

# Das Gesundheitswesen

## Medical Training on Climate Change and Health: Evaluation of an Online Learning Format for Outpatient Care

Stefanie Stark, Merle Klanke, Claudia Quitmann, Jessica Nieder, Alina Herrmann, Jörg Lindenthal, David Shimada, Veit Wambach, Fabio Alvarez, Irena Kaspar-Ott, Elke Hertig, Susann Hueber.

Affiliations below.

DOI: 10.1055/a-2750-5002

Please cite this article as: Stark S, Klanke M, Quitmann C et al. Medical Training on Climate Change and Health: Evaluation of an Online Learning Format for Outpatient Care. *Gesundheitswesen Das* 2025. doi: 10.1055/a-2750-5002

**Conflict of Interest:** Alina Herrmann und Claudia Quitmann haben im Rahmen hausärztlicher Fortbildungen Honorare für die Konzeption von Schulungen zu klimawandelbezogenen Themen erhalten. Beide sind Mitglieder der Deutschen Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. (KLUG); mit dieser Mitgliedschaft ist keine finanzielle Vergütung verbunden.

Alina Herrmann ist Sprecherin der Sektion „Klimawandel und Gesundheit“ der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM); auch diese Tätigkeit erfolgt ohne Vergütung.

Alle weiteren Autorinnen und Autoren geben keine Interessenkonflikte an.

Alina Herrmann and Claudia Quitmann have received honoraria for the design of training sessions on climate change-related topics within the framework of general practitioner training programs. Both are members of the Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. (KLUG); this membership is not associated with any financial compensation.

Alina Herrmann is the spokesperson for the Climate Change and Health section of the German Society for General Practice and Family Medicine (DEGAM); this position is also unpaid.

All other authors declare no conflicts of interest.

This study was supported by Innovationsfond des gemeinsamen Bundesausschusses, 01VSF22044

### Abstract:

#### Background:

Climate change increasingly affects public health and presents new challenges for outpatient care. Physicians require specific training opportunities to address these developments. As part of the project AdaptNet (“Adapting primary and specialised outpatient care to the health impacts of climate change”), an online training course on climate change and health was developed to provide essential foundational knowledge on climate-related health risks and adaptation strategies for medical practice. The aim of this study was to evaluate the training in terms of comprehensibility, applicability, and its relevance to medical practice.

#### Methods:

The training was provided as an online learning format. The evaluation followed a mixed-methods approach involving 23 general practitioners and specialised physicians from the Northern Bavaria region (Germany). Data collection included a standardised online questionnaire as well as structured group discussions. The analysis was guided by the Consolidated Framework for Implementation Research, with data being evaluated using qualitative content analysis and quantitative descriptive methods.

#### Results:

The quantitative analysis showed that the training was perceived as comprehensible, practically relevant, and well-structured. Participants considered the scope and duration of the training to be appropriate. The multimedia design was particularly positively highlighted. The qualitative results indicated increased awareness of climate-related health risks and a high percep-

ved added value for medical practice. The training generated great interest among participants and was considered relevant for outpatient care. The flexible integration of the online format into daily work routines was seen as advantageous. Critical feedback referred to the lack of opportunities for interactive exchange and a desire for additional regional adaptation of the training content.

#### Discussion:

Climate change and adaptation are recognised as relevant topics in medical practice and can be effectively and practically communicated in the outpatient sector through the developed online training. Regional customisation of the training content appears sensible in order to address climatic and health challenges more specifically. Online formats may prove to be suitable tools for effective knowledge transfer.

#### Hintergrund:

Der Klimawandel wirkt sich zunehmend auf die Gesundheit der Bevölkerung aus und stellt die ambulante Versorgung vor neue Herausforderungen. Ärztinnen und Ärzte benötigen hierfür spezifische Bildungsangebote. Im Rahmen des Projekts AdaptNet („Anpassung der haus- und spezialisiert fachärztlichen Versorgung auf die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels“) wurde eine Online-Schulung zu Klimawandel und Gesundheit entwickelt, um wichtige Grundkenntnisse zu klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken und Anpassungsstrategien für die ärztliche Praxis zu vermitteln. Ziel dieser Studie war es, die Schulung hinsichtlich Verständlichkeit, Anwendbarkeit und ihrer inhaltlichen Relevanz zu evaluieren.

#### Methode:

Die Schulung wurde als Online-Lernformat bereitgestellt. Die Evaluation erfolgte durch einen Mixed-Methods-Ansatz mit 23 Haus- und spezialisierten Fachärztinnen und -ärzten aus dem Raum Nordbayern. Die Datenerhebung umfasste einen standardisierten Online-Fragebogen sowie strukturierte Gruppendiskussionen. Die Analyse basierte auf dem Consolidated Framework for Implementation Research und kombinierte qualitative Inhaltsanalyse mit quantitativer deskriptiver Auswertung.

#### Ergebnisse:

Die quantitative Auswertung ergab, dass die Schulung als verständlich, praxisrelevant und gut strukturiert bewertet wurde. Die Teilnehmenden empfanden Umfang und die Bearbeitungsdauer der Schulung als angemessen. Als besonders positiv wurde die multimediale Gestaltung hervorgehoben. Die qualitativen Ergebnisse zeigten eine hohe Sensibilisierung für klimawandelbedingte Gesundheitsrisiken und einen wahrgenommenen Mehrwert für die ärztliche Praxis. Die Schulung stieß bei den Teilnehmenden auf großes Interesse und wurde als inhaltlich relevant für die ambulante Versorgung eingeschätzt. Die flexible Integration des Online-Formats in den Arbeitsalltag wurde als vorteilhaft betrachtet. Kritische Anmerkungen betrafen die fehlende Möglichkeit zum interaktiven Austausch sowie den Wunsch nach zusätzlichen regionalen Anpassungen der Schulungsinhalte.

#### Diskussion:

Klimawandel und Anpassung werden in der ärztlichen Praxis als relevante Themen erkannt und lassen sich durch die entwickelte Online-Schulung praxisnah und wirksam im ambulanten Sektor vermitteln. Eine regionale Anpassung der Schulungsinhalte erscheint sinnvoll, um klimatische und gesundheitliche Herausforderungen gezielter adressieren zu können. Online-Formate können sich dabei als geeignete Instrumente zur Wissensvermittlung erweisen.

#### Corresponding Author:

Dr. Stefanie Stark, Universitätsklinikum Erlangen, Allgemeinmedizinisches Institut, Universitätsstraße 29, 91012 Erlangen, Germany, [stefanie.stark@uk-erlangen.de](mailto:stefanie.stark@uk-erlangen.de)

**Contributors' Statement:** Stefanie Stark: Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Methodology, Resources, Software, Validation, Visualization, Writing - original draft. Merle Klanke: Formal analysis, Validation, Writing - review & editing. Claudia Quitmann: Methodology, Writing - review & editing. Jessica Nieder: Methodology, Writing - review & editing. Alina Herrmann: Conceptualization, Funding acquisition, Methodology, Writing - review & editing. Jörg Lindenthal: Writing - review & editing. David Shimada: Writing - review & editing. Veit Wambach: Writing - review & editing. Fabio Alvarez: Writing - review & editing. Irena Kaspar-Ott: Writing - review & editing. Elke Hertig: Conceptualization, Funding acquisition, Project administration, Writing - review & editing. Susann Hueber: Conceptualization, Funding acquisition, Project administration, Supervision, Writing - review & editing.

#### Affiliations:

Stefanie Stark, Universitätsklinikum Erlangen, Allgemeinmedizinisches Institut, Erlangen, Germany

Merle Klanke, Universitätsklinikum Erlangen, Allgemeinmedizinisches Institut, Erlangen, Germany

Claudia Quitmann, Universitätsklinikum Heidelberg, Institute of Global Health (HIGH), Heidelberg, Germany

[...]

Susann Hueber, Universitätsklinikum Erlangen, Allgemeinmedizinisches Institut Erlangen, Germany



This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

## Hintergrund

Der Klimawandel stellt eine der zentralen gesundheitlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Die ambulante medizinische Versorgung ist dabei zunehmend mit hitzebedingten Erkrankungen, Atemwegsproblemen und vektorübertragenen Infektionen konfrontiert, die im Zusammenhang mit häufigeren Extremwetterereignissen und Umweltveränderungen stehen (1). Angesichts dieser Entwicklungen empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation (WHO), Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz von Gesundheitssystemen zu ergreifen. Diese Empfehlung spiegelt sich auch in nationalen Strategien wider, wie der 2008 verabschiedeten Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel sowie dem im Jahr 2024 in Kraft getretenen Bundes-Klimaanpassungsgesetz (2, 3). Trotz dieser politischen Rahmenbedingungen ist das deutsche Gesundheitssystem bislang eher unzureichend auf die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels vorbereitet, insbesondere im Hinblick auf die Versorgung vulnerabler Bevölkerungsgruppen wie ältere Menschen, chronisch Erkrankte oder sozial benachteiligte Personen (4-6). Frühzeitige und präventive Maßnahmen auf Ebene der haus- und spezialisierten fachärztlichen Versorgung spielen eine zentrale Rolle, um klimabedingte Gesundheitsrisiken abzumildern und unnötige Hospitalisierungen zu vermeiden. Hierfür sind jedoch fundierte Kenntnisse über klimabezogene Gesundheitsfolgen sowie praxistaugliche Anpassungsstrategien erforderlich (7). Aktuelle Studien zeigen, dass es niedergelassenen Ärztinnen und Ärzten häufig an geeigneten Schulungsformaten, evidenzbasierten Leitlinien und anwendungsorientierten Werkzeugen zur Umsetzung klimawandelbezogener Anpassungen fehlt (8-10). Um die ambulante Versorgung klimaresilienter zu gestalten, besteht daher dringender Handlungsbedarf im Bereich der ärztlichen Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Im Rahmen des Projekts AdaptNet („Anpassung der haus- und spezialisiert fachärztlichen Versorgung auf die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels“) wird ein praxisorientierter Werkzeugkoffer zur Klimawandelanpassung für die ambulante Versorgung entwickelt (11, 12). Die Werkzeuge sollen haus- und spezialisiert fachärztliche Praxen bei der Umsetzung präventiver Anpassungsmaßnahmen sowie bei der frühzeitigen Erkennung und Behandlung klimabedingter Gesundheitsfolgen unterstützen. Die Werkzeuge sollen eine niedrigschwellige Integration klimabezogener Gesundheitsaspekte in den Praxisalltag ermöglichen und somit einen Beitrag zur Stärkung der Klimaresilienz im ambulanten Bereich leisten. Ein zentrales Element des Werkzeugkoffers ist eine ärztliche Online-Schulung zu Klimawandel und Gesundheit. Der vorliegende Artikel beschreibt die Evaluation der entwickelten Schulung hinsichtlich ihrer Verständlichkeit, Anwendbarkeit und inhaltlichen Relevanz.

## Methode

### *Entwicklung und didaktisches Konzept der Online-Schulung*

Die Entwicklung der Schulung „Klimawandel und Gesundheit“ (13) orientierte sich am partizipativ-iterativen Vorgehen des Intervention Mappings (14). Als Grundlage diente eine umfassende Literaturrecherche sowie eine quantitative Bedarfsanalyse (Online-Fragebogen), die von April bis Mai

2023 durchgeführt wurde. Dabei wurden Ärztinnen und Ärzte (n = 67) haus- und spezialisiert fachärztlichen ambulanten Praxen zu Anforderungen an eine klimawandelgerechte Versorgung und zu notwendigen Anpassungsmaßnahmen im ambulanten Bereich befragt (15). Die Analyse lieferte relevante Erkenntnisse und Bedarfe, die unter anderem als Grundlage für die ersten Entwürfe und die Auswahl der Schulungsmaterialien durch das Universitätsklinikum Heidelberg (AH, JN, CQ) dienten. Zur Gewährleistung einer praxisnahen und zielgruppengerechten Ausgestaltung wurden die Entwürfe basierend auf Rückmeldungen von Haus- und spezialisierten Fachärztinnen sowie -ärzten (u.a. Innere Medizin, Kardiologie, Endokrinologie, Chirurgie und Psychosomatische Medizin) des Gesundheitsnetzes Qualität und Effizienz (QuE) Nürnberg (16) überarbeitet und weiterentwickelt. Die entwickelte Schulung zielt darauf ab, die Relevanz des Klimawandels für die ambulante medizinische Versorgung aufzuzeigen und konkrete, praxisnahe Anpassungsmöglichkeiten für ärztliche Praxen zu vermitteln. Die didaktische Struktur orientiert sich an der Taxonomie kognitiver Lernziele nach Bloom et al. (1956) (17) und kombiniert Wissensvermittlung mit praxisnahen, anwendungsorientierten Inhalten. Inhaltlich basiert die Schulung auf dem Curriculum „Klimawandel und Gesundheit“ der Bundesärztekammer (2022) (18) sowie auf bestehenden, erprobten Schulungsmaterialien, darunter das Format „Klimawandel – Was ändert sich für die Patientenversorgung?“ (19) des Universitätsklinikums Heidelberg (AH, CQ, JN) und Analysen des Lehrstuhls für Regionalen Klimawandel und Gesundheit der Universität Augsburg (IKO, FA, EH) (4, 20, 21).

Zur weiteren Ausgestaltung wurden wissenschaftlich und teils klinisch tätige Expertinnen und Experten aus relevanten Fachgebieten eingebunden, die unter anderem Kurzvideos und Literaturhinweise beitragen. Die Inhalte wurden systematisch aufbereitet, durch Quizfragen und Reflexionsaufgaben ergänzt und fachlich validiert. Das Schulungskonzept folgt einem selbstgesteuerten, zeitlich flexiblen Lernansatz, der auf die Bedürfnisse von Ärztinnen und Ärzten im Berufsalltag zugeschnitten ist. Reflexionsaufgaben unterstützten den Praxistransfer, indem sie die Teilnehmenden anregten, bestehende Routinen zu hinterfragen und neue Inhalte in ihre Arbeit zu integrieren. Die Schulung wurde als Online-Kurs auf der Plattform HIGH-edu.courses kostenfrei bereitgestellt, einem MOOC-Angebot (Massive Open Online Course) des Heidelberger Institute of Global Health (22). Sie ist modular aufgebaut, auf eine Dauer von etwa 90 Minuten ausgelegt und gliedert sich in drei thematische Module, die jeweils mehrere Einheiten umfassen:

### **Modul 1 – Überblick und Grundlagen:**

- **Planetary Health, Klimawandel und Gesundheit:** Einführung in das Konzept Planetary Health und die zentralen Zusammenhänge zwischen Klimawandel und Gesundheit
- **Gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels:** Überblick über zentrale gesundheitliche Folgen sowie Anpassungsstrategien im Gesundheitssystem; ergänzt durch Ergebnisse aus dem Projekt AdaptNet zu Wahrnehmungen bei Ärztinnen und Ärzten

- **Regionale Klimarisiken für die Gesundheit:** Darstellung spezifischer regionaler Gesundheitsrisiken durch den Klimawandel (z. B. Hitzebelastung, Pollenflug)

### **Modul 2 – Medizinische Vertiefungen:**

- **Hitze:** Relevante Gesundheitsrisiken durch Hitze und praktische Anpassungsstrategien für die ambulante Versorgung
- **Allergien:** Zusammenhang zwischen Klimawandel und Allergiegeschehen
- **Infektionskrankheiten:** Themenblock zu klimabedingten Veränderungen bei Infektionsrisiken
- **Psychische Gesundheit:** Klimawandelbezogene Belastungen und psychische Erkrankungen

### **Modul 3 – Weitere Angebote und Informationen:**

- Zusammenfassung zentraler Inhalte und Reflexion
- Der AdaptNet-Werkzeugkoffer zur Anpassung an den Klimawandel
- Klimaschutz in Praxen

Jedes Kapitel besteht aus einem Einführungsteil, einem Abschnitt mit Basiswissen sowie optionalen Vertiefungen. Zur Wissensvermittlung kommen unterschiedliche Materialien zum Einsatz, darunter Videos, Fachtexte, wissenschaftliche Artikel sowie visuelle Übersichten (z. B. Tabellen, Abbildungen). Am Ende jedes Kapitels ermöglichen Quizfragen eine individuelle Wissensüberprüfung (Abb. 1).

#### ***Evaluation der Online-Schulung***

Die Entwicklung und Anwendung aller Werkzeuge wurde durch eine vom Universitätsklinikum Erlangen (StSt, SH, MK) durchgeführte formative Prozessevaluation begleitet, die sich am Rahmenmodell von Hulscher et al. (23) sowie an den Empfehlungen des Medical Research Council (24) orientierte. Ziel war es, auf Basis der aktiven Einbindung und Rückmeldungen der beteiligten Ärztinnen und Ärzte eine kontinuierliche Überarbeitung und kontextspezifische Anpassung der Werkzeuge zu ermöglichen. Ein zentrales Element dieser Prozessevaluation stellte die Evaluation der Online-Schulung dar, die zwischen April und September 2023 durchgeführt wurde. Insgesamt nahmen 23 Haus- und spezialisierte Fachärztinnen sowie -ärzte des Gesundheitsnetzes QuE Nürnberg an der Schulung teil und testeten diese. Die Teilnehmenden wurden über bestehende Kontakte sowie durch direkte Ansprache durch QuE gewonnen, unter anderem über deren Newsletter und Informationsveranstaltungen des Netzwerks. Für ihre Teilnahme erhielten sie eine finanzielle Vergütung sowie Fortbildungspunkte im Rahmen der ärztlichen Weiterbildung (CME). Die Evaluation erfolgte mithilfe eines Mixed-Methods-Ansatzes in zwei Phasen: (1) unmittelbar nach Abschluss der Schulung durch einen standardisierten Online-Fragebogen (Online-Anh. 1), (2) im September 2023 im Rahmen strukturierter Beobachtungen eines ärztlichen Qualitätszirkels zur gemeinsamen Reflexion der Inhalte.

Die Analyse orientierte sich dabei am theoretischen Rahmen des Consolidated Framework for Implementation Research (CFIR) (25), das Erfolgsfaktoren und Hindernisse bei der Implementierung von Gesundheitsinstrumenten entlang mehrerer Dimensionen erfasst. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen direkt in die Weiterentwicklung der Schulungsinhalte und -methodik ein und ergänzten die formative Evaluation um konkrete Hinweise zur Umsetzbarkeit in der ärztlichen Praxis:

- **Intervention characteristics** beziehen sich auf Merkmale des Instrumentes selbst, wie den Inhalt, und wurden in der Evaluation der Schulung auf die Innovation und den Inhalt übertragen (z.B. Schulungsinhalte und deren Neuartigkeit).
- **Inner setting** beschreibt die internen Strukturen, die die Umsetzung beeinflussen, und wurde in der Evaluation auf die Struktur, das Format und die Umsetzbarkeit der Schulung angewendet (z.B. Gestaltung, praktische Anwendbarkeit).
- **Outer setting** bezieht sich auf äußere Faktoren, wie Vorgaben und Bedürfnisse, und wurde auf den Bedarf und die Übertragbarkeit der Schulung angewendet (z.B. Bedarf an der Schulung, Möglichkeit ihrer Übertragung auf andere Kontexte und Zielgruppen).
- **Characteristics of individuals** umfassen die Merkmale der beteiligten Personen, wie ihre Motivation, Mehrwert und die Annahmefähigkeit des Instrumentes, die in unserer Evaluation ebenso übertragen wurden (z.B. wahrgenommener Nutzen für die Teilnehmenden).

### **Online-Fragebogen**

Der Online-Fragebogen wurde vom Universitätsklinikum Erlangen (StSt, SH, MK) entwickelt und mittels REDCap (Research Electronic Data Capture) bereitgestellt (26). Die Software wurde für die Programmierung des Fragebogens sowie zur anonymen Datenerfassung und -verwaltung genutzt (27). Zu Beginn des Fragebogens wurden die Teilnehmenden über die Freiwilligkeit der Teilnahme, das Datenschutzkonzept und die Speicherung der anonym erhobenen Daten informiert. Der Fragebogen wurde auf Basis der Inhalte der Online-Schulung entlang der Dimensionen des CFIR erstellt und innerhalb des Projektteams auf seine Verständlichkeit getestet. Im Pretest wurden mithilfe der Thinking-aloud-Methode (28) Unklarheiten besprochen und Items angepasst. Der Fragebogen beinhaltet insgesamt 33 Fragen, die sich auf fünf Abschnitte verteilen:

1. **Bewertung von Inhalt und Format der Schulung anhand einer fünfstufigen Likert-Skala**  
(1 = trifft überhaupt nicht zu, 5 = trifft voll und ganz zu)
2. **Bewertung der Medien anhand einer fünfstufigen Likert-Skala** (1 = überhaupt nicht hilfreich, 5 = sehr hilfreich)
3. **Geschlossene Fragen zu Dauer und Umfang der Schulung**
4. **Offene Fragen zu weiteren Anregungen**
5. **Demografische Angaben** (Geschlecht, Berufserfahrung in Jahren, Art der ärztlichen Praxis).

Die Bezeichnung des/der Haus- und spezialisierten Fachärztin/-arzt wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen und zur Vermeidung von Rückschlüssen nicht abgefragt.

### **Gruppendiskussion**

Nach Abschluss der Pilotphase wurde die Schulung mit den Ärztinnen und Ärzten, angelehnt an das Format eines 60-minütigen World-Cafés (29), reflektiert und diskutiert (*Online-Anh. 2*). Die strukturierte Beobachtung (30) der Gruppendiskussion erfolgte anhand eines vom Universitätsklinikum Erlangen (StSt, SH, MK) entwickelten Beobachtungsleitfadens (*Online-Anh. 3*). Der Leitfaden wurde innerhalb des Projektteams mit der Thinking-aloud-Methode (28) auf Verständlichkeit getestet. Die 23 Teilnehmenden wurden in Kleingruppen an vier Tische mit jeweils fünf bis sechs Teilnehmenden aufgeteilt, die sich jeweils mit unterschiedlichen Dimensionen des CFIR beschäftigten:

- **Tisch 1 „Innovation und Inhalt“ (Intervention characteristics):** Inhalte der Schulung die den Teilnehmenden besonders im Gedächtnis geblieben sind und welches Vorwissen bereits vorhanden war.
- **Tisch 2 „Bedarf und Übertragbarkeit“ (Outer setting):** Schulungsbedarf, sowie Akzeptanz hinsichtlich zeitlicher und finanzieller Aspekte.
- **Tisch 3 „Struktur, Format und Umsetzbarkeit“ (Inner setting):** Format der Schulung, deren mediale Gestaltung, sowie die Verfügbarkeit von Schulungsmaterialien.
- **Tisch 4 „Annahme und Mehrwert“ (Characteristics of individuals):** Motivation der Teilnehmenden, wahrgenommene Relevanz und potenzieller Nutzen der Schulung.

Jeder Tisch wurde von ein bis zwei Personen des Projektteams (AH, JN, CQ, StSt, MK, SH) moderiert, wobei diese die Diskussion handschriftlich entlang des Beobachtungsleitfadens protokollierten. Es wurde darauf geachtet wichtige Aussagen möglichst wortgetreu festzuhalten. Auf eine Audioaufzeichnung der Gruppendiskussionen wurde verzichtet, um eine möglichst natürliche Gesprächsatmosphäre zu gewährleisten und potenzielle Verzerrungen durch ein erhöhtes Bewusstsein der Teilnehmenden für die Aufzeichnung zu vermeiden. Die Kleingruppendiskussionen dauerten 45 Minuten, danach wurden die Ergebnisse im Plenum zusammengetragen und ein abschließendes Feedback der Ärztinnen und Ärzte eingeholt.

### **Analyse und Bericht**

Die Auswertung der quantitativen Daten wurde mittels deskriptiver Statistik mit IBM SPSS V.27 durchgeführt. Berichtet werden die Häufigkeitsverteilung, die Mittelwerte (M) und die Standardabweichungen (SD). Die Antworten des offenen Textfeldes wurden kategorisiert und tabellarisch zusammengefasst. Die Auswertung der qualitativen Daten wurde anhand qualitativer Inhaltsanalyse, angelehnt an Mayring (31), durchgeführt. Die Datensätze beider Erhebungen wurden entlang der Dimensionen des CFIR analysiert und interpretiert. Die Ergebnisse werden in

Übereinstimmung mit den Richtlinien zur Berichterstattung von Ergebnissen internetbasierter Umfragen (CHERRIES) (32) und den konsolidierten Kriterien für die Berichterstattung qualitativer Forschung (COREQ) (33) präsentiert.

## Ergebnisse

### **Stichprobe**

Die Stichprobe (*Tab. 1*) umfasste 23 Teilnehmende. Die Berufserfahrung lag zwischen 20 und 41 Jahren. Etwa zwei Drittel (63,6 %) waren weiblich und die Mehrheit der Teilnehmenden (60,9 %) waren in einer Gemeinschaftspraxis tätig. Die Mehrheit der Ärzt\*innen war in der Allgemeinmedizin oder Inneren Medizin tätig (80 %).

### **Quantitative Ergebnisse**

**Innovation und Inhalt:** Knapp zwei Drittel (65,2 %) der Ärztinnen und Ärzte hatten bereits zuvor an einer ärztlichen Schulung zum Thema Klimawandel teilgenommen. Im Mittel stimmten die Teilnehmenden zu, dass die Inhalte der Schulung klar definiert waren ( $M = 4,17$ ,  $SD = 0,491$ ) und der Zusammenhang zwischen Klimawandel und Gesundheit verständlich erklärt wurde ( $M = 4,52$ ,  $SD = 0,511$ ). Die Teilnehmenden gaben an, dass sie viel Neues zum Thema gelernt haben ( $M = 3,74$ ,  $SD = 0,915$ ), und die Schulung ihnen half, das Konzept Planetary Health besser zu verstehen ( $M = 4,22$ ,  $SD = 0,422$ ) (*Tab. 2*).

**Struktur, Format und Umsetzbarkeit:** Die Umsetzung der Schulung im Online-Format wurde als angemessen beurteilt ( $M = 4,26$ ,  $SD = 0,541$ ). Aufbau und Struktur wurden von knapp drei Viertel der Befragten als verständlich empfunden ( $M = 4,30$ ,  $SD = 0,635$ ). Die gewählten Medien (Videos, Grafiken, Tabellen) wurden als passend bewertet ( $M = 4,26$ ,  $SD = 0,541$ ). Die Videos wurden am besten bewertet ( $M = 4,39$ ,  $SD = 0,499$ ) (*Tab. 2*).

Der Umfang der Schulung wurde überwiegend positiv wahrgenommen, wobei 82,6 % angaben, dass der Umfang genau richtig war und 17,4 % dies verneinten. Letztere gaben an, dass die Schulung zu umfangreich war. Die Vertiefungsmaterialien wurden von 69,6 % angeschaut und fanden diese ebenso informativ sowie 56,5 % fanden diese hilfreich. Die Mehrheit (78,3 %) empfand die Dauer der 90-minütigen Schulung als genau richtig, während 21,7 % diese als zu lang bewerteten.

**Bedarf und Übertragbarkeit:** Die Schulung erfüllte die Erwartungen hinsichtlich der Lernziele ( $M = 4,17$ ,  $SD = 0,491$ ) und brachte den Teilnehmenden die Relevanz des Klimawandels für die hausärztliche Praxis nahe ( $M = 4,04$ ,  $SD = 0,367$ ). Ein Großteil der Teilnehmenden konnte sich vorstellen, das Gelernte in ihrer Praxis anzuwenden ( $M = 4,30$ ,  $SD = 0,635$ ). Die Schulungsinhalte wurden als nützlich für die praktische Anwendung empfunden ( $M = 4,17$ ,  $SD = 0,576$ ) (*Tab. 2*).

**Annahme und Mehrwert:** Die Mehrheit würde die Schulung weiterempfehlen ( $M = 4,17$ ,  $SD = 0,576$ ) und gab an, dass sie Sinnvolles für ihre ärztliche Tätigkeit gelernt haben ( $M = 4,09$ ,  $SD = 0,417$ ). Die

Aussagen, dass die Schulung zu anspruchsvoll sei ( $M = 1,91$ ,  $SD = 1,041$ ) oder keinen Mehrwert für die Praxis biete ( $M = 1,91$ ,  $SD = 0,996$ ), wurden abgelehnt (Tab. 2).

**Offenes Textfeld:** Bezuglich **Innovation und Inhalt** der Schulung wurde besonders die multimediale Präsentation und die thematische Vielfalt positiv hervorgehoben. Bei **Struktur, Format und Umsetzbarkeit** gab es sowohl positive Rückmeldungen, als auch Verbesserungsvorschläge. Zu **Bedarf und Übertragbarkeit** wurden Anregungen zur Weiterverbreitung der Schulung und die Notwendigkeit zusätzlicher thematischer Inhalte genannt. Die Dimension **Annahme und Mehrwert** wurde im offenen Textfeld nicht thematisiert (Tab. 3).

### **Qualitative Ergebnisse**

**Innovation und Inhalt:** Die teilnehmenden Ärztinnen und Ärzte berichteten, dass die Schulung ein gemeinsames Verständnis von Klimawandel und Planetary Health förderte, sodass alle Beteiligten eine gemeinsame Grundlage für die Diskussion hatten. Besonders eindrücklich blieb ihnen die Dynamik des Klimawandels und seine weitreichenden Folgen für das Gesundheitswesen im Kopf. Die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen wurden hierdurch betont: „*Anpassungen in der Versorgung, Behandlung und Praxis sind dringend notwendig!*“ (I04). Die Teilnehmenden diskutierten intensiv die Medikamentenanpassung, die sie angesichts steigender Temperaturen als zunehmend wichtig einschätzten. Ein weiteres prägendes Thema war die Vektorenausbreitung und das vermehrte Auftreten neuer Krankheiten, die durch veränderte klimatische Bedingungen begünstigt werden. Insbesondere die Ausbreitung neuer Vektoren, wie Zecken oder der Asiatischen Tigermücke und die damit einhergehenden gesundheitlichen Risiken wurden als zentrale Herausforderungen thematisiert. Die Teilnehmenden gaben an, neue Erkenntnisse über die Ausbreitung von vektorbedingten Krankheiten erlangt zu haben.

Die Ärztinnen und Ärzte hoben besonders hervor, dass die Schulung konkrete Anpassungsmaßnahmen praxisnah vermittelte: „*Es gab viele neue Inhalte, die gut auf den Punkt gebracht waren, vor allem die konkreten Anpassungsmaßnahmen*“ (I20). Die Teilnehmenden erkannten zwar den Wert der Schulung für die Vermittlung von Basiswissen an, sahen jedoch zugleich Herausforderungen bei der praktischen Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen. Viele lobten, dass die Schulung auch das Thema Nachhaltigkeit einbezog: „*Wo können wir in der Praxis nachhaltiger werden? Ich finde das auch ein wichtiges Thema!*“ (I08). Für die zunehmenden Herausforderungen durch klimatische Veränderungen im Gesundheitswesen wurden ebenfalls durch die Schulung sensibilisiert, so unter anderem die „*Zunahme an Exsikkosen und an Krankenhauseinweisungen verursacht durch Hitze*“ (I21). Die Schulung schärfe das Bewusstsein für bestehende Initiativen, und mehrere Teilnehmende zeigten sich positiv über deren Vielzahl überrascht. In diesem Zusammenhang hoben die Teilnehmenden auch das Projekt AdaptNet hervor, das sie als zeitgemäß und angesichts notwendiger Anpassungsmaßnahmen als besonders relevant einschätzten.

**Struktur, Format und Umsetzbarkeit:** Die Mehrzahl nahm das Online-Format sehr positiv auf und bevorzugten es, da es flexibel in den individuellen Arbeitsalltag integriert werden konnte: „*Online war neben dem Praxisalltag gut umzusetzen, man konnte sein eigenes Tempo bestimmen*“ (I05). Die Ärztinnen und Ärzte empfanden eine Präsenzveranstaltung als zu aufwendig, insbesondere wegen des Anfahrtswegs. Sie schätzten am Online-Format, dass es Pausen ermöglichte, da die Schulung mehr Zeit in Anspruch nahm als zunächst erwartet. Mehrere schätzten den Aufwand-Nutzen-Faktor der Schulung als positiv ein und empfanden auch die verwendete Plattform als benutzerfreundlich: „*Die Schulung war gut strukturiert und didaktisch gut umgesetzt*“ (I03). Positiv wurde hervorgehoben, dass die Teilnehmenden jederzeit auf Inhalte zurückgreifen konnten, um diese nachzulesen, während einzelne Kritik an den Quizfragen geäußert wurde, die teils nicht funktionierten, als zu schwer empfunden wurden und keine Auflösung boten. Hinsichtlich der Mediennutzung wurde die Mischung aus visuellen und auditiven Inhalten gelobt, insbesondere die Videos wurden als auflockernd empfunden. Einige bearbeiteten das Vertiefungsmaterial motiviert und vollständig, während andere den Aufwand als zu hoch empfanden und dieses entsprechend weniger nutzten: „*Der Ehrgeiz bis zum Ende alle Materialien mitzumachen war da, aber der Aufwand war zu hoch*“ (I12). Die Möglichkeit, die Schulungsmaterialien herunterzuladen, wurde als großer Vorteil gesehen. Viele Teilnehmende druckten die Unterlagen aus und wünschten sich zusätzlich ein kompaktes Handbuch (z.B. im PDF-Format) oder Handout für die Praxis.

**Bedarf und Übertragbarkeit:** Viele Ärztinnen und Ärzte schätzten den Bedarf an Schulungen zu Klimawandel und Gesundheit als hoch ein und betonten zugleich, dass diese regional ausgerichtet sein sollten – etwa hinsichtlich spezifischer Themen wie Hitze oder Medikamentenanpassung und abgestimmt auf die jeweilige Zielgruppe. Die Teilnehmenden betonten die Relevanz einer solchen Schulung nicht nur für Ärztinnen und Ärzte, sondern auch für medizinische Fachangestellte (MFA), Patientinnen und Patienten sowie für weitere Gesundheitsberufe (u.a. Pflegefachkräfte, Apothekerinnen und Apotheker). Die Schulungsinhalte sollten laut der Teilnehmenden in die Ausbildung für Medizinstudierende sowie für Ärztinnen und Ärzte in der Weiterbildung (ÄiWs) integriert werden. Auch Erziehungs- und Bildungseinrichtungen, wie Schulen wurden als sinnvolle Zielgruppen genannt, um frühzeitig Bewusstsein für den Klimawandel und seine gesundheitlichen Folgen zu schaffen. Die Ärztinnen und Ärzte regten an, dass eine verpflichtende Implementierung einer solchen Schulung durch staatliche Gesundheitsbehörden erfolgen sollte: „*Angebot und Pflicht einer solchen Schulung sollte vom Gesundheitsamt ausgehen*“ (I18). Die Teilnehmenden zeigten deutlich, dass weder eine Aufwandsentschädigung noch CME-Punkte notwendig waren, um ihre Teilnahme an der Schulung zu sichern. Vielmehr äußerten sie den Wunsch, die Schulung kostenfrei für alle Zielgruppen zugänglich zu machen. Ihre Teilnahme basierte überwiegend auf intrinsischer Motivation.

**Annahme und Mehrwert:** Die Schulung schärfte bei den Teilnehmenden das Bewusstsein für die Dringlichkeit und Gefährlichkeit der Thematik, wie eine Person berichtete: „*Es hat mich mitgerissen, aber auch Angst gemacht, wie gefährlich der Klimawandel ist*“ (I02). Neben einer spürbaren

emotionalen Betroffenheit nahmen die Teilnehmenden die Schulung auch als informativ und praxisrelevant wahr. Mehrere Personen hoben hervor, dass die Schulung keine Gelegenheit zum Austausch mit Kolleginnen und Kollegen bot. Gewünscht wurde eine interaktive Komponente innerhalb der Schulungsplattform, um Fragen zu stellen und sich miteinander zu vernetzen: „*Im Nachgang wäre es toll gewesen, Fragen zu stellen oder sich nochmal austauschen zu können*“ (I09). Die Ärztinnen und Ärzte schätzten die Schulung als hoch relevant für die Aufklärung und Weitergabe von Wissen ein. Als positiver Effekt wurde deshalb genannt, dass die Schulung die Argumentationssicherheit im Gespräch mit Patientinnen und Patienten stärkte und dabei half, das eigene Wissen gezielt zu festigen und zu vertiefen. Ihrer Ansicht nach sind fundierte Kenntnisse essenziell, um nicht nur Patientinnen und Patienten, sondern auch Kolleginnen und Kollegen sowie das Praxisteam sachgerecht informieren und aufklären zu können: „*Wichtig, um Aufklärung betreiben zu können, hierzu braucht man fundiertes Wissen*“ (I15). Teilnehmende berichteten, dass die Schulung sie zur Auseinandersetzung mit dem Thema Klimawandel anregte, ihr Bewusstsein dafür stärkte und auch im Praxisalltag, im Praxisteam und im privaten Umfeld zu weiterführender Reflexion führte. Die Ärztinnen und Ärzte griffen in der Diskussion mehrfach die wahrgenommenen Umweltveränderungen und die zunehmenden gesundheitlichen Belastungen auf: „*Der Klimawandel hat Auswirkungen auf die Menschheit, wir müssen wirklich was tun*“ (I22).

## Diskussion

Die Ergebnisse der Evaluation verdeutlichen, wie hoch die Relevanz von Klimawandel und Anpassung in der medizinischen Praxis und ambulanten Versorgung bewertet wird und decken sich mit internationalen Befunden, die eine rasche Stärkung von Resilienz und Anpassungsfähigkeit der Gesundheitssysteme fordern (34). Der wahrgenommene Schulungsbedarf wurde von den Teilnehmenden als hoch eingeschätzt. Entsprechend sprachen sie sich für eine stärkere Verankerung von Klima- und Anpassungsthemen in der medizinischen Fort- und Weiterbildung aus. Ein Anliegen, das die WHO als Schlüsselement klimafester und zugleich emissionsarmer Gesundheitssysteme hervorhebt (35). Auch eine Ausweitung auf weitere Gesundheitsberufe und Bildungseinrichtungen wurde empfohlen. Die Integration entsprechender Inhalte bereits in die Aus- und Weiterbildung wurde als essenziell für eine zukunftsfähige ambulante Versorgung unter den Bedingungen des Klimawandels betrachtet (36). In Deutschland bietet die Integration von Planetary-Health-Lernzielen in NKLM/ÄApprO einen konkreten Rahmen, um entsprechende Kompetenzen curricular abzubilden (37). Für die ambulante Praxis zeigen aktuelle Studien erhöhte Wahrnehmung und klare Erwartungen an Anpassungsmaßnahmen – zugleich aber Lücken in Wissen, Routine und Zuständigkeiten, was den Bedarf an gezielten Schulungs- und Implementierungsprogrammen unterstreicht (9).

Die teilnehmenden Ärztinnen und Ärzte bewerteten das Thema Klimaanpassung als außerordentlich wichtig für die ambulante Versorgung und sahen in der Schulung ein zentrales Instrument, um diesem Bedarf gerecht zu werden. Die Inhalte wurden als praxisnah, verständlich und gut strukturiert

wahrgenommen. Besonders hervorgehoben wurde, dass die Schulung auch zur Sensibilisierung für klimabedingte Gesundheitsrisiken beitrug und konkrete Ansätze zur Umsetzung präventiver Maßnahmen vermittelte. Internationalen Studien zeigen ebenfalls, dass gezielte Fortbildungen die Wahrnehmung von Klimarisiken im Gesundheitswesen erhöhen und die Handlungskompetenz stärken können (38). Die Teilnehmenden bewerteten die Schulung als verständlich und gut strukturiert. Förderlich wurde die einfache Integration des Online-Formats in den Arbeitsalltag hervorgehoben. Unabhängig davon weisen weitere Studien darauf hin, dass digitale Formate gerade im Kontext des Klimawandels den Vorteil bieten, Inhalte schnell aktualisieren und flexibel an neue Entwicklungen anpassen zu können (39, 40).

Ferner plädierten die Teilnehmenden dafür, die Schulung im Falle einer breiteren Einführung an regionale Gegebenheiten anzupassen, um ambulante Praxen gezielt auf standortspezifische Auswirkungen des Klimawandels vorzubereiten. In der Literatur wird dieses Ergebnis durch Hinweise gestützt, dass klimatische Belastungen regional unterschiedlich ausgeprägt sind und daher differenzierte Inhalte erforderlich erscheinen (20). Auch institutionelle Analysen, wie etwa der Bericht des Umweltbundesamtes zu Hitzeaktionsplänen in Deutschland, unterstreichen die Relevanz regional angepasster Maßnahmen. Entsprechend wird in aktuellen Arbeiten betont, dass eine differenzierte Ausgestaltung von Schulungsinhalten wesentlich zur gezielten Adressierung lokaler gesundheitlicher Herausforderungen beitragen kann (41, 42).

### ***Stärken und Limitationen***

Zu den Stärken zählen die strukturierte Evaluation nach dem CFIR und der Mixed-Methods-Ansatz, der eine differenzierte Analyse ermöglichte. Besonders hervorzuheben ist die aktive Einbindung der Ärztinnen und Ärzte, die in der Entwicklung und Testung beteiligt waren und gezielte Rückmeldungen zur Schulung gaben. Trotz kleiner Stichprobe ( $n = 23$ ) liefern die qualitativen Daten eine sinnvolle Ergänzung zu den quantitativen Ergebnissen, weshalb weitere Studien mit größeren, heterogeneren Stichproben zur Prüfung von Wirksamkeit und Übertragbarkeit empfohlen werden.

Eine Limitation besteht darin, dass ausschließlich Haus- und spezialisierte Fachärztinnen und -ärzte eines regionalen Gesundheitsnetzwerkes einbezogen wurden, in dem die Themen Klima und Gesundheit bereits thematisiert wurden, was eine Verzerrung durch erhöhte Klimasensibilisierung begünstigen könnte. Da die Gruppendiskussionen nicht aufgezeichnet wurden und zentrale Aussagen nur handschriftlich festgehalten werden konnten, sind ebenso subjektive Verzerrungen möglich. Zudem kann soziale Erwünschtheit nicht ausgeschlossen werden, da Vergütung und CME-Punkte gewährt wurden. Eine weitere Limitation ist, dass die Evaluation auf Relevanz und Anschlussfähigkeit aus Sicht der Teilnehmenden beschränkt war, eine evidenzbasierte Wirksamkeitsprüfung erfolgte nicht und bleibt zukünftigen Studien vorbehalten.

### ***Schlussfolgerung***

Diese Arbeit zeigt, dass Klimawandel und Anpassung in der ärztlichen Praxis und der medizinischen Versorgung als relevante Themen anerkannt werden und durch Online-Schulungen praxisnah vermittelt werden können. Die entwickelte Schulung stellt ein geeignetes Format dar, um Wissen zu klimabedingten Gesundheitsrisiken und Anpassungsstrategien im ambulanten Sektor zu fördern. Eine erfolgreiche Umsetzung erfordert verständliche, flexible Inhalte sowie die Berücksichtigung regionaler Besonderheiten und die frühzeitige Einbindung der Zielgruppe. Die Integration entsprechender Schulungen in medizinische Fortbildungsangebote kann einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Klimaresilienz im Gesundheitswesen leisten.

Ethik: Die Studie wurde von den Ethikkommissionen der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg (S-163/2023) und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (23-296-S/2023) genehmigt.

Nutzung von Daten: Anonymisierte Daten (quantitativ, qualitativ) sind nur auf begründete Anfrage bei den Studienleiterinnen und -leitern und nur für Forschungszwecke verfügbar. Die Studienleiterinnen und -leiter werden einen Analysevorschlag prüfen und dessen Übereinstimmung mit den wissenschaftlichen Zielen des AdaptNet-Projekts untersuchen.

Zusätzliche Daten und Informationen: Zusätzliche Daten (Anhang 1: RedCAP-Fragebogen, Anhang 2: World Café (Diskussionspunkte), Anhang 3: Beobachtungsleitfaden) verbunden mit diesem Artikel finden sich in der Online-Version. Zur Online-Schulung „Klimawandel und Gesundheit“ gelangen Sie über folgenden Link: <https://high-edu.courses/courses/course-v1:HIGH+AdaptNet1+2024.2/course/>

Erklärung der generativen KI im wissenschaftlichen Schreiben: Während des Schreibprozesses dieser Arbeit haben die Autorinnen und Autoren ChatGPT als grammatischen Formulierungshilfe für einzelne Sätze verwendet. Nach der Nutzung dieses Tools haben die Autorinnen und Autoren den Inhalt überprüft sowie bearbeitet und übernehmen die volle Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung.

## **Liste der Abbildungen**

**Abbildung 1:** Beispiel-Quizfrage nach Abschluss eines Kapitels.



## Literaturverzeichnis

1. Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlsson S, Belesova K, Boykoff M, et al. The 2019 report of The *Lancet* Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*. 2019;394(10211):1836–78.
2. (WHO) WHO. Operational framework for building climate resilient health systems. 2015 [Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240081888>].
3. BMUV. Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2025 [Available from: [https://www.bmuv.de/themen/klimaanpassung/die-deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.bmuv.de/themen/klimaanpassung/die-deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel?utm_source=chatgpt.com)].
4. Hertig E, Hunger I, Kaspar-Ott I, Matzarakis A, Niemann H, Schulte-Droesch L, et al. Klimawandel und Public Health in Deutschland - Eine Einführung in den Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit 2023. *Journal of Health Monitoring*. 2023(S3).
5. Winklmayr C, Matthies-Wiesler F, Muthers S, Buchien S, Kuch B, an der Heiden M, et al. Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention. *Journal of Health Monitoring*. 2023(S4):3–34.
6. Augustin J BK, Endlicher W, et al. Klimawandel und Gesundheit. : Springer; 2023.
7. Ansah EW, Amoado M, Obeng P, Sarfo JO. Health systems response to climate change adaptation: a scoping review of global evidence. *BMC Public Health*. 2024;24(1):2015.
8. Mezger NCS, Thöne M, Wellstein I, Schneider F, Litke N, Führer AG, et al. [Climate protection in practices - current status, motivation and challenges in outpatient care]. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhwes*. 2021;166:44–54.
9. Litke NA, Poß-Doering R, Fehrer V, Köppen M, Kümmel S, Szecsenyi J, et al. Building climate resilience: awareness of climate change adaptation in German outpatient medical practices. *BMC Health Services Research*. 2024;24(1):184.
10. Armand W, Padgett M, Pinsky E, Wasfy JH, Slutzman JE, Duhaime AC. Clinician Knowledge and Attitudes About Climate Change and Health After a Quality Incentive Program. *JAMA Netw Open*. 2024;7(8):e2426790.
11. (G-BA) GBI. AdaptNet – Adaptation und Vernetzung der haus- und fachärztlichen Versorgung im Hinblick auf die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels 2023 [Available from: <https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/versorgungsforschung/adaptnet.554>].
12. Nürnberg GQ. AdaptNet- Werkzeugkoffer: Klima-Toolbox für die Arztpraxis 2025 [Available from: <https://www.gesundheitsnetznuernberg.de/adaptnet-klima-toolbox/>].
13. High-edu.courses H. Ärztliche Basisschulung Klimawandel und Gesundheit. 2025.
14. Bartholomew LK, Parcel GS, Kok G. Intervention mapping: a process for developing theory- and evidence-based health education programs. *Health Educ Behav*. 1998;25(5):545–63.
15. J. Nieder CQ, S. Hueber, S. Stark, D. Shimada, J. Lindenthal, V. Wambach, I. Kaspar-Ott, F. J. Alvarez, E. Hertig, A. Herrmann. What makes physicians implement climate change and heat adaptation measures in outpatient practices? A mixed-methods study Climate-resilient Health Systems, Elsevier Public Health. 2025.
16. Gesundheitsnetz QuE Nürnberg 2025 [Available from: <https://www.gesundheitsnetznuernberg.de/>].
17. Bloom BS, Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. 1956.
18. Bundesärztekammer. Curriculum Klimawandel und Gesundheit (2022;1. Aufl., Fassung vom 23.09.2022).
19. High-edu.courses H. Klimawandel - Was ändert sich für die Patientenversorgung? 2024 [Available from: <https://high-edu.courses/courses/course-v1:HIGH+CCdoc.2+2022.T1/about>].
20. Alvarez F, Kaspar-Ott, I., Herrman, A., Quitmann, C., Nieder, J., Stark, S., Hueber, S., Klanke, M., Lindenthal, J., Shimada, D., Wambach, V., Hertig, E. Estimation of Health Risks from Climate Change-Related Hazards Using the Example of Nuremberg, Germany. SSRN. 2025.

21. Hertig E. Health-relevant ground-level ozone and temperature events under future climate change using the example of Bavaria, Southern Germany. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 2020;13(4):435–46.
22. High-edu.courses H. MOOCs (Massive Open Online Courses) 2025 [Available from: <https://high-edu.courses/tos>].
23. Hulscher ME, Laurant MG, Grol RP. Process evaluation on quality improvement interventions. *Qual Saf Health Care*. 2003;12(1):40–6.
24. Moore GF, Audrey S, Barker M, Bond L, Bonell C, Hardeman W, et al. Process evaluation of complex interventions: Medical Research Council guidance. *Bmj*. 2015;350:h1258.
25. Damschroder LJ, Reardon CM, Widerquist MAO, Lowery J. The updated Consolidated Framework for Implementation Research based on user feedback. *Implement Sci*. 2022;17(1):75.
26. Erlangen U. REDCap Produktivsystem des Universitätsklinikums Erlangen. 2025 [Available from: <https://redcap.uk-erlangen.de/>].
27. Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *Journal of Biomedical Informatics*. 2009;42(2):377–81.
28. Konrad K. Lautes Denken. In: Mey G, Mruck K, editors. *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2019. p. 1–21.
29. Brown J, Isaacs, D. *The World Café: Shaping Our Futures Through Conversations That Matter*.: Berrett-Koehler Publishers; 2005.
30. Kauffeld S. Strukturierte Beobachtung. In: Kühl S, Strotholz P, Taffertshofer A, editors. *Handbuch Methoden der Organisationsforschung: Quantitative und Qualitative Methoden*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; 2009. p. 580–99.
31. Mayring P, Fenzl T. Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur N, Blasius J, editors. *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2019. p. 633–48.
32. Eysenbach G. Improving the quality of Web surveys: the Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES). *J Med Internet Res*. 2004;6(3):e34.
33. Tong A, Sainsbury P, Craig J. Consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ): a 32-item checklist for interviews and focus groups. *Int J Qual Health Care*. 2007;19(6):349–57.
34. Romanello M, Walawender M, Hsu S-C, Moskeland A, Palmeiro-Silva Y, Scamman D, et al. The 2024 report of the *Lancet* Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action. *The Lancet*. 2024;404(10465):1847–96.
35. (WHO) WHO. Operational framework for building climate resilient and low carbon health systems 2023.
36. Rybol L, Nieder J, Amelung D, Hachad H, Sauerborn R, Depoux A, et al. Integrating climate change and health topics into the medical curriculum - a quantitative needs assessment of medical students at Heidelberg University in Germany. *GMS J Med Educ*. 2023;40(3):Doc36.
37. Wabnitz K, Schwienhorst-Stich EM, Asbeck F, Fellmann CS, Gepp S, Leberl J, et al. National Planetary Health learning objectives for Germany: A steppingstone for medical education to promote transformative change. *Front Public Health*. 2022;10:1093720.
38. Hathaway J, Maibach EW. Health Implications of Climate Change: a Review of the Literature About the Perception of the Public and Health Professionals. *Current Environmental Health Reports*. 2018;5(1):197–204.
39. Dockweiler C, Stark AL, Albrecht J, editors. *Settingbezogene Gesundheitsförderung und Prävention in der digitalen Transformation: Transdisziplinäre Perspektiven* 2023; Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
40. Sorensen C CH, Depoux A, Finkel M, Gilden R, Hadley K, et al. Core competencies to prepare health professionals to respond to the climate crisis. . *PLOS Clim* 2023;2(6):: e0000230.
41. Debora J TK, Christian K, Laura H, Johanna N, Henny A G. Analyse von Hitzeaktionsplänen und gesundheitlichen Anpassungsmaßnahmen an Hitzeextreme in Deutschland. *Umwelt & Gesundheit* 2023;03/2023.

42. Perreault-Carranza T, Ni V, Savoie J, Saucier J, Frenette J, Jbilou J. Core Competencies of the Public Health Workforce in Climate Change and Extreme Weather Events Preparedness, Response, and Recovery: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2024;21(9):1233.



## Background

Climate change represents one of the major health challenges of the 21st century. Outpatient medical care is increasingly confronted with heat-related illnesses, respiratory conditions, and vector-borne infections, all of which are associated with the rising frequency of extreme weather events and environmental changes (1). In response to these developments, the World Health Organisation (WHO) has called for measures to strengthen the resilience of health systems. This recommendation is echoed in national policy frameworks such as the German Strategy for Adaptation to Climate Change, adopted in 2008, and the Federal Climate Change Adaptation Act, which came into effect in 2024 (2, 3). Despite these policy frameworks, the German healthcare system remains inadequately prepared for the health impacts of climate change, particularly with respect to the care of vulnerable populations, including older adults, people with chronic illnesses, and those experiencing social disadvantage (4-6). Early and preventive interventions at the level of primary and specialist outpatient care are essential to mitigate climate-related health risks and prevent avoidable hospital admissions (7). However, these efforts require healthcare professionals to possess a sound understanding of climate-related health effects and practical adaptation strategies. Current studies indicate that physicians in outpatient care often lack access to suitable training programmes, evidence-based guidelines, and practice-oriented tools to support climate adaptation (8-10). To enhance the climate resilience of outpatient care, urgent action is needed in the areas of medical education and continuing professional development.

As part of the project AdaptNet (“Adapting primary and specialised outpatient care to the health impacts of climate change”), a practice-oriented toolbox for climate change adaptation is being developed for outpatient care (11, 12). The tools are designed to support both general practitioners and specialists in outpatient care in implementing preventive adaptation measures, as well as in the early identification and management of health impacts related to climate change. The tools are intended to enable low-threshold integration of climate-related health aspects into everyday practice and thus contribute to strengthening climate resilience in the outpatient sector. A central element of the toolbox is an online training programme for physicians on climate change and health. This article describes the evaluation of the developed training programme in terms of its comprehensibility, applicability and content relevance.

## Method

### ***Development and didactic concept of the online training course***

The development of the training programme “Climate Change and Health” (13) followed a participatory and iterative approach based on the methodology of Intervention Mapping (14). It was informed by a comprehensive literature review and a quantitative needs assessment (online questionnaire) conducted between April and May 2023. In this assessment, physicians ( $n = 67$ ) from general practitioner and specialist outpatient practices were surveyed regarding the requirements for climate-adapted healthcare delivery and necessary adaptation measures in the outpatient sector (15). The findings provided relevant insights and needs, which served, among other things, as a foundation for the initial drafts and the

selection of training materials by the Heidelberg University Hospital (AH, JN, CQ). To ensure a practice-oriented and target-group-appropriate design, these drafts were revised and further developed based on feedback from general practitioners and specialist physicians (e. g., internal medicine, cardiology, endocrinology, surgery, and psychosomatic medicine) affiliated with the healthcare network “Quality and Efficiency” (QuE) in Nuremberg (Germany) (16). The developed training aims to highlight the relevance of climate change for outpatient medical care and to convey concrete, practical adaptation strategies for medical practices. Its didactic structure is guided by the taxonomy of cognitive learning objectives developed by Bloom et al. (1956) (17), combining knowledge transfer with practical, application-oriented content. The training is based on the “Climate Change and Health” curriculum issued by the German Medical Association (2022) (18) as well as existing, field-tested materials, including the format “Climate Change – What Changes for Patient Care?” (19) developed by the Heidelberg University Hospital (AH, CQ, JN), and analyses conducted by the Chair of Regional Climate Change and Health at the University of Augsburg (IKO, FA, EH) (4, 20, 21).

Further development involved academic and partly clinically active experts from relevant disciplines, who contributed short video lectures and literature recommendations. The content was systematically prepared, supplemented with quiz questions and reflection tasks, and professionally validated. The training programme follows a self-directed, flexible learning format tailored to the needs of practising physicians. Reflection tasks supported the transfer into practice by encouraging participants to critically examine existing routines and integrate new content into their daily work. The training was made freely available as an online course on the HIGH-edu.courses platform, a Massive Open Online Course (MOOC) initiative by the Heidelberg Institute of Global Health (22). It is modular in structure, designed to take approximately 90 minutes to complete, and consists of three thematic modules, each comprising several units.

#### **Module 1 - Overview and basics:**

- **Planetary Health, Climate Change and Health:** Introduction to the concept of Planetary Health and the key links between climate change and health.
- **Health effects of climate change:** overview of key health consequences and adaptation strategies in the healthcare system; supplemented by results from the AdaptNet project on doctors' perceptions.
- **Regional climate risks for health:** Presentation of specific regional health risks due to climate change (e.g., heat stress, pollen count).

#### **Module 2 - Medical specialisations:**

- **Heat:** Relevant health risks due to heat and practical adaptation strategies for outpatient care.
- **Allergies:** Link between climate change and allergy incidence.

- **Infectious diseases:** Thematic block on climate-related changes in infection risks.
- **Mental health:** climate change-related stress and mental illness.

### **Module 3 – Additional Resources and Information:**

- Summary of key content and reflection
- The AdaptNet toolbox for climate change adaptation
- Climate action in medical practices

Each chapter consists of an introductory section, a core knowledge component, and optional in-depth modules. A variety of materials are used to convey the content, including videos, specialist texts, scientific articles, and visual summaries (e.g., tables, figures). At the end of each chapter, quiz questions allow for individual knowledge assessment (*Figure 1*).

#### ***Evaluation of the online training***

The development and implementation of the toolbox was accompanied by a formative process evaluation conducted by the University Hospital Erlangen (StSt, SH, MK). This evaluation was guided by the framework proposed by Hulscher et al. (23) and the recommendations of the Medical Research Council (24). The aim was to enable continuous revision and context-specific adaptation of the tools based on the active involvement and feedback of the physicians involved. A central element of this process evaluation was the evaluation of the online training, which was carried out between April and September 2023. A total of 23 general practitioners and specialist physicians from the QuE Nuremberg healthcare network took part in the training and tested it. The participants were recruited via existing contacts from QuE and through direct outreach, including their newsletters and informational events by the network. They received financial compensation for their participation as well as continuing medical education (CME) points. The evaluation was carried out using a mixed-methods approach in two phases: (1) immediately after completion of the training using a standardised online questionnaire (*Online-Appendix 1*), (2) in September 2023 as part of structured observations of a medical quality circle for joint reflection on the content.

The analysis was based on the theoretical framework of the Consolidated Framework for Implementation Research (CFIR) (25), which recognises success factors and obstacles in the implementation of health instruments along several dimensions. The insights gained were directly incorporated into the ongoing development of the training content and methodology, complementing the formative evaluation with specific information on practical feasibility in medical settings:

- **Intervention characteristics** refer to features of the instrument itself, such as the content, and were applied to assess the innovation and substance of the training during evaluation (e.g., training content and its novelty).

- **Inner setting** describes the internal structures that influence implementation and was applied in the evaluation to the structure, format and practicability of the training (e.g., design, practical applicability).
- **Outer setting** refers to external factors, such as specifications and needs, and was applied to the need and transferability of the training (e.g., need for the training, possibility of transferring it to other contexts and target groups).
- **Characteristics of individuals** include the characteristics of the people involved, such as their motivation, added value and the acceptability of the instrument, which were also transferred in our evaluation (e.g., perceived benefit for the participants).

### **Online questionnaire**

The online questionnaire was developed by the University Hospital Erlangen (StSt, SH, MK) and administered using REDCap (Research Electronic Data Capture) (26). The software was used to programme the questionnaire and for anonymous data collection and administration (27). At the beginning of the questionnaire, the participants were informed about the voluntary nature of their participation, the data protection concept and the storage of the anonymously collected data. The questionnaire was created based on the content of the online training along the dimensions of the CFIR and tested for comprehensibility within the project team. In the pre-test, ambiguities were discussed and items adapted using the thinking-aloud method (28). The questionnaire contains a total of 33 questions, which are divided into five sections:

1. **Evaluation of the content and format of the training course using a five-point Likert scale**  
(1 = strongly disagree, 5 = strongly agree)
2. **Evaluation of the media using a five-point Likert scale** (1 = not at all helpful, 5 = very helpful)
3. **Closed questions on the duration and scope of the training**
4. **Open questions regarding further suggestions**
5. **Demographic data** (gender, years of professional experience, type of practice).

The name of the physician was not collected for reasons of data protection and to avoid potential inferences.

### **Group discussion**

At the end of the pilot phase, the training was reflected on and discussed with the physicians based on the format of a 60-minute world café (29) (*Online-Appendix 2*). The structured observation (30) was conducted using an observation guide developed by the University Hospital Erlangen (StSt, SH, MK) (*Online-Appendix 3*). The guideline was tested for comprehensibility within the project team using the thinking-aloud method (28). The 23 participants were divided into four small groups of five to six persons, with each group focusing on a different dimension of the CFIR:

- **Group 1 “Innovation and content” (intervention characteristics):** Content of the training that the participants particularly remember and what prior knowledge they already had.
- **Group 2 “Needs and transferability” (Outer setting):** Training needs and acceptance in terms of time and financial aspects.
- **Group 3 “Structure, format and feasibility” (inner setting):** Format of the training, its media design, and the availability of training materials.
- **Group 4 “Acceptance and added value” (Characteristics of individuals):** Motivation of participants, perceived relevance and potential benefits of the training.

Each table was moderated by one or two members of the project team (AH, JN, CQ, StSt, MK, SH), who documented the discussion manually using the observation guide. Efforts were made to record key statements as close to verbatim as possible. The group discussions were not audio-recorded in order to maintain a natural discussion atmosphere and to minimise potential bias arising from participants' increased awareness of being recorded. The small group discussions lasted 45 minutes, after which the results were summarised in a plenary session and final feedback was obtained from the participating physicians.

### **Analysis and report**

The quantitative data was analysed using descriptive statistics with IBM SPSS V.27 and is reported as mean values (M) and the standard deviations (SD). The answers in the open text field were categorised and summarised. The qualitative data was analysed using qualitative content analysis based on Mayring (31). The data sets from both surveys were analysed and interpreted along the dimensions of the CFIR. The results are presented in accordance with the guidelines for reporting the results of internet-based surveys (CHERRIES) (32) and the consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ) (33).

## Results

### Sample

The sample (*Table 1*) comprised 23 participants. Their professional experience ranged between 20 and 41 years. Around two thirds (63.6 %) were female and the majority of participants (60.9 %) worked in a joint practice. Most physicians were based in general practice or internal medicine (80 %).

### Quantitative results

**Innovation and content:** Almost two thirds (65.2 %) of the physicians had previously taken part in a medical training course on climate change. On average, the participants agreed that the content of the training was clearly defined ( $M = 4.17$ ,  $SD = 0.491$ ) and that the connection between climate change and health was explained in an understandable way ( $M = 4.52$ ,  $SD = 0.511$ ). The participants stated that they learnt a lot of new things about the topic ( $M = 3.74$ ,  $SD = 0.915$ ) and that the training helped them to better understand the concept of planetary health ( $M = 4.22$ ,  $SD = 0.422$ ) (*Table 2*).

**Structure, format and feasibility:** The implementation of the training in an online format was rated as appropriate ( $M = 4.26$ ,  $SD = 0.541$ ). Almost three quarters of respondents found the structure and format to be comprehensible ( $M = 4.30$ ,  $SD = 0.635$ ). The selected media (videos, graphics, components) were rated also as appropriate ( $M = 4.26$ ,  $SD = 0.541$ ). The videos were rated the best ( $M = 4.39$ ,  $SD = 0.499$ ) (*Table 2*).

The scope of the training was predominantly perceived positively, with 82.6% stating that the scope was just right and 17.4% denying this. The latter stated that the training was too extensive. The in-depth materials/modules were viewed by 69.6%, who also found them informative, and 56.5% found them also helpful. The majority (78.3%) felt that the duration of the 90-minute training course was just right, while 21.7% rated it as too long.

**Need and transferability:** The training met expectations in terms of learning objectives ( $M = 4.17$ ,  $SD = 0.491$ ) and familiarised participants with the relevance of climate change for outpatient care ( $M = 4.04$ ,  $SD = 0.367$ ). The majority could imagine applying what they had learnt in their practice ( $M = 4.30$ ,  $SD = 0.635$ ). The training content was perceived as useful for practical application ( $M = 4.17$ ,  $SD = 0.576$ ) (*Table 2*).

**Acceptance and added value:** Almost all would recommend the training to others ( $M = 4.17$ ,  $SD = 0.576$ ) and stated that they had learnt something useful for their medical practice ( $M = 4.09$ ,  $SD = 0.417$ ). The statements that the training was too demanding ( $M = 1.91$ ,  $SD = 1.041$ ) or offered no added value for the practice ( $M = 1.91$ ,  $SD = 0.996$ ) were rejected (*Table 2*).

**Open text field:** With regard to the **innovation and content** of the training course, the multimedia presentation and the variety of topics were particularly emphasised. In terms of **structure, format and**

**practicability**, there was both positive feedback and suggestions for improvement. Suggestions for further dissemination of the training and the need for additional thematic content were mentioned in relation to **need and transferability**. The dimension of **acceptance and added value** was not addressed in the open text field (*Table 3*).

### **Qualitative results**

**Innovation and content:** The participating physicians reported that the online training promoted a common understanding of climate change and planetary health, so that all participants had a common basis for the discussion. They were particularly impressed by the dynamics of climate change and its far-reaching consequences for the healthcare system. This emphasised the need for adaptation measures: “*Adaptations in care, treatment and practice are urgently needed!*” (I04). The participants intensively discussed the adaptation of medication, which they considered to be increasingly important in view of rising temperatures. Another key topic was the spread of vectors and the increased occurrence of new diseases that are favoured by changing climatic conditions. In particular, the spread of new vectors such as ticks or the Asian tiger mosquito and the associated health risks were discussed as key challenges. The participants stated that they had gained new insights into the spread of vector-borne diseases.

The physicians particularly emphasised the fact that the training conveyed specific adaptation measures in a practical way: “*There was a lot of new content that was well presented, especially the specific adaptation measures*” (I20). Although the participants recognised the value of the training in providing basic knowledge, they also saw challenges in the practical implementation of the adaptation measures. Many praised the fact that the training also included the topic of sustainability: “*Where can we become more sustainable in practice? I also think this is an important topic!*” (I08). The training also raised awareness of the increasing challenges posed by climate change in the healthcare sector, including the “*increase in exsiccosis and hospital admissions caused by heat*” (I21). The training drew attention to existing initiatives and several participants were pleasantly surprised by the number of them. In this context, the participants also emphasised the AdaptNet project, which they considered to be timely and particularly relevant in view of the necessary adaptation measures for outpatient care.

**Structure, format and feasibility:** The majority responded very positively to the online format and favoured it because it could be flexibly integrated into their everyday working life: “*Online was easy to implement alongside everyday practice, you could set your own pace*” (I05). The physicians found a face-to-face event too time-consuming, particularly because of the travelling involved. They appreciated the fact that the online format allowed them to take breaks, as the training took longer than initially expected. Several rated the effort-benefit factor of the training as positive and also found the platform used to be user-friendly: “*The training was well structured and didactically well implemented*” (I03). The fact that participants were able to access the content at any time to read up on it was emphasised as positive, while individual criticism was voiced of the quiz questions, some were perceived as too difficult and had offered no resolution. With regard to the use of media, the mixture of visual and audio

content was praised, and the videos in particular were considered to be great. Some were motivated and completed the in-depth material in full, while others found the effort involved too high and therefore used it less: *“The ambition to complete all the material to the end was there, but the effort was too high”* (I12). The possibility of downloading the training materials was seen as a great advantage. Many participants printed out the documents and also wanted a compact manual (e.g., PDF) or handout for practical use.

**Need and transferability:** Many physicians rated the need for training on climate change and health as high and at the same time emphasised that this should be regionally oriented, for example with regard to specific topics such as heat or medication adaptation and tailored to the respective target group. The participants emphasised the relevance of such training not only for physicians, but also for medical assistants, patients and other healthcare professions (e.g., nurses and pharmacists). According to the participants, the training content should be integrated into the training programmes for medical students and postgraduate medical trainees. Educational institutions such as schools were also named as useful target groups for raising awareness of climate change and its health consequences at an early stage. The physicians suggested that such training should be made mandatory by state health authorities: *“The offer and obligation of such training should come from the health authorities”* (I18). The participants clearly showed that neither an expense allowance nor CME points were necessary to ensure their participation in the training. Instead, they expressed a desire to make the training course accessible to all target groups free of charge. Their participation was predominantly based on intrinsic motivation.

**Acceptance and added value:** The training raised participants' awareness of the urgency and danger of the issue, as one person reported: *“It got me involved, but also scared me about how dangerous climate change is”* (I02). In addition to a noticeable emotional involvement, the participants also perceived the training as informative and practically relevant. Several people emphasised that the training did not provide an opportunity to exchange ideas with colleagues. An interactive component within the training platform was desired in order to ask questions and to network with each other: *“It would have been great to be able to ask questions or exchange ideas again afterwards”* (I09). The physicians rated the training as highly relevant for providing information and passing on knowledge. A positive effect was that the training strengthened their confidence in argumentation when talking to patients and helped them to consolidate and deepen their own knowledge in a targeted manner. In their opinion, sound knowledge is essential in order to be able to properly inform and educate not only patients, but also colleagues and the practice team: *“It's important to be able to provide information, you need sound knowledge for this”* (I15). The Participants reported that the training encouraged them to engage with the topic of climate change, increased their awareness of it and also led to further reflection in everyday practice, in the practice team and in their private lives. During the discussion, the physicians repeatedly referred to the perceived environmental changes and the increasing health burdens: *“Climate change has an impact on humanity, we really have to do something”* (I22).

## Discussion

The evaluation results illustrate the high level of importance attributed to climate change and adaptation in medical practice and outpatient care, and they are consistent with international findings that call for a rapid strengthening of the resilience and adaptive capacity of health systems (34). Participants rated the perceived need for training as very high. Accordingly, they expressed support for more firmly embedding climate and adaptation topics within medical education and continuing professional development. An extension to other healthcare professions and educational institutions was also recommended. A concern that the WHO highlights as a key element of climate-resilient and low-emission health systems (35). The integration of relevant content into undergraduate and postgraduate training was regarded as essential for ensuring sustainable outpatient care under the conditions of climate change (36). In Germany, the integration of planetary health learning objectives into the “NKLM/ÄApprO” provides a concrete framework for embedding the corresponding competencies into curricula (37). For outpatient care, recent studies demonstrate increased awareness and clear expectations regarding adaptation measures, while also revealing gaps in knowledge, routine, and responsibilities, underscoring the need for targeted training and implementation programmes (9).

The participating physicians regarded the topic climate adaptation as highly relevant to outpatient care and viewed the training as a key tool for addressing this need. The content was perceived as practical, accessible, and well-structured. Participants particularly highlighted that the training contributed to raising awareness of climate-related health risks and offered concrete approaches for implementing preventative measures. International studies likewise show that targeted training can increase the awareness of climate risks in health care and strengthen the capacity to act (38). The comprehensibility and structure of the training were rated positively. The ease with which the online format could be integrated into everyday clinical practice was seen as a significant benefit. Further studies indicate that digital formats, particularly in the context of climate change, offer the advantage of being able to update content rapidly and adapt flexibly to new developments (39, 40).

The Participants also advocated for adapting the training to regional circumstances in the event of broader implementation, in order to prepare outpatient practices more specifically for the local impacts of climate change. In the literature, this finding is supported by evidence that climatic stresses vary regionally and therefore require differentiated content (20). Institutional analyses, such as the German Environment Agency’s report on heat action plans, likewise underscore the relevance of regionally adapted measures. Accordingly, recent studies emphasise that tailoring training content in a differentiated manner can make an essential contribution to addressing local health challenges in a targeted way (41, 42).

### ***Strengths and limitations***

Strengths of the study include the structured evaluation based on the CFIR and the mixed-methods approach, which enabled a nuanced analysis. Particular emphasis should be placed on the active

involvement of physicians, who had contributed to the development and testing of the training and provided specific feedback. Despite the small sample size ( $n = 23$ ), the qualitative data offer a valuable complement to the quantitative findings. Further research with larger and more heterogeneous samples is recommended to assess the effectiveness and transferability of the training.

One limitation is that only physicians from a regional healthcare network were included, within which the topics of climate and health had already been discussed. This may have introduced bias due to heightened climate awareness among the participants. As the group discussions were not audio-recorded and key statements could only be documented manually, subjective bias cannot be ruled out. Additionally, social desirability bias may have influenced responses, as participants received remuneration and CME points. A further limitation is that the evaluation focused solely on perceived relevance and applicability from the participants' perspective, an evidence-based assessment of effectiveness was not conducted and remains the subject of future research.

### **Conclusion**

This work demonstrates that climate change and adaptation are recognised as relevant topics in medical practice as well as outpatient care and can be communicated effectively and practice-oriented through online trainings. The training developed represents a suitable format for promoting knowledge of climate-related health risks and adaptation strategies within the ambulatory sector. Successful implementation requires clear, flexible content, consideration of regional specificities, and early involvement of the target group(s). Integrating such training into continuing medical education programmes may make an important contribution to strengthening climate resilience in the healthcare system.

**Ethics:** The study was approved by the Ethics Committees of the Medical Faculty of Heidelberg University (S-163/2023) and Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg (23-296-S/2023).

**Data Availability:** Anonymised data (quantitative and qualitative) are available upon justified request to the principal investigators and solely for research purposes. The principal investigators will review any analysis proposal and assess its consistency with the scientific objectives of the AdaptNet project.

**Additional Data and Information:** Additional data (Appendix 1: RedCAP questionnaire, Appendix 2: World Café (discussion points), Appendix 3: observation guide) associated with this article can be found in the online version. Access to the online course "Climate Change and Health" is available via the following link: <https://high-edu.courses/courses/course-v1:HIGH+AdaptNet1+2024.2/course/>

**Declaration on the Use of Generative AI in Scientific Writing:** During the writing process of this paper, the authors used ChatGPT as a tool for grammatical phrasing of individual sentences. After using this tool, the authors reviewed and edited the content and take full responsibility for the final version of the publication.

### **List of Figures**

**Figure 1:** Sample quiz question at the end of a chapter.



## Bibliography

1. Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlsson S, Belesova K, Boykoff M, et al. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*. 2019;394(10211):1836–78.
2. (WHO) WHO. Operational framework for building climate resilient health systems. 2015 [Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240081888>].
3. BMUV. Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2025 [Available from: [https://www.bmuv.de/themen/klimaanpassung/die-deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.bmuv.de/themen/klimaanpassung/die-deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel?utm_source=chatgpt.com)].
4. Hertig E, Hunger I, Kaspar-Ott I, Matzarakis A, Niemann H, Schulte-Droesch L, et al. Klimawandel und Public Health in Deutschland - Eine Einführung in den Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit 2023. *Journal of Health Monitoring*. 2023(S3).
5. Winklmayr C, Matthies-Wiesler F, Muthers S, Buchien S, Kuch B, an der Heiden M, et al. Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention. *Journal of Health Monitoring*. 2023(S4):3–34.
6. Augustin J BK, Endlicher W, et al. Klimawandel und Gesundheit. : Springer; 2023.
7. Ansah EW, Amoado M, Obeng P, Sarfo JO. Health systems response to climate change adaptation: a scoping review of global evidence. *BMC Public Health*. 2024;24(1):2015.
8. Mezger NCS, Thöne M, Wellstein I, Schneider F, Litke N, Führer AG, et al. [Climate protection in practices - current status, motivation and challenges in outpatient care]. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhwes*. 2021;166:44–54.
9. Litke NA, Poß-Doering R, Fehrer V, Köppen M, Kümmel S, Szecsenyi J, et al. Building climate resilience: awareness of climate change adaptation in German outpatient medical practices. *BMC Health Services Research*. 2024;24(1):184.
10. Armand W, Padgett M, Pinsky E, Wasfy JH, Slutzman JE, Duhaime AC. Clinician Knowledge and Attitudes About Climate Change and Health After a Quality Incentive Program. *JAMA Netw Open*. 2024;7(8):e2426790.
11. (G-BA) GBI. AdaptNet – Adaptation und Vernetzung der haus- und fachärztlichen Versorgung im Hinblick auf die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels 2023 [Available from: <https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/versorgungsforschung/adaptnet.554>].
12. Nürnberg GQ. AdaptNet- Werkzeugkoffer: Klima-Toolbox für die Arztpraxis 2025 [Available from: <https://www.gesundheitsnetznuernberg.de/adaptnet-klima-toolbox/>].
13. High-edu.courses H. Ärztliche Basisschulung Klimawandel und Gesundheit. 2025.
14. Bartholomew LK, Parcel GS, Kok G. Intervention mapping: a process for developing theory- and evidence-based health education programs. *Health Educ Behav*. 1998;25(5):545–63.
15. J. Nieder CQ, S. Hueber, S. Stark, D. Shimada, J. Lindenthal, V. Wambach, I. Kaspar-Ott, F. J. Alvarez, E. Hertig, A. Herrmann. What makes physicians implement climate change and heat adaptation measures in outpatient practices? A mixed-methods study Climate-resilient Health Systems, Elsevier Public Health. 2025.
16. Gesundheitsnetz QuE Nürnberg 2025 [Available from: <https://www.gesundheitsnetznuernberg.de/>].
17. Bloom BS, Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. 1956.
18. Bundesärztekammer. Curriculum Klimawandel und Gesundheit (2022;1. Aufl., Fassung vom 23.09.2022).
19. High-edu.courses H. Klimawandel - Was ändert sich für die Patientenversorgung? 2024 [Available from: <https://high-edu.courses/courses/course-v1:HIGH+CCdoc.2+2022.T1/about>].
20. Alvarez F, Kaspar-Ott, I., Herrman, A., Quitmann, C., Nieder, J., Stark, S., Hueber, S., Klanke, M., Lindenthal, J., Shimada, D., Wambach, V., Hertig, E. Estimation of Health Risks from Climate Change-Related Hazards Using the Example of Nuremberg, Germany. SSRN. 2025.

21. Hertig E. Health-relevant ground-level ozone and temperature events under future climate change using the example of Bavaria, Southern Germany. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 2020;13(4):435–46.
22. High-edu.courses H. MOOCs (Massive Open Online Courses) 2025 [Available from: <https://high-edu.courses/tos>].
23. Hulscher ME, Laurant MG, Grol RP. Process evaluation on quality improvement interventions. *Qual Saf Health Care*. 2003;12(1):40–6.
24. Moore GF, Audrey S, Barker M, Bond L, Bonell C, Hardeman W, et al. Process evaluation of complex interventions: Medical Research Council guidance. *Bmj*. 2015;350:h1258.
25. Damschroder LJ, Reardon CM, Widerquist MAO, Lowery J. The updated Consolidated Framework for Implementation Research based on user feedback. *Implement Sci*. 2022;17(1):75.
26. Erlangen U. REDCap Produktivsystem des Universitätsklinikums Erlangen. 2025 [Available from: <https://redcap.uk-erlangen.de/>].
27. Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *Journal of Biomedical Informatics*. 2009;42(2):377–81.
28. Konrad K. Lautes Denken. In: Mey G, Mruck K, editors. *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2019. p. 1–21.
29. Brown J, Isaacs, D. *The World Café: Shaping Our Futures Through Conversations That Matter*.: Berrett-Koehler Publishers; 2005.
30. Kauffeld S. Strukturierte Beobachtung. In: Kühl S, Strotholz P, Taffertshofer A, editors. *Handbuch Methoden der Organisationsforschung: Quantitative und Qualitative Methoden*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; 2009. p. 580–99.
31. Mayring P, Fenzl T. Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur N, Blasius J, editors. *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2019. p. 633–48.
32. Eysenbach G. Improving the quality of Web surveys: the Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES). *J Med Internet Res*. 2004;6(3):e34.
33. Tong A, Sainsbury P, Craig J. Consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ): a 32-item checklist for interviews and focus groups. *Int J Qual Health Care*. 2007;19(6):349–57.
34. Romanello M, Walawender M, Hsu S-C, Moskeland A, Palmeiro-Silva Y, Scamman D, et al. The 2024 report of the *Lancet* Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action. *The Lancet*. 2024;404(10465):1847–96.
35. (WHO) WHO. Operational framework for building climate resilient and low carbon health systems 2023.
36. Rybol L, Nieder J, Amelung D, Hachad H, Sauerborn R, Depoux A, et al. Integrating climate change and health topics into the medical curriculum - a quantitative needs assessment of medical students at Heidelberg University in Germany. *GMS J Med Educ*. 2023;40(3):Doc36.
37. Wabnitz K, Schwienhorst-Stich EM, Asbeck F, Fellmann CS, Gepp S, Leberl J, et al. National Planetary Health learning objectives for Germany: A steppingstone for medical education to promote transformative change. *Front Public Health*. 2022;10:1093720.
38. Hathaway J, Maibach EW. Health Implications of Climate Change: a Review of the Literature About the Perception of the Public and Health Professionals. *Current Environmental Health Reports*. 2018;5(1):197–204.
39. Dockweiler C, Stark AL, Albrecht J, editors. *Settingbezogene Gesundheitsförderung und Prävention in der digitalen Transformation: Transdisziplinäre Perspektiven* 2023; Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
40. Sorensen C CH, Depoux A, Finkel M, Gilden R, Hadley K, et al. Core competencies to prepare health professionals to respond to the climate crisis. . *PLOS Clim* 2023;2(6):: e0000230.
41. Debora J TK, Christian K, Laura H, Johanna N, Henny A G. Analyse von Hitzeaktionsplänen und gesundheitlichen Anpassungsmaßnahmen an Hitzeextreme in Deutschland. *Umwelt & Gesundheit* 2023;03/2023.

42. Perreault-Carranza T, Ni V, Savoie J, Saucier J, Frenette J, Jbilou J. Core Competencies of the Public Health Workforce in Climate Change and Extreme Weather Events Preparedness, Response, and Recovery: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2024;21(9):1233.



**Tabelle 1:** Stichprobenverteilung.

Variable	Kategorie	n
<b>Teilnehmende</b>	Gesamt	23
	Mittelwert (M)	29,86
<b>Berufserfahrung (Jahre)</b>	Min	20,00
	Max	41,00
	Standardabweichung (SD)	6,359
<b>Geschlecht</b>	Weiblich	15 (63,6 %)
	Männlich	8 (36,4 %)
<b>Tätigkeitsort</b>	Gemeinschaftspraxis	14 (60,9 %)
	Einzelpraxis	9 (39,1 %)

**Tabelle 2:** Evaluationswerte (Mittelwert und Standardabweichung, Skala 1–5).

Bereich	Item	M	SD
<b>Innovation und Inhalte</b>	Inhalte der Schulung waren klar definiert. Verbindung zwischen Klimawandel und Gesundheit war verständlich. Ich habe viele neue Dinge gelernt. Besseres Verständnis von Planetary Health.	4,17 4,52 3,74 4,22	0,49 0,51 0,92 0,42
<b>Struktur, Format und Umsetzbarkeit</b>	Online-Format war angemessen. Struktur und Format waren nachvollziehbar. Auswahl der Medien war angemessen. Videos wurden am besten bewertet.	4,26 4,30 4,26 4,39	0,54 0,64 0,54 0,50
<b>Bedarf und Übertragbarkeit</b>	Lernziele wurden erreicht. Relevanz für die ambulante Versorgung wurde verdeutlicht. Gelerntes konnte in der Praxis angewendet werden. Inhalte nützlich für die praktische Anwendung.	4,17 4,04 4,30 4,17	0,49 0,37 0,64 0,58
<b>Akzeptanz und Mehrwert</b>	Ich würde die Schulung weiterempfehlen. Ich habe etwas Nützliches für meine ärztliche Praxis gelernt. Die Schulung war zu anspruchsvoll (abgelehnt). Kein Mehrwert für die Praxis (abgelehnt).	4,17 4,09 1,91 1,91	0,58 0,42 1,04 1,00

**Tabelle 3:** Übersicht der Antworten aus dem offenen Textfeld.

Dimension	Feedback	Antwort	n
<b>Innovation und Inhalt</b>	Positiv	<b>Medien:</b> Videos, Quiz, multimediale Präsentation; Material gut aufbereitet	7

Dimension	Feedback	Antwort	n
		<b>Informationen:</b> Ausführliche Informationen aus dem Blickwinkel von verschiedenen medizinischen Fachrichtungen	4
		<b>Gute Themen:</b> Anpassungsmöglichkeiten von älteren Menschen; Vortrag zu Medikamenten; aktuelle Diskussionen und Fakten	3
Struktur, Format und Umsetzbarkeit	Positiv	<b>Stil der Schulung:</b> Belebend, abwechslungsreich, kompakt	3
		<b>Onlineformat:</b> Möglichkeit, eigene Pausen zu setzen, in den Alltag integrierbar	2
	Negativ	<b>Medien:</b> Mehr Videos; Tabellen in Videos teilweise zu klein, bei Vergrößerung Schrift nicht mehr lesbar	2
		<b>Struktur:</b> Kurze Zusammenfassung und Resümee wäre hilfreich	2
		<b>Strukturierung:</b> Einfachere Strukturierung der Kapitel	1
	Anregung	<b>Quizfragen:</b> Die Beantwortung der Testfragen teils schwer zu interpretieren; Niveau unnötig hoch; Quizfragen störend; keine Lösungen vorhanden	3
		<b>Medien:</b> Kleine Videospots zu Verhalten bei Hitze für Wartezimmer-TV zum Download	2
		<b>Materialien:</b> Direkt verfügbare Materialien zum Download bzw. Links immer auf dem aktuellen Stand halten	2
Bedarf und Übertragbarkeit	Anregung	<b>Handwerkszeug und Politisierung:</b> Dringlicheres Ausrollen auf alle, nicht nur auf die vulnerablen Personen; mehr Handwerkszeug für Ärzte; Förderung der Politisierung bzw. Informationspflicht	2
		<b>Themen ergänzen:</b> Wie der Klimawandel von Seiten der Ärzteschaft positiv beeinflusst werden kann; mehr zu verschiedenen Medikamenten und zum Thema Nachhaltigkeit	2
Annahme und Mehrwert	-	-	-

**Table 1:** Sample distribution.

Variable	Category	n
<b>Participants</b>	Total	23
	Mean (M)	29.86
<b>Professional experience (years)</b>	Min	20.00
	Max	41.00
	Standard deviation (SD)	6.359
<b>Gender</b>	Female	15 (63.6 %)
	Male	8 (36.4 %)
<b>Type of practice</b>	Joint	14 (60.9 %)
	Single	9 (39.1 %)

**Table 2:** Evaluation results (mean and standard deviation, scale 1–5).

Domain	Item	M	SD
<b>Innovation and content</b>	Content of the training was clearly defined.	4.17	0.49
	Connection between climate change and health was understandable.	4.52	0.51
	I learnt a lot of new things.	3.74	0.92
	Better understanding of planetary health.	4.22	0.42
<b>Structure, format and feasibility</b>	Online format was appropriate.	4.26	0.54
	Structure and format were comprehensible.	4.30	0.64
	Selected media were appropriate.	4.26	0.54
	Videos were best rated.	4.39	0.50
<b>Need and transferability</b>	Learning objectives were met.	4.17	0.49
	Relevance for outpatient care made clear.	4.04	0.37
	Could apply what was learnt in practice.	4.30	0.64
	Content useful for practical application.	4.17	0.58
<b>Acceptance and added value</b>	Would recommend the training to others.	4.17	0.58
	Learnt something useful for medical practice.	4.09	0.42
	Training was too demanding (rejected).	1.91	1.04
	No added value for practice (rejected).	1.91	1.00

**Table 3:** Overview of responses from the open-text field.

Dimension	Feedback	Response	n
<b>Innovation and</b>	Positive	<b>Media:</b> Videos, quiz, multimedia	7

Dimension	Feedback	Response	n
<b>Content</b>		<i>presentation; materials well prepared</i>	
		<b>Information:</b> <i>Detailed insights from various medical disciplines</i>	4
		<b>Strong topics:</b> <i>Adaptation options for older people; lecture on medication; current debates and facts</i>	3
<b>Structure, Format and Feasibility</b>	Positive	<b>Training style:</b> <i>Lively, varied, concise</i>	3
		<b>Online format:</b> <i>Ability to take breaks; can be integrated into daily routine</i>	2
	Negative	<b>Media:</b> <i>More videos; tables in videos partly too small, text illegible when enlarged</i>	2
		<b>Structure:</b> <i>A brief summary and conclusion would be helpful</i>	2
		<b>Organisation:</b> <i>Simpler structuring of chapters</i>	1
	Suggestion	<b>Quiz questions:</b> <i>Difficult to interpret; unnecessarily challenging; distracting; no solutions provided</i>	3
		<b>Media:</b> <i>Short video clips on heat-related behaviour for waiting room screens available for download</i>	2
		<b>Materials:</b> <i>Practical tools and politicisation: More urgent roll-out to all, not only vulnerable groups; more practical tools for doctors; encouragement of political engagement and duty to inform</i>	2
<b>Needs and Transferability</b>	Suggestion	<b>Practical tools and politicisation:</b> <i>More urgent roll-out to all, not only vulnerable groups; more practical tools for doctors; encouragement of political engagement and duty to inform</i>	2
		<b>Additional topics:</b> <i>How doctors can positively influence climate change; more on different medications and sustainability</i>	2
<b>Acceptance and Added Value</b>	-	-	-

### Frage 1

1 Punkt möglich (unbewertet)

Ihr 87-jähriger Patient nimmt seit vielen Jahren Amitriptylin (trizyklisches Antidepressivum) ein. Eine Hitzewelle wird angekündigt. Sie befürchten eine Akkumulation. Welcher der folgenden Aspekte ist dafür am ehesten ursächlich?

- Verminderte Nierenfunktion
- Verminderte Leberdurchblutung
- Erhöhter Flüssigkeitsverlust
- Periphere Vasodilatation
- Veränderung der Galenik bei Lagerung über 30 °C

### Question 1

1 point possible (ungraded)

Your 87-year-old patient has been taking amitriptyline (a tricyclic antidepressant) for many years. A heatwave has been announced. You are concerned about a possible accumulation. Which of the following aspects is most likely responsible for this?

- Decreased kidney function
- Decreased liver perfusion
- Increased fluid loss
- Peripheral vasodilation
- Change in formulation when stored above 30°C