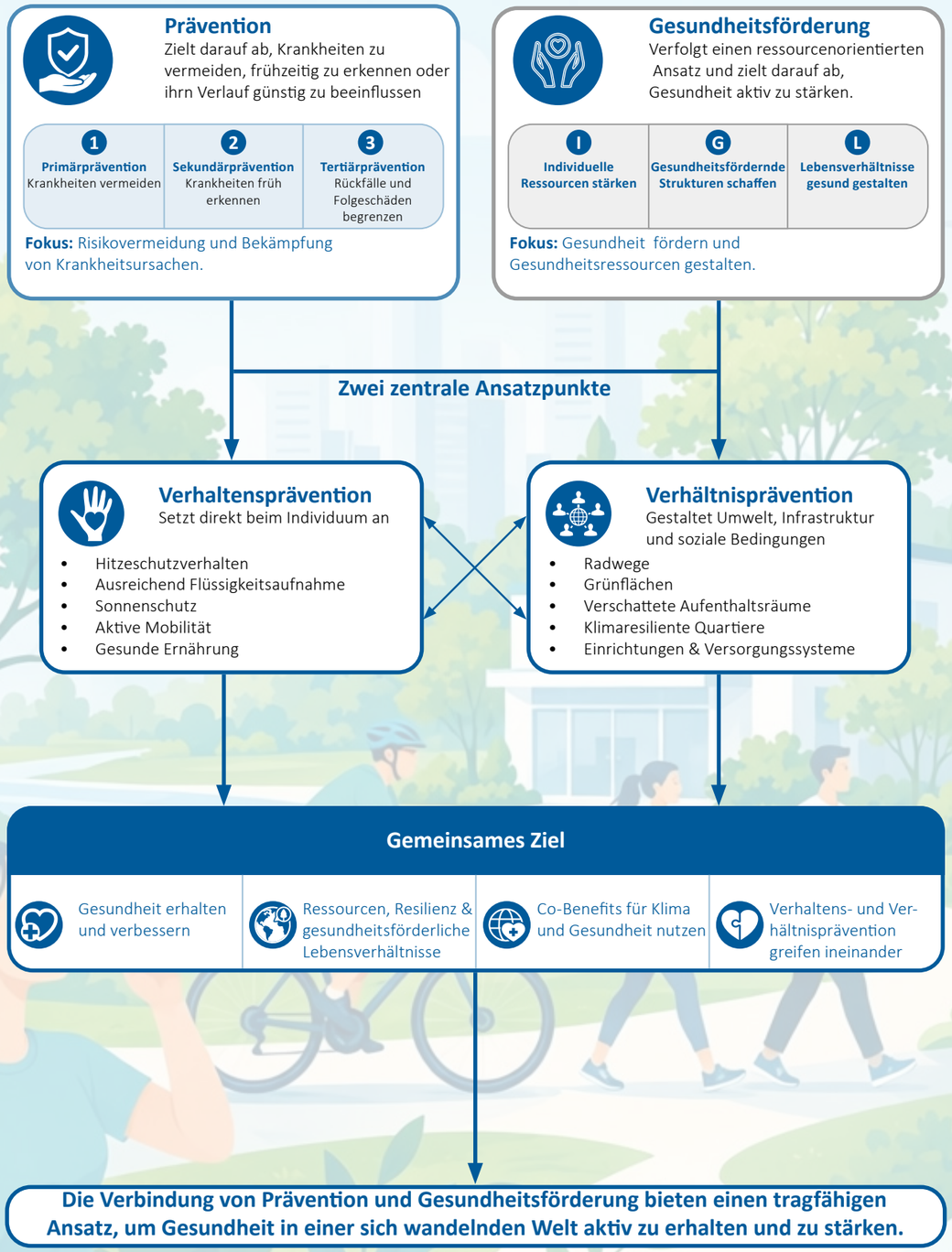


Abbildung 3: Zusammenspiel von Prävention, Gesundheitsförderung sowie Verhaltens- und Verhältnisprävention

Gesundheitsförderung als Transferinstrument

Jenseits der zuvor beschriebenen gesundheitlichen Risiken, die aus den klimawandelbedingten ökologischen Veränderungen erwachsen, können die Bereiche Prävention und Gesundheitsförderung dazu beitragen, sich diesen Herausforderungen nicht nur anzupassen und bloße Symptombehandlung zu betreiben, sondern sie auch in ihren Ursachen zu adressieren. Dazu ist es jedoch notwendig, Gesundheit nicht bloß im funktional-mechanistischen Sinne als Abwesenheit von Krankheit zu definieren, sondern ihren Erhalt und ihre Förderung als einen Prozess zu begreifen, der aus komplexen Interaktionen biologischer, sozialer, psychologischer und umweltbedingter Kontexte entsteht.

Diese Gesundheitsperspektive hat die Weltgesundheitsorganisation bereits 1986 im Rahmen der Ottawa-Charta international mit der Aussage geprägt, dass Gesundheit von Menschen in ihren alltäglichen Umwelten gestaltet und gelebt wird: an den Orten, an denen sie lernen, arbeiten, spielen und lieben[17]. Durch die Gestaltung der Lebensverhältnisse der Menschen kann deren Gesundheit somit maßgeblich beeinflusst werden.

Chancen der verhältnisorientierten Gesundheitsförderung

Die verhältnisorientierte Prävention und Gesundheitsförderung zielen nicht in erster Linie auf individuelles Gesundheitsverhalten, sondern stellen sozial-räumliche Konstellationen und Strukturen in den Mittelpunkt. Auf diese Weise wird nicht nur die Gesundheit einzelner Individuen adressiert, sondern die Gesundheit von Bevölkerungen. Die Gestaltung gesundheitsförderlicher Lebensverhältnisse und Umwelten ist damit ein zentrales Handlungsfeld zur Erhaltung und Verbesserung öffentlicher Gesundheit.

Zahlreiche wissenschaftliche Erkenntnisse belegen, dass strukturelle Verhältnisse und deren Verbesserung eine stärkere gesundheitsfördernde Wirkung erzielen können als individuelles Gesundheitsverhalten allein[18]. Menschen, die von Armut, Arbeitslosigkeit, Umweltverschmutzung, schlechten Wohnverhältnissen, Kriminalität und/oder fehlenden sozialen Netzwerken betroffen sind, haben erhebliche Schwierigkeiten bei der erfolgreichen Umsetzung verhaltensorientierter Präventionsinterventionen[19][20]. Diejenigen gesellschaftlichen Gruppen, die dem höchsten Risiko von Krankheit und vorzeitigem Tod ausgesetzt sind, verfügen zugleich am wenigsten über die notwendigen ökonomischen, sozialen, kulturellen und ökologischen Ressourcen, um Gesundheitsrisiken zu entgehen[19]. Folglich sind Strategien erforderlich, die bestehende Strukturen und Lebenswelten adressieren, um Gesundheit zu fördern und zu erhalten[21].

Klimaschutz und Gesundheitsförderung

Klimaschutz und Klimaanpassung sind wesentliche Gestaltungsfaktoren für öffentliche Gesundheit und Gesundheitsförderung. Gleichzeitig kann Gesundheitsförderung im oben beschriebenen Sinne selbst als Ansatz für Klimaschutz und Klimaanpassung eingesetzt werden. Dies eröffnet die Möglichkeit einer engeren Verknüpfung von nachhaltiger, sozial-ökologisch tragfähiger Klima- und Gesundheitspolitik.
Durch diese Verknüpfung werden Co-Benefits sichtbar, also Maßnahmen, die sowohl in die Gesundheit der Bevölkerung als auch in Umwelt-, Klimaschutz und Nachhaltigkeit einzahlen. So können durch eine klimaschützende und klimaangepasste Entwicklung, insbesondere in städtischen Räumen, Expositionen, Anfälligkeiten und gesellschaftliche Ungleichheiten gegenüber den Folgen des Klimawandels verringert werden[22][23][24]. Eine Klima- und Gesundheitspolitik, die nicht nur Krankheiten behandelt und Gesundheitsrisiken verhindert, sondern proaktiv Gesundheit fördert und Gesundheitsressourcen schafft, eröffnet damit Möglichkeiten für sozial-ökologische Transformationsprozesse.

Die Schaffung gesundheitsfördernder Strukturen impliziert dementsprechend die Gestaltung und Transformation von Lebenswelten zu Gesundheitsressourcen, die Menschen überhaupt erst in die Lage versetzen, ihre eigene Gesundheit und ihr Wohlbefinden zu erhalten und zu verbessern. In diesem Sinne wohnt Gesundheitsförderung auch ein emanzipatorisches Moment inne: Sie bleibt nicht bei der Kritik belastender Verhältnisse stehen, sondern zielt auf die Gestaltung tragfähiger Alternativen[25].

Gesundheitsressourcen fördern und gestalten

Der Klimawandel wird in seinen gesundheitlichen Dimensionen bislang vor allem über Impactstudien adressiert, also über Arbeiten zu möglichen Gesundheitsrisiken, die sich unter anderem aus extremen Wetterereignissen oder invasiven Arten ergeben und zu (neuen) Infektions- und nichtübertragbaren Krankheiten führen können [23][26].

Die verhältnisorientierte Perspektive zur Gestaltung struktureller Gesundheitsressourcen als Mittel der Förderung öffentlicher Gesundheit findet bei der Entwicklung und Umsetzung von Klimaschutz und Klimaanpassung bislang jedoch keine oder nur sehr geringe Berücksichtigung. Trotz der Vielzahl an Impactstudien und der starken Evidenz für klimawandelbedingte Gesundheitsrisiken und Krankheiten bleibt der Schritt zur strukturellen Förderung öffentlicher Gesundheit und zur aktiven Gestaltung von Gesundheitsressourcen weitgehend aus. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit werden in Public Health bislang noch zu wenig mit Fragen struktureller Gesundheitsförderung verknüpft. Damit bleibt vielfältiges Transformationspotenzial weitgehend ungenutzt.

Um dieses Potenzial zu heben, muss die Entstehung von Gesundheit und Krankheit im Kontext des Klimawandels nicht nur in linearen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen gedacht werden, sondern in der Komplexität von Systemen. Dazu müssen Einzelerkenntnisse verschiedener Disziplinen stärker miteinander verknüpft werden, um bislang unterbelichtete strukturelle Zusammenhänge sichtbar zu machen.

Auf diese Weise wird auch der Bereich Klimaschutz als Public-Health-Thema ersichtlich [27], statt öffentliche Gesundheit auf Fragen der Klimafolgenanpassung und deren mehrheitlich kurative Problemlösungsstrategien zu verengen. So ist unter anderem die Transformation von Infrastrukturen eine notwendige Aufgabe für effektiven Klimaschutz und kann zugleich zu einer breit angelegten Maßnahme zur Schaffung von Gesundheitsressourcen werden.

Gesundheitsförderung hieße dann, strukturelle Gesundheitsressourcen im Sinne eines kollektiven gesellschaftlichen Ziels zu gestalten und bereitzustellen, um überhaupt erst die Grundlage dafür zu legen, dass jede:r Einzelne individuell und autonom Entscheidungen für klimaneutrale Mobilität und Energienutzung, nachhaltige Ressourcennutzung und Ernährung treffen kann, ohne durch strukturelle Bedingungen eingeschränkt zu werden[28].

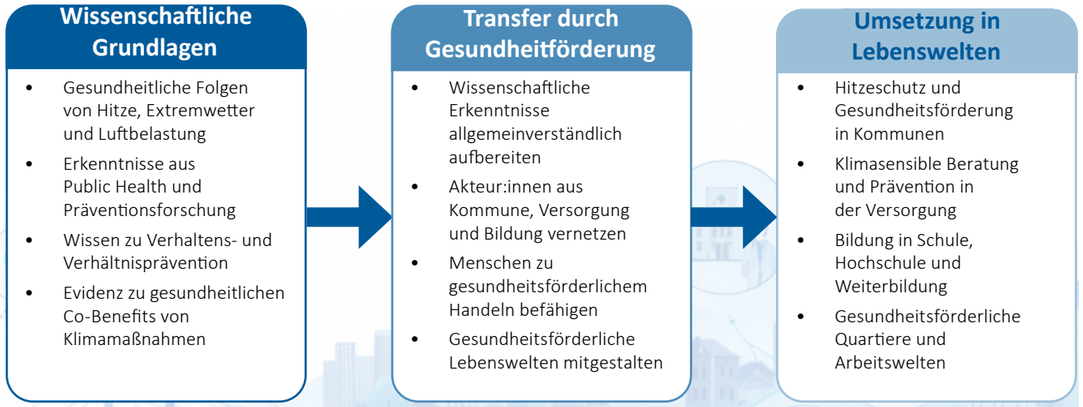


Abbildung 4: Gesundheitsförderung als Transfer von wissenschaftlicher Erkenntnis in gesundheitsförderliche Lebenswelten

Komplexe Herausforderungen erfordern interdisziplinäre Kooperationen

Das Thema Klimawandel und Gesundheit erfordert interdisziplinäre Zusammenarbeit in besonderem Maße, denn die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels entstehen nicht isoliert. Vielmehr sind sie das Ergebnis komplexer Wechselwirkungen zwischen Umwelt, Gesellschaft, Wirtschaft, Infrastruktur und individueller Lebensweise. Um diese Wechselwirkungen zu identifizieren, zu verstehen und in wirksame Präventions-, Versorgungs- und Anpassungsstrategien zu übersetzen, müssen Erkenntnisse aus zahlreichen Disziplinen zusammengeführt werden.

Nordrhein-Westfalen bietet mit seiner dichten Forschungs-, Versorgungs- und Kommunallandschaft eine besonders gute Ausgangslage, um diese Vielfalt zu bündeln und in interdisziplinäre Kooperation zu überführen. Die Forschung zu Climate & Health in NRW vereint Perspektiven aus Medizin, Umwelt- und Sozialwissenschaften, Ingenieurwesen, Pflege, Public Health, Gesundheitsökonomie und Data Science. Gerade diese Zusammenarbeit ist zentral, um die gesundheitlichen Herausforderungen des Klimawandels nicht nur zu erforschen, sondern auch in Prävention, Versorgung, Bildung und gesundheitsfördernde Strukturentwicklung zu übersetzen.

Interdisziplinäre Perspektiven für Klima und Gesundheit

Die vielfältigen gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels – von hitzebedingten Erkrankungen über allergische Belastungen bis hin zu psychischen Folgen und Infektionskrankheiten – machen deutlich: Kein einzelnes Fachgebiet kann diese Herausforderungen allein bewältigen. Entscheidend ist das Zusammenspiel von Disziplinen, die unterschiedliche, sich ergänzende Kompetenzen für Analyse, Prävention, Versorgung, Kommunikation und Strukturentwicklung einbringen:

Medizin und klinische Forschung analysieren pathophysiologische Prozesse klimabedingter Erkrankungen, entwickeln Behandlungsstrategien und evaluieren präventive Interventionen. Klinische Netzwerke in NRW – von den Universitätskliniken bis zur regionalen Versorgung – schaffen damit die Grundlage für translationale Studien zum Schutz vulnerabler Gruppen vor Hitzefolgen, Atemwegserkrankungen, Infektionsrisiken oder psychischer Belastung.

Public Health bewertet gesundheitliche Risiken auf Bevölkerungsebene und entwickelt Strategien für Prävention, Gesundheitsförderung und Krisenbewältigung. Public Health liefert damit den Rahmen, um wissenschaftliche Erkenntnisse in wirksame Maßnahmen für Kommunen, Betriebe, Bildungseinrichtungen und Versorgungssysteme zu überführen.

Umwelt- und Klimawissenschaften erfassen physikalische und chemische Veränderungen von Atmosphäre, Böden und Gewässern, liefern Daten zu Temperaturtrends, Extremereignissen und Luftqualität. Diese Informationen bilden die Grundlage für Risikoanalysen, Expositionsbewertungen und Anpassungsstrategien im Gesundheitswesen.

Sozialwissenschaften und Psychologie untersuchen Wahrnehmung, Verhalten und gesellschaftliche Dynamiken im Umgang mit der Klimakrise. Sie liefern Erkenntnisse darüber, wie Menschen Risiken wahrnehmen, Präventionsmaßnahmen akzeptieren und wie soziale Ungleichheiten die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels verstärken.

Pflegewissenschaft und Gesundheitsberufe sind Schlüsselakteure in der praktischen Umsetzung von Klimaanpassung und Gesundheitsförderung. Pflegefachpersonen und weitere Gesundheitsberufe erleben die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels unmittelbar – etwa in Hitzewellen, Pandemien oder Katastrophenfällen – und sind zugleich wichtige Multiplikator:innen für klimaspezifische Gesundheitskompetenz und für Maßnahmen zu einer ökologisch nachhaltigeren Versorgung.

Ingenieur- und Bauwissenschaften sowie Stadt- und Regionalplanung entwickeln technische und infrastrukturelle Lösungen, um klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten zu gestalten: von nachhaltiger Energieversorgung über Gebäudekühlung bis zur grünen Stadtplanung. Diese Disziplinen sind entscheidend, um gesundheitsfördernde Umgebungen strukturell zu verankern.

Wirtschaftswissenschaften und Gesundheitsökonomie bewerten Kosten und Nutzen von Präventions- und Anpassungsmaßnahmen, analysieren Resilienzpotenziale von Gesundheitssystemen und entwickeln Modelle für nachhaltige Finanzierungsstrukturen. Die ökonomische Betrachtung ist eine Voraussetzung für die langfristige Implementierung gesundheitsförderlicher Maßnahmen.

Informatik und Datenwissenschaften entwickeln datengetriebene Werkzeuge zur Vorhersage, Überwachung und Analyse klimabedingter Gesundheitsrisiken – etwa Frühwarnsysteme für Hitzebelastungen, Versorgungsengpässe oder Infektionsausbrüche. NRW verfügt auch in der digitalen Gesundheitsforschung über starke Kompetenzen, die gezielt für Climate & Health genutzt werden können.

Rechts- und Politikwissenschaften analysieren die rechtlichen, institutionellen und politischen Rahmenbedingungen, die den Themenkomplex Klimawandel und Gesundheit strukturieren. Sie machen Voraussetzungen, Wirkungen und Grenzen von Regulierung, Governance und Steuerung sichtbar und sind damit zentral für ein reflexives Verständnis von Gesundheit als gesellschaftlich-politischem Feld.

NRW verfügt über ein enges und etabliertes Netz von Universitäten, Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Kliniken und kommunalen Akteuren, die bereits an der Schnittstelle von Klima und Gesundheit arbeiten – von Umweltmedizin über Public Health bis hin zu nachhaltiger Stadtentwicklung und digitaler Gesundheitsforschung.

Diese Strukturen bilden die Grundlage dafür, aus Forschung Translation zu gestalten: also wissenschaftliche Erkenntnisse systematisch in politische Strategien, Bildung, Prävention, Versorgung und Infrastrukturmaßnahmen zu überführen.

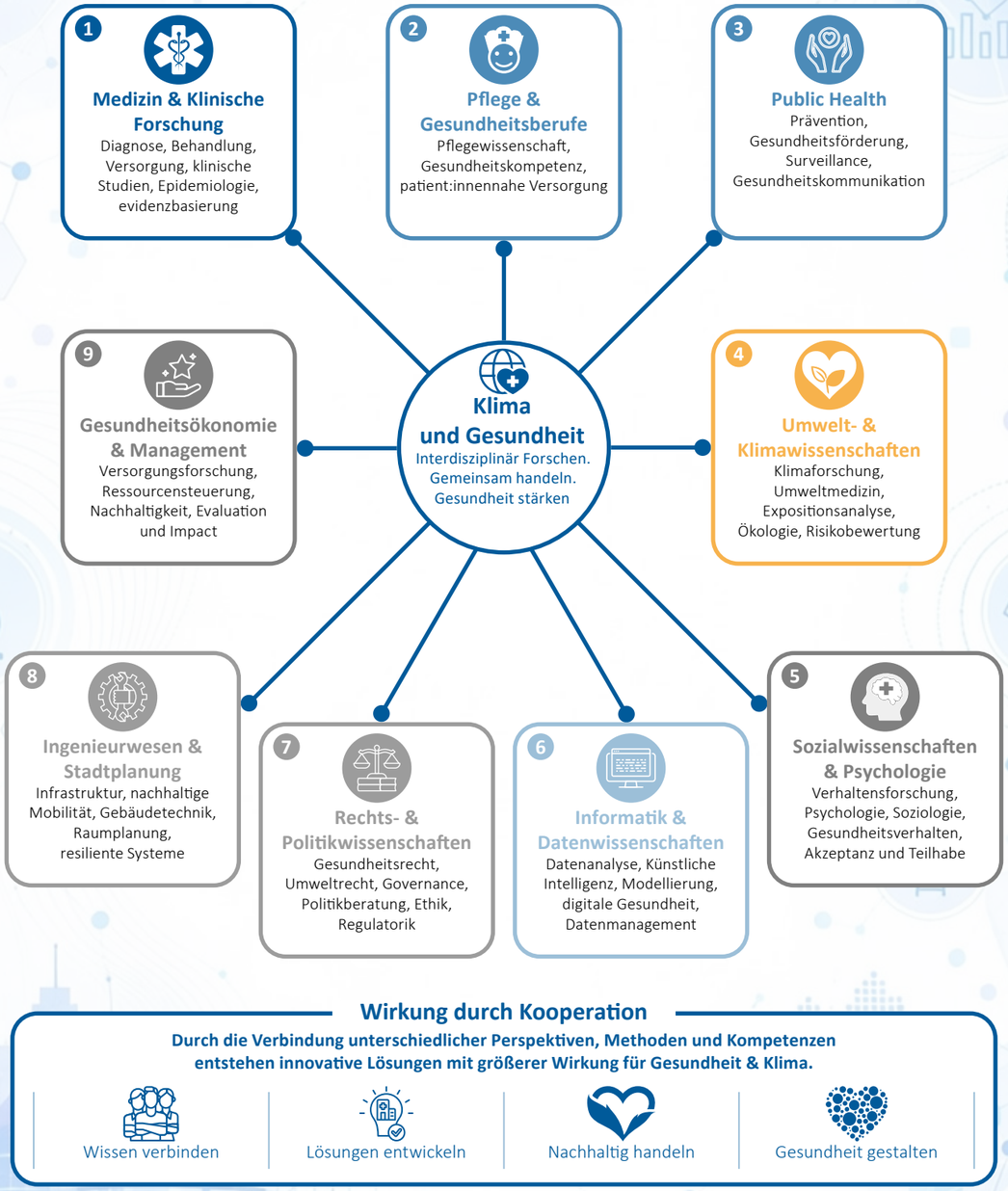


Abbildung 5: Interdisziplinäre Perspektiven auf Klimawandel und Gesundheit

Forschung und Translation zu Klimawandel und Gesundheit in NRW

Erfolgsbeispiele aus NRW

Die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sind vielfältig und betreffen nahezu alle Bereiche des Lebens – von Luft- und Umweltbelastungen über Ernährung und Arbeitsbedingungen bis hin zu Infektionsrisiken, psychischer Belastung und Versorgungsstrukturen. Wie die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, handelt es sich dabei nicht um eine isolierte medizinische Fragestellung, sondern um ein Querschnittsthema, das Prävention, Gesundheitsförderung, Versorgung, Bildung, Arbeitsschutz, Infrastruktur und Krisenvorsorge gleichermaßen berührt. Die Bearbeitung dieser Herausforderungen erfordert daher interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Fähigkeit, wissenschaftliche Erkenntnisse in konkrete Anwendung und Umsetzung zu überführen.

Nordrhein-Westfalen ist für diese Aufgabe in besonderer Weise aufgestellt. Mit seiner dichten Forschungs- und Versorgungslandschaft, einer hohen thematischen Breite sowie vielfältigen Anknüpfungspunkten in Wissenschaft, Gesundheitswesen, Wirtschaft und Kommunen bietet NRW sehr gute Voraussetzungen, um Forschung und Translation im Themenfeld Klimawandel und Gesundheit zusammenzuführen. Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Kliniken, Unternehmen, kommunale Akteure und weitere Partner arbeiten bereits heute an zahlreichen Ansätzen, um die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels besser zu verstehen, Risiken zu mindern und innovative Lösungen für Prävention, Anpassung und Versorgung zu entwickeln.

Translation zeigt sich dabei nicht nur in neuen Technologien oder diagnostischen und therapeutischen Verfahren. Sie umfasst ebenso die Entwicklung praxistauglicher Präventionsansätze, die Gestaltung klimaresilienter Lebens- und Arbeitswelten, die Qualifizierung von Gesundheitsberufen, den Aufbau neuer Monitoring- und Frühwarnstrukturen sowie die Weiterentwicklung von Versorgungssystemen unter veränderten klimatischen Bedingungen. Translation bedeutet in diesem Zusammenhang, wissenschaftliche Erkenntnisse so weiterzuentwickeln und aufzubereiten, dass sie in konkrete Maßnahmen, Strategien und Strukturen überführt werden können – zum Nutzen der Menschen und zur Stärkung eines zukunftsfähigen Gesundheitswesens.

Die nachfolgenden Kapitel stellen ausgewählte Beispiele aus Nordrhein-Westfalen vor. Sie zeigen, mit welchen unterschiedlichen Zugängen Akteur:innen in NRW auf klimabezogene Gesundheitsrisiken reagieren und wie wissenschaftliche Erkenntnisse in die praktische Umsetzung übersetzt werden. Die Beispiele sind dabei nicht als vollständige Bestandsaufnahme zu verstehen, sondern als exemplarische Einblicke in die thematische Breite und die Translationspotenziale des Standorts NRW.

Die Gliederung der Beispiele erfolgt entlang von vier thematischen Schwerpunkten:

Prävention und Gesundheitsförderung als zentrale Instrumente
Dieses Kapitel zeigt Beispiele, in denen frühzeitige, gesundheitsfördernde und zugleich häufig klimaentlastende Ansätze entwickelt und erprobt werden.

Klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten
Im Mittelpunkt stehen hier Ansätze, mit denen Bildung, Versorgung, Pflege, Ernährung und kommunale Strukturen an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels angepasst werden.

Infektionskrankheiten
Dieses Kapitel bündelt Beispiele zu Surveillance, Preparedness, Diagnostik und Reaktionsfähigkeit im Umgang mit klimawandelbedingten Veränderungen infektiologischer Risiken.

Nicht-übertragbare Erkrankungen und Katastrophen
Hier stehen solche Bereiche im Fokus, in denen Hitzebelastung, Allergien, Extremwetterereignisse und strukturelle Vulnerabilitäten zu besonderen gesundheitlichen Herausforderungen führen.

Gemeinsam verdeutlichen diese Beispiele, dass Klimawandel und Gesundheit in Nordrhein-Westfalen nicht nur als Risiko- und Problemlage bearbeitet werden, sondern zugleich als Feld für Innovation, Zusammenarbeit und Translation. Sie stehen exemplarisch für den Anspruch dieses Whitepapers, sichtbar zu machen, wie aus wissenschaftlicher Erkenntnis konkrete Wirkung entstehen kann – für die Gesundheit der Menschen und für ein klimaresilientes Nordrhein-Westfalen.



Abbildung 6: Vier Themenfelder für Forschung und Translation zu Klimawandel und Gesundheit in NRW

Prävention und Gesundheitsförderung als zentrale Instrumente

Der Klimawandel stellt das Gesundheitssystem vor die Aufgabe, nicht nur auf neue Belastungen und gesundheitliche Risiken zu reagieren, sondern Gesundheit unter veränderten Umwelt- und Lebensbedingungen aktiv zu erhalten und zu fördern. Prävention und Gesundheitsförderung nehmen dabei eine zentrale Rolle ein. Sie verbinden wissenschaftliche Erkenntnisse mit konkreten Maßnahmen, die darauf abzielen, gesundheitliche Risiken frühzeitig zu mindern, Resilienz zu stärken und gesundheitsförderliche Lebensverhältnisse zu schaffen. Gerade im Kontext des Klimawandels wird deutlich, dass gesundheitsbezogene Interventionen nicht allein auf die Behandlung von Folgen ausgerichtet sein können, sondern auch auf Vorsorge, Anpassung und die Förderung von Ressourcen.

Prävention und Gesundheitsförderung eröffnen dabei die Möglichkeit, Klima- und Gesundheitsfragen gemeinsam zu denken. Viele Maßnahmen, die der Gesundheitsförderung dienen, können zugleich zur Klimaanpassung beitragen oder klimaentlastende Effekte entfalten. Umgekehrt können Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung erhebliche gesundheitliche Co-Benefits mit sich bringen. Dies gilt beispielsweise für gesundheitsfördernde Mobilität, für die Gestaltung klimaresilienter Lebenswelten oder für nachhaltigere Ernährungs- und Versorgungskonzepte. Prävention und Gesundheitsförderung sind damit nicht nur Instrumente zur Vermeidung von Erkrankungen, sondern zugleich zentrale Ansatzpunkte für eine gesundheitsorientierte Transformation.

Nordrhein-Westfalen bietet für diese Verbindung von Prävention, Gesundheitsförderung und Climate & Health besonders gute Voraussetzungen. In NRW werden bereits zahlreiche Ansätze entwickelt und erprobt, die wissenschaftliche Erkenntnisse in konkrete Maßnahmen übersetzen – in Kommunen, im Gesundheitswesen, in Bildungskontexten und in weiteren Lebenswelten.

Die nachfolgenden Beispiele zeigen, wie Prävention und Gesundheitsförderung in NRW als Querschnittsaufgabe verstanden und praktisch umgesetzt werden: von gesundheitsfördernder Verkehrsplanung über neue Monitoring- und Versorgungsansätze bis hin zu nachhaltiger Ernährung im Gesundheitswesen.

Gemeinsam verdeutlichen die Beispiele, dass präventives und gesundheitsförderndes Handeln nicht nur dazu beitragen kann, klimabedingte Gesundheitsrisiken zu verringern. Sie zeigen zugleich, wie aus wissenschaftlicher Erkenntnis konkrete Ansätze für die Weiterentwicklung von Versorgung, Lebenswelten und Gesundheitsstrukturen entstehen können. Prävention und Gesundheitsförderung werden damit zu zentralen Instrumenten, um Gesundheit in einer sich wandelnden Umwelt langfristig zu schützen und zu stärken.

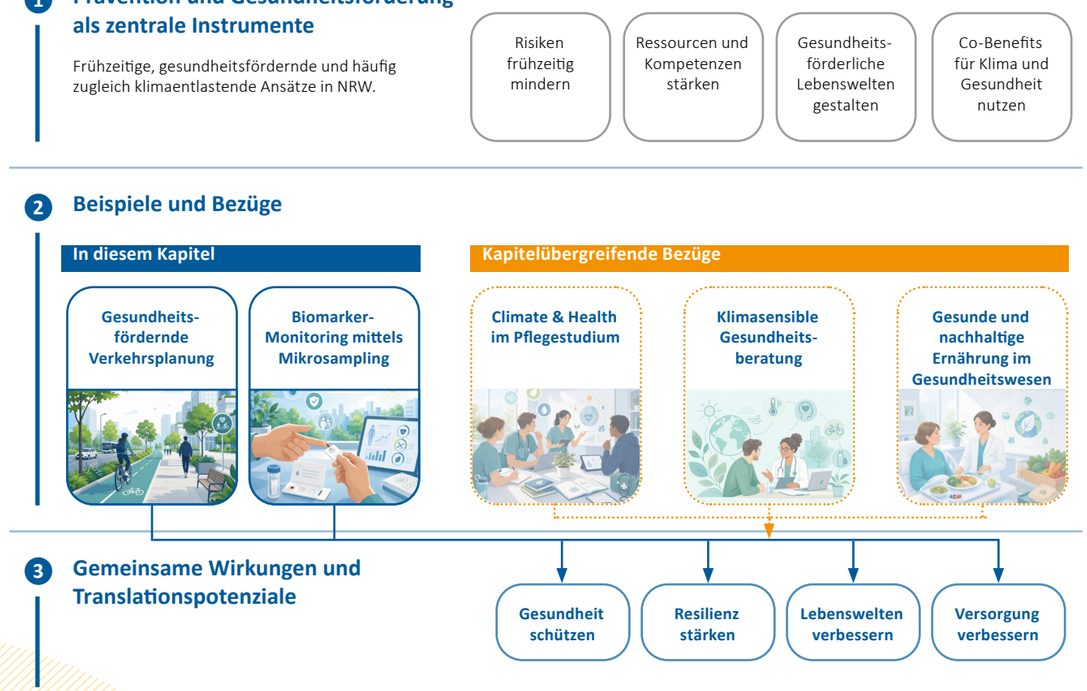


Abbildung 7: Prävention und Gesundheitsförderung – Beispiele, Bezüge und Translationspotenziale

Gesundheitsfördernde Verkehrsplanung als Form der Verhältnisprävention

Die Verbrennung fossiler Kraftstoffe im Straßenverkehr ist eine Hauptquelle von Luftverschmutzung und Klimagasen im städtischen Raum[29]. Gleichzeitig ist motorisierter Individualverkehr mit einem Mangel an körperlicher Aktivität (KA) verbunden[30][31][32][33][34]. Eine nachhaltige und gesundheitsfördernde Umstrukturierung des Verkehrs mit einer Verkehrsverlagerung vom Kfz-Verkehr auf die aktive Mobilität ist daher sowohl aus Klima- als auch aus Gesundheitsschutzgründen empfehlenswert. Die Förderung des Radverkehrs kann damit ein wichtiger Beitrag zu einer Verbesserung von Gesundheit sowie Lebensqualität sein[35]. Von einer Verringerung des Verkehrsaufkommens in der Stadt profitieren vor allem die Anwohner:innen der am stärksten befahrenen Straßen, bei denen es sich häufig um besonders sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen handelt[36][37].

In Düsseldorf widmet sich der partizipative Verkehrsentwicklungsplan „Mobilitätsplan D“ diesem Thema[38]. Dafür sollen durchgehende und attraktive Verbindungen für den Radverkehr auf verkehrsberuhigten Straßen im gesamten Stadtgebiet geschaffen werden. Begleitet wird dies durch zusätzliche Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs (z.B. Errichtung von Mobilitätsstationen, redy-App) sowie mediale Aktivitäten der städtischen Ämter und des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs (ADFC) (im Folgenden als multi-strategische Intervention bezeichnet).
Eine enge Vernetzung der städtischen Akteure zur Koordination und Kommunikation dieser Maßnahmen zur Förderung von Infrastrukturnutzung mit wissenschaftlicher Begleitung fehlte allerdings bisher. Dieser kontinuierliche Entwicklungsprozess wird im Rahmen des UNITY-Forschungsverbunds durch Forscher:innen des Centre for Health and Society (chs) moderiert und durch Ergebnisse quantitativer und qualitativer Forschung unterstützt. Umsetzung und Evaluation erfolgen im Rahmen einer mehrteiligen Studie.

Im UNITY-Projekt werden im Rahmen eines natürlichen Experiments die Auswirkungen der multistrategischen Intervention auf die Radnutzung und die gesundheitlichen Folgen untersucht. Dabei werden die folgenden Forschungsfragen betrachtet:

- **Führt ein Ausbau von Radinfrastruktur zu einem Anstieg in der Radnutzung?**
- **Welche Determinanten beeinflussen die Radnutzung in unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen?**
- **Wie verändert sich die Luftqualität in Straßen mit verkehrsberuhigten Radwegen?**
- **Welcher gesundheitliche Nutzen entsteht durch die Reduktion von inhalierten Luftschadstoffen beim Radfahren auf verkehrsberuhigten Radwegen im Vergleich zu konventionellen Radwegen?**

Im **UNITY-Teilprojekt 1** wird die Anzahl der Radfahrer:innen im Verlauf eines Radwege-Ausbaus in zwei Stadtbezirken mit unterschiedlicher sozialräumlicher Belastung (Interventionsbezirke) und an 16 Kontrollpunkten in der Stadt gemessen. Im Rahmen eines Online-Surveys bei Zufallsstichproben in den beiden Stadtbezirken werden dann Einflussfaktoren von Radnutzung ermittelt. Zusätzlich werden im Rahmen von tiefergehenden Fokusgruppen und Interviews Einflussfaktoren der Radnutzung in vulnerablen Bevölkerungsgruppen erhoben.

Im **UNITY-Teilprojekt 2** werden Konzentrationen von verkehrsbedingten Luftschadstoffen in Wohnstraßen mit verkehrsberuhigten Radwegen im Vergleich zu konventionellen Radwegen durch mobile Messungen erfasst. In einer Feldstudie absolvieren Proband:innen im Alter von 18 bis 65 Jahren abwechselnd zwei unterschiedlich gestaltete Fahrradrouten, wobei die jeweilige Exposition durch die festgelegten Strecken teilweise vorgegeben ist. Untersucht werden dabei die unmittelbaren gesundheitsbezogenen Effekte des Radfahrens (z. B. Blutdruck, arterielle Steifigkeit, Lungenfunktion) auf verkehrsberuhigten im Vergleich zu konventionellen Radwegen.

Innovation

Das Verbundvorhaben ist im Februar 2025 mit einer Laufzeit von drei Jahren gestartet. Inzwischen wurden erste Erhebungen entlang ausgewählter Radstrecken durchgeführt, Messinstrumente für Befragungen und qualitative Erhebungen entwickelt sowie Teilnehmende für die Feldstudie rekrutiert. Bislang haben bereits 69 Personen standardisierte Fahrradrouten auf verkehrsberuhigten und konventionellen Radwegen absolviert; Die Feldphase wurde im Juli 2026 beendet und die Ergebnisse werden nachfolgend ausgewertet.

Die Innovation des Projekts liegt in der Verbindung kommunaler Verkehrsplanung mit gesundheitswissenschaftlicher und umweltepidemiologischer Evaluation unter Realbedingungen. Untersucht wird nicht nur, ob Radinfrastruktur genutzt wird, sondern auch, welche gesundheitlichen und umweltbezogenen Effekte mit ihr verbunden sind und wie sozial ungleich diese Effekte verteilt sind.

Translation zeigt sich dabei in der engen Verzahnung von Stadtverwaltung, Infrastrukturentwicklung und Forschung: Die Ergebnisse sollen direkt in die Weiterentwicklung kommunaler Mobilitätsstrategien und gesundheitsfördernder Stadtplanung einfließen.

Potenziale

Das Projekt bietet das Potenzial, kommunale Verkehrsplanung systematisch mit Gesundheitsförderung und Klimaschutz zu verbinden. Für die Bevölkerung kann eine attraktive und verkehrsberuhigte Radinfrastruktur zu mehr körperlicher Aktivität, geringerer Schadstoffbelastung und höherer Lebensqualität beitragen. Besonders relevant ist dies für sozialräumlich belastete Quartiere, in denen Umweltbelastungen und gesundheitliche Risiken häufig zusammenfallen.

Für die Stadtentwicklung und Politik entstehen evidenzbasierte Grundlagen, um Mobilitätsmaßnahmen gezielter zu planen, gesundheitliche Co-Benefits sichtbar zu machen und Maßnahmen sozial gerechter auszurichten. Langfristig kann das Projekt damit zur klima- und gesundheitsorientierten Umgestaltung urbaner Räume beitragen.

Herausforderungen

Eine zentrale Herausforderung liegt in der engen Kopplung des Forschungsvorhabens an reale kommunale Umsetzungsprozesse. Infrastrukturmaßnahmen müssen im geplanten Zeitraum tatsächlich realisiert werden, damit ihre gesundheitlichen und umweltbezogenen Effekte belastbar untersucht werden können.

Hinzu kommt, dass gerade vulnerable oder sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen in Beteiligungs- und Erhebungsprozessen häufig schwerer zu erreichen sind. Für die Bewertung gesundheitlicher Wirkungen ist zudem die Verknüpfung von Infrastruktur, individuellem Verhalten, Exposition und kurzfristigen Gesundheitsparametern unter Alltagsbedingungen methodisch anspruchsvoll.

Eine weitere Herausforderung besteht darin, die wissenschaftlichen Ergebnisse so aufzubereiten, dass sie in kommunale Planungs- und Entscheidungsprozesse tatsächlich einfließen können.



Abbildung 8: Interdisziplinäre Beiträge zu gesundheitsfördernder und klimaorientierter Stadtentwicklung im Projekt UNITY

Kontakt
Prof. Dr. Claudia Pischke
PD Dr. Simone Weyers
Institut für Medizinische Soziologie
Universitätsklinikum Düsseldorf

Vitamin D Status als Indikator für Klima-Gesundheit mittels Mikrosampling nutzbar machen

Der Klimawandel stellt das Gesundheitssystem vor neue Anforderungen: steigende Temperaturen, längere Hitzeperioden, veränderte UV-Exposition, zunehmender Schweregrad von Dehydratation und Hitzebelastung sowie klimabedingte Verhaltensanpassungen. Diese Faktoren wirken sich direkt und indirekt auf zentrale physiologische Prozesse aus – darunter Immunfunktion, Stresshormonregulation, Elektrolyt- und Flüssigkeitsbalance und den Vitamin-D-Status.

Vitamin D nimmt im Klimagesundheits-Kontext eine besondere Rolle ein, weil seine Synthese eng an Sonneneinstrahlung, Aufenthaltsmuster im Freien, Nutzung von Sonnenschutz und klimatische Faktoren gekoppelt ist. Damit wird Vitamin D zu einem sensiblen Indikator für klimabedingte Veränderungen im Lebensstil und deren gesundheitlichen Konsequenzen. Ein Vitamin-D-Mangel ist mit einer Dysregulation des Kalzium- und Phosphatstoffwechsels, einer verminderten Knochendichte sowie einer erhöhten Prävalenz muskuloskelettaler Dysfunktionen assoziiert.

Innovation

Die Integration von Mikrosampling-Technologien wie VAMS (Volumetrisch Absorptive Mikrosampling Technologie) bietet ein innovatives, minimal-invasives Instrument, um diese physiologischen Anpassungen an Umwelt- und Klimabedingungen flächendeckend, kostengünstig und unter realen Bedingungen zu überwachen.

Sie ermöglichen die Erfassung wichtiger Biomarker, die Veränderungen von Gesundheitszuständen und Belastungsreaktionen im Zusammenhang mit Umwelt- und Klimaeinflüssen dokumentieren[39].

Durch die Kombination mit hochsensitiver massenspektrometrischer Analytik wird Mikrosampling zu einer robusten Technologie, die sowohl im klinischen als auch im öffentlichen Gesundheitsbereich eingesetzt werden kann.

Damit eröffnet sich die Möglichkeit, bevölkerungsnahe, dezentrale und ökologisch nachhaltige Monitoring-Strategien zu entwickeln, die sowohl vulnerable Gruppen als auch spezifische Berufs- und Risikokollektive einschließen.

VAMS ermöglicht die präzise, reproduzierbare Entnahme kleiner Blutmengen (30 µl), die ohne Zentrifugation, ohne Kühlkette und ohne medizinisches Fachpersonal transportiert und gelagert werden können. Diese Eigenschaften qualifizieren Mikrosampling für klimabezogene Monitoring-Studien, da Hitzeperioden häufig mit eingeschränkter Mobilität, Ressourcenknappheit oder logistischen Herausforderungen einhergehen.

Die dezentrale Probengewinnung, postalische Rücksendung und die verbesserte Stabilität der Analyten in getrocknetem Zustand ermöglichen eine innovative Form der epidemiologischen Überwachung, die mit konventionellen Blutentnahmeverfahren kaum realisierbar wäre.

Bisher wurden bereits Methoden zur Quantifizierung von hormonellen Markern wie 4-Androstendion, Cortisol, DHEA-S, Estradiol, Progesteron, Testosteron, T3 und T4 sowie von 25-Hydroxyvitamin-D2 und -D3 (25(OH)D), als Marker des Vitamin D-Status, entwickelt und intern nach FDA-Standards validiert. Je nach Untersuchungsziel kann das Analytenpanel um zusätzliche Parameter erweitert werden. Im aktuellen Forschungsprojekt werden beispielsweise Marker des Knochenstoffwechsel, sogenannten „Bone Turnover Marker“, validiert.

Zudem werden für die Methoden aktuelle, spezifische Korrekturfaktoren entwickelt, um die Validität der Methoden zu steigern und die Interpretation der Messwerte zu vereinfachen.

Die Methoden wurden auch unter realen Bedingungen in diversen Anwendungsstudien mit Athlet:innen eingesetzt, z. B. um den Vitamin D-Status in den Wintermonaten zu überwachen.

Vitamin D stellt eine zentrale klimasensitive Kenngröße dar. 25(OH)D gilt als etablierter Marker des Vitamin D-Status und spiegelt nicht nur die UV-Exposition einer Person wider, sondern indirekt auch die Aufenthaltsdauer im Freien (besonders bei Hitze), die Nutzung von Sonnenschutzmitteln, potenziell klimabedingte Verlagerung von Aktivitäten in Innenräume, saisonale und regionale Unterschiede in der UV-Strahlung sowie Verhaltensänderungen bei vulnerablen Gruppen während Hitzeperioden. Damit ermöglicht Vitamin D eine biologische Bewertung von klimainduzierten Veränderungen im Alltag.

Besonders geeignet ist Mikrosampling für vulnerable Bevölkerungsgruppen, wie z. B.:

- ältere Menschen und Pflegeheime
- Menschen mit chronischen Erkrankungen
- Kinder und Jugendliche
- niedrigschwellige soziale Räume (Kitas, Schulen)
- Outdoor-Berufe
- Sportler:innen und Freizeitaktive

In diesen Gruppen können klimainduzierte physiologische Anpassungen systematisch erfasst und darauf aufbauend individualisierte Präventionsmaßnahmen entwickelt werden.

Potenziale

Ein systematisch aufgebautes Mikrosampling-Konzept eröffnet erstmals die Möglichkeit, groß angelegte populationsbezogene Untersuchungen auch während real auftretender Hitzeereignisse durchzuführen. Es erlaubt wiederholte Probenahmen mit hoher und individualisierter Messfrequenz und unterstützt damit Längsschnittanalysen, die mit klassischen Blutentnahmemethoden nur schwer realisierbar wären. Darüber hinaus ermöglicht die Technologie ein kosteneffizientes Monitoring über Wochen bis Monate, da Proben ortsunabhängig und ohne die Notwendigkeit medizinischer Infrastruktur gewonnen werden können[40]. Auf diese Weise lassen sich physiologische Reaktionen auf Umwelt- und Hitzeeinflüsse unter realen Bedingungen erfassen und in ihrem zeitlichen Verlauf präzise abbilden.

Besonders hervorzuheben ist in diesem Kontext die Rolle von Vitamin D als zentraler Biomarker. Sein besonderer wissenschaftlicher Wert ergibt sich aus seiner hohen Klima- und Verhaltenssensitivität, der Fähigkeit, interindividuelle Unterschiede differenziert abzubilden, und dem Umstand, dass ein Mangel gut definierte gesundheitliche Risiken mit sich bringt.

Zudem ist 25(OH)D in getrockneten VAMS-Proben bis zu vier Wochen bei Raumtemperatur stabil und damit ideal geeignet für dezentrale, längerfristige und klimabezogene Monitoring-Studien. Dies ermöglicht z. B. einen flächendeckenden Einsatz in Gesundheitsbehörden und für Präventionsstrategien. Regionale Hitzeatlas-Daten könnten so mit biologischen Markern verknüpft werden, um Klimarisiken besser zu verstehen und gesundheitspolitisch zu adressieren. Gleichzeitig ermöglicht sie, Vitamin-D-Defizite in vulnerablen Bevölkerungsgruppen frühzeitig zu erkennen und darauf aufbauend präventive Versorgungskonzepte, wie beispielsweise individualisierte Supplementierungsstrategien, zu entwickeln. Insgesamt entsteht auf diese Weise ein datengeleitetes Public-Health-Modell, das Klima, Verhalten und Biologie integriert und damit die Grundlage für evidenzbasierte Klimagesundheitskampagnen schafft[41].

Neben der Bestimmung von Vitamin D ermöglicht der Einsatz von VAMS auch die Quantifizierung einer Reihe weiterer Hitze- und Stressmarker, die für die Bewertung klimabedingter Gesundheitsrisiken von besonderer Relevanz sind. Dazu zählen Cortisol und Cortison als Indikatoren psychophysiologischer Stressreaktionen und akuter Hitzebelastung sowie Aldosteron und Renin, die zentralen Rollen im Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt einnehmen und daher als Marker für Dehydratationsprozesse dienen. Ergänzend lassen sich Testosteron und Estradiol erfassen, die nicht nur Belastungsphysiologie widerspiegeln, sondern auch Hinweise auf geschlechtsspezifische Unterschiede im Hitzerisiko liefern.

Die Möglichkeit, ein breites Spektrum funktionell unterschiedlicher Biomarker simultan zu bestimmen, macht Mikrosampling zu einem methodisch vielseitigen und analytisch aussagekräftigen Ansatz für die präzise Einschätzung hitzebedingter Gesundheitsrisiken.



Abbildung 9: Interdisziplinäre Beiträge zum klimabezogenen Gesundheitsmonitoring mittels Mikrosampling

Herausforderungen

Eine der zentralen Herausforderungen besteht darin, Biomarker flexibel und ohne komplexe Laborkapazitäten vor Ort zu benötigen, im Feld zu erfassen. Mikrosampling Technologien wie VAMS bieten hierfür ein großes Potenzial. Sie ermöglichen die dezentrale Probenentnahme kleiner Kapillarblutmengen, kombiniert mit hochsensitiven Messungen mittels LC-MS/MS (Orbitrap Exploris 480) und eignet sich ideal für Studien in Hitzeperioden, in vulnerablen Gruppen oder bei Outdoor-Aktivitäten.

Für eine erfolgreiche Implementierung ist zunächst eine solide Standardisierung und Harmonisierung der VAMS-Protokolle erforderlich. Dazu gehören validierte Bedingungen für Trocknung und Lagerung, angemessene Matrixkorrekturen, klar formulierte SOPs sowie harmonisierte LC-MS/MS-Methoden über verschiedene Laborstandorte hinweg.

Zudem spielt die korrekte Anwendung in der Praxis eine zentrale Rolle. Trotz der einfachen Handhabung von Mikrosampling können korrekte Probengewinnung, vollständige Benetzung der VAMS-Proben, die Schulung von Pflegepersonal oder Studienteilnehmenden sowie die Motivation zu wiederholten Entnahmen in longitudinalen Studien herausfordernd sein.

Schließlich verlangt die Interpretation klimaabhängiger Biomarker besondere Sorgfalt. Vitamin D beispielsweise ist stark durch Umweltfaktoren geprägt: saisonale Schwankungen, unterschiedliche UV-Exposition durch Beruf, Kleidung oder Lebensstil. Vitamin D liefert wertvolle Informationen, allerdings nur, wenn die Daten im ökologischen Kontext bewertet werden.

Die Integration von Mikrosampling-Technologien wie VAMS bietet ein innovatives, minimal-invasives Instrument, um physiologischen Anpassungen an Umwelt- und Klimabedingungen flächendeckend, kostengünstig und unter realen Bedingungen zu überwachen. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, bevölkerungsnahe, dezentrale und ökologisch nachhaltige Monitoring-Strategien zu entwickeln.

Kontakt
Dr. Chiara Tuma
Dr. Hans Braun
Institut für Biochemie, Deutsche Sporthochschule Köln

Klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten

Die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels zeigen sich in besonderer Weise dort, wo Menschen ihren Alltag verbringen – in ihrem Wohnumfeld, am Arbeitsplatz, in Bildungs- und Betreuungseinrichtungen sowie in den Strukturen der gesundheitlichen und pflegerischen Versorgung. Die Anpassung an den Klimawandel muss daher dort ansetzen, wo Menschen leben, lernen, arbeiten und versorgt werden. Klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten schaffen nicht nur Schutz vor Hitzebelastung, Extremwetterereignissen und anderen klimabedingten Belastungen, sondern können zugleich Gesundheit, Wohlbefinden und soziale Teilhabe fördern.

Gerade in diesem Bereich wird deutlich, dass Klimaanpassung und Gesundheitsförderung eng miteinander verknüpft sind. Es geht nicht allein darum, auf akute Belastungen zu reagieren, sondern Lebens- und Arbeitswelten so zu gestalten, dass sie auch unter veränderten klimatischen Bedingungen gesundheitsförderlich, sicher und handlungsfähig bleiben. Dies betrifft etwa Bildung und Qualifizierung, die Gestaltung von Versorgungsprozessen, die Ernährung in Gesundheitseinrichtungen, den Umgang mit hitzesensiblen Arzneimitteln sowie die strukturelle Vorbereitung auf veränderte Umwelt- und Belastungssituationen. Klimaresilienz bedeutet in diesem Zusammenhang, Gesundheitssysteme, Institutionen und Alltagskontexte so weiterzuentwickeln, dass sie Risiken mindern, Schutzfaktoren stärken und auf neue Anforderungen angemessen reagieren können.

Nordrhein-Westfalen bietet für diese Verbindung von Klimaanpassung, Gesundheitsförderung und Versorgung besonders gute Voraussetzungen. In NRW werden bereits zahlreiche Forschungs- und Praxisansätze entwickelt, die klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten in Pflege, Bildung, Wirtschaft, Kommunen und Gesundheitseinrichtungen gestalten, erproben und in die Umsetzung überführen.

Die nachfolgenden Beispiele zeigen, wie wissenschaftliche Konzepte in konkrete, alltagsnahe Maßnahmen übersetzt werden – etwa in der Hochschullehre, in der ambulanten Versorgung, in der Krankenhausverpflegung oder in der Entwicklung neuer Instrumente für ein klimaresilientes Gesundheitssystem.

Gemeinsam verdeutlichen die Beispiele, dass klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten ein zentrales Feld der Translation sind. Sie zeigen, wie sich wissenschaftliche Erkenntnisse in praktische Lösungen überführen lassen, die nicht nur auf die Bewältigung klimabedingter Belastungen zielen, sondern zugleich neue Impulse für Gesundheitsförderung, Versorgung und nachhaltige Strukturentwicklung setzen. Damit wird deutlich, dass die Gestaltung klimaresilienter Lebens- und Arbeitswelten ein wesentlicher Beitrag dazu ist, Gesundheit in einer sich wandelnden Umwelt langfristig zu schützen und zu stärken.

1 Klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten

Anpassung in Bildung, Versorgung, Ernährung und Gesundheitsstrukturen in NRW

- Klimaresilienz in Bildung verankern
- Versorgung klimaresilient gestalten
- Gesunde und nachhaltige Lebenswelten stärken
- Anpassung an Hitze und Belastungen

2 Beispiele und Bezüge



3 Gemeinsame Wirkungen und Translationspotenziale

- Kompetenzen aufbauen
- Resilienz stärken
- Lebenswelten verbessern
- Versorgung verbessern

Abbildung 10: Klimaresiliente Lebens- und Arbeitswelten – Beispiele, Bezüge und Translationspotenziale

Climate & Health im Pflegestudium

Als größte Berufsgruppe im Gesundheitswesen kommt der professionellen Pflege eine exponierte Rolle in der Auseinandersetzung mit den Herausforderungen des Klimawandels zu. Klima- und nachhaltigkeitsbezogene Lehrinhalte sind in pflegewissenschaftlichen Curricula bislang jedoch nur unzureichend verankert. Mit den beiden aufeinander aufbauenden Projekten „Planetary Health and Nursing – Konzeptentwicklung für das Pflegestudium (PHN)“ und „Green Guide for Nursing“ (GG-Nurse) wurde an der Hochschule Bielefeld der Grundstein für die systematische Integration von Climate-and-Health-Themen in die pflegebezogene Hochschullehre gelegt und weiter ausgebaut. Ziel war es, Pflegestudierende für die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels zu sensibilisieren, das Bewusstsein für die Notwendigkeit transformativer Veränderungen im Gesundheitswesen hin zu mehr Klimaneutralität und Resilienz zu schärfen sowie konkrete klima- und nachhaltigkeitsbezogene Handlungskompetenzen für Studium und Praxis zu vermitteln.

Innovation

Im Projekt PHN wurden spezifische Bildungsmaterialien für pflegebezogene Studiengänge auf Bachelor- und Masterebene konzipiert, erprobt und evaluiert. Diese werden seit Abschluss des Projekts im August 2023 in der Lehre der pflege- und gesundheitsbezogenen Studiengänge der Hochschule Bielefeld eingesetzt. Das Projekt fügt sich in die Nachhaltigkeitsstrategie der Hochschule ein und setzte unter anderem den Impuls zur Unterzeichnung der Selbstverpflichtung „Nursing School Commitment“ der europaweiten Initiative „Health Care Without Harm“. Damit verpflichtete sich die Hochschule Bielefeld als erste Hochschule in NRW, Inhalte zu Klimawandel, planetarer Gesundheit und Pflege verbindlich in die Curricula der Pflegestudiengänge einzubinden[42].

Mit dem daran anschließenden Projekt GG-Nurse wurde dieser Ansatz weiterentwickelt. Im Mittelpunkt standen die Entwicklung und Erprobung eines Aktionshandbuchs („Do-it-Guide“) für mehr Nachhaltigkeit in der Pflege sowie digitaler Lehr-/Lerneinheiten in Form von „Educational Escape Rooms“. Der Do-it-Guide vermittelt konkrete Ideen zur Vergrößerung des ökologischen Handabdrucks in der Pflege und konzentriert sich auf fünf Themen mit hoher Relevanz für nachhaltiges Pflegehandeln. Die digitalen Escape Rooms stellen eine besondere Innovation dar: Sie fördern die kreative, anwendungsorientierte und lösungsbezogene Auseinandersetzung mit den Herausforderungen planetarer Gesundheit und unterstützen den Transfer des vermittelten Wissens in pflegerische Handlungskontexte. Mit Abschluss des Projekts im März 2026 liegen damit aufeinander abgestimmte, erprobte und evaluierte Materialien vor, die Pflegestudierende sowohl zu klimasensiblem Pflegehandeln als auch dazu befähigen, Transformationsprozesse in Gesundheitseinrichtungen anzuregen und mitzugestalten.

Potenziale

Die in beiden Projekten entwickelten Materialien stehen als Open Educational Resources (OER) barrierefrei beziehungsweise offen zur Verfügung, unter anderem über ORCA.NRW, und können damit auch von anderen Hochschulen in ihre Curricula integriert werden. Sie sind praxis- und problemorientiert, vermitteln positive Zukunftsbilder und konkrete Handlungsmöglichkeiten und eignen sich für den Einsatz in deutschsprachigen Pflegestudiengängen. Damit leisten die Projekte einen wichtigen Beitrag zur Verbreitung und Implementierung transformativer Lehr- und Lernformate an der Schnittstelle von Klima, Nachhaltigkeit, Gesundheit und Pflege.

Herausforderungen

Eine zentrale Herausforderung besteht weiterhin im Transfer der im Studium erworbenen Kompetenzen in das berufliche Handlungsfeld. Hinzu kommt, dass Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen bislang vielerorts nur begrenzt für klima- und nachhaltigkeitsbezogene Fragestellungen sensibilisiert sind. Um im interdisziplinären Zusammenwirken wirksam zur Bewältigung der Klimakrise beizutragen, bedarf es daher nicht nur entsprechender Kompetenzentwicklung in der Hochschullehre, sondern einer umfassenderen Transformation des gesamten Gesundheitssektors.



Abbildung 11: Interdisziplinäre Beiträge zur Verankerung von Climate & Health im Pflegestudium

Kontakt
Prof. Dr. Christa Büker
Hochschule Bielefeld

Klimasensible Gesundheitsberatung und -versorgung in der ärztlichen Praxis

Die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sind zunehmend spürbar und belasten Körper und Psyche[43]. In der medizinischen Versorgung ist das Thema bislang jedoch noch nicht ausreichend verankert; zugleich besteht ein deutlicher Fortbildungsbedarf in den Gesundheitsberufen[44][45][46]. Das Projekt „MedKlimaAmbulant“, gefördert von der Dr. Pritzsche-Stiftung im Stifterverband (2023–2024), hatte zum Ziel, ambulant tätige Praxisteams für den Zusammenhang von Klimawandel und Gesundheit zu sensibilisieren und Strategien für eine klimasensible Gesundheitsberatung und nachhaltige Praxisgestaltung zu vermitteln.
Dazu wurde zunächst eine Ist- und Bedarfsanalyse mittels leitfadengestützter Fokusgruppen- und Expert:innen-Interviews mit ambulant tätigen Ärzt:innen und Medizinischen Fachangestellten (MFA) durchgeführt. Auf Basis dieser Interviews, einer explorativen Literaturrecherche und unter Einbezug von medizinischem Personal mit Expertise im Themenfeld Klima und Gesundheit wurde eine interaktive Online-Schulung entwickelt und mit schulungsbegleitenden Fragebögen formativ evaluiert. Das Projekt zeigt damit exemplarisch, wie Klimawandel und Gesundheit in der ambulanten Versorgung über bedarfsgerechte Qualifizierung und praxistaugliche Fortbildungsformate adressiert werden können.

Innovation

In den Interviews zur Bedarfsanalyse wurden unter anderem fehlendes Wissen des medizinischen Personals zum Zusammenhang von Klimawandel und Gesundheit, Schwierigkeiten beim Auffinden geeigneter Fortbildungsmaterialien sowie der Wunsch nach einer kompakten und wenig zeitintensiven Fortbildung thematisiert.

Die auf diesen Interviews basierende Schulung „MedKlimaAmbulant“ zum Thema Klima und Gesundheit in der ärztlichen Praxis kann termin- und ortsunabhängig absolviert werden, ist interaktiv aufgebaut und hat durchgängig einen Praxisbezug. Eine komplette Bearbeitung der Schulung nimmt etwa 2 bis 3 Stunden in Anspruch. Alternativ können auch einzelne Module absolviert werden. Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass sich die Schulung für die Sensibilisierung und Wissensvermittlung gut eignet. Die Schulung und ein ergänzender Schulungsleitfaden sind über die Projektwebseite zu erreichen.

Die Innovation des Projekts liegt insbesondere in der bedarfsgerechten Entwicklung eines niedrigschwelligen Fortbildungsformats für den ambulanten Bereich. Damit wurde ein praxistauglicher Einstieg geschaffen, um das Themenfeld Klimawandel und Gesundheit in die ärztliche Versorgung und Praxisorganisation zu integrieren.

Potenziale

Die aus dem Projekt „MedKlimaAmbulant“ hervorgegangene Online-Schulung vermittelt fundiertes Wissen zu Klima und Gesundheit und bietet einen kompakten Überblick über relevante Zusammenhänge und Handlungsoptionen für die ambulante Praxis. Sie unterstützt Praxisteams dabei, Klimaschutz und Klimaanpassung in den Praxisalltag zu integrieren.

Die Schulung bietet das Potential, auch in die Ausbildung medizinischer Fachberufe einzufließen, um frühzeitig für das Thema zu sensibilisieren. So haben auch andere Berufsgruppen im Gesundheitswesen die Chance, sich in das Thema Klimawandel und Gesundheit einzuarbeiten, Kompetenzen zu erweitern und dieses Wissen als Multiplikatoren in die Versorgung zu tragen.

Langfristige Ziele der Online-Schulung sind die Vermittlung von Informationen zu klimawandelbezogenen Gesundheitsrisiken (bspw. Hitze oder Infektionsgefahren) an Patient:innen. Zudem sollen klimawandelassoziierte Erkrankungen verlässlicher diagnostiziert werden (bspw. Allergien) und Praxisteams darin unterstützt werden, ihre Praxis klimafreundlicher als zuvor zu führen.

Herausforderungen

Die Bedarfsanalyse zeigt, dass besondere Herausforderungen nicht nur in unzureichendem Wissen und der geringen Verfügbarkeit von gut zugänglichen Fortbildungen liegen. Eine zentrale Herausforderung der Arztpraxen sind begrenzte Ressourcen, sowohl zeitlich als auch finanziell. Insbesondere die nicht erfolgende finanzielle Kompensation für die Durchführung von Maßnahmen zu Klimaschutz und Klimaanpassung stellen viele Praxen vor Herausforderungen. Wissensaneignung und Aktivitäten in diesem Bereich hängen daher von der Priorisierung und Eigeninitiative der Praxisinhaber:innen und Mitarbeiter:innen ab.
Um zeitliche und finanzielle Ressourcen zu schonen, wurde „MedKlimaAmbulant“ gezielt mit Blick auf einen niedrigschwelligen Zugang, geringe Kosten und hohe Praxistauglichkeit konzipiert.



Abbildung 12: Interdisziplinäre Beiträge zu klimasensibler Gesundheitsberatung in der ambulanten Versorgung

Kontakt
Prof. Dr. Claudia Hornberg
Universität Bielefeld
Weitere Autorinnen: Lisa Masciangelo, Rebecca Lätzsch, Susanne Lopez Lumbi, Johanna Viedt

Gesunde und nachhaltige Ernährung als Teil eines klimaresilienten Gesundheitssystems

Die weltweit steigende Zahl von ernährungsbedingten chronischen Krankheiten sowie die sich verschärfenden Klima- und Biodiversitätskrisen verdeutlichen den dringenden Handlungsbedarf im Ernährungsbereich. Krankenhäuser nehmen in diesem Kontext eine doppelte Schlüsselrolle ein: Zum einen stellen sie täglich die Versorgung zehntausender Patient:innen sicher und leisten damit einen erheblichen Beitrag zum ökologischen Fußabdruck der Gemeinschaftsverpflegung. Zum anderen tragen sie als Einrichtungen der öffentlichen Gesundheitsversorgung Verantwortung für Gesundheitsförderung und Prävention – unter anderem durch die Gestaltung gesundheitsförderlicher Ernährungsumgebungen.

Das Projekt Green Hospital Food setzt genau an diesem Punkt an und verfolgt folgende zentrale Ziele:

- Ausrichtung des Speiseplans entsprechend der Vorgaben der Planetary Health Diet;
- Erhöhung der regionalen- und Bio-Produkte sowie die Erhöhung der pflanzenbasierten Gerichte;
- Reduktion der Lebensmittelverschwendung, u.a. durch den Einsatz von KI;
- Identifikation und Reduktion der Mangelernährung im stationären Setting, u.a. durch den Einsatz von KI;
- Aufklärungsarbeit durch Informationskampagnen vor Ort, Öffentlichkeitsarbeit, (inter)nationale Vernetzung und (digitale) Lehrküchenveranstaltungen.

Das Projekt Green Hospital Food bietet Patient:innen in einer sensiblen Lebensphase somit eine gesunde, leckere und klimafreundliche Ernährung. Eine ausgewogene, pflanzenbasierte Ernährung trägt nicht nur zur Therapie und Prävention chronischer Erkrankungen bei, sondern entlastet zugleich Klima und Umwelt, indem wertvolle Ressourcen wie Wasser und landwirtschaftliche Flächen eingespart werden sowie die Emission von Treibhausgasen reduziert wird. Eine Ernährungswende gemäß der Planetary Health Diet leistet somit einen relevanten Beitrag zur Einhaltung der planetaren Grenzen, was wiederum eine wesentliche Voraussetzung für die langfristige Gesundheit des Menschen und des Planeten ist [47].

Innovation

Rund 2.000 warme Mahlzeiten werden täglich im Universitätsklinikum Essen an Patient:innen und Mitarbeitende ausgegeben. Ein zentraler Innovationsansatz ist die konsequente Weiterentwicklung des Speiseangebots. Dabei repräsentiert das Angebot der Krankenhausverpflegung auch die Vielfalt und verschiedenen Ernährungsgewohnheiten der Gesellschaft. Der BMLEH-Ernährungsreport 2025 zeigt, dass sich 37 % der Menschen in Deutschland flexitarisch ernähren – überwiegend pflanzlich, gelegentlich ergänzt durch Fleisch oder Fisch – hinzu kommen 7 % Vegetarier:innen und 2 % Veganer:innen [48]. Um diesen unterschiedlichen Bedürfnissen gerecht zu werden und den Wandel aktiv mitzugestalten, wurde der Speiseplan überarbeitet und schrittweise um attraktive pflanzenbasierte Menüangebote erweitert.

Neben der klassischen und der angepassten Vollkost stehen nun täglich auch ein vegetarisches und ein veganes Gericht zur Auswahl. Diese werden laufend vom Küchenteam evaluiert und weiterentwickelt. Ein Nudging-Projekt zeigte zudem, dass die Positionierung des pflanzenbasierten Mittagsgerichts an erster Stelle im Speiseplan zu einem signifikanten Anstieg seiner Wahl geführt hat [49]. Auch das Frühstücksangebot wurde um einen speziell entwickelten Porridge mit Obst erweitert.

Im Bereich der Lebensmittelverschwendung konnte seit der ersten Ausgangsmessung im Januar 2023 eine Reduktion um 40 % erreicht werden*. Grundlage dafür waren regelmäßige Speisemessungen im laufenden Betrieb, die Analyse typischer Abfallquellen sowie die anschließende Anpassung von Küchenprozessen und Maßnahmen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen. Im Jahr 2025 wurden außerdem die zwei Menülinien „Vollkost“ und „Pflanzenbasierte Kost“ erfolgreich von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung zertifiziert.

Was als (kleines) Modellprojekt begann, hat sich mittlerweile zu einem umfangreichen Transformationsvorhaben entwickelt. Seit Oktober 2025 wird Green Hospital durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) unterstützt – ein Beleg für den zunehmenden Stellenwert einer gesunden und nachhaltigen Verpflegung in der Gesundheitsversorgung. Gemeinsam mit den Partnern Klüh Catering GmbH, dem Institut für Künstliche Intelligenz in der Medizin (IKIM) der Universitätsmedizin Essen sowie dem Fachbereich Communication for Health, Inclusion, and Participation (CHIP) der Technischen Universität Dortmund wird aktuell am Zentrum für Naturheilkunde und Planetare Gesundheit der Universitätsmedizin Essen an innovativen Strategien gearbeitet, um die Krankenhausverpflegung noch gesünder, nachhaltiger und somit zukunftsfähiger zu gestalten.

Potenziale

Unter anderem werden nach ernährungsphysiologischer und ökologischer Bilanzierung die Speisepläne weiter entsprechend der Planetary Health Diet adaptiert. Des Weiteren soll durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz die Lebensmittelverschwendung reduziert sowie Mangelernährung frühzeitig erkannt und entgegengewirkt werden. Dabei sollen Mitarbeitende und Patient:innen durch partizipative Maßnahmen den Transformationsprozess mitgestalten und Ernährungsbildungsmaßnahmen über den Klinikaufenthalt hinaus wirksam werden. Eine Rezeptdatenbank und eine Transformationsleitlinie sollen nach Abschluss des Projekts anderen Krankenhäusern und Gesundheitseinrichtungen den Weg zu einer gesunden, leckeren und nachhaltigen Verpflegung erleichtern.

Die Erweiterung pflanzenbasierter Menüangebote in Kombination mit einer Reduktion des Fleischanteils und der Lebensmittelverschwendung birgt erhebliche Einsparpotenziale – sowohl finanziell, etwa durch geringere Einkaufs- und Entsorgungskosten, als auch ökologisch durch weniger CO2e-Emissionen, einen reduzierten Wasserverbrauch und einen geringeren Flächenbedarf entlang der Lebensmittelwertschöpfungskette.

* Eigene Berechnung auf Basis interner Betriebsdaten.



Abbildung 13: Interdisziplinäre Beiträge zu gesunder, nachhaltiger und klimaresilienter Ernährung im Krankenhaus

Das Projekt macht damit sichtbar, dass bereits mit vergleichsweise einfachen und kosteneffizienten Maßnahmen ein relevanter Beitrag zur Reduktion der ernährungsbedingten Treibhausgasemissionen im Gesundheitswesen geleistet werden kann.

Herausforderungen

Eine zentrale Herausforderung besteht darin, die Mitarbeitenden, beispielsweise das Küchenpersonal, aktiv einzubinden. Entsprechende Weiterbildungen, etwa in Form von Workshops zum pflanzlichen Kochen, sind für das Küchenpersonal unabdingbar. Zudem sind gezielte Kommunikation und Aufklärungsarbeit unerlässlich, um über das Projektvorhaben aufzuklären und um die Maßnahmen erfolgreich zu implementieren. Denn die Entwicklung und Zubereitung attraktiver pflanzenbasierter Gerichte erfordert neue Kompetenzen – insbesondere im Rahmen des an der Universitätsmedizin Essen eingesetzten „Cook- & Chill“-Verfahrens. Pflanzliche Speisen müssen so entwickelt werden, dass sie auch nach dem Abkühlen und Wiedererwärmen ihre Qualität, Nährstoffdichte und Attraktivität beibehalten.

Zudem stellt die Gewährleistung einer bedarfsgerechten Proteinzufuhr aus pflanzlichen Nahrungsmitteln eine ernährungsphysiologische Herausforderung dar – insbesondere bei mangelernährten Patient:innen.

Zudem bedarf es einer anfänglich umfangreichen Stakeholderanalyse, um alle relevanten Entscheidungsträger:innen frühzeitig einzubinden. Dazu zählen insbesondere Klinikvorstand, Küchen- und Pflegeleitung sowie der Personalrat. Eine transparente Kommunikation und die Zustimmung dieser Gremien sind notwendig, um die strukturellen Voraussetzungen für eine nachhaltige Transformation der Verpflegung zu schaffen. Für eine erfolgreiche Transformation braucht es zudem klare Verantwortlichkeiten. Eine feste Ansprechperson, die das Team sowie die geplanten Maßnahmen koordiniert und begleitet, ist hierfür unerlässlich.



Abbildung 14: Handlungsfelder zur Transformation der Krankenhausverpflegung im Projekt Green Hospital Food

Kontakt
Hannah Schäfer
Lilian Rothe
Universitätsmedizin Essen

Klimaresilientes Gesundheitssystem – ADAPT-HEAT

Hitze beeinflusst die Wirkung zahlreicher Arzneimittel, insbesondere bei Menschen mit chronischen Erkrankungen, und kann zu ernsten gesundheitlichen Komplikationen führen. Das Projekt „ADAPT-HEAT – Hitzesensible Medikationsanpassung“ zielt darauf ab, für Hitzeperioden evidenzbasierte, praxisnahe Empfehlungen zur Anpassung von Medikamenten zu entwickeln und verfügbar zu machen. Grundlage ist die Erstellung der sogenannten CALOR-Liste, einer systematisch erarbeiteten Übersicht potenziell inadäquater Medikamente bei Hitze und konkreter Handlungshinweise. Die Projektarbeit umfasst eine Literaturauswertung, die Analyse verknüpfter Gesundheits- und Wetterdaten, ein Delphi-Verfahren zur Konsensbildung sowie einen Praxistest mit medizinischem Personal. Ziel ist es, damit die CALOR-Liste und begleitende Informationsmaterialien für Ärzt:innen, Pflegepersonal, Apotheken und Patient:innen zu entwickeln, um hitzebedingte Gesundheitsrisiken zu reduzieren und die Arzneimitteltherapiesicherheit zu verbessern. Das Projekt wird über drei Jahre mit etwa einer Million Euro vom Innovationsfonds des Gemeinsamen Bundesausschusses gefördert.

Innovation

Im Projekt wurde bisher ein erster Entwurf der CALOR-Liste erstellt, in dem potenziell inadäquate Medikamente bei Hitze („Heat-PIMs“) identifiziert werden. Diese Substanzen umfassen unter anderem

- Blutdrucksenker,
- Diuretika,
- Antiarrhythmika,
- Antidiabetika,
- Immunsuppressiva,
- Schmerzmittel sowie
- Psychopharmaka.

Obwohl die Evidenz für konkrete Anpassungsmaßnahmen derzeit noch begrenzt ist, lassen sich bereits praxisrelevante Hinweise ableiten, etwa zur Unterstützung bei Trinkverhalten, Verhaltens-Hitze-Schutz oder engmaschigem Selbstmonitoring von Blutdruck und Blutzucker. Die Liste wurde durch ein dreistufiges Delphi-Verfahren mit circa 30 Expert:innen verschiedener Disziplinen konsentiert und mit Ärzt:innen, Pflegekräften, Apotheken-Teams und medizinischen Fachangestellten im Sommer 2025 getestet. Aktuell werden die Ergebnisse des Praxistests ausgewertet, um die Liste inhaltlich zu verbessern und Hinweise für die beste formale Aufbereitung zu bekommen. Es werden parallel dazu Informationsmaterialien für Patient:innen entwickelt. Zusätzlich werden Gesundheits- und Abrechnungsdaten mit Wetterdaten verknüpft, um die Versorgungsrelevanz hitzesensitiver Medikamente empirisch zu untermauern. Ziel ist eine finale, praxisnahe CALOR-Liste samt patient:innengerechten Hinweisen zur sicheren Anwendung in Hitzeperioden.

Potenziale

Das Projekt ADAPT-HEAT bietet ein erhebliches Potenzial, die Arzneimitteltherapiesicherheit in Hitzeperioden zu verbessern und damit eine bislang noch unzureichend adressierte Schnittstelle zwischen Klimawandel, Versorgung und Patient:innensicherheit systematisch zu bearbeiten. Für Patient:innen eröffnet sich die Möglichkeit, hitzebedingte Risiken im Zusammenhang mit ihrer Medikation frühzeitiger zu erkennen und besser einzuordnen. Konkrete, praxisnahe Handlungshinweise können dazu beitragen, die sichere Einnahme von Arzneimitteln auch unter Hitzebelastung zu unterstützen und die Selbstvorsorge bei bestehenden Therapien zu stärken.

Auch für das Gesundheitssystem ergeben sich daraus wichtige Chancen. Mit der CALOR-Liste und den begleitenden Informationsmaterialien entsteht ein evidenzbasiertes Instrument, das Ärzt:innen, Pflegepersonal und Apothekenteams bei der Einschätzung hitzesensitiver Medikation unterstützen kann. Dadurch lässt sich die Prävention hitzebedingter Komplikationen gezielter in unterschiedliche Versorgungssettings integrieren. Langfristig besteht zudem das Potenzial, hitzebedingte Krankenhausaufenthalte zu reduzieren und Versorgung ressourcenschonender zu gestalten. Damit leistet das Projekt einen Beitrag dazu, das Gesundheitssystem klimaresilienter aufzustellen und den Umgang mit Hitzebelastungen stärker in die Routineversorgung zu überführen.



Abbildung 15: Interdisziplinäre Beiträge zur hitzesensiblen Medikationsanpassung im Projekt ADAPT-HEAT

Herausforderungen

Die wissenschaftliche Evidenz zu konkreten Anpassungsmaßnahmen ist teilweise noch begrenzt, was die Ableitung eindeutiger Empfehlungen erschwert.

Die Umsetzung von Empfehlungen in unterschiedliche Versorgungssettings (Hausarztpraxis, Krankenhaus, Apotheke) erfordert gezielt teils eine unterschiedliche Aufbereitung und Vermittlung der Informationen. Auch die Kommunikation unter den Akteuren ist nicht immer leicht.

Die Verknüpfung von Daten und die statistische Quantifizierung hitzebedingter Arzneimittelrisiken ist methodisch anspruchsvoll und zeitintensiv.

Kontakt
Prof. Dr. Beate Müller
Universitätsklinikum Köln

Infektionskrankheiten

Mit steigenden Temperaturen, veränderten Niederschlagsmustern, veränderten Ökosystemen und einer hohen globalen Mobilität verändern sich auch die Rahmenbedingungen für die Entstehung, Ausbreitung und Dynamik von Infektionskrankheiten. Der Klimawandel beeinflusst damit nicht nur Umwelt und Lebensräume, sondern auch epidemiologische Muster, Übertragungswege und die Anforderungen an Prävention, Surveillance und Versorgung. Vektoren wie Mücken und Zecken können sich unter veränderten klimatischen Bedingungen in neuen Regionen etablieren oder über längere Zeiträume aktiv sein. Gleichzeitig erhöhen globale Vernetzung, Reisebewegungen und komplexe Versorgungsketten die Anforderungen an ein frühzeitiges Erkennen und wirksames Reagieren auf infektiologische Risiken.

Gerade im Bereich der Infektionskrankheiten wird deutlich, dass Klimawandel und Gesundheit nur interdisziplinär bearbeitet werden können. Es geht dabei nicht allein um die medizinische Behandlung einzelner Erkrankungen, sondern ebenso um Fragen der Überwachung, Risikoabschätzung, Diagnostik, Kommunikation und Preparedness. Erforderlich sind Systeme und Ansätze, die neue Entwicklungen frühzeitig sichtbar machen, Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammenführen und daraus belastbare Grundlagen für Prävention und Krisenbewältigung ableiten. Zugleich braucht es innovative Forschungsansätze, um neu entstehende oder sich verändernde infektiologische Risiken zu verstehen und in wirksame Strategien zur Gesundheitsvorsorge zu übersetzen.

Nordrhein-Westfalen bietet auch in diesem Feld besondere Voraussetzungen. Mit seiner breiten Forschungslandschaft, seinen klinischen und öffentlichen Gesundheitsstrukturen sowie seinen Kompetenzen in Mikrobiologie, Infektionsmedizin, Datenanalyse und Krisenmanagement ist NRW gut aufgestellt, um neue Ansätze an der Schnittstelle von Klimawandel und Infektionsgeschehen zu entwickeln. Die nachfolgenden Beispiele zeigen, wie in NRW an Fragen der Surveillance, der Pandemievorsorge, der Datenintegration und der Entwicklung neuer antiinfektiver Strategien gearbeitet wird und wie wissenschaftliche Erkenntnisse in konkrete Anwendungen und Strukturen überführt werden können.

Gemeinsam verdeutlichen die Beispiele, dass Infektionskrankheiten im Kontext des Klimawandels nicht nur ein Feld wachsender Risiken, sondern auch ein wichtiges Feld für Innovation und Translation sind. Sie zeigen, wie Forschung dazu beitragen kann, Infektionsrisiken frühzeitig zu erkennen, Handlungsmöglichkeiten zu erweitern und Gesundheitssysteme widerstandsfähiger gegenüber zukünftigen Herausforderungen zu machen.

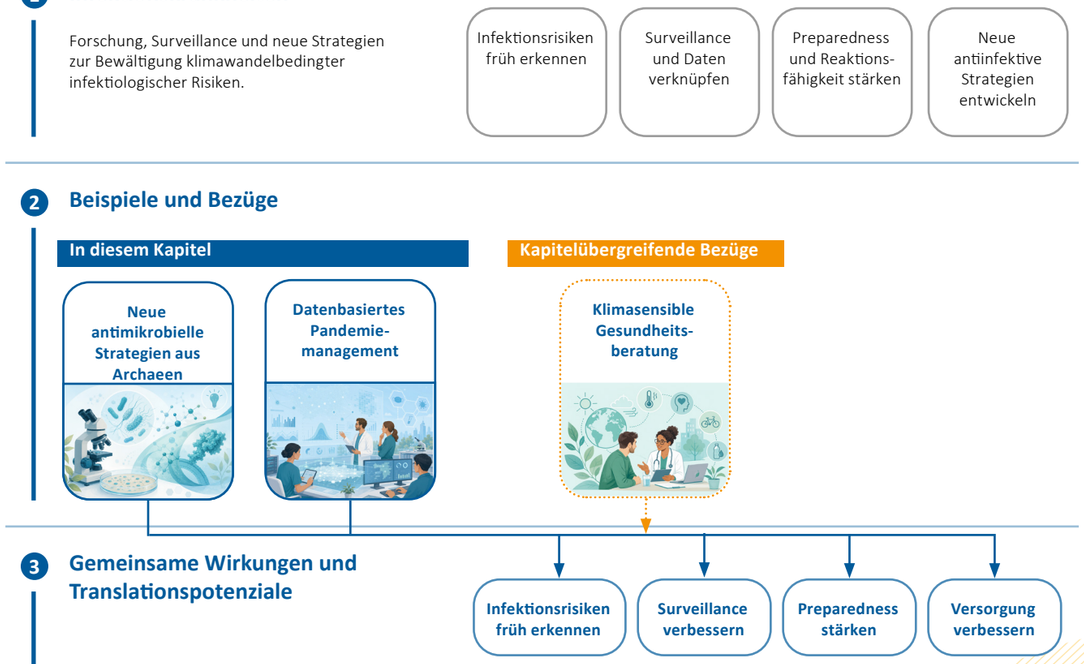


Abbildung 16: Infektionskrankheiten – Beispiele, Bezüge und Translationspotenziale im Kontext des Klimawandels

Neue antimikrobielle Strategien aus Archaeen

Die Nutzung biologischer Diversität ist ein zentrales Forschungsfeld, insbesondere vor dem Hintergrund globaler Umweltveränderungen, des Klimawandels und der Herausforderungen beim Übergang zu einer zirkulären Bioökonomie. Dabei rücken auch Archaeen zunehmend in den Fokus, da sie über einzigartige Stoffwechselwege und Enzyme verfügen, die ihnen das Überleben unter extremen Bedingungen wie hohen Temperaturen oder stark abweichenden pH-Werten ermöglichen. Diese Eigenschaften machen sie zu interessanten Kandidaten für biotechnologische Anwendungen und zugleich zu einer wertvollen Ressource für die Erforschung grundlegender molekularer Mechanismen.

Gleichzeitig gehört die Zunahme von Antibiotikaresistenzen zu den dringlichsten globalen Gesundheitsbedrohungen. Resistente Erreger verringern die Wirksamkeit bestehender Antibiotika und führen dazu, dass Infektionen immer schwerer behandelbar werden. Trotz des wachsenden Bedarfs hat sich die Entdeckung neuer Antibiotika in den vergangenen Jahren deutlich verlangsamt. Die meisten bekannten Wirkstoffe stammen bislang aus Bakterien und Pilzen. Archaeen stellen demgegenüber ein weitgehend unerschlossenes Reservoir antimikrobieller Substanzen dar und eröffnen damit neue Perspektiven für die Identifizierung innovativer Therapeutika.

Eine kürzlich veröffentlichte Studie[50] zeigt, dass Archaeen und insbesondere Extremophile eine große Zahl antimikrobieller Peptide kodieren. Darauf aufbauend verfolgt ein neuer Forschungsansatz die Identifizierung neuartiger antimikrobieller Peptide in thermophilen Archaeen. Die Universität Duisburg-Essen verfügt über umfangreiche Expertise in der Archaeen-Forschung und ist damit in einer besonders guten Position, dieses Potenzial zu erschließen. Aufbauend auf bestehendem Wissen zum archaeellen Stoffwechsel werden mithilfe von Meta-omics, Genome-Mining und Proteincharakterisierung neue Stoffwechselwege für die Produktion antimikrobieller Peptide und potenzieller Antibiotika untersucht. Diese Erkenntnisse werden eng mit der Aufklärung von Wirkungsweise und Funktion auf molekularer Ebene verknüpft. So eröffnet die Forschung neue Perspektiven sowohl für die Grundlagenmikrobiologie als auch für translationale Anwendungen.

Innovation

Der Startpunkt der neuen Forschung ist ein Genome-Mining Ansatz, bei dem Datenbanken, Genome, Metagenome und Proteome auf das Vorkommen von antimikrobiellen Peptiden oder Antibiotika untersucht werden. Nach Identifikation sollen diese Peptide in bakteriellen oder archaeellen Expressionsystemen produziert werden. Anschließend wird die Effektivität der produzierten Peptide gegenüber klassischen pathogenen Bakterien getestet.

In einem ersten Ansatz konnten über Genome-Mining bereits 10 antimikrobielle Peptide aus Sulfolobus acidocaldarius, Thermococcus kodakarensis und Haloferax volcanii identifiziert werden, welche in den nachfolgenden Schritten produziert werden, um antimikrobielle Wirkung und Mechanismen zu erörtern.

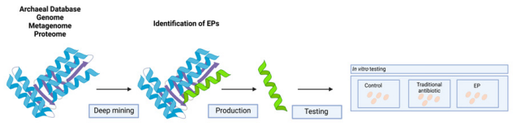


Abbildung 17: Schematischer Forschungsansatz zur Identifizierung antimikrobieller Peptide aus Archaeen



Abbildung 18: Interdisziplinäre Beiträge zur Entwicklung neuer antimikrobieller Strategien aus Archaeen

Potenziale

Mit steigender Entwicklung von Antibiotikaresistenzen in pathogenen Bakterien und der Verlangsamung der Antibiotikaentwicklung ist es nötig, neue Wege zur Entdeckung von Antibiotika zu finden. Archaeen sind ein exzellentes Ziel, da diese aufgrund ihrer einzigartigen Physiologie und Stoffwechselwege ein großes Potenzial für neue Wirkungsmechanismen haben. Die Erforschung von antimikrobiellen Substanzen in Archaeen befindet sich jedoch noch in den Grundzügen, da bisher noch keine signifikante Forschung in diesem Bereich stattgefunden hat.

Herausforderungen

Obwohl Archaeen einzigartige bioaktive Verbindungen produzieren, gibt es technische Herausforderungen, die diese Forschung verlangsamen. Im Gegensatz zu Bakterien und Pilzen, aus denen die meisten derzeitigen Antibiotika gewonnen werden, sind Archaeen noch weitestgehend in diesem Bereich unerforscht. Das macht die Identifizierung neuer antimikrobieller Substanzen vielversprechend, aber schwieriger, da Art und Wirkungsmechanismus noch unbekannt sind. Zudem ist die Kultivierung von Archaeen oft aufwendig und genetische Systeme müssen stellenweise etabliert werden.

Kontakt
Dr. Christian Schmerling
Universität Duisburg-Essen / Universität Kyoto

Datenbasiertes Pandemiemanagement zur Stärkung der grenzüberschreitenden Pandemievorsorge

Pandemien stellen für die Gesundheit und Sicherheit von Gesellschaften eine große Bedrohung dar. Gleichzeitig steigt das Risiko für neue Pandemien durch die zunehmenden Veränderungen des Klimas und die globale Vernetzung. Es gilt daher, grenzüberschreitend auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene wirksam auf Pandemien vorbereitet zu sein. Um Europa besser auf Pandemien vorzubereiten, wurde das Projekt PANDEM-2 (2021-2023) mit 9,75 Mio. € von der EU gefördert, mit dem Ziel, die Lageerfassung und Entscheidungsprozesse im Pandemiemanagement durch neue Lösungen zu verbessern.
Im Projekt wurde ein Prototyp für ein IT-System entwickelt, in dem pandemierelevante Daten aus internationalen Laboren, Datenbanken und den sozialen Medien gesammelt und integriert werden. Die integrierten Daten werden in Echtzeit auf einem internetbasierten Dashboard zusammengeführt und zusammen mit Modellierungen verfügbarer Ressourcen Pandemiemanagern als Entscheidungshilfe zur Verfügung gestellt. Die PANDEM-2 Systeme wurden anschließend im Rahmen verschiedener internationaler Demonstrationen gemeinsam mit Gesundheitsämtern getestet.

Um die Bevölkerung aktiv in die Pandemiebekämpfung einzubeziehen, müssen Pandemiemanager Vertrauen aufbauen sowie präzise, zeitnah und deutlich kommunizieren. Das Fraunhofer FKIE hat dafür Kommunikationsstrategien analysiert und gemeinsam mit Gesundheitsbehörden und Expert:innen Empfehlungen erarbeitet, um Anwendern im Gesundheits- und Zivilschutz praktische, modifizierbare Kommunikations-Materialen bereitzustellen.

Innovation

Das Projekt PANDEM-2 ist seit Juli 2023 abgeschlossen, wobei die hochintegrierte IT-Plattform im nationalen Gesundheitsamt in den Niederlanden weiter getestet wird. Im Projekt wurde eine Vielzahl technischer und nicht-technischer Lösungen entwickelt, um folgende Kernziele zu erreichen:

- Identifizierung, Kartierung und Integration von pandemiebezogenen Daten aus verschiedenen Quellen in eine einheitliche Datenbank für das Pandemiemanagement.
- Entwicklung eines erweiterbaren Dashboards für Schulungen zur Pandemievorsorge und grenzüberschreitenden Analyse und Überwachung des Krankheitsgeschehens[51].
- Entwicklung eines effizienten Werkzeugs zur Ressourcenmodellierung und -verwaltung im Gesundheitswesen.
- Integration von Frühwarnsystemen (participatory surveillance) in die Pandemiemanagement-Datenbank.
- Bereitstellung von Ressourcen, Innovationen und Schulungen für die Pandemiekommunikation.
- Kapazitätsaufbau durch gemeinsame Trainings und Entwicklung einer operativen Strategie für grenzüberschreitende Pandemiebekämpfung[52].

Potenziale

Gesamtgesellschaftlich haben die Entwicklungen aus PANDEM-2 großes Potential, Risiken, Belastungen und Schäden durch eine mögliche neue Pandemie zu minimieren. Das integrierte Dashboard ermöglicht Pandemie-Managern eine schnellere Lageerfassung und Reaktion auf das Krankheitsgeschehen:

- **Freiwillig erhobene Daten Erkrankter unterstützen das Frühwarnsystem.**
- **National erhobene Daten geben ein Bild der Ausbruchsdynamik für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen (Erkrankte, Todesfälle, auftretende Varianten).**
- **Automatisierte Reportkarten dienen der schnellen Informationsweitergabe und Nachverfolgbarkeit.**
- **Das Ressourcen-Monitoring zeigt einen Überblick über vorhandenes Material und Personal in Echtzeit und erlaubt durch modellierte Stresstests entlang der aktuellen Pandemieentwicklung das Erkennen aufkommender Überlastungen. Relevante Ressourcen und mögliche Engpässe werden damit auch für Lieferanten frühzeitig sichtbar.**

Die Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit von Informationen über den Pandemieverlauf zwischen unterschiedlichen Regionen und Ländern (Fallzahlen, Inzidenzen, Eindämmungsmaßnahmen) ermöglicht politischen Handlungsträgern eine sicherere Entscheidungsgrundlage und schafft gleichzeitig für die Bevölkerung größtmögliche Transparenz.



Abbildung 19: Interdisziplinäre Beiträge zum datenbasierten und grenzüberschreitenden Pandemiemanagement

Die Ressourcen und das Trainingsmaterial (Pressetemplates, Interviewtrainings) zur Pandemiekommunikation können von verschiedensten Organisationen im Gesundheitsbereich genutzt und individuell angepasst werden. Mithilfe der integrierten Social-Media Analysewerkzeuge können die aktuellen Diskussionen zum Pandemiegeschehen sowie Zustimmungsraten zu Maßnahmen verfolgt und die Kommunikationsstrategie angepasst werden.

Durch gemeinsame erfolgreiche Simulationsübungen der nationalen Gesundheitsämter (z.B. in Utrecht & Berlin, 2023) konnten Prozesse abgeglichen und die Basis für weitere Trainings geschaffen werden. Die Ergebnisse der PANDEM-2 Entwicklungen wurden der ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) als Grundlage für Weiter- und Eigenentwicklungen präsentiert.

Herausforderungen

Ein zentraler nächster Schritt nach nationalen Testphasen ist die Annahme und Umsetzung des Konzeptes auf nationaler Ebene für möglichst viele Gesundheitsämter in der EU. Erforderlich sind dafür allerdings auch Anpassungen im Datenaustausch und ggf. rechtlicher Rahmenbedingungen zum Datenschutz. Mehrheitlich dürfen relevante Patient:innen-Daten nur anonymisiert geteilt werden, um Rückschlüsse auf einzelne Patient:innen zu vermeiden. Für ein effizientes Monitoring des Pandemie-Geschehens sind allerdings gerade kombinierte personenbezogene Datensätze (exakte Ortsbestimmung, Alter & Geschlecht infizierter Personen) besonders relevant.

Während der Covid-19-Pandemie haben die nationalen Gesundheitsämter vielfach auf technische Eigenentwicklungen gesetzt. Die nächste Herausforderung für die Weiterentwicklung der technischen Komponenten von PANDEM-2 ist damit, an bestehende Kompetenzen und Systeme anzudocken und gleichzeitig modulare Anpassungen zu ermöglichen.

Erfolgreiche Risiko-Kommunikation der Gesundheitsämter ist essentiell zur Einbindung der Bevölkerung und zur Umsetzung von Schutzmaßnahmen. Gesundheitsämter müssen dafür bei der Bevölkerung Vertrauen aufbauen, sind gleichzeitig aber auch eingebettet in den gesamtgesellschaftlichen Dialog. Ein grundsätzliches Misstrauen gegenüber Institutionen, Desinformationen und Informations-Überlastung stellen somit große Hürden dar. Fehlkommunikationen haben während der Covid-19-Pandemie enorme gesellschaftliche Sprengkraft gezeigt. Umgekehrt konnte aber auch an vielen Stellen Vertrauen aufgebaut werden, sei es durch die Einbindung externer Experten, oder durch eine enge Zusammenarbeit mit gesellschaftlichen Akteuren, um gemeinsame Ziele zu kommunizieren[53].



Abbildung 20: Europäisches Partnernetzwerk des Projekts PANDEM-2

Kontakt
Dr. Benjamin Kaluza
Fraunhofer FKIE

Nicht-Übertragbare Erkrankungen und Katastrophen

Die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels zeigen sich nicht nur im Bereich von Infektionskrankheiten, sondern in besonderem Maße auch bei nicht-übertragbaren Erkrankungen und in Krisen- und Katastrophensituationen. Hitzebelastung, Luftverschmutzung, veränderte Allergenexpositionen, Extremwetterereignisse und klimabedingte Veränderungen der Lebens- und Arbeitsbedingungen können bestehende Erkrankungen verstärken, neue gesundheitliche Risiken schaffen und die Belastbarkeit von Versorgungssystemen erheblich herausfordern. Besonders betroffen sind dabei häufig Menschen mit chronischen Erkrankungen, ältere Menschen, vulnerable Bevölkerungsgruppen sowie Personen, die in ihrem Alltag oder Beruf besonderen klimatischen Belastungen ausgesetzt sind.

Gerade in diesem Feld wird deutlich, dass Klimawandel und Gesundheit nicht nur als Frage akuter Risiken verstanden werden dürfen. Vielmehr geht es auch um die Verschärfung bereits bestehender gesundheitlicher Belastungen, um langfristige Auswirkungen auf Lebensqualität und Versorgung sowie um die Frage, wie Gesundheitssysteme, Institutionen und Schutzstrukturen auf zunehmende Extremereignisse vorbereitet werden können. Nicht-übertragbare Erkrankungen und Katastrophen berühren damit sowohl Prävention und Frühintervention als auch Diagnostik, Versorgung, Risikokommunikation und strukturelle Resilienz.

Nordrhein-Westfalen bietet auch in diesem Bereich besondere Voraussetzungen für Forschung und Translation. In NRW werden bereits zahlreiche Ansätze entwickelt, die sich mit klimabedingten Belastungen für Menschen mit Allergien, chronischen Erkrankungen oder besonderer Vulnerabilität befassen und zugleich neue Lösungen für Katastrophenvorsorge, Versorgungssicherheit und Schutzkonzepte entwickeln. Die nachfolgenden Beispiele zeigen, wie wissenschaftliche Erkenntnisse zu klimabedingten Gesundheitsrisiken in konkrete Maßnahmen, diagnostische Ansätze, Präventionsstrategien und neue Versorgungslösungen überführt werden.

Gemeinsam verdeutlichen die Beispiele, dass nicht-übertragbare Erkrankungen und Katastrophen im Kontext des Klimawandels ein zentrales Feld für Innovation und Translation darstellen. Sie zeigen, wie Forschung dazu beitragen kann, gesundheitliche Belastungen frühzeitig zu erkennen, Schutzmechanismen zu stärken und Versorgung auch unter veränderten klimatischen Bedingungen resilienter zu gestalten.

1 Nicht-übertragbare Erkrankungen und Katastrophen

Prävention, Schutz vulnerabler Gruppen und resiliente Versorgung bei klimabedingten Belastungen.

- Klimabedingte Belastungen erkennen
- Vulnerable Gruppen schützen
- Krisenfeste Versorgung sichern
- Prävention und Resilienz stärken

2 Beispiele und Bezüge

In diesem Kapitel

- Allergierisiken am Arbeitsplatz
- Medizinische Grundversorgung bei Extremwetter
- Schutz vulnerabler Gruppen bei Hitze

Kapitelübergreifende Bezüge

- Klimasensible Gesundheitsberatung
- Klimaresilientes Gesundheitssystem

3 Gemeinsame Wirkungen und Translationspotenziale

- Gesundheit schützen
- Resilienz stärken
- Versorgung stärken
- Vulnerable schützen

Abbildung 21: Nicht-übertragbare Erkrankungen und Katastrophen – Beispiele, Bezüge und Translationspotenziale

Neue Allergierisiken am Arbeitsplatz durch Klimawandel und Transformation

Der Klimawandel hat weitreichende Auswirkungen auf die Gesundheit sowie die Sicherheit am Arbeitsplatz. Insbesondere allergische Erkrankungen nehmen infolge umweltbedingter Einflussfaktoren zu, allergische Erkrankungen sind weit verbreitet: In Deutschland sind rund 20 bis 30 Millionen Menschen betroffen; bei Erwachsenen liegt die Lebenszeitprävalenz ärztlich diagnostizierter allergischer Erkrankungen bei etwa 30 %[11]. Klimawandelassoziierte Einflüsse wie das Auftreten neuer Allergenquellen können Symptome verstärken und krankheitsbedingte Arbeitsunfähigkeiten verursachen. Transformationsprozesse in Richtung Klimaneutralität – etwa durch die Einführung neuer Materialien oder veränderte Lebensstile – können zusätzliche gesundheitliche Risiken an Arbeitsplätzen mit sich bringen. Vor diesem Hintergrund wurde am Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum ein Projekt initiiert, mit dem Ziel, Unfallversicherungsträger in Fragen von beruflichen Allergien als direkte oder indirekte Folgen der Klimaveränderungen zu beraten sowie maßgeschneiderte Diagnostika für IgE- und IgG-vermittelte Allergien zu entwickeln. Im Fokus steht die Validierung praxisnaher Instrumente zur Prävention und Anpassung an klimabedingte Herausforderungen im betrieblichen Arbeitsschutz.

Innovation

Der Klimawandel beeinflusst auf vielfältige Weise die Bedingungen von Beschäftigten an ihren Arbeitsplätzen. Neben physikalischen Stressoren, wie z. B. Hitze und UV-Strahlung spielen auch berufliche Allergien, die durch direkte und indirekte Folgen des Klimawandels entstehen oder beeinflusst werden können, eine wichtige Rolle. Beispielsweise trägt der Klimawandel zu einer Zunahme der Allergenexposition – sowohl im Außen- als auch im Innenbereich - durch pflanzliche, mikrobielle und tierische Allergene bei. Infolgedessen können allergische Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege sowie der Haut länger anhalten oder in ihrer Symptomatik verstärkt werden [11][54].
Bekannte und neue Allergenquellen wie z.B. Pollen oder Schimmelpilze können durch die Ansiedlung von Neophyten das Artenspektrum verändern und damit das Sensibilisierungsrisiko steigern. Hier sind insbesondere Outdoor-Beschäftigte durch erhöhte bzw. neue Allergenbelastung mit Pollen- und Schimmelpilzen betroffen.
Neben diesen direkten Auswirkungen des Klimawandels kann es auch durch Transformationsprozesse hin zur Klimaneutralität zur Einführung neuer Allergenquellen an Arbeitsplätzen kommen. Diese können nach entsprechender Exposition zu Sensibilisierungen führen und allergische Erkrankungen auslösen. Für solche neuartigen Allergenquellen existieren bislang jedoch keine etablierten Diagnostika[55].

Im Rahmen des Projekts “Klimawandel und berufliche Allergien“ identifiziert und charakterisiert das IPA neu auftretende Berufsallergene und entwickelt maßgeschneiderte Nachweisverfahren, die zur Beantwortung arbeitsmedizinischer Fragestellungen benötigt werden. Ziel dieser Forschungsaktivitäten sind die Entwicklung spezifischer Diagnostika zur Prävention allergischer Erkrankungen sowie zur evidenzbasierten Beratung der Unfallversicherungsträger.

Durch längere und trockenere Sommerperioden leiden viele Ahornbäume unter Wasserstress und der normalerweise endemisch wachsende Schimmelpilz *Cryptostroma corticale* kann dann vermehrt wachsen und riesige Sporenlager unter der Rinde anlegen. Im Folgenden stirbt der Baum ab und muss aus Sicherheitsaspekten gefällt werden. Hier sind insbesondere Beschäftigte in der Forstwirtschaft, Landschaftspflege aber auch der Holzverarbeitung durch spezielle Expositionsszenarien betroffen und gesundheitliche Beschwerden können von Relevanz sein. In diesem Rahmen wurde ein serologisches Testsystem zur Bestimmung von spezifischen IgG-Antikörperkonzentrationen gegen den *C. corticale* entwickelt[56].

Weitere potenzielle Sensibilisierungsrisiken an Outdoor-Arbeitsplätzen ergeben sich durch Zecken. Durch ansteigende Durchschnittstemperaturen und mildere Winter sind Zecken inzwischen fast ganzjährig aktiv. Schon Temperaturen über 7 °C an mehreren Tagen reichen aus, damit Zecken auf Wirtssuche gehen. Durch Zeckenstiche bei Menschen kann das sogenannte Alpha-Gal-Syndrom induziert werden, eine verzögerte allergische Reaktion auf rotes Fleisch[57].

Aufgrund der positiven CO_2-Bilanz gewinnen Insekten z. B. Mehlwürmer als Proteinquelle in Lebensmitteln an immer größerer Bedeutung. Jedoch kann bei deren Verarbeitung[58][59] ein neues Sensibilisierungsrisiko entstehen. Dies gilt auch bei der Verwendung glutenfreier Mehle aus Leguminosen z. B. Kastanienerbsenmehl[60].
Weiterhin ist ein zunehmender Einsatz von Enzymen in der Lebensmittelverarbeitung[61] zur Optimierung von Produktionsprozessen und Reduktion von Abfällen zu beobachten, was wiederum zu einem gesteigerten Expositions- und Sensibilisierungsrisiko an Arbeitsplätzen führen kann.

Potenziale

Die im Rahmen der Forschungsarbeiten gewonnenen Erkenntnisse können für zielgerichtete Präventionsmaßnahmen eingesetzt werden, die den betroffenen Beschäftigten direkt zugutekommen. Bei einer Sensibilisierung stehen spezifische, maßgeschneiderte Diagnostika zur Verfügung, um potenzielle arbeitsbedingte Atemwegserkrankungen – insbesondere im Kontext der anerkannten Berufskrankheiten differenzialdiagnostisch abzuklären. Präventionsdienste, Arbeitsmediziner:innen, Betriebsärzt:innen sowie Fachkräfte für Arbeitssicherheit profitieren von evidenzbasierten Informationen. Sie können sowohl für Schulungen als auch für die Konzeption, Implementierung und das Monitoring von Präventionsstrategien genutzt werden. Für die Unfallversicherungsträger liefert die Forschung eine fundierte Grundlage, um qualifizierte Beratungen sowie praxisnahe Empfehlungen und Handlungshilfen für den betrieblichen Gesundheitsschutz zu entwickeln und zu implementieren.

Herausforderungen

Der Klimawandel und die damit initiierten Transformationsprozesse hin zur Klimaneutralität können auch in unterschiedlichen Branchen sowohl im Außen- als auch im Innenbereich zu neuen Allergierisiken führen. Die Herausforderung für die Akteur:innen im Arbeitsschutz besteht darin, Bewusstsein für potenzielle direkte und indirekte klimabedingte Allergenquellenexpositionen – etwa durch neu eingeführte Produkte oder veränderte Arbeitsprozesse – zu schärfen. Zudem sollten Beschäftigte zur aktiven Mitwirkung an Maßnahmen des Gesundheits- und Arbeitsschutzes motiviert werden. Wissenschaftliche Erkenntnisse fördern die Etablierung einer evidenzbasierten und zielgerichteten Kommunikation in Betrieben. So können Präventionskonzepte erarbeitet werden sowie auftretende Beschwerden frühzeitig erkannt, adäquat aufgeklärt und einer möglichen Chronifizierung entgegengewirkt werden.

Kontakt
Prof. Dr. Monika Raulf & Dr. Sabine Kespohl
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)



Abbildung 22: Interdisziplinäre Beiträge zur Prävention und Diagnostik beruflicher Allergierisiken im Klimawandel

Medizinische Grundversorgung bei Extremwetter und Katastrophen sicherstellen

Das Projekt KABINE entwickelt ein innovatives Konzept, um nach Naturkatastrophen die medizinische Grundversorgung schnell und niedrigschwellig wiederherzustellen. Kernidee ist die Nutzung handelsüblicher Toilettenkabinen als Basis für telemedizinische Versorgungsstationen. Der große Vorteil: Diese Kabinen können mit bestehenden Logistikkonzepten transportiert und vor Ort mit minimalem Aufwand zu vollwertigen Telemedizinkabinen umgerüstet werden. Sie funktionieren autark, sind barrierearm bedienbar und ermöglichen ärztliche Konsultationen und Diagnostik auch ohne medizinisches Fachpersonal vor Ort.

Ein prägnantes Szenario liefert die Flutkatastrophe im Ahrtal 2021, bei der weite Teile der medizinischen Infrastruktur zerstört wurden. Damals konnte die Versorgung nur mit erheblichem logistischem Aufwand und improvisierten Lösungen aufrechterhalten werden. KABINE adressiert genau diese Lücke: Es schafft eine sofort einsetzbare Lösung, die den Zugang zu medizinischer Versorgung auch in schwer zugänglichen und isolierten Gebieten sichert.

Innovation

Im Mittelpunkt steht der Demonstrator: eine autarke, telemedizinisch ausgestattete Patient:innen-Kabine, die mit bestehender Infrastruktur (z. B. Helikopter, LKW, Boot) transportiert werden kann. Sie ermöglicht eine vollständige Fernbehandlung inklusive apparativer Diagnostik durch die Patient:innen selbst – unterstützt durch intuitive Benutzerführung und Telearzt-Systeme. Erste Tests zeigen: Das System entlastet Personal im Katastrophengebiet und schafft schnelle Zugänge zur Versorgung auch in isolierten Regionen.

Potenziale

KABINE bietet das Potenzial, die medizinische Versorgung in Krisensituationen grundlegend zu verbessern. Für Patient:innen bedeutet dies, dass auch in zerstörten oder abgeschnittenen Gebieten ein Zugang zu ärztlicher Beratung und Diagnostik möglich bleibt – ohne Wartezeiten und unabhängig von der Verfügbarkeit von Fachpersonal vor Ort. Für Hilfsorganisationen und den Bevölkerungsschutz schafft das System eine flexible, skalierbare Ressource, die sich mit geringem logistischem Aufwand in bestehende Einsatzstrukturen integrieren lässt.

Während der Flutkatastrophe im Ahrtal 2021 mussten improvisierte Container-Praxen und mobile Versorgungseinheiten mit erheblichem Personaleinsatz betrieben werden. KABINE könnte in vergleichbaren Szenarien den Ressourceneinsatz deutlich reduzieren (nach aktueller Schätzung von Experten könnten bis zu 50% der ärztlichen Inanspruchnahmen telemedizinisch über die KABINE erfolgen) und die medizinische Regelversorgung schneller wiederherstellen.

Auch für die Wirtschaft ergeben sich Chancen: Das System adressiert nicht nur Zivilschutz und Katastrophenhilfe, sondern kann auch für den Routineeinsatz in strukturschwachen Regionen, im internationalen Gesundheitswesen oder bei humanitären Einsätzen genutzt werden. Damit wird es zu einem Modell für resiliente, klimaanpassungsfähige Gesundheitsversorgung.

Herausforderungen

Ein zentraler Aspekt ist die intuitive Bedienbarkeit der Kabine durch Laien ohne medizinische Vorkenntnisse. Das System muss so gestaltet sein, dass Patient:innen diagnostische Geräte selbstständig nutzen können, ohne die Qualität der erhobenen Daten zu beeinträchtigen oder Risiken für die Patient:innensicherheit einzugehen.

Hinzu kommen technische Herausforderungen: Die Kabinen müssen auch unter schwierigen Bedingungen (z. B. eingeschränkte Strom- und Netzwerkinfrastruktur) autark funktionieren. Das betrifft insbesondere die sichere Datenübertragung, die Stromversorgung und die Integration der verschiedenen Medizingeräte.

Auch die Zulassung als Medizinprodukt nach EU-MDR stellt hohe Anforderungen, insbesondere da das System in Katastrophenszenarien mit unvorhersehbaren Einsatzbedingungen verwendet werden soll. Parallel dazu muss die Lösung in bestehende Strukturen des Katastrophenschutzes eingebettet werden, was eine enge Abstimmung mit Behörden und Hilfsorganisationen erfordert.

Nicht zuletzt sind Lieferketten und logistische Abhängigkeiten zu berücksichtigen. Gerade in Krisenzeiten können Engpässe bei Schlüsselkomponenten den Rollout verzögern. Zudem müssen wirtschaftliche Konzepte entwickelt werden, die eine breite Verfügbarkeit des Systems trotz der vergleichsweise kleinen Primärmärkte im Bevölkerungsschutz ermöglichen.



Abbildung 23: Interdisziplinäre Beiträge zur resilienten medizinischen Grundversorgung bei Extremwetter und Katastrophen

Kontakt
Prof. Dr. Dr. Michael Czaplik
Docs in Clouds TeleCare GmbH

Schutz vulnerabler Bevölkerungsgruppen in Hitzeperioden und bei Extremhitze

Das Projekt „Hitzeprävention für alleinlebende Seniorinnen und Senioren in Recklinghausen“ entwickelte und erprobte im Zeitraum 2023 bis 2024 ein gezieltes Unterstützungsangebot für eine besonders vulnerable Bevölkerungsgruppe während extremer Hitzebelastungen. Ziel war es, durch direkte, aufsuchende Maßnahmen wie telefonische Begleitung durch das DRK während Hitzeperioden, gesundheitliche Risiken zu minimieren, Notfalleinweisungen zu vermeiden und die Gesundheitskompetenz älterer Menschen zu stärken. Das Projekt adressiert damit ein zentrales Climate&Health-Thema: die zunehmenden Belastungen durch den Klimawandel für ältere, häufig sozial isolierte Menschen, und die notwendige Entwicklung niedrigschwelliger Präventionsangebote. Es wurde in Kooperation mit der Stadt Recklinghausen, dem Seniorenbeirat sowie dem DRK umgesetzt und vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes NRW gefördert.

Innovation

Das Projekt zeigte, dass eine telefonische Begleitung durch geschultes Personal nicht nur eine erhöhte subjektive Sicherheit und eine bessere Vorbereitung auf Hitzeereignisse ermöglicht, sondern auch kurzfristige Hilfen aktiviert und Vertrauen schafft. Die gezielte Ansprache half dabei, Bedarfe zu erfassen und Informationen individuell zu vermitteln. Ein wesentliches Ergebnis war zudem die Erkenntnis, dass Apotheken und Hausärzt:innen als niederschwellige Zugangsstellen für Hitzeschutzinformationen stärker eingebunden werden müssen. Die Interviews und die telefonische Begleitung lieferten wichtige Hinweise auf Wahrnehmungslücken, Handlungsbarrieren und den Informationsbedarf älterer Menschen in Bezug auf Medikation und Hitze[62][63].

Potenziale

Aus dem Beispiel ergeben sich vielfältige Potenziale. Für Patient:innen kann das Angebot die Gesundheitskompetenz stärken, hitzebedingte Risiken reduzieren und zugleich das subjektive Sicherheitsgefühl erhöhen, was insgesamt zu einer besseren Vorbereitung auf Hitzeereignisse und einer verbesserten Lebensqualität beiträgt. Auch für das Gesundheitswesen ist ein Nutzen erkennbar, da durch frühzeitige, niedrigschwellige Unterstützung potenzielle Notfalleinweisungen und damit verbundene Folgekosten vermieden werden können. Darüber hinaus eröffnet das Vorgehen wirtschaftliche Chancen, insbesondere durch Innovationspotenziale im Bereich digital unterstützter, niedrigschwelliger Präventionsmaßnahmen, die gezielt auf vulnerable Gruppen ausgerichtet sind.

Herausforderungen

Gleichzeitig zeigen sich zentrale Herausforderungen bei der Umsetzung. Isoliert lebende Senior:innen sind häufig über konventionelle Kommunikationswege schwer erreichbar, was den Zugang zur Zielgruppe und eine verlässliche Ansprache erschwert. Hinzu kommen Informationsdefizite zur Medikation bei Hitze: Viele Patient:innen sind nicht ausreichend über hitzebedingte Risiken im Zusammenhang mit ihren Arzneimitteln informiert, wodurch gesundheitliche Gefahren unterschätzt werden können. Zudem fehlen bislang vielerorts institutionalisierte und standardisierte Strukturen, um individuelle Hitzeschutzmaßnahmen dauerhaft und verlässlich in die kommunale Versorgung zu integrieren. Schließlich ist der Ressourcenbedarf hoch, da aufsuchende bzw. begleitende Betreuung geschultes Personal und ausreichende Kapazitäten im Gesundheitssystem voraussetzt.



Abbildung 24: Interdisziplinäre Beiträge zum Schutz vulnerabler Bevölkerungsgruppen während Hitzeperioden

Kontakt
Dr. Peter Enste
Institut Arbeit und Technik, Westfälische Hochschule

NRW - Spitzenstandort für Forschung und Translation zu Klimawandel und Gesundheit

Nordrhein-Westfalen verfügt über besondere Voraussetzungen, um das Themenfeld Klimawandel und Gesundheit wissenschaftlich zu bearbeiten und in konkrete Anwendung zu überführen. Die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels betreffen nahezu alle Bereiche von Prävention, Versorgung, Bildung, Arbeit, Infrastruktur und öffentlicher Gesundheit. Sie reichen von Hitzebelastung und Extremwetterereignissen über veränderte Allergen- und Infektionsrisiken bis hin zu neuen Anforderungen an Gesundheitssysteme, Kommunen und Arbeitswelten. Um diesen Herausforderungen wirksam zu begegnen, braucht es Forschung, die unterschiedliche Perspektiven zusammenführt, und Translationsstrukturen, die wissenschaftliche Erkenntnisse in konkrete Lösungen übersetzen.

NRW ist für diese Aufgabe in besonderer Weise aufgestellt. Der Standort verbindet eine dichte Hochschul- und Forschungslandschaft mit leistungsfähigen Universitätskliniken, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Unternehmen, kommunalen Akteuren und starken Strukturen der Gesundheitsversorgung. Diese Vielfalt ermöglicht es, Klimawandel und Gesundheit nicht isoliert als medizinische Fragestellung zu betrachten, sondern als interdisziplinäres Innovationsfeld. Medizin und klinische Forschung, Public Health, Pflege- und Gesundheitsberufe, Umwelt- und Klimawissenschaften, Sozialwissenschaften, Ingenieurwesen, Datenwissenschaften, Gesundheitsökonomie sowie Rechts- und Politikwissenschaften können in NRW eng zusammenwirken.

Die in diesem Whitepaper vorgestellten Beispiele zeigen, wie breit dieses Themenfeld bereits bearbeitet wird. Sie reichen von gesundheitsfördernder Verkehrsplanung und dezentralem Biomarker-Monitoring über Climate-&-Health-Kompetenzen in der Pflegeausbildung, klimasensible Beratung in der ambulanten Versorgung und nachhaltige Ernährung im Krankenhaus bis hin zu hitzesensibler Medikationsanpassung, datenbasiertem Pandemiemanagement, neuen antimikrobiellen Strategien, beruflichen Allergierisiken, telemedizinischer Grundversorgung in Katastrophenlagen und Hitzeschutz für vulnerable Bevölkerungsgruppen.

Gemeinsam machen diese Beispiele deutlich: **Forschung zu Klimawandel und Gesundheit in NRW ist nicht auf die Beschreibung von Risiken beschränkt.** Sie entwickelt konkrete Ansätze, um Gesundheit zu schützen, Resilienz zu stärken, Versorgung weiterzuentwickeln und Lebens- und Arbeitswelten klimaangepasst zu gestalten. Translation zeigt sich dabei in unterschiedlichen Formen:

- als technische Innovation,
- als diagnostisches Verfahren,
- als Bildungsangebot,
- als kommunale Strategie,
- als Versorgungsinstrument,
- als digitales Entscheidungssystem oder
- als präventives Unterstützungsangebot für besonders gefährdete Gruppen.

Ein zentrales Merkmal des Standorts NRW ist die **Nähe zwischen Forschung und Anwendung**. Viele der vorgestellten Projekte entstehen an der Schnittstelle von Wissenschaft, Versorgungspraxis, Verwaltung, Unternehmen und zivilgesellschaftlichen Akteuren. Dadurch können wissenschaftliche Erkenntnisse frühzeitig mit praktischen Bedarfen abgeglichen werden. Diese Nähe ist entscheidend, weil Lösungen im Themenfeld Klimawandel und Gesundheit nur dann Wirkung entfalten, wenn sie in reale Versorgungsprozesse, kommunale Strukturen, Bildungsangebote, Arbeitsumgebungen und gesundheitspolitische Entscheidungsprozesse integriert werden können.

Dabei wird deutlich, dass Klimawandel und Gesundheit ein Feld mit hoher gesellschaftlicher Relevanz und erheblichem Innovationspotenzial darstellen. Die Herausforderungen sind komplex, aber gerade daraus ergeben sich neue Möglichkeiten für Forschung, Prävention, Versorgung und Wertschöpfung. NRW kann hier eine Vorreiterrolle einnehmen, indem es bestehende Stärken bündelt, interdisziplinäre Kooperationen systematisch unterstützt und Translation als verbindendes Prinzip zwischen Erkenntnis und Anwendung versteht.

Mit Climate&Health.NRW steht innerhalb des Clusters Medizin.NRW eine Plattform zur Verfügung, die diese Entwicklung gezielt unterstützen kann. Sie schafft Sichtbarkeit für bestehende Kompetenzen, fördert Austausch und Vernetzung und bietet ein gemeinsames Dach, um strategische Themen weiterzuentwickeln. Auf dieser Grundlage kann NRW seine Position als Spitzenstandort für Forschung und Translation zu Klimawandel und Gesundheit weiter ausbauen.

Die Beispiele dieses Whitepapers zeigen bereits heute, welches Potenzial in Nordrhein-Westfalen vorhanden ist. Entscheidend wird es nun sein, diese Ansätze weiter zu vernetzen, erfolgreiche Modelle in die Breite zu bringen und neue Kooperationen zwischen Wissenschaft, Versorgung, Wirtschaft, Kommunen und Politik zu ermöglichen. **So kann aus Forschung konkrete Wirkung entstehen – für die Gesundheit der Menschen, für ein resilientes Gesundheitssystem und für ein klimaangepasstes Nordrhein-Westfalen.**



Abbildung 25: Standortvorteile, Translationsprozess und Wirkung von Climate-&-Health-Forschung in NRW

Klimawandel und Gesundheit:
Die besten Bedingungen für die Translation

Die Beispiele in diesem Whitepaper zeigen, dass Forschung zu Klimawandel und Gesundheit dann besonders wirksam wird, wenn sie frühzeitig auf Anwendung, Umsetzung und Skalierung ausgerichtet ist. Entscheidend ist nicht allein, neue Erkenntnisse zu generieren, sondern diese so weiterzuentwickeln, dass sie in Versorgung, Prävention, Bildung, Arbeitswelt, Kommunen und politische Entscheidungsprozesse einfließen können. Translation bedeutet in diesem Themenfeld daher mehr als Technologietransfer: Sie umfasst die Überführung wissenschaftlicher Erkenntnisse in handlungsfähige Strukturen, praxistaugliche Instrumente und gesundheitsförderliche Lebensverhältnisse. Aus den dargestellten Projekten lassen sich zentrale Erfolgsfaktoren ableiten, die für die weitere Entwicklung des Themenfeldes maßgeblich sind. Sie richten sich an alle beteiligten Akteur:innen aus Wissenschaft, Gesundheitsversorgung, Pflege, Kommunen, Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft.

Translation bereits bei der Projektentwicklung mitdenken

Forschung zu Klimawandel und Gesundheit sollte von Beginn an mit der Frage verbunden werden, wie Ergebnisse später genutzt werden können. Dazu gehören klare Anwendungsszenarien, frühzeitig definierte Zielgruppen und ein realistischer Blick auf die Bedingungen in Versorgung, Kommune, Betrieb oder Bildungseinrichtung. Projekte wie ADAPT-HEAT, KABINE oder MedKlimaAmbulant zeigen, dass Translation besonders dort gelingt, wo wissenschaftliche Entwicklung, Praxistest und spätere Anwendung eng miteinander verzahnt werden.

Praxispartner frühzeitig und verbindlich einbinden

Viele Herausforderungen entstehen nicht erst bei der wissenschaftlichen Bearbeitung, sondern bei der späteren Umsetzung. Deshalb sollten Anwender:innen, Versorgungseinrichtungen, Kommunen, Gesundheitsämter, Berufsgruppen, Patient:innenvertretungen oder Betriebe frühzeitig eingebunden werden. Sie helfen, reale Bedarfe zu identifizieren, Umsetzungshürden sichtbar zu machen und Lösungen so zu gestalten, dass sie im Alltag tatsächlich nutzbar sind.

Prävention und Gesundheitsförderung als strategische Leitprinzipien nutzen

Klimawandel und Gesundheit dürfen nicht allein aus einer reaktiven Versorgungsperspektive betrachtet werden. Die Beispiele zeigen, dass Prävention und Gesundheitsförderung zentrale Hebel sind, um Risiken frühzeitig zu mindern, Ressourcen zu stärken und Lebensverhältnisse gesundheitsförderlich zu gestalten. Dazu zählen Hitzeschutz, gesundheitsfördernde Mobilität, nachhaltige Ernährung, Arbeitsschutz, niedrigschwellige Unterstützungsangebote und klimaresiliente Versorgungsstrukturen.

Strukturelle Lösungen gegenüber Einzelmaßnahmen priorisieren

Viele klimabedingte Gesundheitsrisiken lassen sich nicht allein durch individuelles Verhalten reduzieren. Erfolgreiche Translation setzt daher an Strukturen an: an Stadt- und Verkehrsplanung, Versorgungspfaden, Arbeitsprozessen, Bildungsangeboten, Verpflegungssystemen, Kommunikationswegen und Dateninfrastrukturen. Maßnahmen sollten so gestaltet werden, dass sie gesundheitsförderliches Handeln erleichtern und nicht allein auf individuelle Eigenverantwortung setzen.

Datenbasierte Entscheidungsgrundlagen schaffen

Monitoring, Surveillance, Modellierung und Datenverknüpfung sind zentrale Voraussetzungen, um klimabedingte Gesundheitsrisiken frühzeitig zu erkennen und gezielt zu adressieren. Die Beispiele zu Mikrosampling, ADAPT-HEAT und PANDEM-2 zeigen, dass Daten nicht Selbstzweck sind, sondern konkrete Entscheidungen unterstützen können: in der Prävention, in der Versorgung, im Pandemiemanagement oder in der Risikokommunikation. Dafür braucht es interoperable, qualitätsgesicherte und datenschutzkonforme Datenstrukturen.

Zielgruppen und Vulnerabilität differenziert berücksichtigen

Die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sind ungleich verteilt. Alter, Vorerkrankungen, soziale Lage, Beruf, Wohnumfeld, Mobilität und Zugang zu Versorgung beeinflussen, wie stark Menschen betroffen sind. Projekte sollten deshalb systematisch prüfen, welche Gruppen besonders gefährdet sind, wie diese erreicht werden können und welche Formen der Ansprache, Unterstützung oder Versorgung erforderlich sind. Niedrigschwellige und aufsuchende Ansätze können dabei eine wichtige Rolle spielen.

Kommunikation, Bildung und Qualifizierung als Teil der Translation verstehen

Wissenschaftliche Erkenntnisse entfalten nur dann Wirkung, wenn sie verstanden, akzeptiert und angewendet werden können. Aus-, Fort- und Weiterbildung, Gesundheitskommunikation, Schulungsmaterialien und Multiplikator:innen-Strukturen sind daher keine nachgelagerten Begleitmaßnahmen, sondern zentrale Bestandteile von Translation. Dies gilt für Gesundheitsberufe, Pflege, ärztliche Praxisteams, Kommunen, Betriebe, Verwaltung und Öffentlichkeit gleichermaßen.

Umsetzungshürden frühzeitig adressieren

Viele gute Ansätze scheitern nicht an mangelnder wissenschaftlicher Qualität, sondern an Rahmenbedingungen. Dazu zählen begrenzte Zeit- und Personalressourcen, fehlende Finanzierungsmodelle, Datenschutzfragen, regulatorische Anforderungen, Zuständigkeitsgrenzen, Akzeptanzprobleme oder fehlende Standards. Erfolgreiche Translation erfordert daher, rechtliche, organisatorische, ökonomische und kommunikative Voraussetzungen von Beginn an mitzudenken.

Skalierung und Übertragbarkeit systematisch vorbereiten

Pilotprojekte können wichtige Impulse setzen, bleiben aber begrenzt, wenn ihre Ergebnisse nicht in andere Kontexte übertragen werden. Deshalb sollten erfolgreiche Ansätze so dokumentiert, evaluiert und aufbereitet werden, dass andere Kommunen, Kliniken, Praxen, Hochschulen, Betriebe oder öffentliche Einrichtungen sie adaptieren können. Leitlinien, Toolkits, Schulungsmaterialien, offene Bildungsressourcen, Datenmodelle und Best-Practice-Sammlungen können dazu beitragen, Wirkung über einzelne Projekte hinaus zu ermöglichen.

Die besten Bedingungen für Translation entstehen dort, wo wissenschaftliche Erkenntnisse, praktische Bedarfe und geeignete Umsetzungsstrukturen zusammengeführt werden. Für das Themenfeld Klimawandel und Gesundheit bedeutet dies, Forschung konsequent an Wirkung auszurichten: auf Prävention, Versorgung, Resilienz, Gesundheitsförderung und den Schutz vulnerabler Gruppen.

Die in diesem Whitepaper dargestellten Beispiele machen deutlich, dass hierfür keine einheitliche Lösung ausreicht. Erforderlich ist vielmehr ein Zusammenspiel aus datenbasierten Instrumenten, praxistauglichen Versorgungslösungen, qualifizierten Fachkräften, kommunaler Umsetzung, struktureller Gesundheitsförderung und verlässlichen Rahmenbedingungen. Entscheidend wird sein, erfolgreiche Ansätze nicht isoliert zu betrachten, sondern sie systematisch weiterzuentwickeln, zu vernetzen und in die Breite zu tragen.

Damit wird Translation im Themenfeld Klimawandel und Gesundheit zu einer gemeinsamen Aufgabe aller beteiligten Akteur:innen. Sie schafft die Grundlage dafür, klimabedingte Gesundheitsrisiken frühzeitig zu erkennen, Gesundheitssysteme widerstandsfähiger zu machen und gesundheitsförderliche Lebens- und Arbeitswelten aktiv zu gestalten.



Abbildung 26: Erfolgsfaktoren und Prozessschritte für die Translation von Forschung zu Klimawandel und Gesundheit

Literaturverzeichnis

[1] Lee, H. et al. IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland (2023).
[2] WHO. Climate Change. WHO (2023).
[3] Myers, S.S. et al. Climate Change and Global Food Systems: Potential Impacts on Food Security and Undernutrition. Annual review of public health 38, 259–277 (2017).
[4] Hunter, P.R., MacDonald, A.M. & Carter, R.C. Water supply and health. PLoS medicine 7, e1000361 (2010).
[5] Reid, C.E. et al. Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure. Environmental health perspectives 124, 1334–1343 (2016).
[6] Deutscher Wetterdienst. Basisfakten zum Klimawandel. (2025).
[7] Umweltbundesamt. Indikator: Heiße Tage. (2025).
[8] Deutscher Wetterdienst. Klimawandel – ein Überblick. Basisfakten zum Klimawandel. Deutscher Wetterdienst (2024).
[9] Rocklöv, J. & Dubrow, R. Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. Nature immunology 21, 479–483 (2020).
[10] Mordecai, E.A. et al. Correction: Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. PLoS neglected tropical diseases 16, e0010514 (2022).
[11] Bergmann, K.-C. et al. Auswirkungen des Klimawandels auf allergische Erkrankungen in Deutschland (2023).
[12] Ebi, K.L. et al. Health risks of warming of 1.5 °C, 2 °C, and higher, above pre-industrial temperatures. Environ. Res. Lett. 13, 63007 (2018).
[13] Berry, H.L., Bowen, K. & Kjellstrom, T. Climate change and mental health: a causal pathways framework. International journal of public health 55, 123–132 (2010).
[14] Wittmann, M., Mano, R., Meyer-Habighorst, C., André, D. & Fünfgeld, H. Klimawandelbedingte psychosoziale Belastungen und wahrgenommene Anpassungskapazitäten bei Landwirtinnen und Landwirten. Standort 48, 312–319 (2024).
[15] Hurrelmann, K., Richter, M., Klotz, T. & Stock, S. Referenzwerk Prävention und Gesundheitsförderung (Hogrefe, 2018).
[16] Hamilton, I. et al. The public health implications of the Paris Agreement: a modelling study. The Lancet Planetary Health 5, e74-e83, (2021).
[17] Weltgesundheitsorganisation. Regionalbüro für Europa. Ottawa-Charta zur Gesundheitsförderung. Weltgesundheitsorganisation (1986).
[18] R. Holifield, J. Chakraborty & G.P. Walker eds. The Routledge handbook of environmental justice (Routledge Taylor & Francis Group, London, New York, 2018).
[19] Rosenbrock, R. Was ist New Public Health? Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 44, 753–762 (2001).
[20] Vlahov, D. et al. Urban as a determinant of health. Journal of urban health : bulletin of the New York Academy of Medicine 84, i16-26 (2007).
[21] World Health Organization. Regional Office for Europe. Ottawa Charter for Health Promotion. WHO Regional Office for Europe (1986).
[22] International Panel on Climate Change. IPCC (2022): Climate Change 2022 (2022).
[23] Mlinarić, M. et al. Klimawandel und Public Health in Deutschland – Eine Synthese der Handlungsoptionen des Sachstandsberichts Klimawandel und Gesundheit 2023 (2023).
[24] Klimawandel und Gesundheit aus Sicht von (Urban) Public Health. GuS 77, 36–40 (2023).
[25] Peyré, F.R. & Schmitt, T. in Handbuch Politische Ökologie, edited by D. Gottschlich, S. Hackfort, T. Schmitt & U. von Winterfeld (transcript Verlag, Bielefeld, Germany, 2022), pp. 351–358.
[26] Berrang-Ford, L. et al. Systematic mapping of global research on climate and health: a machine learning review. The Lancet. Planetary health 5, e514-e525 (2021).
[27] Romanello, M. et al. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. Lancet (London, England) 402, 2346–2394 (2023).
[28] Schröder, J. & Moebus, S. The (re)production of health in climate change. Front. Sustain. Cities 6 (2024).
[29] HEI Review Panel on Ultrafine Particles. Understanding the Health Effects of Ambient Ultrafine Particles. Health Effects Institute (2013).
[30] Egiguren, J., Nieuwenhuijsen, M.J. & Rojas-Rueda, D. Premature Mortality of 2050 High Bike Use Scenarios in 17 Countries. Environmental health perspectives 129, 127002, (2021).
[31] Filigrana, P., Levy, J.I., Gauthier, J., Batterman, S. & Adar, S.D. Health benefits from cleaner vehicles and increased active transportation in Seattle, Washington. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology 32, 538–544, (2022).
[32] Otero, I., Nieuwenhuijsen, M.J. & Rojas-Rueda, D. Health impacts of bike sharing systems in Europe. Environment International 115, 387–394, (2018).
[33] Rojas-Rueda, D., Nazelle, A. de, Teixidó, O. & Nieuwenhuijsen, M.J. Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: a health impact assessment study. Environment International 49, 100–109, (2012).
[34] Zapata-Diomedi, B. et al. A shift from motorised travel to active transport: What are the potential health gains for an Australian city? PLOS ONE 12, e0184799, (2017).
[35] Bigazzi, A.Y. & Figliozzi, M.A. Review of Urban Bicyclists' Intake and Uptake of Traffic-Related Air Pollution. Transport Reviews 34, 221–245 (2014).
[36] Temam, S. et al. Socioeconomic position and outdoor nitrogen dioxide (NO2) exposure in Western Europe: A multi-city analysis. Environment International 101, 117–124 (2017).
[37] Mikati, I., Benson, A.F., Luben, T.J., Sacks, J.D. & Richmond-Bryant, J. Disparities in Distribution of Particulate Matter Emission Sources by Race and Poverty Status. American journal of public health 108, 480–485 (2018).
[38] Stadt Düsseldorf. Mobilitätsplan D – der Verkehrsentwicklungsplan Düsseldorf. (2025).
[39] Tuma, C., Thomas, A., Braun, H. & Thevis, M. Quantification of 25-hydroxyvitamin D2 and D3 in Mitra® devices with volumetric absorptive microsampling technology (VAMS®) by UHPLC-HRMS for regular vitamin D status monitoring. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis 228, 115314 (2023).
[40] Tuma, C., Schick, A., Pommerening, N., Braun, H. & Thevis, M. Effects of an Individualized vs. Standardized Vitamin D Supplementation on the 25(OH)D Level in Athletes. Nutrients 15 (2023).
[41] Tuma, C., Thomas, A., Braun, H. & Thevis, M. Development of an LC-HRMS/MS Method for Quantifying Steroids and Thyroid Hormones in Capillary Blood: A Potential Tool for Assessing Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). Metabolites 14 (2024).
[42] Büker, C., Latteck, Ä.-D. & Ilskens, K. in Gesundheit und Nachhaltigkeit. Mit 51 Abbildungen und 37 Tabellen, edited by S. Hartung & P. Wihofszky (Springer, Berlin, Heidelberg, 2024), pp. 485–501.
[43] Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit 2023. Robert Koch-Institut (2025).
[44] Baltruks, D., Mezger, N.C.S., Schulz, C.M. & Voss, M. Umsetzung von Klimaschutz und Nachhaltigkeit unter Ärzt:innen und Führungskräften im Gesundheitswesen braucht Unterstützung. Centre for Planetary Health Policy (CPHP) (2025).
[45] Mezger, N.C.S. et al. Klimaschutz in der Praxis – Status quo, Bereitschaft und Herausforderungen in der ambulanten Versorgung. Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen (ZEFQ) 166, 44–54, (2021).
[46] Kotcher, J. et al. Views of health professionals on climate change and health: a multinational survey study. The Lancet Planetary Health 5, e316-e323, (2021).
[47] Straff, W. et al. One and Planetary Health – neue Impulse für den Öffentlichen Gesundheitsdienst vor Ort. Public Health Forum 33, 225–227 (2025).
[48] Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat. Ernährungsreport 2025: Deutschland, wie es isst. Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) (2026).
[49] Hünninghaus, K. et al. Exploring nudging strategies for plant-based dietary choices in hospital patients: a quasi-experimental study. The international journal of behavioral nutrition and physical activity 22, 86 (2025).
[50] Torres, M.D.T., Wan, F. & La Fuente-Nunez, C. de. Deep learning reveals antibiotics in the archaeal proteome. Nature microbiology 10, 2153–2167 (2025).
[51] Beishuizen, B. et al. Identifying essential resources for pandemic response: an international delphi study within the EU-PANDEM-2 project. Popul. Med. 5 (2023).
[52] Houareau, C. et al. The PANDEM-2 Simulation Exercise: Training the Coordinated Response to a Large-Scale Pandemic in 2 European Public Health Emergency Operations Centers. Disaster medicine and public health preparedness 19, e14 (2025).
[53] Vollmer, M., Overmeyer, M. & Kaluza, B.F. Enhancing two-way communication in disaster management in the EU—practical insights. Front. Commun. 10 (2025).
[54] Kespohl, S., Gina, M. & Raulf, M. Welche klimabedingten Veränderungen ergeben sich für die Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz insbesondere mit Blick auf berufliche Allergien? AL 48, 220–232 (2025).
[55] Raulf, M. & Kespohl, S. Diagnostics of IgE-mediated occupational allergies: Between reality, requirements, and opportunities. Allergologie select 8, 220–227 (2024).
[56] Kespohl, S., Riebesehl, J., Grüner, J. & Raulf, M. Impact of climate change on wood and woodworkers-Cryptostroma corticale (sooty bark disease): A risk factor for trees and exposed employees. Frontiers in public health 10, 973686 (2022).
[57] Fischer, J. et al. Prevalence of type I sensitization to alpha-gal in forest service employees and hunters. Allergy 72, 1540–1547 (2017).
[58] Weißenborn, L. et al. Airborne exposure-induced occupational type I allergy to Tenebrio molitor: Case report and studies on immunological reactivity. Allergologie select 9, 66–74 (2025).
[59] Ganseman, E. et al. Frequent Allergic Sensitization to Farmed Edible Insects in Exposed Employees. The journal of allergy and clinical immunology. In practice 11, 3732-3741.e10 (2023).
[60] Kespohl, S. et al. Legumes in bread baking: A hidden risk for an IgE-mediated inhalant allergy. Allergologie select 9, 58–65 (2025).
[61] ISander, I. & Raulf, M. Industriell hergestellte Enzyme als Verursacher von beruflichen Atemwegsallergien – eine Übersicht. AL 41, 511–528 (2018).
[62] Enste, P. & Cirkel, M. Hitzeprävention für ältere Menschen in Recklinghausen. Institut Arbeit und Technik, Westfälische Hochschule Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen (2024).
[63] Enste, P., Cirkel, M., Sarwary, H., Schellenberger, L. & Tillmann, H. Hitzeprävention für alleinlebende ältere Menschen in Recklinghausen II. Institut Arbeit und Technik, Westfälische Hochschule Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen (2025).

Impressum

Cluster Medizin.NRW
c/o DLR Projektträger
Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf

Telefon +49 211 1306979-0
Telefax +49 211 1306979-9
Internet www.medizin.nrw
E-Mail medizin.nrw@dlr.de

DLR Projektträger

Herausgeber

DLR Projektträger
Heinrich-Konen-Straße 1
53227 Bonn

Bildnachweis

Dekorative Bilder und Grafiken: Image AI
Symbole in Infografiken: Adobe Stock
Autor:innen-Bilder: Copyright liegt bei den Autor:innen

Datum

Oktober 2026

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



www.medizin.nrw