

# Das Gesundheitswesen

## Perspektiven, Handlungsstrategien und Lösungsansätze für eine klimaresiliente und treibhausgasarme Gesundheitsversorgung

Fabian Baum, Katharina van Baal, Jobst Augustin, Heike van de Sand, Klara Lorenz-Dant, Christina Lindemann, Dorothea Baltruks, Christa Büker, Johannes Deutschbein, Karin Geffert, Holger Gothe, Alina Herrmann, Claudia Hornberg, Claudia Konnopka, Anna Kuehne, Esther Luhmann, Maria-Inti Metzendorf, Ingo Meyer, Andreas Meyer-Lindenberg, Jochen Schmitt, Miriam Steinmann, Petra Thürmann, Jennyfer Wolf, Patrick Ziech, Annika Ziegler, Martin Härter, Ivonne Panchyryz.

Affiliations below.

DOI: 10.1055/a-2872-4388

Please cite this article as: Baum F, van Baal K, Augustin J et al. Perspektiven, Handlungsstrategien und Lösungsansätze für eine klimaresiliente und treibhausgasarme Gesundheitsversorgung. *Gesundheitswesen Das* 2026. doi: 10.1055/a-2872-4388

**Conflict of Interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

### Abstract:

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit, die Gesundheitsversorgung und das Gesundheitssystem stellen eine zentrale Herausforderung unserer Zeit dar. Vor diesem Hintergrund entstand dieses Positionspapier, das Perspektiven, Handlungsstrategien und Lösungsansätze für eine klimaresiliente und treibhausgasarme Gesundheitsversorgung aufzeigt. Das Papier wurde in Kooperation mit Vertreter:innen aus Fachgesellschaften, Arbeitsgruppen, Vereinen und Institutionen mit Expertise zum Thema entwickelt und intensiv diskutiert. Das Positionspapier ist das Ergebnis eines breiten Konsensprozesses mit Beteiligten unterschiedlicher Disziplinen, erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit und spiegelt den derzeit aktuellen Stand der Diskussionen wider.

Das Positionspapier adressiert sechs zentrale Themenfelder: (1) Transformative Forschung, (2) Forschungsförderung und -vernetzung, (3) Datenzugang und -verknüpfung, (4) Bildungs- und Informationsmöglichkeiten, (5) Prävention, Mitigation und Adaptation sowie (6) Nachhaltigkeit bzw. Klimaneutralität im Gesundheits- und Forschungssektor.

Das Positionspapier ruft zu einer engen Zusammenarbeit, Mut und Entscheidungswillen auf Seiten von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft auf, um ein zukunfts- und widerstandsfähiges Gesundheitssystem zu schaffen, das den Herausforderungen des Klimawandels gewachsen ist und diesem entgegenwirkt. Es dient als Ausgangspunkt für weitere Diskussionen und die Erarbeitung konkreter Strategien, um Klimaresilienz und Nachhaltigkeit im Gesundheitswesen langfristig zu stärken.

The impact of climate change on human health, healthcare, and health systems constitute one of the most pressing challenges of our time. In response, this position paper outlines perspectives, strategic approaches, and potential solutions aimed at fostering a climate-resilient and low-carbon healthcare sector. It was developed in collaboration with representatives from scientific societies, working groups, professional associations, and institutions with a dedicated expertise on the topic and was the subject of extensive interdisciplinary dialogue. This position paper reflects the outcome of a broad consensus-building process involving stakeholders from diverse academic and professional backgrounds. While it does not claim to be exhaustive, it represents the current state of discussions.

The paper addresses six central topics: (1) Transformative research, (2) Research funding and research networking, (3) Data access and linkage, (4) Education and information opportunities, (5) Prevention, mitigation, and adaptation, as well as (6) Sustainability and climate neutrality in the health and research sector.

The position paper advocates for intensified collaboration, courage and willingness to make decisions on the part of the scientific community, policymakers, and civil society to develop a future-proof and resilient healthcare system capable of withstanding

ing the multifaceted challenges posed by climate change. This position paper is intended as a foundation for ongoing discourse and the development of concrete policy and practice-oriented strategies to enhance climate resilience and sustainability in health systems over the long term.

**Corresponding Author:**

Dr. Ivonne Panchyrz, Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus an der Technischen Universität Dresden, Zentrum für Evidenzbasierte Gesundheitsversorgung, Dresden, Germany, [ivonne.panchyrz@uniklinikum-dresden.de](mailto:ivonne.panchyrz@uniklinikum-dresden.de)

**Contributors' Statement:** Fabian Baum: Conceptualization, Methodology, Project administration, Validation, Writing - original draft. Katharina van Baal: Conceptualization, Methodology, Project administration, Validation, Writing - original draft. Jobst Augustin: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Heike van de Sand: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Klara Lorenz-Dant: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Christina Lindemann: Validation, Writing - review & editing. Dorothea Baltruks: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Christa Büker: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Johannes Deutschbein: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Karin Geffert: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Holger Gothe: Validation, Writing - review & editing. Alina Herrmann: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Claudia Hornberg: Validation, Writing - review & editing. Claudia Konnopka: Validation, Writing - review & editing. Anna Kuehne: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Esther Luhmann: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Maria-Inti Metzendorf: Validation, Writing - review & editing. Ingo Meyer: Validation, Writing - review & editing. Andreas Meyer-Lindenberg: Validation, Writing - review & editing. Jochen Schmitt: Validation, Writing - review & editing. Miriam Steinmann: Validation, Writing - review & editing. Petra Thürmann: Conceptualization, Validation, Writing - review & editing. Jennyfer Wolf: Validation, Writing - review & editing. Patrick Ziech: Validation, Writing - review & editing. Annika Ziegler: Validation, Writing - review & editing. Martin Härter: Validation, Writing - review & editing. Ivonne Panchyrz: Conceptualization, Methodology, Project administration, Validation, Writing - original draft.

**Affiliations:**

Fabian Baum, Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus an der Technischen Universität Dresden, Zentrum für Evidenzbasierte Gesundheitsversorgung, Dresden, Germany

Katharina van Baal, Medizinische Hochschule Hannover, Institut für Allgemeinmedizin und Palliativmedizin, Hannover, Germany

Jobst Augustin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE), Institut für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen, Hamburg, Germany

[...]

Ivonne Panchyrz, Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus an der Technischen Universität Dresden, Zentrum für Evidenzbasierte Gesundheitsversorgung, Dresden, Germany

# 1 Introduction

2 Anthropogenic climate change is part of what is known as the planetary triple crisis. Alongside  
3 biodiversity loss in an ecosystem degradation, and environmental pollution, climate change is one of  
4 the greatest challenges of the 21st century, with far-reaching implications for public health and  
5 healthcare. Despite concrete scientific evidence [1-4], both public awareness and the political arena  
6 have so far failed to adequately recognize the effects of climate change – with the exception of heat  
7 – on healthcare and the specific challenges associated with increasing the resilience of the  
8 healthcare system to climate change and reducing emissions from the healthcare system [3, 5].

9 The direct effects of climate change on health include those that occur immediately after a climate  
10 change or weather event [6]. These include, for example, heat-related illnesses such as heat  
11 exhaustion or heat stroke, but also additional stress for people with chronic conditions such as  
12 diabetes mellitus, respiratory or cardiovascular diseases. This goes hand in hand with a significantly  
13 higher use of emergency rooms and intensive care units in hospitals and outpatient care services [7,  
14 8]. Other direct effects include injuries and deaths caused by extreme weather events such as floods,  
15 forest fires, and storms, which are becoming more frequent and more severe as a result of climate  
16 change. Extreme weather events may also cause temporary and local failures of health care  
17 structures [9, 10] and, in the worst case, disrupt supply chains and thus impair the availability of  
18 medical services [11-13]. Health care providers and health care workers themselves are also  
19 affected by the consequences of climate change, and their absence or declining performance can  
20 also contribute to gaps in care [14]. In addition to direct effects, climate change also has indirect  
21 effects on health and healthcare, such as changes in the spread of vector-borne infections and  
22 allergens [13]. The consequences of poor air and water quality and increased UV exposure can also  
23 be included under this heading [10, 15, 16]. Furthermore, mental stress and psychological  
24 consequences of climate change can also be mentioned. In addition, there may be negative synergy  
25 effects between the direct and indirect impacts of climate change. For example, high temperatures  
26 combined with air pollution further increase the frequency of respiratory diseases and their  
27 exacerbations, which places an additional strain on health care systems [11, 17].

28 This increased burden on the healthcare system is also reflected in higher healthcare costs. For  
29 example, studies show that extreme heat and cold not only have an impact on health but also place  
30 a considerable economic burden on healthcare systems [18, 19]. In Germany alone, hospitalizations  
31 due to temperatures above 30°C were estimated to cause monetary health damage of around  
32 750,000 to 5 million euros per 10 million inhabitants [20], with the costs mainly being borne by  
33 vulnerable risk groups such as older people [18, 19]. In addition, heat primarily affects indirect costs  
34 through productivity losses due to incapacity to work, disability, and premature mortality, with  
35 global gross domestic product (GDP) expected to decline by more than 20% by 2100 [21, 22].  
36 Without measures to curb greenhouse gas emissions (Representative Concentration Pathways  
37 Scenario RCP8.5,[23]) and assuming constant population growth, cost increases of approximately  
38 5% are expected in the 2050s compared to the 2010s for emergency treatment alone [24].

39 The complex interactions and associated costs make it clear that both the urgent mitigation of  
40 anthropogenic climate change and the adaptation of healthcare to its growing consequences are  
41 becoming increasingly important, and that measures to protect the population must take into

42 account both direct and indirect health effects [25]. This paper and the positions it contains  
43 underscore the need for evidence-based, climate-resilient healthcare that is comprehensive and  
44 fair, i.e., equally accessible to all people. It also emphasizes the protection of particularly vulnerable  
45 groups in terms of preventing health consequences but also conserving resources and avoiding  
46 costs. On the other hand, the paper also advocates for a sustainable and low-greenhouse-gas  
47 healthcare system. This would create strong synergies to simultaneously promote planetary health  
48 at the ecosystem level and human health.

## 49 **Approach to Developing the Thematic Areas, Positions, and Action Strategies**

50 The working group “Climate Change and Health” of the German Network for Health Services  
51 Research (Deutsches Netzwerk Versorgungsforschung, DNVF) initiated an interdisciplinary  
52 collaboration with representatives from related professional societies—each maintaining its own  
53 section on “Climate Change and Health” or related focus areas (for example, “Global Health”)—as  
54 well as with additional working groups, associations, and institutions (see Tab. 1). The objective of  
55 this initiative is to systematically identify existing deficits within the German health care system in  
56 the context of climate change and to develop evidence-based, cross-sectoral action strategies.

### 57 Joint Starting Point

58 In light of the escalating interrelations between climate and health crises, there is no longer room for  
59 inaction at either the political or societal level. Immediate and effective decisions and actions are  
60 required. Against this background, the guiding questions were: (1) What conditions are necessary  
61 for research to adequately address the challenges posed by climate change and health? (2) What  
62 new research questions will emerge in the future? and (3) How can German research achieve  
63 transformative impact through interdisciplinary networks?

### 64 Consensus Process and Category System

65 The methodological approach for developing the position paper was based on an informal,  
66 qualitative consensus process designed to integrate interdisciplinary perspectives and ensure broad  
67 acceptance of six predefined thematic areas and corresponding positions. The methodology  
68 included collecting existing positions and developing new perspectives through interdisciplinary  
69 discussions.

70 The process comprised three meetings of the working group. During the first meeting, the concept  
71 of a joint, cross-disciplinary position paper was introduced, and the interest and willingness to  
72 participate among representatives of the professional societies, working groups, associations, and  
73 other institutions were assessed. Subsequently, participants were invited to submit written  
74 statements on their existing thematic areas and positions related to climate change and health. The  
75 statements served as the basis for analysis by the chairs of the DNVF working group “Climate Change  
76 and Health.” This analysis aimed to identify key thematic areas and extract positions shared by all  
77 participants. The objective was to develop consensual, interdisciplinary perspectives and to organize  
78 them under thematic categories within a category system.

79 Consensus building occurred over two additional meetings. In the second meeting, the category  
80 system was presented and discussed to determine which positions were jointly supported by all  
81 participants. In the third meeting, the system was expanded and supplemented with additional

82 positions. These were refined and agreed upon through interdisciplinary discussion. The chairs of  
83 the DNVF working group “Climate Change and Health” iteratively revised these positions. Final  
84 consensus was reached through feedback and validation by all participants. This process resulted in  
85 the formulation of six agreed thematic areas with corresponding positions that outline key  
86 prerequisites and action areas for evidence-based, practice-oriented, and sustainable development  
87 of the German health care system in the context of climate change. The six thematic areas can be  
88 grouped into three domains, between which thematic overlaps and interconnections exist (see  
89 Error: Reference source not found).

#### 90 Formulation of the Thematic Areas and Positions

- 91 (1) Strengthening and institutionally anchoring **Transformative Research**
- 92 (2) Further development of **Research Funding and Research Networking**
- 93 (3) Ensuring **Data Access** and promoting **Data Linkage**
- 94 (4) Expanding **Education and Information Opportunities**
- 95 (5) Consistent focus on **Prevention, Mitigation, and Adaptation**
- 96 (6) Aligning the health and research sectors with principles of **Sustainability and Climate Neutrality**

### 97 **Topics with Positions and Action Strategies**

#### 98 **1. Transformative Research**

##### 99 Background:

100 Climate change represents a societal challenge that must be accompanied by scientific evidence.  
101 Research on climate change and its impacts on individual and public health, as well as on healthcare  
102 provision, should actively involve and support political decision-makers and engage civil society to  
103 shape transformative processes democratically. Following the WHO’s “Health in All Policies”  
104 approach, a corresponding concept of “Environment and Health in All Policies” could promote the  
105 systematic integration of environmental and health aspects into all political decisions to ensure  
106 sustainable and healthy development [26]. This concept suggests that environmental and health  
107 aspects should be incorporated into all policy-making to secure sustainable and healthy  
108 development across society. By embracing these approaches, it can be ensured that transformative  
109 research does not remain isolated but is anchored within the context of comprehensive political  
110 strategies and societal responsibility.

111 Transformative research addresses the fundamental conversion of societal systems towards  
112 sustainability and confronts the mounting global pressure from complex problems in order to  
113 initiate effective change. To this end, it is necessary to study the societal shift towards sustainability  
114 and future viability [27]. Scientific evidence is intended to support both decision-makers and the  
115 public in implementing proactive societal change processes, yet it is currently insufficiently  
116 acknowledged or translated into practice. This can be observed, for example, in the transfer of  
117 projects with different thematic focuses on “new models of care”, which were funded by the  
118 Innovation Fund of the Federal Joint Committee (G-BA). Lindemann et al. noted that for projects that  
119 have received a recommendation for transfer from the funding body, there are currently “significant  
120 structural and procedural barriers to their integration” into routine healthcare practice [28].  
121 Although many projects on the health impacts of climate change are still ongoing or have only

122 recently been completed, it is likely that, analogous to other research fields, a substantial  
123 implementation gap exists between the funder's recommendation for transfer and the actual  
124 implementation of research findings into healthcare practice.

125 A concrete example of research on the environment, climate change, and healthcare with a clear  
126 evidence base that is inadequately reflected in political action is the significant health impact of air  
127 pollution, which is largely caused by the transport sector, industry, wood-burning heaters, and  
128 agriculture. Research unequivocally demonstrates that high exposure to particulate matter is  
129 associated with an increased risk of respiratory diseases, cardiovascular diseases, and premature  
130 mortality [29]. Other air pollutants with proven negative health effects include ozone, nitrogen  
131 dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide [30]. Improving air quality not only has a positive effect  
132 on health but also reduces the health effects of heat [31, 32]. Robust evidence indicates that  
133 significant health gains can be achieved by improving air quality [33, 34]. At the same time,  
134 individuals with a lower socioeconomic position face an increased risk of exposure to air pollutants,  
135 which in turn exacerbates social and health inequalities. This undermines the principle of  
136 "equivalent living conditions", a goal enshrined in every German coalition agreement since  
137 reunification. Despite this evidence, not a single country in the world has fully implemented the  
138 WHO's air quality guidelines to date [35-37]. Many countries have still not established strict limits for  
139 particulate matter or adequately monitored compliance, leading to ongoing public health risks. This  
140 example highlights the discrepancy between scientific evidence and the delayed political  
141 implementation of necessary measures in public health and policymaking. This incoherence  
142 between scientific evidence and practical conclusions and actions is particularly noteworthy and  
143 consequential in climate change-related health research, and structures must be urgently created to  
144 bridge this gap.

#### 145 **Our Positions:**

##### 146 **Scientific Guidance for Social Change Processes**

- 147 • Societal change processes in response to climate change, aiming for sustainable  
148 development, should be designed based on evidence and receive scientific guidance.
- 149 • Decision-makers should be actively involved in the research process from the outset. Specific  
150 measures and interventions should always be evaluated in terms of their purpose and goal  
151 attainment.

##### 152 **Citizen Participation and Social Acceptance**

- 153 • It is essential to engage not only policymakers and decision-makers but also citizens actively  
154 in these processes to foster social acceptance and co-creation.
- 155 • The participation of the population allows for the integration of diverse life perspectives, the  
156 joint development of relevant research questions and solutions, and the democratic  
157 legitimization of sustainable measures. Scientific findings should therefore be  
158 communicated in a way that is accessible and comprehensible to the public, enabling active  
159 participation.

##### 160 **Transparency of and Access to Scientific Findings**

- 161 • An expansion of descriptive-analytical and transformative research approaches is needed,

- 162 generating knowledge through trustworthy and transparent processes.
- 163 • Findings should be published promptly, accessibly, and in a manner tailored to the target
- 164 audience. For this purpose, information platforms should be created and established to
- 165 ensure a solid and precise basis for decisions on measures for a climate-resilient and low-
- 166 greenhouse-gas healthcare system for the entire population.
- 167 • Finally, evidence-based recommendations for action and interventions in health and care
- 168 should be implemented quickly by decision-makers. This requires clear rules, such as the
- 169 strong involvement of decision-making institutions in the research and change process or the
- 170 establishment and promotion of implementation phases [28].

## 171 2. Research Funding and Research Networking

### 172 **Background:**

173 Within the research landscape for climate-resilient and low-greenhouse-gas healthcare in Germany,

174 isolated funding guidelines and temporary projects dominate. Since 2022, the Federal Ministry of

175 Research, Technology, and Space (BMFTR) has been funding a consortium, a single project, and ten

176 junior research groups in this scope with up to €3.4 million euro. The funding measure "Junior

177 Research Groups Global Change: Climate, Environment, and Health" is set to continue until 2027

178 [38]. The Federal Ministry of Health (BMG) also pursues the goal of strengthening scientific evidence

179 and health-related climate communication. To this end, the BMG has launched several research

180 projects in recent years, e.g., an inventory of "Resource Efficiency, Climate Protection, and

181 Ecological Sustainability in the Healthcare Sector" or an "Analysis of the Funding Landscape for

182 Healthcare Facilities in the Area of Climate Protection and Ecological Sustainability" [39].

183 Furthermore, the "CirculAid" funding initiative of the German Federal Environmental Foundation

184 (DBU) supports ideas for more circular economy in healthcare. To date, five projects with a total

185 funding volume of €1.2 million euro have been realized [40]. On June 27 2022, the G-BA published a

186 funding announcement for health services research within the framework of the Innovation Fund, in

187 which "health in climate change" was named as one of seven topic areas [41]. Seven projects in this

188 topic area have been or will be funded [42]. Overall, research in the field of climate change and

189 health has increased in recent years but still lags significantly behind other fields of research [13, 15].

190 The status report by the Robert Koch Institute compiles current and robust information on the

191 significance of climate change for human health and identifies specific research gaps [43]. Enhanced

192 and long-term research funding is necessary to close this research deficit and to give the critically

193 important, yet nascent field of climate-health research the space it needs to address the growing

194 threat of climate change. To ensure that the deployed funds are used effectively and contribute to a

195 long-term improvement of healthcare, attention should be directed towards a systematic and

196 comprehensive evaluation of the funded projects and measures.

197 Furthermore, particularly in research on climate-resilient and low-greenhouse-gas healthcare,

198 relationships are often dynamic and complex, as a wide variety of mechanisms and systems interact.

199 Therefore, inter- and transdisciplinarity are crucial: only by integrating diverse perspectives from the

200 social, natural, and health sciences can complex interrelationships be understood, communicated,

201 and health crises exacerbated by climate change be counteracted in an evidence-based manner.

### 202 **Our Positions:**

203 Long-Term and Coordinated Research Funding for Healthcare in Times of Climate Change

- 204 • Climate change brings with it long-term and dynamic changes in society, e.g., due to  
205 transformations or entirely new phenomena and consequences of climatic and  
206 environmental changes. These changes and the necessary political decisions and  
207 orientations that accompany them must be accompanied by science, which requires longer  
208 time intervals for the planning and implementation of scientific projects and an evidence-  
209 based, structured derivation of recommendations for action.
- 210 • Regular, long-term, and cross-project funding opportunities for continuous research,  
211 surveillance, and implementation of healthcare are needed, for example, on the following  
212 topics:
- 213 a) Avoiding overprovision, underprovision, and misprovision in healthcare
  - 214 b) Protection of particularly vulnerable or high-risk groups,
  - 215 c) Sustainable transformation of the healthcare system, and
  - 216 d) Evaluation of transformation measures.

217 Interdisciplinary and Intersectoral Networking for Research into the Effects of Climate Change on  
218 Health

- 219 • Interdisciplinary and intersectoral networking involving a multitude of research disciplines is  
220 essential. This allows the complex issues to be analysed from the different perspectives of  
221 individual disciplines and sectors.
- 222 • Environmental and climate sciences can quantify and qualify the climatic and ecological  
223 changes caused by climate change. Epidemiology and public health are the scientific  
224 disciplines whose expertise can be used to quantify the health consequences of these  
225 climatic changes for human health at the population level. Health services research, in turn,  
226 anticipates and observes the consequences of these changes for the healthcare landscape  
227 and health systems and develops and evaluates appropriately adapted forms of care. The  
228 social sciences make a significant contribution to the social determinants of health by, for  
229 example, identifying vulnerable groups or investigating multiple burdens (e.g., health and  
230 socioeconomic vulnerability) and analyzing society's perception of the risks of climate  
231 change. It is also important to address the influence of health and climate change literacy.  
232 For example, nursing science research can generate insights into the prevention of climate-  
233 induced health problems, the quality of outcomes of climate-related nursing interventions,  
234 and sustainable practices in healthcare facilities. Effective interventions at the population  
235 level should also be considered to promote behavioural change. Evidence-based medicine  
236 approaches and methods can contribute to understanding and reducing individual health  
237 risks posed by climate change and reflect the current state of science and existing research  
238 gaps on the topic under investigation.
- 239 • The interaction between the various research disciplines should aim to pool methodological  
240 expertise and promote the development of new methods and disciplines (e.g., Climate  
241 Epidemiology, Implementation Research).
- 242 • Additionally, there should be an increase in cross-sectoral and interdisciplinary  
243 communication and collaboration with the Public Health Service (PHS) municipalities, health  
244 insurance funds, associations of statutory health insurance physicians, professional bodies,

245 scientific societies, health scientists, natural scientists, communication scientists, and  
246 nursing scientists. The involvement of urban planning, hospital planning authorities of the  
247 federal states, as well as mobility and nutrition experts and their respective institutions is  
248 also relevant to engage further key stakeholders.

- 249 • At the political level, the German Advisory Council on Global Change (WBGU) and the  
250 German Advisory Council on the Environment (SRU) should be granted expanded mandates  
251 and resources beyond their advisory function to increase their effectiveness and political  
252 influence. This can support the conceptual collaboration of all participants and promote  
253 networking between researchers and policymakers [44].

### 254 3. Data Access and Linkage

#### 255 **Background:**

256 The generation and synthesis of evidence on the health consequences of climate change and its  
257 impact on the German healthcare system requires the triangulation of three data resources: Data on  
258 weather and environmental exposure, routine healthcare data (e.g., diagnoses, utilization  
259 behaviour, work incapacity), and specific personal data, such as sociodemographic data, data on  
260 place of residence and living conditions, as well as data on people's attitudes, competencies, and  
261 behaviours in relation to climate phenomena. Only through the integration and targeted linkage of  
262 relevant data can urgent questions be answered: What are the acute and long-term health impacts  
263 of isolated and combined consequences of climate change? Which prevention options are effective,  
264 safe, and efficient? Do new challenges for healthcare delivery arise from this? What adjustments are  
265 appropriate to make the German healthcare system more climate-resilient? Which target groups  
266 can be effectively reached with which measures? How can synergies between planetary and human  
267 health be optimally utilized?

268 With regard to weather and environmental data, there is currently a wide range of data available,  
269 both free of charge and at a cost. This data is characterized by high spatial and temporal resolution,  
270 with differences in, among other things, the number of available weather and environmental  
271 indicators or in historicity [45].

272 Access to a wide range of health data and the ability to link this data are crucial for better quantifying  
273 the effects of climate change on health. Currently, access to suitable health data, and particularly  
274 routine healthcare data (VeDa), is inadequate, which complicates the retrospective and prospective  
275 analysis of the relationships between climatic changes and health, as well as healthcare. While  
276 scientific data, for instance from meteorology, are considered readily available [46, 47], VeDa are  
277 often difficult to access, delayed, and rarely available in its entirety [11, 48, 49].

278 Statutory Health Insurance (SHI) routine data from in the context of research on environmental  
279 influences can currently only be used with the support of SHI companies and the approval of their  
280 supervisory authorities, which often means that researchers cannot access the necessary data. Even  
281 if approval for the scientific use of VeDa has been granted, there are currently significant restrictions  
282 on its usability. For example, SHI routine data is only available after a delay of up to several months  
283 or years, meaning that evidence-based health policy measures, such as preventive or adaptive  
284 measures for health protection, can rarely be implemented in a timely manner. Furthermore, data  
285 protection regulations often prevent sufficiently long periods from being covered. In addition, data

286 protection also limits the spatial and temporal resolution of routine data, making certain analyses,  
287 e.g., on the health effects of the microclimate of a heat wave, difficult or impossible to carry out [50].

288 We therefore essentially agree with the demands of the DNVF position paper on the Health Data Use  
289 Act (Gesundheitsdatennutzungsgesetz), which was co-signed by 78 institutions and scientific  
290 societies [51].

#### 291 **Our Positions:**

##### 292 **Transparent, Rapid, and Pragmatic Access to Health Data for Research and Surveillance/Monitoring**

- 293 • Scientific research and surveillance/monitoring require transparent, rapid, and pragmatic  
294 access to health data and the ability to link it with high-resolution environmental exposure  
295 data and information on individual attitudes, competencies, and behaviour regarding climate  
296 and health-related aspects, in compliance with data protection regulations [52].
- 297 • In order to develop early warning systems that can respond flexibly to the current risk  
298 situation, up-to-date and integrated data from acute care is necessary. For example, heat  
299 increases the risk of heart attacks [7, 8], especially when accompanied by tropical nights[53].  
300 In such cases, it may be advisable to have inpatient beds and stroke units available, especially  
301 in intensive care units, as well as specialist medical expertise and technical equipment.

##### 302 **Higher Spatial Resolution and Longer Historization of Health Data**

- 303 • Studies show that integrating data from different sources, such as satellite and sensor data,  
304 can improve spatial and temporal resolution, which is particularly important for  
305 microclimate analyses (e.g., comparison of densely vs. less densely built-up urban areas)[54].  
306 High-resolution spatial VeDa, in combination with high-resolution weather and  
307 environmental data, is essential for hot spot and spatial analyses of the consequences of  
308 weather and environmental exposure. Healthcare-related SHI data is currently limited in its  
309 temporal scope due to data storage requirements imposed by health insurance companies  
310 (max. 10 years). However, the health effects of climate change-related weather and  
311 environmental exposure are sometimes only visible after decades. (This includes, for  
312 example, the increasing prevalence of skin cancer due to increasing UV radiation intensity).  
313 The temporal limitation of VeDa is particularly significant for modelling the health effects of  
314 climate change.

#### 315 **4. Education and Information Opportunities**

##### 316 **Background:**

317 Despite the increasing relevance of climate-related health risks, these topics have not yet been  
318 systematically incorporated into the curricula of health professions [55]. Although initial initiatives  
319 exist, such as the "Climate Change and Health" curriculum of the German Medical Association (BÄK)  
320 and other curricula developed for nursing professionals, the PHS, occupational therapy, speech  
321 therapy, physiotherapy, ecotrophologists, and the Federal Chamber of Pharmacists, these remain  
322 selective and do not yet comprehensively cover all professional fields [56]. This highlights the urgent  
323 need to systematically and mandatorily incorporate the health consequences of climate change into  
324 the curricula of medical, therapeutic, and nursing training, as well as into continuing education and

325 training, in order to provide all stakeholders in the healthcare sector with the necessary knowledge  
326 and skills [57]. In particular, the effects of climate change on health as a central challenge must be  
327 anchored in the respective sectors/areas, and increasing and emerging disease patterns caused by  
328 climate change must be addressed and discussed. Furthermore, it is important to take the health  
329 consequences of climate change into account in health education for citizens in order to promote  
330 broad acceptance and understanding of the need for climate-resilient healthcare. Options for action  
331 and adaptation to minimize health risks should be known to both healthcare professionals and  
332 citizens and should be further developed. The goal is a comprehensive climate-sensitive education  
333 and information agenda in the healthcare system and healthcare provision. This offers the  
334 opportunity not only to address the direct effects of climate change on health, but also to take  
335 greater account of the interactions between social and environmental determinants. Such an  
336 agenda should focus specifically on co-benefits such as promoting mental health, healthy nutrition,  
337 active mobility, and clean air in order to reduce both individual and societal health risks.

### 338 **Our Positions:**

#### 339 **Systematic Integration of Climate Change and Health into Curricula**

- 340 • It is necessary to design, evaluate, and implement comprehensive curricula on the  
341 connection between climate change and its impact on human health and healthcare in  
342 school curricula, including training and continuing education programs. This includes:
  - 343 a) Teaching health professionals general and specialized knowledge about the health  
344 consequences of climate change, including its effects on people, nature, and social  
345 systems
  - 346 b) Empowering health professionals to act as multipliers through education, prevention,  
347 and counselling;
  - 348 c) Mandatory training for all health professions, including prospective medical educators,  
349 through legislative measures and incentives;
  - 350 d) Establishing a long-term monitoring system to regularly review and measure progress in  
351 studies, training, and continuing education on the topic of climate change and health.

#### 352 **Continuing Education and the Multiplier Role of Health Professionals**

- 353 • Practicing health professionals require continuous further education and information to  
354 develop climate- and environment-related health literacy and to act effectively in providing  
355 climate-resilient and low-greenhouse-gas healthcare.
- 356 • Health professionals have a responsibility to develop climate-resilient health literacy due to  
357 the trust society places in them. They act as multipliers, informing and advising the  
358 population and patients on climate-resilient health behaviour.

#### 359 **Health Education for the Public**

- 360 • Health education for citizens in different settings is essential to prepare the population for  
361 the health risks of climate change and to communicate targeted prevention strategies.
  - 362 a) Targeted, accessible training and awareness campaigns raise awareness of the health  
363 consequences of climate change and promote climate-resilient and sustainable health

- 364 behaviours [58].
- 365 b) Educational institutions, health organizations, and authorities can develop programs  
366 that communicate the link between climate change and health, such as the WHO project  
367 "Climate and Health Literacy" [59].
- 368 • Key health impacts of climate change, such as changes in the effects of medicines in hot  
369 weather, increasing air pollution, and an increased risk of infection, pose particular  
370 challenges. Vulnerable groups such as older people, children, pregnant women, people with  
371 pre-existing conditions, and socially disadvantaged people must be provided with targeted  
372 information.
  - 373 • Scientific evidence, such as the association between heat stress during pregnancy and  
374 increased risks of preterm labour and miscarriage, should be made easily accessible in order  
375 to specifically address risk factors [60].

## 376 5. Prevention, Mitigation, and Adaptation

### 377 **Background:**

378 Current measures to protect the general population from the effects of climate change are  
379 insufficient, especially for vulnerable groups such as children, older people, people with mental  
380 illness or other pre-existing conditions, and people with low socioeconomic status [61-63].  
381 Behavioural and environmental prevention measures should take into account the effects of climate  
382 change on health and climate protection aspects. For example, heat action plans comprehensively  
383 combine adaptation measures for health protection during heat waves. The PHS plays a central role  
384 in this by taking on the task of creating and distributing such plans to institutions and agencies. These  
385 measures need to be anchored in various areas, including schools, elderly care facilities, family  
386 doctors' practices, clinics, outpatient care services, and emergency services. In its role as a  
387 multiplier, the PHS has the potential to coordinate these measures regionally, implement them in  
388 healthcare, and evaluate them [62, 64]. Particular focus should be placed on strategies that highlight  
389 so-called co-benefits—positive side effects that lead to both a reduction in greenhouse gas  
390 emissions and the promotion of public health. A recent evidence synthesis provides a  
391 comprehensive review of co-benefits and creates a scientific basis for the development of such  
392 strategies [65]. A concrete example is incentives for switching from car to bicycle traffic in inner  
393 cities, as this contributes to both climate protection and health promotion, for example through  
394 more exercise, better air quality, and a reduced risk of disease [65].

395 Despite a wide range of prevention approaches, preventive measures for behavioural and  
396 situational prevention often continue to follow a "one size fits all" approach, with the result that  
397 vulnerable and disadvantaged social groups are often inadequately reached. Targeted measures are  
398 needed to promote equal opportunities for participation in prevention [66, 67]. At the same time,  
399 the health consequences of climate change are unevenly distributed, as vulnerable population  
400 groups are particularly affected due to their higher exposure to risks such as extreme heat and air  
401 pollution, as well as their limited ability to adapt. These interactions between climate-related  
402 stresses and social determinants of health exacerbate existing inequalities, especially among  
403 socioeconomically disadvantaged groups [25, 68, 69].

404 In addition to the challenges in prevention, there are significant shortcomings in disaster control and

405 crisis management, as became clear during the flood disaster in the Ahr Valley. A tragic example is  
406 the “Lebenshilfe house” in Sinzig, where twelve people with disabilities died because there were no  
407 adequate evacuation plans in place. In addition, there was a lack of regular drills, which meant that  
408 staff were inadequately prepared and communication chains failed [70, 71]. To overcome these  
409 challenges, integrative strategies are needed that focus on social justice as well as climate  
410 adaptation and mitigation.

#### 411 **Our Positions:**

#### 412 **Behavioural and Environmental Prevention to Address the Impacts of Climate Change on Health and** 413 **Healthcare**

- 414 • Targeted research on situational and behavioural prevention in various settings (including  
415 schools, workplaces, daycare centres, educational institutions, healthcare facilities, public  
416 spaces, etc.) is necessary, explicitly addressing the participation and specific needs of  
417 vulnerable and/or disadvantaged groups.
- 418 • Environmental prevention should be given greater focus, as it achieves long-term and  
419 sustainable effects through structural changes. Urban planning measures such as access to  
420 green spaces, fresh air corridors, and shaded public spaces are possible approaches, as these  
421 reduce health risks associated with heat [72].
- 422 • Measures to improve the food and infrastructure environment are important for health  
423 protection, especially for socially disadvantaged groups. These include, among others:
  - 424 a) Expanding easily accessible, healthy, and sustainable community catering;
  - 425 b) Providing widespread access to drinking water fountains and "cooling islands" with  
426 information services;
  - 427 c) Provision of clean, free, and accessible toilets to support fluid intake, especially among  
428 older people [4].
- 429 • According to the 3-pillar model for sustainability (economy, culture, social issues) [73],  
430 infrastructure for active mobility and stronger regulation of commercial determinants of  
431 health are needed (e.g., restrictions on advertising for products that are harmful to health  
432 and the climate) in order to transform behavioural and environmental conditions equally in  
433 favour of sustainable health promotion [74].
- 434 • Heat action plans should combine structural and individual health promotion and prevention  
435 services and be tailored to the needs of vulnerable groups. Hospitals, general practitioners'  
436 practices, and public health services should be actively involved in the implementation of  
437 heat action plans to ensure comprehensive care. At the same time, healthcare facilities  
438 should also prepare themselves through targeted heat action planning.
- 439 • Preventive measures such as heat action plans, nutrition and exercise programs, and curative  
440 medicine measures must be scientifically monitored and, if proven effective, established  
441 comprehensively in various settings. Healthcare facilities and the public health service should  
442 act as central players in order to coordinate and implement the measures effectively.

#### 443 **Barrier-Free and Socially Equitable Preventive Measures**

- 444 • Knowledge transfer should be accessible, use simple language, and incorporate positive

445 visions of the future in order to promote individual and public awareness. Low-threshold  
446 offerings such as information events in public spaces (e.g., community centres or  
447 pharmacies) are key to directly addressing vulnerable groups and teaching them practical  
448 adaptation measures [75, 76].

- 449 • Prevention approaches must be socially equitable in order to support disadvantaged groups  
450 that are particularly affected by the impacts of climate change [77]. Community-based  
451 approaches that involve local actors, such as people from education and care institutions and  
452 healthcare providers, in the planning and implementation of climate adaptation measures  
453 have proven to be effective [78].
- 454 • Climate adaptation strategies should be specifically integrated into existing healthcare  
455 programs, for example through family doctor practices or mobile health services, in order to  
456 tailor preventive services to the needs of disadvantaged people [79].

### 457 Systematic Improvement of Disaster Management considering Vulnerable Groups and Mental 458 Health

- 459 • Comprehensive improvements are needed in disaster management, which systematically  
460 addresses all phases: disaster and crisis prevention, preparedness, response, and recovery.
- 461 • Vulnerable groups, such as people with disabilities, people in need of care, older people, and  
462 socially disadvantaged groups, must be specifically included in disaster preparedness.
- 463 • Implementation of adequate evacuation plans, regular emergency drills, and ensuring  
464 functioning communication chains to guarantee the ability of all parties involved to act in an  
465 emergency [70, 71].
- 466 • It is also necessary to integrate mental health into disaster preparedness and response.  
467 Studies show that extreme weather events such as floods and heat waves lead to an increase  
468 in depression, anxiety disorders, and substance abuse [80]. These psychological stresses are  
469 compounded by an already overburdened mental health care system [66].
- 470 • Preventive measures, such as psychological training for emergency responders, should be  
471 prioritized, and mental health services should be integrated into disaster plans to ensure  
472 comprehensive care.

## 473 **6. Sustainability and Climate Neutrality in the Healthcare and Research Sector**

### 474 **Background:**

475 Through the provision of patient care and the associated pharmacotherapy, healthcare systems  
476 contribute significantly to environmental and climate burdens. Achieving low-greenhouse-gas  
477 healthcare across all sectors currently remains a major challenge. In Germany, the healthcare sector  
478 accounts for 6% of national greenhouse gas emissions, at 0.68 t CO<sub>2</sub> per person, which is above the  
479 EU average of 4.7% [81]. This makes Germany one of the countries where the healthcare sector  
480 contributes significantly to emissions [81, 82]. Our healthcare system is not only one of the most  
481 expensive, but also contributes more to climate change than those of our neighbouring countries.  
482 The consistent implementation of hospital reform without further dilution by exemptions is  
483 therefore urgently needed. The healthcare sector also generates considerable amounts of waste  
484 and packaging waste and has high energy, resource, and water requirements [83], especially in  
485 emergency and intensive care medicine [84]. However, the largest share, accounting for 80% of the

486 total volume, is represented by so-called Scope 3 emissions. Scope 1, 2, and 3 emissions are  
487 categories of greenhouse gas emissions that companies must distinguish when preparing their  
488 greenhouse gas inventories. Scope 3 emissions are indirect emissions within the value chain, such as  
489 within upstream and downstream supply chains. These primarily relate to the production and  
490 transport of pharmaceuticals. This highlights the urgent need for sustainable resource procurement  
491 and management in the healthcare sector [85, 86].

492 The research sector also contributes to the climate burden through various mechanisms. A key  
493 factor is the high energy consumption of simulation models used for climate projections and impact  
494 assessments [87]. Operating laboratories also has a significant impact on the climate and  
495 environment [88]. Furthermore, the use of artificial intelligence (AI) in research requires high levels  
496 of energy and drinking water [89]. Against the backdrop of the increasing importance and use of AI,  
497 the energy transition and the transformation to clean, sustainable energy sources are essential. In  
498 addition, the infrastructure of universities and research institutions creates additional  
499 environmental impacts. Factors such as building operations, travel activities, and the use of  
500 resources contribute to greenhouse gas emissions [90].

### 501 **Our Positions:**

#### 502 **Mandatory Requirements and Targets for Reducing Greenhouse Gas Emissions**

- 503 • The goal is to establish mandatory requirements and targets for the reduction of greenhouse  
504 gas emissions and for the conscious use of resources. This could be achieved, for example,  
505 through a bonus system for already implemented measures or a malus (penalty) system for  
506 unachieved targets. A high degree of strategic determination across all sectors is required to  
507 rapidly achieve climate protection goals [91].
- 508 • A conceivable approach, initiated by the federal government or the Federal Ministry of  
509 Health, would be the development of a holistic strategy in collaboration with the self-  
510 governing bodies, including monitoring the achievement of interim targets and enabling the  
511 necessary legislative frameworks. This includes, for example, anchoring sustainability in the  
512 Social Code Book (SGB), setting requirements in the medical devices and pharmaceutical  
513 sectors, and creating funding programs for building envelope refurbishment.

#### 514 **Development of Strategies and Concepts for a Low-Greenhouse-Gas Healthcare System**

- 515 • At the structural level, it is necessary to develop strategies and concepts for a low-  
516 greenhouse-gas or climate-neutral healthcare system. Examples include the still very high  
517 proportion of resource-intensive inpatient care compared to other European countries and  
518 the associated need for further outpatient care in the German hospital system [92].
- 519 • The first step, drawing from other sectors, would be a clear analysis of the status quo and a  
520 roadmap for the reduction of Scope 1, 2, and 3 emissions. Such strategies are already in place  
521 in the Netherlands, the United Kingdom, and Austria.
- 522 • Furthermore, through targeted evaluations (e.g., in the context of a Green Healthcare  
523 Sector/Green Hospital, policy analyses, effectiveness or acceptance of specific measures,  
524 workplace sustainability, mobility/business travel and vehicles, inclusion of emissions in  
525 cost-benefit analyses, etc.), measures can be successively introduced and their effectiveness  
526 reviewed. Although resources are already flowing into pilot projects and model programs,

527 there is often a lack of systematic evaluation to verify effectiveness, improvement, and  
528 transferability. A stronger anchoring of evaluation processes is necessary to ensure that the  
529 funds are used effectively and enable long-term improvements.

- 530 • In healthcare delivery, greater sustainability can be achieved, among other things, by  
531 reducing the overprovision of care, for instance, by avoiding unnecessary examinations and  
532 pharmaceuticals. Strengthening a preventive health approach and primary care can also  
533 contribute decisively to reducing emissions.
- 534 • An example would be the exclusive use of less climate-damaging drugs or anaesthetics  
535 where alternatives exist. However, there is currently a widespread lack of transparency  
536 regarding the use of pharmaceuticals, such as anaesthetic gases, which contribute  
537 significantly to the greenhouse gas emissions of hospitals [93].
- 538 • Other key aspects of sustainable design relate to the energy sector, raw material  
539 procurement, the production and transport process for drugs, and the disposal of packaging  
540 and waste medication [94]. It is important that measures are based on clearly measurable  
541 target parameters. These should be measured using predefined indicators, thereby  
542 providing incentives for achieving the targets.

#### 543 Avoiding of Greenhouse Gas Emissions in the Research Sector

- 544 • In research, the avoidance of greenhouse gas emissions should be put on the agenda first  
545 [95]. These are generated to a large extent by conference and research trips, among other  
546 things.
- 547 • At the German Research Foundation (DFG), research funding applications have been  
548 supplemented with questions on sustainability, a funding competition for "Resource-  
549 Efficient Large-Scale Research Infrastructures" was held in 2023, and a catalogue of guiding  
550 questions for applicants has been developed to ensure ecological sustainability is considered  
551 from the application stage [96]. This could become a general standard in tendering  
552 procedures for research projects.
- 553 • An important area for action in the research domain concerns the avoidance of "research  
554 waste." This term describes inefficiencies in the research process that contribute to a waste  
555 of resources, time, and effort, and lead to studies that yield no or few meaningful findings or  
556 have limited impact. Research waste can arise from poorly designed or executed studies,  
557 inadequate reporting, or the failure to consider existing evidence when planning new  
558 research projects [97, 98]. In the health sciences, such studies thus offer little or no gain in  
559 knowledge for affected patients, healthcare providers, or society as a whole. Chalmers &  
560 Glasziou address the following starting points for avoiding research waste in healthcare:  
561 ensuring the highest possible relevance of applied and translational research for providers,  
562 patients, and decision-makers; appropriate research methodology regarding design and  
563 analysis; accessibility of research findings; and transparent, unbiased reporting [98]. At the  
564 same time, it must be emphasized that high-quality basic research can also generate a  
565 significant gain in knowledge that may not be of immediate practical use. Basic-oriented  
566 health services research deals with describing, understanding, and explaining healthcare  
567 provision, as well as developing the necessary theories and methods [99].

## 568 Conclusion

569 The positions presented here clearly illustrate the diverse effects of anthropogenic climate change  
570 on health and health care and the equally diverse options for action to mitigate its consequences  
571 and reduce greenhouse gas emissions.

572 Despite evidence-based findings, the direct link between climate change and health, and the central  
573 importance of climate change for healthcare, are still insufficiently perceived in public awareness  
574 and the political sphere, with the exception of heat. The necessity of adapting the healthcare system  
575 to the demands of climate change and making it more resilient is clearly elaborated through the  
576 presentation of the six consensus-based thematic areas and their corresponding positions (Fig. 1).  
577 Comprehensive interdisciplinary and intersectoral collaboration is required to meet these  
578 multifaceted challenges.

579 The positions call for the institutional anchoring of transformative research that scientifically  
580 accompanies and holistically examines societal and political processes. Likewise, a sustainable and  
581 climate-resilient orientation of research funding and networking is necessary, based on  
582 comprehensive and integrated data resources, which generates new research questions and  
583 practice-oriented solutions. The structural transformation of the healthcare system towards a  
584 climate-friendly and resource-efficient organization in the sense of mitigation, accompanied by  
585 binding targets for emission reduction and the long-overdue departure from fossil fuels, is essential.  
586 Furthermore, the focus must be placed on measures for prevention and adaptation, especially for  
587 population groups in vulnerable situations, who should be supported by targeted education and  
588 information offerings. The emphasis on co-benefits, in the sense of positive side effects that include  
589 both the reduction of emissions and the improvement of individual and public health, is closely  
590 related to this. Fostering broad societal engagement is also central to creating acceptance and  
591 enabling participation

592 The research landscape to date has been characterized by temporary projects, and the need for  
593 continuous, long-term research funding for climate-sensitive healthcare is undeniable. The  
594 importance of triangulating data from environmental, healthcare, and social sciences is recognized,  
595 as is the need for integrative monitoring and early warning systems that can respond promptly and  
596 flexibly to climate-related health risks. The implementation of evidence-based recommendations  
597 for action must be accelerated and accompanied by user-oriented and participatory instruments,  
598 such as digital platforms and networking formats.

599 The presentation in this position paper also makes it clear that effective disaster management,  
600 which considers vulnerable groups and their psychological distress, must not be overlooked. At the  
601 same time, sustainable transformation processes in the healthcare system that promote a shift to  
602 outpatient care and the use of resource-conserving procedures are necessary. The aspect of  
603 avoiding research waste is highlighted to ensure that research findings are obtained in a targeted  
604 manner without redundancies and optimally benefit society.

605 Finally, the position paper calls for clear, binding, and financially secure action by all social actors to  
606 effectively address the effects of climate change on health and healthcare and to make healthcare  
607 low-carbon and climate-resilient. In this context, the three-pillar model of sustainability by  
608 Stahlmann [73] can be a practical path forward: building on the ecological foundation of our natural

609 resources, we must connect the pillars of economy, culture, and social issues to master the  
610 challenges of the six thematic areas presented here in a targeted manner. For a future-proof  
611 healthcare system, we need courage and political will for a holistic transformation that unites  
612 economic reason, cultural change, and social justice. Only together can we shape the transformation  
613 that makes our society resilient, liveable, sustainable, and fit for the future—for the benefit of all  
614 generations. Inaction accelerates climate change at the expense of human health and increases  
615 costs for both society and the healthcare system in the future. Effective measures must be initiated  
616 now and consistently implemented to enable a climate-resilient and low-greenhouse-gas healthcare  
617 system in Germany.

618



## 619 References

- 620 1. Lynas, M., B.Z. Houlton, and S. Perry, *Greater than 99% consensus on human caused climate*  
621 *change in the peer-reviewed scientific literature*. Environmental Research Letters, 2021.**16**  
622 (11): p. 114005.
- 623 2. Myers, K.F., et al., *Consensus revisited: quantifying scientific agreement on climate change*  
624 *and climate expertise among Earth scientists 10 years later*. Environmental Research Letters,  
625 2021.**16** (10): p. 104030.
- 626 3. Günster, C., *Supply Report: Climate and Health*. 2021: Medizinisch Wissenschaftliche  
627 Verlagsgesellschaft.
- 628 4. Romanello, M., A. McGushin, and C. Di Napoli, *The 2021 report of the Lancet Countdown on*  
629 *health and climate change: code red for a healthy future (vol 398, pg 1619, 2021)*. Lancet,  
630 2021.**398** (10317): p. 2148-2148.
- 631 5. Federal Government, E.G.u.R.d., *5th Statement: Climate Change and Health: Thinking*  
632 *Together, Overcoming System Boundaries*. 2024.
- 633 6. Hertig, E., et al., *Climate Change and Public Health in Germany - An Introduction to the Status*  
634 *Report on Climate Change and Health 2023*. Journal of Health Monitoring, 2023(S3).
- 635 7. Lavados, P.M., V.V. Olavarria, and L. Hoffmeister, *Ambient Temperature and Stroke Risk*  
636 *Evidence Supporting a Short-Term Effect at a Population Level From Acute Environmental*  
637 *Exposures*. Stroke, 2018.**49** (1): p. 255-261.
- 638 8. Alahmad, B., et al., *Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-*  
639 *Specific Mortality: Results From 27 Countries*. Circulation, 2023.**147** (1): p. 35-46.
- 640 9. Shaman, J. and K. Knowlton, *The Need for Climate and Health Education*. American Journal of  
641 Public Health, 2018.**108** (S2): p. S66-S67.
- 642 10. Heinz, A. and A. Meyer-Lindenberg, *[Climate change and mental health. Position paper of a*  
643 *task force of the DGPPN]*. Nervenarzt, 2023.**94** (3): p. 225-233.
- 644 11. Günster, C. and C. Schmuker, *[Health and climate change—what is the potential of real-*  
645 *world data?]*. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2024.**67**  
646 (2): p. 155-163.
- 647 12. Bein, T., *Pathophysiology and management of heat-related illness*. Medical Clinic – Intensive  
648 Care and Emergency Medicine, 2024.**119** (5): p. 373-380.
- 649 13. Hertig, E., et al., *Climate change and public health in Germany - An introduction to the*  
650 *German status report on climate change and health 2023*. Journal of Health Monitoring,  
651 2023(S3).
- 652 14. DAK. *Heat: 10 million employees severely affected at work*. 2024; Available from:  
653 [https://www.dak.de/presse/bundesthemen/gesundheitsreport/hitze-10-millionen-](https://www.dak.de/presse/bundesthemen/gesundheitsreport/hitze-10-millionen-beschaeftigte-im-job-stark-belastet-66750)  
654 [beschaeftigte-im-job-stark-belastet- 66750](https://www.dak.de/presse/bundesthemen/gesundheitsreport/hitze-10-millionen-beschaeftigte-im-job-stark-belastet-66750).
- 655 15. Agache, I., et al., *Climate change and global health: A call to more research and more action*.  
656 Allergy, 2022.**77** (5): p. 1389-1407.
- 657 16. Leal Filho, W., et al., *Assessing climate change and health provisions among staff in higher*  
658 *education institutions: A preliminary investigation*. PLOS ONE, 2024.**19** (5): p. e0304019.
- 659 17. Ni, R., et al., *Long-term exposure to PM2.5 has significant adverse effects on childhood and*  
660 *adult asthma: A global meta-analysis and health impact assessment*. One Earth, 2024.**7** (11):  
661 p. 1953-1969.
- 662 18. Wu, Y., et al., *Economic burden of premature deaths attributable to non-optimum*  
663 *temperatures in Italy: A nationwide time-series analysis from 2015 to 2019*. Environmental  
664 Research, 2022. **212**.
- 665 19. Wondmagegn, B.Y., et al., *What do we know about the healthcare costs of extreme heat*  
666 *exposure? A comprehensive literature review*. Science of the Total Environment, 2019.**657** :

- 667 p. 608-618.
- 668 20. Karlsson, M. and N.R. Ziebarth, *Population health effects and health-related costs of extreme*  
669 *temperatures: Comprehensive evidence from Germany*. Journal of Environmental Economics  
670 and Management, 2018.**91** : p. 93-117.
- 671 21. Kjellstrom, T., et al., *Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the*  
672 *Assessment of Global Climate Change Impacts*. Annual Review of Public Health, Vol 37,  
673 2016.**37** : p. 97-112.
- 674 22. Romanello, M., et al., *The 2025 report of the <em>Lancet</em> Countdown on health and*  
675 *climate change: climate change action offers a lifeline*. The Lancet, 2025.**406** (10521): p.  
676 2804-2857.
- 677 23. Change, I.P.o.C., *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II*  
678 *and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in  
679 *IPCC Assessment Report*, R.K. Pachauri and L.A. Meyer, Editors. 2014: Geneva.
- 680 24. Wondmagegn, B.Y., et al., *Understanding current and projected emergency department*  
681 *presentations and associated healthcare costs in a changing thermal climate in Adelaide,*  
682 *South Australia*. Occupational and Environmental Medicine, 2022.**79** (6): p. 421-426.
- 683 25. Bolte, G., et al., *Climate change and health equity: A public health perspective on climate*  
684 *justice*. Journal of Health Monitoring, 2023(S6).
- 685 26. World Health Organization, *Health in All Policies: Framework for Country Action*. 2014.
- 686 27. Wittmayer, J., Hölscher, K., *Transformation Research - Definitions, Approaches, Methods*,  
687 Federal Environment Agency, Editor. 2017. p. 125.
- 688 28. Lindemann, C., et al., *Does the Innovation Fund Improve Care? A Critical Assessment of the*  
689 *Status of Implementation of Successful Innovation Fund Projects in Healthcare Practice*.  
690 *Healthcare*, 2024.**86** (06): p. 451-462.
- 691 29. Organization, W.H., *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM 2.5 and PM 10*  
692 *), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. . 2021: Geneva: World Health  
693 Organization;.
- 694 30. Organization, W.H. *Air pollution is responsible for 6.7 million premature deaths every year*.  
695 Available from: [https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-](https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants)  
696 [quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants](https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants).
- 697 31. Anenberg, S.C., et al., *Synergistic health effects of air pollution, temperature, and pollen*  
698 *exposure: a systematic review of epidemiological evidence*. Environmental Health, 2020.**19**  
699 (1): p. 130.
- 700 32. Schneider, P., A. Thieken, and A. Walz, *Effects of Temperature and Air Pollution on*  
701 *Emergency Ambulance Dispatches: A Time Series Analysis in a Medium-Sized City in*  
702 *Germany*. Weather, Climate, and Society, 2023.**15** (3): p. 665-676.
- 703 33. World Health Organization. *Air quality legislation and implications for health*. 2025; Available  
704 from: <https://www.who.int/publications/i/item/B09436>.
- 705 34. Organization, W.H. *Ambient (outdoor) air pollution*. 2024; Available from:  
706 [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)  
707 [health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
- 708 35. Programme, U.E., *Regulating Air Quality: the First Global Assessment of Air Pollution*  
709 *Legislation*. 2021.
- 710 36. van Daalen, K.R., et al., *The 2024 Europe report of the <em>Lancet</em> Countdown on*  
711 *health and climate change: unprecedented warming demands unprecedented action*. The  
712 *Lancet Public Health*, 2024.**9** (7): p. e495-e522.
- 713 37. Romanello, M., et al., *The 2024 report of the Lancet Countdown on health and climate*  
714 *change: facing record-breaking threats from delayed action*. Lancet, 2024.**404** (10465): p.  
715 1847-1896.

- 716 38. *Junior Research Groups Global Change: Climate, Environment, and Health*. [cited 2025  
717 11.04.]; Available from:  
718 [https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/nachwuchsgruppen-globaler-wandel-  
720 klima-umwelt-und-gesundheit-15855.php](https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/nachwuchsgruppen-globaler-wandel-<br/>719 klima-umwelt-und-gesundheit-15855.php).  
721 39. *Climate Change and Health*. [cited 2025 11.04.]; Available from:  
722 [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/k/klimawandel-  
724 und-gesundheit.html](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/k/klimawandel-<br/>723 und-gesundheit.html).  
725 40. *Ideas sought for resource-efficient healthcare*. [cited 2025 Apr 11]; Available from:  
726 <https://idw-online.de/de/news850271>.  
727 41. Federal Committee, G. *Funding announcement for health services research on specific  
728 topics*. 2023; Available from:  
729 [https://innovationsfonds.g-ba.de/foerderbekanntmachungen/foerderbekanntmachung-  
732 versorgungsforschung-zum-themenspezifischen-bereich-zuletzt-geaendert-am-16-11-  
733 2023.40](https://innovationsfonds.g-ba.de/foerderbekanntmachungen/foerderbekanntmachung-<br/>730 versorgungsforschung-zum-themenspezifischen-bereich-zuletzt-geaendert-am-16-11-<br/>731 2023.40).  
734 42. Federal Committee, G. *Projects – Health Services Research*. 2024; Available from:  
735 <https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/versorgungsforschung/>.  
736 43. (RKI), R.K.I. *Status Report on Climate Change and Health (2023)*. 2023; Available from:  
737 [https://www.rki.de/DE/Themen/Gesundheit-und-Gesellschaft/Klimawandel/Klimawandel-  
739 Gesundheit-Sachstandsbericht.html](https://www.rki.de/DE/Themen/Gesundheit-und-Gesellschaft/Klimawandel/Klimawandel-<br/>738 Gesundheit-Sachstandsbericht.html).  
740 44. Jäkel, J., et al., *Initiative for an Effective State*. 2025, Berlin: Langebartels+Jürgens.  
741 45. Kusch, E. and R. Davy, KrigR—a tool for downloading and statistically downscaling climate  
742 reanalysis data. *Environmental Research Letters*, 2022.**17** (2): p. 024005.  
743 46. Cheval, S., et al. *Meteorological and Ancillary Data Resources for Climate Research in Urban  
744 Areas*. *Climate*, 2020.**8**, DOI: 10.3390/cli8030037.  
745 47. Storz-Pfennig, P., *Digitization of Health Services Research – Health Services Research on  
746 Digitization*, in *Hospital Report 2019: The Digital Hospital*, J. Klauber, et al., Editors. 2019,  
747 Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 175-184.  
748 48. Günster C, K.J., Robra B-P, Schmuker C, Schneider A., *Healthcare Report: Climate and Health*.  
749 Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2021. **283**.  
750 49. Watts, N., et al., *The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change:  
751 responding to converging crises*. *Lancet*, 2021.**397** (10269): p. 129-170.  
752 50. Rocque, R.J., et al., *Health effects of climate change: an overview of systematic reviews*. *BMJ  
753 Open*, 2021.**11** (6): p. e046333.  
754 51. Schmitt, J., et al., *The Health Data Use Act – Potential for better research and healthcare*.  
755 *Healthcare*, 2023.**85** (04): p. 215-222.  
756 52. Schmitt, J., et al., *Record linkage of FDZ Gesundheit data with externally held research data  
757 using the example of a link with data from a NAPKON cohort*. 2023.  
758 53. He, C., et al., *Nocturnal heat exposure and stroke risk*. *European Heart Journal*, 2024.**45** (24):  
759 p. 2158-2166.  
760 54. Schneider, R., et al., *A Satellite-Based Spatio-Temporal Machine Learning Model to  
761 Reconstruct Daily PM2.5 Concentrations across Great Britain*. *Remote Sensing*, 2020.**12** (22):  
762 p. 3803.  
763 55. (bvvgp), B.P.u.G.e.V. *Climate change and health as a key issue in politics – Recommendations  
764 of the working group "Climate Change and Health"*. 2025 25.02.2025; Available from:  
[https://bvpraevention.de/newbv/images/Publikationen/BVPG\\_Empfehlungen\\_2025\\_AG\\_Kl  
imawandel\\_Gesundheit.pdf](https://bvpraevention.de/newbv/images/Publikationen/BVPG_Empfehlungen_2025_AG_Kl<br/>imawandel_Gesundheit.pdf).  
762 56. Pharmacists' Associations, A.B.D., *Curriculum Climate, Environment, and Health*. 2023.  
763 57. (BÄK), B., *BÄK Curriculum Climate Change and Health*. 2022, German Medical Association:  
764 Berlin, Germany.

- 765 58. Barton, H., M. Grant, and R. Guise, *Shaping Healthy Cities: The Role of Climate and Health*  
766 *Literacy*. 2018: Oxford University Press.
- 767 59. (WHO), W.H.O. *Climate Change and Health: Addressing the Health Impacts of Climate*  
768 *Change Through Health Education*. 2020; Available from:  
769 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
- 770 60. Yuzen, D., et al., *Increased late preterm birth risk and altered uterine blood flow upon*  
771 *exposure to heat stress*. *EBioMedicine*, 2023.**93** : p. 104651.
- 772 61. Schmuker, C., et al., *Climate change and health: What role does climate change play in the*  
773 *health awareness of respondents? Results of a Germany-wide population survey*, in *Supply*  
774 *Report: Climate and Health*. 2021. p. 157-176.
- 775 62. Benevolenza, M.A. and L. DeRigne, *The impact of climate change and natural disasters on*  
776 *vulnerable populations: A systematic review of literature*. *Journal of Human Behavior in the*  
777 *Social Environment*, 2019.**29** (2): p. 266-281.
- 778 63. Cianconi, P., S. Betrò, and L. Janiri, *The Impact of Climate Change on Mental Health: A*  
779 *Systematic Descriptive Review*. *Frontiers in Psychiatry*, 2020. **Volume 11 - 2020**.
- 780 64. Winklmayr, C., et al., *Heat in Germany: Health risks and preventive measures*. *Journal of*  
781 *Health Monitoring*, 2023(S4): p. 3--32.
- 782 65. Wabnitz K, E.M., von der Haar A. , *Evidence synthesis on co-benefits: A review of the current*  
783 *scientific evidence*. . Zenodo, 2024.
- 784 66. Gebhardt, N., et al., *Scoping review of climate change and mental health in Germany - Direct*  
785 *and indirect impacts, vulnerable groups, resilience factors*. *Journal of Health Monitoring*,  
786 2023(S4): p. 122--149.
- 787 67. Romanello, M., et al., *The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate*  
788 *change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms*.  
789 *The Lancet*, 2023.**402** (10419): p. 2346-2394.
- 790 68. Weller, I.R., Ulrike; Fischer, Karin; Böckmann, Melanie; Birk, Nanna, *Chancengerechtigkeit im*  
791 *Klimawandel, a.F. Nachhaltigkeit*, Editor. 2016: University of Bremen.
- 792 69. Paavola, J., *Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK*.  
793 *Environmental Health*, 2017.**16** (1): p. 113.
- 794 70. Kahle, M., et al., *Classifying the 2021 'Ahrtal' flood event using hermeneutic interpretation,*  
795 *natural language processing, and instrumental data analyses*. *Environmental Research*  
796 *Communications*, 2022.**4** (5): p. 051002.
- 797 71. Dietze, M., et al., *A Seismic Approach to Flood Detection and Characterization in Upland*  
798 *Catchments*. *Geophysical Research Letters*, 2022.**49** (20): p. e2022GL100170.
- 799 72. Gianfredi, V., et al., *Urban Green Spaces and Public Health Outcomes: a systematic review of*  
800 *literature*. *European Journal of Public Health*, 2021. **31**.
- 801 73. Stahlmann, V., *Learning objective: Economics of sustainability. An application-oriented*  
802 *overview*. 2008, Munich: oekom Verlag.
- 803 74. Fanzo, J., et al., *Climate Change, Extreme Weather Events, Food Security, and Nutrition:*  
804 *Evolving Relationships and Critical Challenges*. *Annual Review of Nutrition*, 2025.
- 805 75. Ojala, M., *Hope and climate change: the importance of hope for environmental engagement*  
806 *among young people*. *Environmental Education Research*, 2012.**18** (5): p. 625-642.
- 807 76. Moser, S.C., *Communicating adaptation to climate change: the art and science of public*  
808 *engagement when climate change comes home*. *WIREs Climate Change*, 2014.**5** (3): p. 337-  
809 358.
- 810 77. Costello, A., et al., *Managing the health effects of climate change*. *Lancet*, 2009.**373** (9676):  
811 p. 1693-1733.
- 812 78. Grigorieva, E.A., *Climate Change and Human Health in the Arctic: A Review*. *Climate*, 2024.**12**  
813 (7): p. 89.

- 814 79. Rao, S., et al., *The need for health equitable climate adaptation policies in Northern Europe*.  
815 Scandinavian Journal of Public Health, 2025.**53** (2): p. 215-218.
- 816 80. Weilhhammer, V., et al., *Extreme weather events in Europe and their health consequences –*  
817 *A systematic review*. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2021.**233** :  
818 p. 113688.
- 819 81. Pichler, P.-P., et al., *International comparison of health care carbon footprints*.  
820 Environmental Research Letters, 2019.**14** (6): p. 064004.
- 821 82. Karliner, J., et al., *Health care's climate footprint: the health sector contribution and*  
822 *opportunities for action*. European Journal of Public Health, 2020.**30** (Supplement\_5).
- 823 83. Steenmeijer, M.A., et al., *The environmental impact of the Dutch health-care sector beyond*  
824 *climate change: an input-output analysis*. Lancet Planetary Health, 2022.**6** (12): p. E949-  
825 E957.
- 826 84. König, V., et al., *Summary of the S1 guideline on sustainability in intensive care and*  
827 *emergency medicine*. Medical Clinic – Intensive Care and Emergency Medicine, 2025.**120** (1):  
828 p. 37-43.
- 829 85. Bein, T., S. Koch, and C. Schulz, *What's new in intensive care: environmental sustainability*.  
830 Intensive Care Medicine, 2021.**47** (8): p. 903-905.
- 831 86. McGain, F., et al., *Environmental sustainability in anesthesia and critical care*. Br J Anaesth,  
832 2020.**125** (5): p. 680-692.
- 833 87. Challinor, A.J., et al., *METHODS AND RESOURCES FOR CLIMATE IMPACTS RESEARCH*  
834 *Achieving Synergy*. Bulletin of the American Meteorological Society, 2009.**90** (6): p. 836-+.
- 835 88. Freese, T., et al., *The relevance of sustainable laboratory practices*. RSC Sustain, 2024.**2** (5): p.  
836 1300-1336.
- 837 89. Li, P., et al., *Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint*  
838 *of AI Models*. ArXiv, 2023. **abs/2304.03271**.
- 839 90. Kounetas, K., et al., *Departmental efficiency differences within a Greek university: An*  
840 *application of a DEA and Tobit analysis*. International Transactions in Operational Research,  
841 2011.**18** (5): p. 545-559.
- 842 91. Environmental Issues, S.f. *Open Letter to the Climate Cabinet: Closing the Implementation*  
843 *and Ambition Gap* 2019; Available from:  
844 [https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2019_09_Brief_Klimakabinet.html)  
845 [2016\\_2020/2019\\_09\\_Brief\\_Klimakabinet.html](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2019_09_Brief_Klimakabinet.html).
- 846 92. Policies, O.E.O.o.H.S.a., *State of Health in the EU Germany: Country Profile Health 2023*.  
847 2023: Brussels.
- 848 93. Schuster M, et al., *Position paper with specific recommendations for action from the DGAI*  
849 *and the BDA: Ecological sustainability in anesthesiology and intensive care medicine –*  
850 *Update 2024*. AnästH Intensivme, 2024.**65** : p. 541-557.
- 851 94. Albarqouni, L., et al., *Overuse of medications in low- and middle-income countries: a scoping*  
852 *review*. Bull World Health Organ, 2023.**101** (1): p. 36-61d.
- 853 95. Griffiths, J., et al., *What is the carbon footprint of academic clinical trials? A study of hotspots*  
854 *in 10 trials*. BMJ Open, 2024.**14** (10): p. e088600.
- 855 96. (DFG), D.F. *Sustainability in the research process*. 2024; Available from:  
856 [https://www.dfg.de/de/grundlagen-themen/entwicklungen-im-wissenschaftssystem/](https://www.dfg.de/de/grundlagen-themen/entwicklungen-im-wissenschaftssystem/nachhaltigkeit-im-forschungsprozess)  
857 [nachhaltigkeit-im-forschungsprozess](https://www.dfg.de/de/grundlagen-themen/entwicklungen-im-wissenschaftssystem/nachhaltigkeit-im-forschungsprozess).
- 858 97. Hachmann, J., *Research for the trash? – The problem of research waste*. Public Health Forum,  
859 2019.**27** (3): p. 236-238.
- 860 98. Chalmers, I. and P. Glasziou, *Avoidable waste in the production and reporting of research*  
861 *evidence*. Lancet, 2009.**374** (9683): p. 86-9.
- 862 99. Pfaff, H., et al., *What is health services research?*, in *Health Services Research*, H. Pfaff, et al.,

864 **Figure legend**

865 Fig. 1: Presentation of the six topic areas in three domains

866



This article is protected by copyright. All rights reserved.

Accepted Manuscript

## 867 **List of co-signatories**

868 The position paper “Perspectives, Action Strategies, and Approaches for Climate-Resilient and Low  
869 Greenhouse-Gas Healthcare” is supported by the following full institutional members of the German  
870 Network for Health Services Research (DNVF) and by the following non-members of the German  
871 Network for Health Services Research.

- 872 1. Center for Health Care Research & Public Health – UKE Hamburg
- 873 2. Charité - Universitätsmedizin Berlin, Plattform - Charité Versorgungsforschung
- 874 3. Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V.
- 875 4. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V.
- 876 5. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.
- 877 6. Deutsche Gesellschaft für Ergotherapie e.V.
- 878 7. Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie und Gefäßmedizin e.V.
- 879 8. Deutsche Gesellschaft für Hebammenwissenschaft e.V.
- 880 9. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V.
- 881 10. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und  
882 Psychotherapie
- 883 11. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Soziologie e.V.
- 884 12. Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V.
- 885 13. Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin e.V.
- 886 14. Deutsche Gesellschaft für Psychosomatische Medizin und Ärztliche Psychotherapie e.V.
- 887 15. Deutsche Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften e.V.
- 888 16. Deutsche Gesellschaft für Rettungswissenschaften e.V.
- 889 17. Deutsche Gesellschaft für Senologie e.V.
- 890 18. Deutsche Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention e.V.
- 891 19. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V.
- 892 20. Gesundheit Österreich GmbH
- 893 21. Landeszahnärztekammer Baden-Württemberg
- 894 22. Lungenemphysemregister e.V.
- 895 23. LVR-Institut für Versorgungsforschung (LVR-IVF)
- 896 24. Medizinische Universität Lausitz - Carl Thiem (MUL-CT)
- 897 25. Sektion Versorgungsforschung und Rehabilitationsforschung, Universitätsklinikum Freiburg
- 898 26. Verband für Ernährung und Diätetik e.V.
- 899 27. Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft e. V. (dvs)

- 900 28. Deutsche Gesellschaft für Arzneimittelanwendungsforschung und  
901       Arzneimittlepidemiologie e.V.
- 902 29. Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie e.V.
- 903 30. Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten
- 904 31. Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V.
- 905 32. Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin e.V.
- 906 33. Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. / Centre for Planetary Health Policy
- 907 34. Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft e.V
- 908 35. Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und  
909       Nervenheilkunde e.V.
- 910 36. Deutsche Gesellschaft für Public Health e.V.

911



This position paper was developed in collaboration with the following professional associations, working groups, societies, and other institutions:

Deutsches Netzwerk Versorgungsforschung (DNVF)

Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM)

Deutsche Gesellschaft für Arzneimittelanwendungsforschung und Arzneimittelepidemiologie (GAA)

Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie (DGEPI)

Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten (AGENS)

Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V. (EbM-Netzwerk)

Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP)

Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. (KLUG)

Centre for Planetary Health Policy (CPHP)

Deutsche Gesellschaft für Medizinische Soziologie (DGMS)

Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft (DGP)

Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN)

Deutsche Gesellschaft für Public Health (DGPH)



Tab. 1: An der Konzeptionierung des Positionspapiers beteiligte Fachgesellschaften, Arbeitsgemeinschaften, Vereine und Institutionen

<b>DNVF</b>	Deutsches Netzwerk Versorgungsforschung
<b>DGEPI</b>	Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie
<b>GAA</b>	Deutsche Gesellschaft für Arzneimittelanwendungsforschung und Arzneimittel epidemiologie
<b>EbM-Netzwerk</b>	Netzwerk Evidenzbasierte Medizin
<b>DEGAM</b>	Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin
<b>DGPPN</b>	Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde
<b>KLUG</b>	Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. zusammen mit ihrem
<b>CPHP</b>	Thinktank Centre for Planetary Health Policy
<b>AGENS</b>	Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten der DGSMMP
<b>DGMS</b>	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Soziologie
<b>DGP</b>	Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft
<b>DGPH</b>	Deutsche Gesellschaft für Public Health
<b>GHUP*</b>	Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin

\* nach Abschluss der Konsentierungsphase konnten Vertreter:innen der GHUP zur Mitwirkung am fachgruppenübergreifenden Positionspapier gewonnen werden, die die sechs konsentierten Themenfelder ebenfalls unterstützen.

## Einführung

Der anthropogene Klimawandel ist ein Teil der sogenannten planetaren Dreifachkrise. Neben dem Verlust von Biodiversität und Ökosystemen sowie der Umweltverschmutzung ist der Klimawandel eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, mit weitreichenden Auswirkungen auf die Gesundheit und die Gesundheitsversorgung der Bevölkerung. Trotz bereits konkreter wissenschaftlicher Evidenz [1-4] werden sowohl im öffentlichen Bewusstsein als auch im politischen Raum die Auswirkungen des Klimawandels – mit Ausnahme von Hitze – auf die Gesundheitsversorgung und die damit verbundenen spezifischen Herausforderungen im Sinne der Steigerung der Widerstandsfähigkeit des Gesundheitssystems gegenüber des Klimawandels sowie der Emissionen des Gesundheitssystems bislang nur unzureichend wahrgenommen. [3, 5].

Zu den direkten Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit gehören solche, die unmittelbar nach einer Klimaänderung oder einem Wetterereignis eintreten [6]. Dazu gehören z.B. Hitzekrankheiten, wie etwa Hitzeerschöpfung oder Hitzschlag, aber auch zusätzliche Belastungen für Menschen mit chronischen Beschwerden wie Diabetes mellitus, Atemwegs- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Das geht einher mit einer deutlich höheren Inanspruchnahme von Notaufnahmen und Intensivstationen in Krankenhäusern und von Angeboten der ambulanten Versorgung [7, 8]. Weitere direkte Auswirkungen stellen Verletzungen bzw. Todesfälle durch Klimawandel begünstigte, häufiger auftretende und stärker ausgeprägte Extremwetterereignisse wie Überschwemmungen, Waldbrände und Stürme dar. Extremwetterereignisse bedingen unter Umständen auch temporäre und lokale Ausfälle von gesundheitlichen Versorgungsstrukturen [9, 10], können im schlimmsten Fall Versorgungsketten unterbrechen und somit die Verfügbarkeit von medizinischen Dienstleistungen beeinträchtigen [11-13]. Auch Gesundheitsdienstleistende und Gesundheitspersonal selbst sind von Klimawandelfolgen betroffen und ihr Ausfall oder sinkende Leistungsfähigkeit kann ebenfalls zu Versorgungslücken beitragen [14]. Neben direkten Auswirkungen gibt es auch indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit und Gesundheitsversorgung, wie z. B. Veränderungen in der Verbreitung von vektorübertragenen Infektionen und Allergenen [13]. Auch die Folgen schlechter Luft- und Wasserqualität und einer erhöhten UV-Belastung lassen sich darunter subsumieren [10, 15, 16]. Weiterhin können auch mentale Belastungen und psychische Folgen des Klimawandels genannt werden. Dabei kann es zusätzlich zu negativen Synergieeffekten zwischen direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels kommen. Beispielsweise erhöhen hohe Temperaturen in Kombination mit Luftverschmutzung die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und deren Exazerbationen nochmals, was die Belastung der Gesundheitssysteme weiter verstärkt [11, 17].

Diese erhöhte Belastung des Gesundheitssystems spiegelt sich auch in höheren anfallenden Versorgungskosten wider. Beispielsweise zeigen Studien, dass extreme Hitze und Kälte neben den gesundheitlichen Auswirkungen auch eine erhebliche ökonomische Last für Gesundheitssysteme darstellen [18, 19]. Allein für Hospitalisierungen aufgrund von Temperaturen über 30° C wurden in Deutschland monetäre Gesundheitsschäden von etwa 750.000 bis 5 Millionen Euro pro 10 Millionen Einwohner geschätzt [20], wobei die Kosten überwiegend auf vulnerable Risikogruppen wie ältere Personen entfallen [18, 19]. Zudem wirkt sich vor allem Hitze durch Produktivitätsverluste aufgrund von Arbeitsunfähigkeit, Erwerbsunfähigkeit und vorzeitiger Mortalität auf die indirekten Kosten aus,

wobei mit einem Rückgang des globalen Bruttoinlandsprodukts (BIP) um mehr als 20% bis zum Jahr 2100 gerechnet wird [21, 22]. Ohne Maßnahmen zur Eindämmung der Treibhausgasemissionen [Representative Concentration Pathways Szenario RCP 8.5, [23] und unter Annahme konstanten Bevölkerungswachstums werden beispielsweise Kostensteigerungen von ca. 5% in den 2050er Jahren im Vergleich zu den 2010er Jahren allein für Notfallbehandlungen erwartet [24].

Die komplexen Wechselwirkungen und die damit einhergehenden Kosten verdeutlichen, dass sowohl die dringende Mitigation des anthropogenen Klimawandels als auch die Anpassung der Gesundheitsversorgung an dessen zunehmende Folgen an Bedeutung gewinnen und Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung sowohl direkte als auch indirekte Gesundheitsauswirkungen berücksichtigen müssen [25]. Dieses Papier und die darin enthaltenen Positionen unterstreichen die Notwendigkeit einer evidenzbasierten, klimaresilienten Gesundheitsversorgung, die allumfassend und fair, also für alle Menschen gleichermaßen zugänglich ist. Auch stellt es den Schutz besonders vulnerabler Gruppen im Sinne der Prävention von Gesundheitsfolgen, aber auch der Ressourcenschonung und Kostenvermeidung heraus. Andererseits ist das Papier auch ein Plädoyer für ein nachhaltiges und treibhausgasarmes Gesundheitssystem. Hier ergäben sich starke Synergien, um simultan die planetare Gesundheit auf Ebene der Ökosysteme und die menschliche Gesundheit zu fördern.

## **Vorgehensweise bei der Entwicklung der Themenfelder, Positionen und Handlungsstrategien**

Die Arbeitsgruppe „Klimawandel und Gesundheit“ des Deutschen Netzwerkes Versorgungsforschung (DNVF) initiierte eine interdisziplinäre Kooperation mit Vertreter:innen verwandter Fachgesellschaften, die jeweils über eine eigene Sektion „Klimawandel und Gesundheit“ oder verwandte Sektionen (zum Beispiel „Global Health“) verfügen, sowie weiterer Arbeitsgruppen, Vereine und Institutionen (siehe Tabelle 1). Ziel dieser Initiative ist es, bestehende Defizite im deutschen Gesundheitssystem im Kontext des Klimawandels systematisch zu identifizieren und evidenzgeleitete, sektorenübergreifende Handlungsstrategien zu entwickeln.

### Gemeinsamer Ausgangspunkt

Angesichts der sich verschärfenden Wechselwirkungen zwischen Klima- und Gesundheitskrisen verbleibt weder auf politischer noch gesellschaftlicher Ebene Raum für ein weiteres Abwarten. Erforderlich sind unmittelbar wirksame Entscheidungen und Maßnahmen. Damit verbunden waren die Leitfragen, (1) welche Bedingungen die Forschung benötigt, um auf die Herausforderungen von Klimawandel und Gesundheit adäquat zu reagieren, (2) welche neuen Forschungsfragen sich in Zukunft ergeben und (3) wie die deutsche Forschung durch interdisziplinäre Netzwerke transformative Wirkung entfalten kann.

### Konsensverfahren und Kategoriensystem

Das methodische Vorgehen zur Erarbeitung des Positionspapiers basiert auf einem informellen, qualitativen Konsensverfahren, das die Integration interdisziplinärer Perspektiven sowie eine breite Akzeptanz sechs vorab erarbeiteter Themenfelder und entsprechender Positionen gewährleisten sollte. Die Methodik umfasste die Sammlung bestehender Positionen und die Entwicklung neuer Standpunkte im Rahmen interdisziplinärer Diskussionen. Der Prozess beinhaltete drei Sitzungen der Arbeitsgruppe: In einem ersten Treffen wurde das Vorhaben eines gemeinsamen,

fachübergreifenden Positionspapiers vorgestellt und das Interesse sowie die Bereitschaft zur Mitwirkung bei den Vertreter:innen der Fachgesellschaften, Arbeitsgruppen, Vereinen und weiterer Institutionen eruiert. In der Folge wurden die Beteiligten gebeten, schriftliche Stellungnahmen zu ihren bestehenden Themenfeldern und Positionen im Kontext Klimawandel und Gesundheit einzureichen. Die eingereichten Stellungnahmen dienten den Sprecher:innen der Arbeitsgruppe „Klimawandel und Gesundheit“ des DNVFs als Grundlage für die Auswertung. Diese bestand darin, zentrale Themenfelder zu identifizieren sowie Positionen zu extrahieren, die von allen Beteiligten geteilt wurden. Ziel war es, konsensfähige, interdisziplinär getragene Perspektiven herauszuarbeiten und unter einzelnen Kategorien in einem Kategoriensystem zu subsumieren.

Die Konsensfindung erfolgte im Rahmen zwei weiterer Treffen: Im zweiten Treffen wurde das Kategoriensystem vorgestellt und diskutiert. Dabei wurde geprüft, welche Standpunkte von allen Beteiligten vertreten werden können. Im dritten Treffen wurde das System erweitert und um weitere Positionen ergänzt. Diese wurden in interdisziplinären Diskussionen abgestimmt und konsentiert. Die Sprecher:innen der Arbeitsgruppe „Klimawandel und Gesundheit“ des DNVFs überarbeiteten diese Positionen iterativ. Der finale Konsens wurde durch Rückkopplung mit allen Beteiligten erzielt. Das Verfahren führte zur Formulierung von insgesamt sechs konsentierten Themenfeldern mit entsprechenden Positionen, die zentrale Voraussetzungen und Handlungsfelder für eine evidenzbasierte, praxisnahe und nachhaltige Weiterentwicklung des deutschen Gesundheitssystems im Kontext des Klimawandels beschreiben. Die sechs Themenfelder lassen sich in drei Domänen, zwischen denen sich thematische Überschneidungen und Anknüpfungspunkte ergeben, einteilen (s. Abb. 1).

#### Formulierung der Themenfelder und Positionen

- (1) Stärkung und institutionelle Verankerung **transformativer Forschung**
- (2) Weiterentwicklung von **Forschungsförderung und -vernetzung**
- (3) Sicherstellung von **Datenzugang** und Förderung von **Datenverknüpfung**
- (4) Ausbau von **Bildungs- und Informationsmöglichkeiten**
- (5) konsequente Orientierung an **Prävention, Mitigation und Adaptation**
- (6) Ausrichtung des Gesundheits- und Forschungssektors an Prinzipien der **Nachhaltigkeit und Klimaneutralität**

### **Themenfelder mit Positionen und Handlungsstrategien**

#### **1. Transformative Forschung**

##### Ausgangslage:

Der Klimawandel ist eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung, die durch wissenschaftliche Erkenntnisse begleitet werden muss. Wissenschaft zum Klimawandel und dessen Folgen für die individuelle und öffentliche Gesundheit und die Gesundheitsversorgung sollte politische Entscheidungsträger:innen involvieren und unterstützen sowie die Gesellschaft aktiv einbinden, um transformative Prozesse demokratisch zu gestalten. In Anlehnung an den Ansatz der WHO „Health in All Policies“ könnte ein Konzept „Environment and Health in All Policies“ dazu führen, dass Umwelt- und Gesundheitsaspekte in alle politischen Entscheidungen integriert werden, um eine nachhaltige und gesunde Entwicklung zu gewährleisten [26]. Dieses Konzept legt nahe, dass Umwelt- und

Gesundheitsaspekte in alle politischen Entscheidungen integriert werden sollten, um eine nachhaltige und gesunde gesamtgesellschaftliche Entwicklung zu gewährleisten. Durch die Berücksichtigung dieser Ansätze kann sichergestellt werden, dass transformative Forschung nicht isoliert bleibt, sondern im Kontext umfassender politischer Strategien und gesellschaftlicher Verantwortung verankert wird.

Transformative Forschung setzt sich insgesamt mit grundlegenden Umwandlungsprozessen gesellschaftlicher Systeme in Richtung Nachhaltigkeit auseinander und adressiert den wachsenden globalen Problemdruck, um wirkungsvolle Veränderungen anzustoßen. Dazu ist es notwendig, den gesellschaftlichen Wandel hin zu Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit zu erforschen [27]. Wissenschaftliche Evidenz sollen dabei sowohl Entscheidungsträger:innen als auch die Bevölkerung in der Umsetzung proaktiver gesellschaftlicher Veränderungsprozesse unterstützen, werden aber derzeit zu wenig zur Kenntnis genommen bzw. in die Praxis überführt. Dies lässt sich beispielsweise anhand des Transfers von Projekten mit anderen inhaltlichen Schwerpunkten zu „Neuen Versorgungsformen“ (NVF) beobachten, die durch den Innovationsfonds beim Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) gefördert wurden. Lindemann et al. stellen fest, dass es für Projekte mit erfolgter Transferempfehlung durch den Projektförderer aktuell „deutliche strukturelle und prozessuale Hindernisse bezüglich der Überführung“ in die Versorgungspraxis gibt [28]. Obwohl viele Projekte zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit noch laufen oder erst kürzlich abgeschlossen wurden, liegt nahe, dass analog zu anderen Forschungsfeldern eine große Umsetzungslücke zwischen der Transferempfehlung des Projektförderers und der tatsächlichen Implementierung von Forschungsergebnissen in die Versorgungspraxis besteht.

Ein konkretes Beispiel für die Forschung zum Thema Umwelt, Klimawandel und Gesundheitsversorgung mit klarer Evidenzlage, die jedoch unzureichend in politischem Handeln berücksichtigt wird, sind die erheblichen gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung, die zum Großteil durch Verkehrssektor, Industrie, Holzheizungen und Landwirtschaft verursacht wird. Die Forschung belegt eindeutig, dass eine hohe Exposition gegenüber Feinstaub mit einer Erhöhung des Risikos für Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und vorzeitiger Sterblichkeit verbunden ist [29]. Weitere Luftschadstoffe mit nachgewiesenen negativen Auswirkungen auf die Gesundheit sind zum Beispiel Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid [30]. Eine Verbesserung der Luftqualität wirkt sich dabei nicht nur positiv auf die Gesundheit aus, sondern reduziert gleichzeitig auch die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze [31, 32]. Robuste Evidenz weist darauf hin, dass durch eine Verbesserung der Luftqualität signifikante Gesundheitsgewinne erzielt werden können [33, 34]. Gleichzeitig haben Personen mit niedrigerer sozioökonomischer Position ein erhöhtes Risiko zur Exposition mit Luftschadstoffen, was wiederum soziale und gesundheitliche Ungleichheiten verschärft. Dies untergräbt die in jedem Koalitionsvertrag seit der Wiedervereinigung festgeschriebene Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse. Trotz dieser Erkenntnisse hat bislang kein einziges Land der Welt die WHO-Empfehlungen zur Luftqualität vollständig umgesetzt [35-37]. Viele Länder haben noch immer keine strengen Grenzwerte für Feinstaub festgelegt oder deren Einhaltung ausreichend überwacht, was zu fortdauernder Gesundheitsgefährdung führt. Dieses Beispiel verdeutlicht die Diskrepanz zwischen wissenschaftlicher Evidenz und der verzögerten politischen Umsetzung notwendiger Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Gesundheit und politischen Entscheidungsfindung. Diese Inkohärenz

zwischen wissenschaftlicher Evidenz und praktischen Schlüssen und Handlungsfolgen ist in der klimawandelbezogenen Gesundheitsforschung besonders bemerkenswert sowie folgenreich, und es müssen dringend Strukturen geschaffen werden, um diese Kluft zu überbrücken.

### **Unsere Positionen:**

#### **Wissenschaftliche Begleitung gesellschaftlicher Veränderungsprozesse**

- Gesellschaftliche Veränderungsprozesse in Reaktion auf den Klimawandel hin zu einer nachhaltigen Entwicklung sollten auf Basis von Evidenz gestaltet und wissenschaftlich begleitet werden.
- Dabei sollen Entscheidungsträger:innen bereits aktiv in den Forschungsprozess eingebunden werden. Konkrete Maßnahmen/Interventionen sollten dabei stets in Bezug auf ihren Sinn bzw. die Erreichung ihres Ziels evaluiert werden.

#### **Beteiligung von Bürger:innen und gesellschaftliche Akzeptanz**

- Es ist essenziell, dass nicht nur politische Akteur:innen und Entscheidungsträger:innen, sondern auch Bürger:innen aktiv in den Prozess eingebunden werden, um gesellschaftliche Akzeptanz und Mitgestaltung zu fördern.
- Die Einbeziehung der Bevölkerung ermöglicht es, Perspektiven aus verschiedenen Lebensrealitäten zu berücksichtigen, gemeinsam relevante Fragestellungen und Lösungsansätze zu entwickeln und die Umsetzung nachhaltiger Maßnahmen demokratisch zu legitimieren. Wissenschaftliche Ergebnisse müssen daher so aufbereitet und kommuniziert werden, dass sie für die breite Öffentlichkeit zugänglich und nachvollziehbar sind, um eine aktive Teilhabe zu ermöglichen.

#### **Transparenz von und Zugang zu wissenschaftlichen Ergebnissen**

- Es braucht einen Ausbau beschreibend-analytischer und transformativer Forschungsansätze, die durch vertrauenswürdige und transparente Prozesse Wissen generieren.
- Ergebnisse sollen schnell, barrierefrei und zielgruppengerecht veröffentlicht werden. Hierfür sollen Informationsplattformen geschaffen und etabliert werden, um eine gute und zielgenaue Entscheidungsgrundlage für entsprechende Maßnahmen zur klimaresilienten und treibhausgasarmen Gesundheitsversorgung für die Gesamtbevölkerung gewährleisten zu können.
- Schließlich sollten evidenzbasierte Handlungsempfehlungen und Interventionen in Gesundheit und Versorgung rasch durch Entscheidungsträger:innen umgesetzt werden. Dazu braucht es klare Regeln, wie z. B. eine starke Einbindung von entscheidungskompetenten Institutionen in den Forschungs- und Veränderungsprozess oder die Einrichtung und Förderung von Implementierungsphasen [28].

## **2. Forschungsförderung und Forschungsvernetzung**

### **Ausgangslage:**

Innerhalb der Forschungslandschaft zur klimaresilienten und treibhausgasarmen Gesundheitsversorgung in Deutschland dominieren vereinzelt Förderrichtlinien und zeitlich

befristete Projekte. Das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) fördert seit 2022 einen Verbund, ein Einzelprojekt und zehn Nachwuchsgruppen in diesem Bereich mit bis zu 3,4 Mio. Euro. Die Fördermaßnahme „Nachwuchsgruppen Globaler Wandel: Klima, Umwelt und Gesundheit“ läuft noch bis 2027 [38]. Auch das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) verfolgt das Ziel, die wissenschaftliche Evidenz und gesundheitliche Klimakommunikation zu stärken. Dazu wurden seitens des BMG in den vergangenen Jahren mehrere Forschungsprojekte auf den Weg gebracht, z.B. eine Bestandsaufnahme zur „Ressourceneffizienz, Klimaschutz und ökologische Nachhaltigkeit im Gesundheitswesen“ oder eine „Analyse der Fördermittellandschaft für Gesundheitseinrichtungen im Bereich Klimaschutz und ökologischen Nachhaltigkeit“ [39]. Weiterhin unterstützt die Förderinitiative „CirculAid“ der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) Ideen für mehr Kreislaufwirtschaft in der Gesundheitsversorgung. Hier wurden bisher fünf Projekte mit einem Gesamtfördervolumen von 1,2 Mio. Euro realisiert [40]. Der G-BA veröffentlichte am 27. Juni 2022 eine Förderbekanntmachung zur Versorgungsforschung im Rahmen des Innovationsfonds, in der „Gesundheit im Klimawandel“ als eines von sieben Themenfeldern genannt wurde [41]. Gefördert wurden bzw. werden in diesem Themenfeld sieben Vorhaben [42]. Insgesamt hat Forschung im Bereich Klimawandel und Gesundheit in den letzten Jahren zugenommen, bleibt jedoch weiterhin deutlich hinter anderen Forschungsfeldern zurück [13, 15]. Der Sachstandsbericht des Robert Koch Instituts stellt aktuelle und solide Informationen zur Bedeutung des Klimawandels für die Gesundheit der Menschen zusammen und zeigt konkrete Forschungslücken auf [43]. Eine verstärkte und langfristige Forschungsförderung ist notwendig, um das Forschungsdefizit zu schließen und dem kritisch wichtigen, aber noch jungen Feld der Klima-Gesundheitsforschung den Raum zu geben, der der wachsenden Bedrohung durch den Klimawandel entspricht. Um sicherzustellen, dass die eingesetzten Mittel effektiv genutzt werden und zu einer langfristigen Verbesserung der Gesundheitsversorgung beitragen, sollte ein Augenmerk auf eine systematische und umfassende Evaluation der geförderten Projekte und Maßnahmen gerichtet werden.

Weiterhin sind besonders in der Forschung zu einer klimaresilienten und treibhausgasarmen Gesundheitsversorgung Zusammenhänge oft dynamisch und komplex, da hier verschiedenste Mechanismen und Systeme miteinander interagieren. Daher ist Inter- und Transdisziplinarität entscheidend: Erst durch die Integration unterschiedlicher Perspektiven aus den Sozial-, Natur- und Gesundheitswissenschaften können komplexe Zusammenhänge verstanden, kommuniziert und durch den Klimawandel begünstigte (Gesundheits-)Krisen evidenzbasiert entgegengewirkt werden.

### **Unsere Positionen:**

#### **Langfristige und koordinierte Forschungsförderung für die Gesundheitsversorgung in Zeiten des Klimawandels**

- Der Klimawandel bringt langfristige und dynamische Veränderungen in der Gesellschaft mit sich, z. B. bedingt durch Transformationen oder gänzlich neue Phänomene und Folgen von klimatischen und Umweltveränderungen. Diese Veränderungen und damit einhergehende notwendige politische Entscheidungen und Ausrichtungen müssen durch die Wissenschaft begleitet werden, was die Planung und Durchführung wissenschaftlicher Projekte erfordert längere zeitliche Intervalle und eine evidenzbasierte, strukturierte Ableitung von Handlungsempfehlungen.
- Regelmäßige, langfristige und projektübergreifende Fördermöglichkeiten für eine

kontinuierliche Forschung, Surveillance und Umsetzung der Gesundheitsversorgung werden z.B. zuzufolgenden Themen benötigt:

- a) einer Vermeidung von Über-, Unter- und Fehlversorgung im Gesundheitswesen,
- b) dem Schutz besonders gefährdeter Gruppen/Hochrisikogruppen,
- c) einem nachhaltigen Umbau des Gesundheitssystems und
- d) der Evaluation von Transformationsmaßnahmen.

### Interdisziplinäre und intersektorale Vernetzung für die Erforschung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit

- Es braucht eine interdisziplinäre und intersektorale Vernetzung mit einer Vielzahl involvierter Forschungsdisziplinen. Dabei können die komplexen Sachverhalte müssen durch unterschiedlichen Perspektiven der einzelnen Disziplinen und Sektoren analysiert werden.
- Die Umwelt- und Klimawissenschaften können die klimatischen und ökologischen Veränderungen des Klimawandels quantifizieren und qualifizieren. Epidemiologie und Public Health sind die wissenschaftlichen Fachdisziplinen, mit deren Expertise sich gesundheitliche Folgen dieser klimatischen Veränderungen für die menschliche Gesundheit auf Bevölkerungsebene quantifizieren lassen. Die Versorgungsforschung wiederum antizipiert und beobachtet Folgen dieser Veränderungen für die Versorgungslandschaft und die Gesundheitssysteme und entwickelt und evaluiert entsprechend angepasste Versorgungsformen. Die Sozialwissenschaften leisten einen wesentlichen Beitrag zu den sozialen Determinanten von Gesundheit, indem sie z.B. vulnerable Gruppen identifizieren oder Mehrfachbelastungen (z.B. gesundheitliche und sozioökonomische Vulnerabilität) untersuchen sowie die Wahrnehmung der Gesellschaft zu Risiken des Klimawandels analysieren. Zudem ist es wichtig, den Einfluss von Gesundheits- und Klimawandelkompetenz zu adressieren. So kann beispielsweise pflegewissenschaftliche Forschung u. a. Erkenntnisse zur Prävention klimainduzierter Gesundheitsprobleme, zur Ergebnisqualität klimabezogener Pflegeinterventionen sowie zum nachhaltigen Handeln in Versorgungseinrichtungen generieren. Dabei sollten auch wirksame Interventionen auf Bevölkerungsebene berücksichtigt werden, um Verhaltensänderungen zu fördern. Ansätze und Methoden der evidenzbasierten Medizin können zum Verständnis und zur Verringerung individueller Gesundheitsrisiken durch den Klimawandel beitragen und den aktuellen wissenschaftlichen Stand sowie bestehende Forschungslücken zum untersuchten Thema abbilden.
- Die Interaktion der verschiedenen Forschungsdisziplinen sollte darauf abzielen, methodische Expertise zu bündeln und die Entwicklung neuer Methoden und Disziplinen (z. B. Climate Epidemiology, Implementierungsforschung) zu fördern.
- Zusätzlich sollte es vermehrt eine sektorenübergreifende und interdisziplinäre Kommunikation und Zusammenarbeit mit dem Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD), den Kommunen, Krankenkassen, Kassenärztlichen Vereinigungen, Ständevertretungen, Fachgesellschaften, Gesundheitswissenschaftler:innen, Naturwissenschaftler:innen, Kommunikationswissenschaftler:innen, und Pflegewissenschaftler:innen geben. Relevant ist auch die Einbindung von Stadtplanung, der Krankenhausplanung der Länder, sowie Mobilitäts- und Ernährungsfachpersonen und entsprechenden Institutionen, um weitere

relevante Akteur:innen einzubinden.

- Auf politischer Ebene sollten der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) und der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) über ihre beratende Funktion hinaus erweiterte Mandate und Ressourcen erhalten, um Wirksamkeit und politische Einflussnahme zu erhöhen. Damit kann die konzeptionelle Zusammenarbeit aller Beteiligten unterstützt und Vernetzung zwischen Forschenden und politischen Entscheidungsträger:innen gefördert werden [44].

### 3. Datenzugang und -verknüpfung

#### Ausgangslage:

Die Generierung und Synthese von Evidenz zu gesundheitlichen Folgen des Klimawandels und deren Auswirkungen auf das deutsche Gesundheitsversorgungssystem benötigt eine Triangulation von drei Datenressourcen: Daten zur Wetter- und Umweltexposition, versorgungsnahe Gesundheitsdaten (z.B. Diagnosen, Inanspruchnahmeverhalten, Arbeitsunfähigkeit) und spezifische Personendaten, wie soziodemographische Daten, Daten zum Wohnort und Wohnverhältnissen, aber auch Einstellungs-, Kompetenz- und Verhaltensdaten der Menschen in Bezug auf Klimaphänomene. Nur durch eine Integration und gezielte Verknüpfung relevanter Daten können dringende Fragen beantwortet werden: Welche akuten und längerfristigen gesundheitlichen Auswirkungen zeigen sich im Hinblick auf isolierte und kombinierte Folgen des Klimawandels? Welche Präventionsmöglichkeiten sind effektiv, sicher und effizient? Ergeben sich hierbei neue Herausforderungen für die Gesundheitsversorgung? Welche Anpassungen sind angebracht, um das deutsche Gesundheitssystem klimaresilienter zu gestalten? Welche Zielgruppen können mit welchen Maßnahmen effektiv erreicht werden? Wie können Synergien zwischen planetarer und humaner Gesundheit optimal genutzt werden?

Hinsichtlich der Wetter- und Umweltdaten existiert bisher eine Vielzahl von sowohl frei als auch kostenpflichtig verfügbaren Daten. Diese zeichnen sich durch eine hohe räumliche und zeitliche Auflösungsfähigkeit aus, Unterschiede bestehen u.a. in der Anzahl an verfügbaren Wetter- und Umweltindikatoren oder in der Historizität [45].

Der Zugang zu einer Vielzahl an Gesundheitsdaten und deren Verknüpfung sind entscheidend, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit besser quantifizieren zu können. Derzeit ist der Zugang zu geeigneten Gesundheitsdaten und insbesondere versorgungsnahen Daten (VeDa) unzureichend, was die retrospektive und prospektive Analyse der Zusammenhänge zwischen klimatischen Veränderungen und Gesundheit sowie Gesundheitsversorgung erschwert. Während naturwissenschaftliche Daten z. B. aus der Meteorologie als gut verfügbar gelten [46, 47], sind VeDa oft nur schwer zugänglich, liegen zeitverzögert und selten vollumfänglich vor [11, 48, 49].

GKV-Routinedaten im Kontext der Forschung zu Umwelteinflüssen können derzeit nur mit Unterstützung gesetzlicher Krankenversicherungen und Genehmigung von deren Aufsichtsbehörden genutzt werden, was häufig dazu führt, dass Forschende nicht auf die erforderlichen Daten zugreifen können. Falls die Zustimmung zur wissenschaftlichen Nutzung von VeDa einmal erfolgt ist, sind diese in ihrer Nutzbarkeit aktuell mit wesentlichen Einschränkungen verbunden. So stehen GKV-Routinedaten erst mit einem Zeitverzug von bis zu mehreren Monaten oder Jahren zur Verfügung, so dass evidenzbasierte gesundheitspolitische Konsequenzen, wie z.B.

präventive oder adaptive Maßnahmen zum Gesundheitsschutz, selten zeitnah umgesetzt werden können. Weiterhin können datenschutzbedingt häufig keine ausreichend langen Zeiträume abgedeckt werden. Zudem beschränkt der Datenschutz ebenfalls die räumliche und zeitliche Auflösung von Routinedaten, so dass bestimmte Analysen, z.B. zu gesundheitlichen Auswirkungen des Mikroklimas einer Hitzewelle, nur schwer bzw. gar nicht durchgeführt werden können [50].

Wir schließen uns daher im Wesentlichen den Forderungen des DNVF-Positionspapiers zum Gesundheitsdatennutzungsgesetz an, das von 78 Institutionen und Fachgesellschaften mitgezeichnet wurde [51].

### **Unsere Positionen:**

#### **Transparenter, schneller und pragmatischer Zugang zu Gesundheitsdaten für Forschung und Surveillance/Monitoring**

- Wissenschaftliche Forschung und Surveillance/Monitoring benötigt zur Schaffung handlungsleitender Evidenz einen transparenten, raschen und pragmatischen Zugang zu Gesundheitsdaten und die Möglichkeit zur Verknüpfung mit hochauflösenden Umweltexpositionsdaten und Informationen zu individuellen Einstellungen, Kompetenzen und Verhalten bezüglich klima- und gesundheitsrelevanter Aspekte unter Einhaltung datenschutzrechtlicher Regularien [52].
- Zum Aufbau von Frühwarnsystemen, die flexibel auf die aktuelle Gefährdungslage reagieren können, sind tagesgenaue und integrierte Daten aus der Akutversorgung notwendig. Zum Beispiel erhöhen Hitze u.a. das Herzinfarkttrisiko [7, 8], insbesondere dann, wenn diese mit tropischen Nächten einhergehen [53]. In solchen Fällen ist es unter Umständen angezeigt, stationäre Betten und Stroke Units, insbesondere auf den Intensivstationen, sowie fachärztliche Expertise und technische Ausstattung vorzuhalten.

#### **Höhere räumliche Auflösung und längere Historisierung von Gesundheitsdaten**

- Studien zeigen, dass die Integration von Daten aus verschiedenen Quellen, wie Satelliten- und Sensordaten, die räumliche und zeitliche Auflösung verbessern können, was insbesondere für Analysen zum Mikroklima (z. B. Vergleich von dicht vs. weniger dicht bebauten Stadtteilen) entscheidend ist [54]. Räumlich hochauflösende VeDa sind in Kombination mit hochauflösenden Wetter- und Umweltdaten essenziell für Hot Spot- und räumliche Analysen hinsichtlich der Folgen von Wetter- und Umweltexpositionen. Versorgungsnahe GKV-Daten sind aktuell in ihrer zeitlichen Ausdehnung beschränkt, da es Auflagen zur Datenspeicherung aus Seiten der Krankenkassen gibt (max. 10 Jahre). Gesundheitliche Effekte von klimawandelbedingter Wetter- und Umweltexposition sind jedoch teilweise erst nach Jahrzehnten sichtbar. (dazu zählt z. B. die steigende Prävalenz von Hautkrebs aufgrund zunehmender UV-Strahlungsintensität). Die zeitliche Limitation von VeDa ist besonders für die Modellierung der gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels einschneidend.

## **4. Bildungs- und Informationsmöglichkeiten**

### **Ausgangslage:**

Trotz der zunehmenden Relevanz klimabedingter gesundheitlicher Risiken sind diese Themen

bislang nicht systematisch in den Curricula der Gesundheitsfachberufe verankert [55]. Zwar existieren mit dem Curriculum „Klimawandel und Gesundheit“ der Bundesärztekammer (BÄK) sowie weiteren entwickelten Lehrplänen für Pflegefachkräfte, den Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD), Ergotherapie, Logopädie, Physiotherapie, Ökotrophologen und der Bundesapothekerkammer erste Initiativen, diese bleiben jedoch punktuell und erreichen noch nicht alle Fachbereiche flächendeckend [56]. Daraus ergibt sich die dringende Notwendigkeit, die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels systematisch und verbindlich in den Lehrplänen medizinischer, therapeutischer und pflegerischer Ausbildung sowie in der Fort- und Weiterbildung zu verankern, um allen Akteur:innen im Gesundheitswesen das notwendige Wissen und Handlungskompetenz zu vermitteln [57]. Insbesondere die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit als zentrale Herausforderung sind in den jeweiligen Sektoren/ Bereichen zu verankern und zunehmende und neu auftretende Krankheitsbilder durch den Klimawandel zu adressieren und thematisieren. Darüber hinaus ist es wichtig, die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels auch in der gesundheitlichen Bildung für Bürger:innen zu berücksichtigen, um eine breite Akzeptanz und ein breites Verständnis für die Notwendigkeit einer klimaresilienten Gesundheitsversorgung zu fördern. Handlungs- und Anpassungsmöglichkeiten, um Gesundheitsrisiken zu minimieren, sollten sowohl den Akteur:innen im Gesundheitswesen als auch Bürger:innen bekannt sein und weiterentwickelt werden. Ziel ist eine durchgehend klimasensible Bildungs- und Informationsagenda im Gesundheitswesen und der Gesundheitsversorgung. Dabei bietet diese die Chance, nicht nur die direkten Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit zu adressieren, sondern auch die Wechselwirkungen zwischen sozialen und umweltbedingten Determinanten stärker zu berücksichtigen. Eine solche Agenda sollte gezielt Co-Benefits wie die Förderung der mentalen Gesundheit, eine gesunde Ernährung, aktive Mobilität und saubere Luft in den Fokus rücken, um sowohl individuelle als auch gesamtgesellschaftliche Gesundheitsrisiken zu reduzieren.

### **Unsere Positionen:**

#### **Systematische Integration von Klimawandel und Gesundheit in Lehrpläne**

- Eine Konzipierung, Evaluierung und flächendeckende Implementierung von Curricula über den Zusammenhang von klimatischen Veränderungen und deren Auswirkung auf die menschliche Gesundheit und Gesundheitsversorgung in Lehrplänen einschließlich Aus-, Fort- und Weiterbildungen ist notwendig. Dazu gehört:
  - a) Vermittlung von allgemeinem und fachlichem Wissen zu den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels an Health Professionals, inklusive der Auswirkungen auf Menschen, Natur und gesellschaftliche Systeme;
  - b) Befähigung von Health Professionals, als Multiplikator:innen durch Aufklärung, Vorsorge und Beratung zu agieren;
  - c) Verpflichtende Schulungen für alle Gesundheitsberufe einschließlich angehende Medizinpädagog:innen, durch gesetzliche Vorhaben und Anreize;
  - d) Einrichtung eines langfristigen Monitoring-Systems zur regelmäßigen Überprüfung und Messung des Fortschritts in Studium, Aus- und Weiterbildung zum Thema Klimawandel und Gesundheit.

## Weiterbildung und Multiplikator:innen-Rolle von Health Professionals

- Praktizierende Gesundheitsfachkräfte benötigen kontinuierliche Weiterbildung und Aufklärung, um eine klima- und umweltbezogene Gesundheitskompetenz zu entwickeln und effektiv in der klimaresilienten und treibhausgasarmen Gesundheitsversorgung zu agieren.
- Health Professionals tragen aufgrund ihres gesellschaftlichen Vertrauens die Verantwortung, klimaresiliente Gesundheitskompetenz zu entwickeln. Sie fungieren als Multiplikator:innen, die die Bevölkerung und Patient:innen zu einem klimaresilienten Gesundheitsverhalten informieren und beraten.

## Gesundheitliche Bildung für Bürger:innen

- Gesundheitliche Bildung für Bürger:innen in unterschiedlichen Settings ist essenziell, um die Bevölkerung auf die gesundheitlichen Risiken des Klimawandels vorzubereiten und gezielte Präventionsstrategien zu vermitteln.
  - a) Gezielte barrierefreie Schulungen und Aufklärungskampagnen stärken das Bewusstsein für die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels und fördern klimaresilientes und nachhaltiges Gesundheitsverhalten [58].
  - b) Bildungseinrichtungen, Gesundheitsorganisationen und Behörden können Programme entwickeln, die den Zusammenhang zwischen Klimawandel und Gesundheit vermitteln, wie beispielhaft das WHO-Projekt „Climate and Health Literacy“ [59].
- Zentrale gesundheitliche Folgen des Klimawandels, wie z.B. veränderte Arzneimittelwirkungen bei Hitze, zunehmende Luftverschmutzung und ein erhöhtes Infektionsrisiko, stellen besondere Herausforderungen dar. Besonders vulnerable Gruppen wie ältere Menschen, Kinder, Schwangere, und Menschen mit Vorerkrankungen sowie sozial benachteiligte Menschen müssen gezielt informiert werden.
- Wissenschaftliche Evidenz, wie z. B. der Zusammenhang zwischen Hitzestress bei Schwangeren und einem erhöhten Risiko für frühzeitige Wehen und Fehlgeburten, sollte leicht zugänglich gemacht werden, um Risikofaktoren gezielt anzugehen[60].

## **5. Prävention, Mitigation und Adaptation**

### Ausgangslage:

Die derzeitigen Maßnahmen zum Schutz der Gesamtbevölkerung vor den Auswirkungen klimatischer Veränderungen sind unzureichend, insbesondere für vulnerable Gruppen wie Kinder, ältere Menschen, Personen mit psychischen Erkrankungen oder anderen Vorerkrankungen sowie Personen mit niedrigem sozioökonomischem Status [61-63]. Maßnahmen der Verhaltens- und Verhältnisprävention sollten sich die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit und Klimaschutzaspekte berücksichtigen. So bündeln Hitzeaktionspläne umfassend Anpassungsmaßnahmen zum Gesundheitsschutz in Hitzewellen. Der Öffentliche Gesundheitsdienst (ÖGD) spielt hierbei eine zentrale Rolle, indem er die Erstellung und Verbreitung solcher Pläne an Einrichtungen und Träger übernimmt. Eine Verankerung dieser Maßnahmen ist in verschiedenen Bereichen erforderlich, darunter Schulen, Altenpflegeeinrichtungen, hausärztliche Praxen, Kliniken, ambulante Pflegedienste und Rettungsdienste. Der ÖGD in seiner Rolle als Multiplikator hat das Potenzial, diese Maßnahmen regional zu koordinieren, in der Gesundheitsversorgung umzusetzen und zu evaluieren [62, 64]. Ein besonderer Fokus sollte auf Strategien gelegt werden, die

sogenannte Co-Benefits hervorheben – positive Nebeneffekte, die sowohl zur Reduktion der Treibhausgasemissionen als auch zur Förderung der öffentlichen Gesundheit führen. Eine aktuelle Evidenzsynthese bietet eine umfassende Aufarbeitung der Co-Benefits und schafft eine wissenschaftliche Grundlage für die Entwicklung solcher Strategien [65]. Als konkretes Beispiel sind Anreize zur innerstädtischen Umstellung von Auto- auf Fahrradverkehr zu nennen, da diese gleichzeitig zu Klimaschutz und Gesundheitsförderung beitragen, etwa durch mehr Bewegung, bessere Luftqualität und ein reduziertes Krankheitsrisiko [65].

Trotz vielfältiger Präventionsansätze folgen präventive Angebote zur Verhaltens- und Verhältnisprävention häufig weiterhin einem „one size fits all“-Ansatz, so dass vulnerable und benachteiligte gesellschaftliche Gruppen vielfach nur unzureichend erreicht werden. Notwendig sind adressatenspezifisch angepasste Maßnahmen, um Chancengleichheit bei der Teilhabe an Prävention zu fördern [66, 67]. Gleichzeitig sind die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels ungleich verteilt, da vulnerable Bevölkerungsgruppen aufgrund ihrer höheren Exposition gegenüber Risiken wie extremer Hitze und Luftverschmutzung sowie ihrer begrenzten Anpassungsfähigkeit besonders stark betroffen sind. Diese Wechselwirkungen zwischen klimabedingten Belastungen und sozialen Determinanten von Gesundheit verstärken bestehende Ungleichheiten, insbesondere bei sozioökonomisch benachteiligten Gruppen [25, 68, 69].

Neben den Herausforderungen in der Prävention offenbaren sich erhebliche Defizite im Katastrophenschutz und Krisenmanagement, wie sie bei der Flutkatastrophe im Ahrtal deutlich wurden. Ein tragisches Beispiel ist das Haus der Lebenshilfe in Sinzig, in dem zwölf Menschen mit Behinderungen starben, da keine adäquaten Evakuierungspläne vorhanden waren. Zudem fehlten regelmäßige Übungen, wodurch das Personal unzureichend vorbereitet war und Kommunikationsketten versagten [70, 71]. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, sind integrative Strategien erforderlich, die sowohl soziale Gerechtigkeit als auch Klimaanpassung und -mitigation in den Mittelpunkt stellen.

### **Unsere Positionen:**

#### **Verhaltens- und Verhältnisprävention zur Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit und Gesundheitsversorgung**

- Gezielte Forschung zu Verhältnis- und Verhaltensprävention in diversen Settings (u.a. Schule, Arbeit, Kindertagesstätten, Bildungseinrichtungen, Gesundheitswesen, öffentliche Plätze etc.) ist notwendig, die explizit die Partizipation und die spezifischen Bedarfe vulnerabler und/ oder benachteiligter Gruppen adressiert.
- Verhältnisprävention sollte stärker in den Fokus rücken, da sie durch strukturelle Veränderungen langfristige und nachhaltige Effekte erzielt. Maßnahmen der Stadtplanung wie Zugang zu Grünflächen, Frischluftschneisen und verschatteten öffentlichen Plätzen sind mögliche Ansätze, da diese gesundheitliche Risiken durch Hitze reduzieren [72].
- Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährungs- und Infrastrukturmgebung sind wichtig für den Gesundheitsschutz, insbesondere für sozial benachteiligte Gruppen. Dazu gehören u.a.:
  - a) Ausbau einer leicht zugänglichen, gesunden und nachhaltigen Gemeinschaftsverpflegung;
  - b) Flächendeckender Zugang zu Trinkwasserbrunnen und „Kälteinseln“ mit

Informationsangeboten;

c) Bereitstellung sauberer, kostenloser und barrierefreier Toiletten, um die Flüssigkeitsaufnahme vor allem bei älteren Menschen zu unterstützen [4].

- Nach dem 3-Säulen-Modell für Nachhaltigkeit (Ökonomie, Kultur, Soziales) [73] wird Infrastruktur für aktive Mobilität und eine stärkere Regulierung kommerzieller Determinanten von Gesundheit benötigt, z. B. Einschränkungen der Werbung für gesundheits- und klimaschädliche Produkte, um Verhaltens- und Umweltbedingungen gleichermaßen zugunsten einer nachhaltigen Gesundheitsförderung zu transformieren [74].
- Hitzeaktionspläne sollten strukturelle und individuelle Gesundheitsförderungs- und Präventionsangebote bündeln und gezielt auf die Bedürfnisse vulnerabler Gruppen zugeschnitten werden. Krankenhäuser, hausärztliche Praxen und der ÖGD sollten aktiv in die Umsetzung von Hitzeaktionsplänen eingebunden werden, um eine flächendeckende Versorgung sicherzustellen. Gleichzeitig sollten sich Gesundheitseinrichtungen auch selbst durch eine gezielte Hitzeaktionsplanung vorbereiten.
- Präventive Maßnahmen wie Hitzeaktionspläne, Ernährungs- und Bewegungsprogramme sowie Maßnahmen der kurativen Medizin müssen wissenschaftlich begleitet und bei nachgewiesener Wirksamkeit in verschiedenen Settings flächendeckend etabliert werden. Gesundheitsversorgungseinrichtungen sowie der ÖGD sollten als zentrale Akteur:innen fungieren, um die Maßnahmen effektiv zu koordinieren und umzusetzen.

#### Barrierefreie und sozial gerechte Präventionsmaßnahmen

- Wissensvermittlung sollte barrierefrei, in einfacher Sprache und unter Einbeziehung positiver Zukunftsbilder erfolgen, um individuelle und öffentliche Bewusstseinsbildung zu fördern. Niedrigschwellige Angebote wie Informationsveranstaltungen in öffentlichen Räumen (z. B. Stadtteilzentren oder Apotheken) sind dabei zentral, um vulnerable Gruppen direkt anzusprechen und ihnen praktische Anpassungsmaßnahmen zu vermitteln [75, 76].
- Präventionsansätze müssen sozial gerecht gestaltet werden, um benachteiligte Gruppen, die besonders von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind, zu unterstützen [77]. Gesellschaftsbasierte Ansätze, bei denen lokale Akteur:innen, wie Personen aus Bildungs- und Betreuungseinrichtungen sowie der Gesundheitsversorgung, in die Planung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen einbezogen werden, haben sich als effektiv erwiesen [78].
- Klimaanpassungsstrategien sollten gezielt in bestehende Programme der Gesundheitsversorgung integriert werden, beispielsweise durch hausärztliche Praxen oder mobile Gesundheitsdienste, um präventive Angebote auf die Bedürfnisse benachteiligter Menschen auszurichten [79].

#### Systematische Verbesserung des Katastrophenmanagements unter Berücksichtigung vulnerabler Gruppen und psychischer Gesundheit

- Es braucht umfassende Verbesserungen im Katastrophenmanagement, welches alle Phasen (Katastrophen- und Krisenvermeidung, -vorsorge, -bewältigung und Wiederherstellung) systematisch adressiert.

- Vulnerable Gruppen, wie Menschen mit Behinderungen, pflegebedürftige und/oder ältere Menschen und sozial benachteiligte Gruppen, müssen gezielt in die Katastrophenvorsorge einbezogen werden.
- Implementierung adäquater Evakuierungspläne, regelmäßige Notfallübungen sowie die Sicherstellung funktionierender Kommunikationsketten, um die Handlungsfähigkeit aller Beteiligten im Ernstfall zu gewährleisten [70, 71].
- Notwendig ist darüber hinaus eine Integration der psychischen Gesundheit in die Katastrophenvorsorge und -bewältigung. Studien zeigen, dass Extremwetterereignisse wie Flutkatastrophen und Hitzewellen zu einem Anstieg von Depressionen, Angststörungen und Substanzmittelmissbrauch führen [80]. Diese psychischen Belastungen treffen auf eine derzeit bereits überlastete Versorgungsstruktur für psychische Erkrankungen [66].
- Präventive Maßnahmen, wie psychologische Schulungen für Einsatzkräfte, sollten priorisiert und psychische Gesundheitsdienste in Katastrophenpläne integriert werden, um eine umfassende Versorgung sicherzustellen.

## 6. Nachhaltigkeit bzw. Klimaneutralität im Gesundheits- und Forschungssektor

### Ausgangslage:

Durch die Versorgung von Patient:innen und der damit verbundenen Arzneimitteltherapie tragen die Gesundheitssysteme entscheidend zu Umwelt- und Klimabelastungen bei. Eine treibhausgasarme Gesundheitsversorgung in allen Sektoren ist aktuell noch eine große Herausforderung. In Deutschland liegt der Anteil des Gesundheitssektors mit 0,68 t CO<sub>2</sub> pro Person bei 6% der nationalen Treibhausgasemissionen, was über dem EU-Durchschnitt von 4,7% liegt [81]. Damit gehört Deutschland zu den Ländern, bei denen der Gesundheitssektor erheblich zu Emissionen beiträgt [81, 82]. Unser Gesundheitssystem ist nicht nur eines der teuersten, sondern trägt im Verhältnis stärker als jene unserer Nachbarländer zum Klimawandel bei. Die konsequente Umsetzung der Krankenhausreform ohne weitere Verwässerung durch Ausnahmeregelungen ist damit dringend geboten. Auch erzeugt der Gesundheitssektor erhebliche Mengen an Abfall und Verpackungsmüll und hat einen hohen Energie-, Ressourcen- und Wasserbedarf [83], insbesondere in der Notfall- und Intensivmedizin [84]. Der mit 80% am Gesamtvolumen jedoch größte Anteil stellen sogenannte Scope-3-Emissionen dar. Scope 1-, 2- und 3-Emissionen sind Kategorien von Treibhausgasemissionen, die Unternehmen bei der Erstellung ihrer Treibhausgas-Bilanzen unterscheiden müssen. Scope-3-Emissionen sind indirekte Emissionen innerhalb der Wertschöpfungskette, also z. B. innerhalb vor- und nachgelagerter Lieferketten. Diese betreffen vor allem die Produktion und den Transport von Arzneimitteln. Dies verdeutlicht die dringende Notwendigkeit einer nachhaltigen Ressourcenbeschaffung und -bewirtschaftung im Gesundheitssektor [85, 86].

Auch das Forschungswesen trägt durch verschiedene Mechanismen zur Klimabelastung bei. Ein zentraler Faktor ist der hohe Energieverbrauch von Simulationsmodellen, die für Klimaprognosen und -auswirkungen verwendet werden [87]. Auch das Betreiben von Laboren geht mit erheblichen Klima- und Umweltbelastungen einher [88]. Weiterhin erfordert der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Forschung einen hohen Energie- und Trinkwasserbedarf [89]. Vor dem Hintergrund der steigenden Bedeutung und des Einsatzes von KI ist die Energiewende und die

Transformation zu sauberen, nachhaltigen Energiequellen essentiell. Darüber hinaus entstehen durch die Infrastruktur von Universitäten und Forschungseinrichtungen zusätzliche Umweltbelastungen. Faktoren wie Gebäudebetrieb, Reisetätigkeiten und die Nutzung von Ressourcen tragen zu Treibhausgasemissionen bei [90].

### **Unsere Positionen:**

#### **Verpflichtende Vorgaben und Ziele zur Reduktion von Treibhausgasemissionen**

- Ziel sind verpflichtende Vorgaben und Ziele zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und einem bewussten Einsatz von Ressourcen. Dies könnte z.B. über ein Bonussystem für bereits implementierte Maßnahmen bzw. ein Malussystem für nicht erreichte Ziele geschehen. Eine große strategische Entschlossenheit quer durch alle Sektoren ist erforderlich, um Klimaschutzziele schnell zu erreichen [91].
- Denkbar wäre ausgehend von der Bundesregierung bzw. des Bundesministeriums für Gesundheit, die Ausarbeitung einer ganzheitliche Strategie in Zusammenarbeit mit der Selbstverwaltung, inklusive Überwachung der Erreichung von Zwischenzielen sowie die Ermöglichung gesetzlicher Weichenstellungen. Dazu gehören z. B. die Verankerung von Nachhaltigkeit im Sozialgesetzbuch (SGB), Vorgaben im Medizinprodukte- und Arzneimittelsektor sowie Förderprogramme für Gebäudehüllensanierung.

#### **Entwicklung von Strategien und Konzepten für ein treibhausgasarmes Gesundheitswesen**

- Auf der strukturellen Ebene ist die Entwicklung von Strategien und Konzepten für ein treibhausgasarmes bzw. klimaneutrales Gesundheitswesen erforderlich. Hier seien beispielsweise der im Vergleich zu anderen europäischen Ländern noch sehr hohe Anteil an ressourcenintensiver stationärer Versorgung und die damit einhergehende Notwendigkeit einer weiteren Ambulantisierung des deutschen Krankenhauswesens genannt [92].
- Erster Schritt wäre angelehnt an andere Sektoren eine klare Analyse des Status Quo und ein Fahrplan zur Reduktion von Scope 1-, 2- und 3-Emissionen. Solche Strategien sind in den Niederlanden, Großbritannien und Österreich bereits vorhanden.
- Weiterhin können über gezielte Evaluationen (z. B. im Kontext Grüner Gesundheitssektor/Green Hospital, Policy-Analysen, Wirksamkeit bzw. Akzeptanz von spezifischen Maßnahmen, Nachhaltigkeit am Arbeitsplatz, Mobilität/Dienstreisen und -fahrzeuge, Einbezug von Emissionen in Kosten-Nutzen-Vergleiche usw.) Maßnahmen sukzessive eingeführt und auf ihre Wirksamkeit überprüft werden. Obwohl bereits Ressourcen in Pilotprojekte und Modellvorhaben fließen, mangelt es häufig an einer systematischen Evaluation, um die Wirksamkeit, Verbesserung und Übertragbarkeit zu überprüfen. Eine stärkere Verankerung von Evaluationsprozessen ist notwendig, um sicherzustellen, dass die eingesetzten Mittel effektiv genutzt werden und langfristige Verbesserungen ermöglichen.
- In der Versorgung kann mehr Nachhaltigkeit u.a. durch die Reduktion von Überversorgung, z. B. durch Vermeidung von überflüssigen Untersuchungen und Arzneimitteln, erreicht werden. Auch die Stärkung eines präventiven Gesundheitsansatzes und der Primärversorgung können entscheidend dazu beitragen, Emissionen zu reduzieren.
- Ein Beispiel wäre die ausschließliche Verwendung von weniger klimaschädlichen

Medikamenten oder Narkotika, sofern Alternativen bestehen. Allerdings besteht aktuell weitgehende Intransparenz über die Nutzung von Arzneistoffen, wie beispielsweise Narkosegasen, die einen erheblichen Beitrag zu den Treibhausgasemissionen von Krankenhäusern leisten [93].

- Weitere Kernpunkte der nachhaltigen Gestaltung betreffen den Energiesektor, die Rohstoffbeschaffung, den Produktions- und Transportprozess der Medikamente bis hin zur Entsorgung von Verpackungs- und Altmedikamentenmüll [94]. Dabei ist es wichtig, dass Maßnahmen sich an klar messbaren Zielparametern ausrichten. Diese sollten anhand zuvor definierter Indikatoren gemessen und so die Zielerreichung incentiviert werden.

#### Vermeidung von Treibhausgasemissionen im Forschungswesen

- Im Forschungswesen sollte zunächst die Vermeidung von Treibhausgasemissionen auf die Agenda gesetzt werden [95]. Diese werden u.a. zu einem hohen Anteil durch Konferenz- und Forschungsreisen generiert.
- Bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sind Anträge zur Forschungsförderung um Fragen zur Nachhaltigkeit ergänzt worden, es gab 2023 einen Förderwettbewerb „Ressourceneffiziente Großgeräteinfrastrukturen für die Forschung“ und es wurde ein Leitfragenkatalog für Antragsteller:innen entwickelt, um bereits bei der Antragstellung ökologische Nachhaltigkeit mit zu berücksichtigen [96]. Dies könnte ein genereller Standard bei Ausschreibungsverfahren zu Forschungsprojekten werden.
- Ein wichtiger Handlungshorizont im Forschungsbereich betrifft die Vermeidung von „research waste“. Dies bezeichnet Ineffizienzen im Forschungsprozess, die zu einer Verschwendung von Ressourcen, Zeit und Aufwand beitragen und dazu führen, dass Studien keine oder wenig bedeutungsvolle Erkenntnisse liefern oder nur begrenzte Auswirkungen haben. Research waste kann durch schlecht konzipierte oder durchgeführte Studien, unzureichende Berichterstattung oder die mangelnde Berücksichtigung vorhandener Evidenz bei der Planung neuer Forschungsvorhaben entstehen [97, 98]. Im Bereich der Gesundheitswissenschaften haben solche Studien somit keinen oder geringen Erkenntnisgewinn für betroffene Patient:innen, Gesundheitsdienstleistende oder die Gesellschaft als Ganzes. Chalmers & Glasziou adressieren folgende Ansatzpunkte für das Vermeiden von research waste in der Gesundheitsversorgung: möglichst hohe Relevanz von Anwendungs- und Transferforschung für Dienstleistende, Patient:innen und Entscheidungsträger:innen, angemessene Forschungsmethodik hinsichtlich Design und Analysen, Zugänglichkeit der Forschungsergebnisse sowie transparente Berichterstattung ohne Verzerrungen [98]. Gleichzeitig muss betont werden, dass auch hochwertige Grundlagenforschung einen hohen Erkenntnisgewinn erzeugen kann, der nicht von unmittelbarem Nutzen für die Praxis sein muss. Grundlagenorientierte Versorgungsforschung befasst sich mit dem Beschreiben, Verstehen und Erklären gesundheitlicher Versorgung sowie der dafür benötigten Theorie- und Methodenentwicklung [99].

## Fazit

Die vorliegenden Positionen verdeutlichen eindrücklich die vielfältigen Auswirkungen des

anthropogenen Klimawandels auf die Gesundheit und die Gesundheitsversorgung und die ebenso vielfältigen Handlungsoptionen, um dessen Folgen abzumildern und Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Trotz evidenzbasierter Erkenntnisse wird im öffentlichen Bewusstsein und politischen Raum, mit Ausnahme von Hitze, der direkte Zusammenhang zwischen Klimawandel und Gesundheit sowie die zentrale Bedeutung des Klimawandels für die Gesundheitsversorgung bislang nur unzureichend wahrgenommen. Die Notwendigkeit, das Gesundheitssystem an die Anforderungen des Klimawandels anzupassen und resilienter zu gestalten, wird durch die Darstellung der sechs konsentierten Themenfelder und die entsprechenden Positionen klar herausgearbeitet (Error: Reference source not found). Es bedarf einer umfassenden interdisziplinären und intersektoralen Zusammenarbeit, um den vielschichtigen Herausforderungen gerecht zu werden.

Die Positionen fordern eine institutionelle Verankerung transformativer Forschung, die gesellschaftliche und politische Prozesse wissenschaftlich begleitet und ganzheitlich betrachtet. Ebenso ist eine nachhaltige und klimaresiliente Ausrichtung von Forschungsförderung und -vernetzung erforderlich, die auf umfassenden und integrierten Datenressourcen basiert und neue Forschungsfragen sowie praxisnahe Lösungsansätze hervorbringt. Die strukturelle Umgestaltung des Gesundheitswesens hin zu einer klimafreundlichen und ressourceneffizienten Organisation im Sinne der Mitigation, begleitet von verbindlichen Zielsetzungen zur Emissionsreduktion und zur längst überfälligen Abkehr von fossilen Brennstoffen, ist unerlässlich. Zudem muss der Fokus auf Maßnahmen zur Prävention und Adaptation gelegt werden, insbesondere für Bevölkerungsgruppen in vulnerablen Situationen, die durch gezielte Bildungs- und Informationsangebote unterstützt werden. Die Hervorhebung von Co-Benefits im Sinne von positiven Nebeneffekten, die sowohl die Reduktion von Emissionen als auch die Verbesserung der individuellen und öffentlichen Gesundheit beinhalten, steht damit in engem Zusammenhang. Die Förderung eines breiten gesellschaftlichen Engagements ist ebenfalls zentral, um Akzeptanz herzustellen und Partizipation zu ermöglichen.

Die bisherige Forschungslandschaft ist durch befristete Projekte geprägt, und der Bedarf an kontinuierlicher, langfristig angelegter Forschungsförderung zur klimasensiblen Gesundheitsversorgung ist unverkennbar. Die Bedeutung einer Triangulation von Daten aus Umwelt-, Versorgungs- und Sozialwissenschaften wird ebenso erkannt wie die Notwendigkeit integrativer Monitoring- und Frühwarnsysteme, die zeitnah und flexibel auf klimabedingte Gesundheitsrisiken reagieren können. Die Umsetzung evidenzbasierter Handlungsempfehlungen muss beschleunigt und durch nutzerorientierte und partizipative Instrumente, wie digitale Plattformen und Vernetzungsformate, begleitet werden.

Die Darstellung im Positionspapier macht zudem deutlich, dass ein wirksames Katastrophenmanagement unter Berücksichtigung vulnerabler Gruppen und deren psychischer Belastung nicht fehlen darf. Gleichzeitig sind nachhaltige Transformationsprozesse im Gesundheitswesen, die eine Ambulantisierung und die Nutzung ressourcenschonender Verfahren fördern, notwendig. Der Aspekt der Vermeidung von Forschungsressourcenverschwendung wird hervorgehoben, um sicherzustellen, dass Forschungsergebnisse zielgerichtet und ohne Redundanzen gewonnen werden und optimal der Gesellschaft zugutekommen.

Abschließend fordert das Positionspapier ein klares, verbindliches und finanziell gesichertes

Handeln aller gesellschaftlicher Akteur:innen, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit und die Gesundheitsversorgung wirksam zu adressieren und die Gesundheitsversorgung treibhausgasarm und klimaresilient zu gestalten. Dabei kann das Drei-Säulen-Modell für Nachhaltigkeit von Stahlmann [73] ein praxisnaher Weg sein: Aufbauend auf dem ökologischen Fundament unserer natürlichen Ressourcen müssen wir die Säulen Ökonomie, Kultur und Soziales miteinander verbinden, um die Herausforderungen der sechs hier vorgestellten Themenfelder zielgerichtet zu meistern. Für eine zukunftsfähige Gesundheitsversorgung brauchen wir Mut und politischen Willen zu einem ganzheitlichen Wandel, der wirtschaftliche Vernunft, kulturellen Wandel und soziale Gerechtigkeit vereint. Nur gemeinsam können wir die Transformation gestalten, die unsere Gesellschaft resilient, lebenswert, nachhaltig und zukunftsfähig macht – zum Wohle aller Generationen. Nicht handeln beschleunigt den Klimawandel und geht auf Kosten der Gesundheit der Menschen und steigert sowohl die Kosten für die Gesellschaft als auch für das Gesundheitssystem in der Zukunft. Wirksame Maßnahmen müssen jetzt eingeleitet und konsequent umgesetzt werden, um eine klimaresiliente und treibhausgasarme Gesundheitsversorgung in Deutschland zu ermöglichen.



## Referenzen

1. Lynas, M., B.Z. Houlton, and S. Perry, *Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature*. Environmental Research Letters, 2021. **16**(11): p. 114005.
2. Myers, K.F., et al., *Consensus revisited: quantifying scientific agreement on climate change and climate expertise among Earth scientists 10 years later*. Environmental Research Letters, 2021. **16**(10): p. 104030.
3. Günster, C., *Versorgungs-Report: Klima und Gesundheit*. 2021: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
4. Romanello, M., A. McGushin, and C. Di Napoli, *The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future (vol 398, pg 1619, 2021)*. Lancet, 2021. **398**(10317): p. 2148-2148.
5. Bundesregierung, E.G.u.R.d., *5. Stellungnahme: Klimawandel und Gesundheit: Zusammen Denken, Systemgrenzen Überwinden*. 2024.
6. Hertig, E., et al., *Klimawandel und Public Health in Deutschland - Eine Einführung in den Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit 2023*. Journal of Health Monitoring, 2023(S3).
7. Lavados, P.M., V.V. Olavarría, and L. Hoffmeister, *Ambient Temperature and Stroke Risk Evidence Supporting a Short-Term Effect at a Population Level From Acute Environmental Exposures*. Stroke, 2018. **49**(1): p. 255-261.
8. Alahmad, B., et al., *Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-Specific Mortality: Results From 27 Countries*. Circulation, 2023. **147**(1): p. 35-46.
9. Shaman, J. and K. Knowlton, *The Need for Climate and Health Education*. American Journal of Public Health, 2018. **108**(S2): p. S66-S67.
10. Heinz, A. and A. Meyer-Lindenberg, *[Climate change and mental health. Position paper of a task force of the DGPPN]*. Nervenarzt, 2023. **94**(3): p. 225-233.
11. Günster, C. and C. Schmuker, *[Health and climate change-what is the potential of real-world data?]*. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2024. **67**(2): p. 155-163.
12. Bein, T., *Pathophysiologie und Management der Hitzeerkrankung*. Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin, 2024. **119**(5): p. 373-380.
13. Hertig, E., et al., *Climate change and public health in Germany - An introduction to the German status report on climate change and health 2023*. Journal of Health Monitoring, 2023(S3).
14. DAK. *Hitze: 10 Millionen Beschäftigte im Job stark belastet*. 2024; Available from: <https://www.dak.de/presse/bundesthemen/gesundheitsreport/hitze-10-millionen-beschaefigte-im-job-stark-belastet-66750>.
15. Agache, I., et al., *Climate change and global health: A call to more research and more action*. Allergy, 2022. **77**(5): p. 1389-1407.
16. Leal Filho, W., et al., *Assessing climate change and health provisions among staff in higher education institutions: A preliminary investigation*. PLOS ONE, 2024. **19**(5): p. e0304019.
17. Ni, R., et al., *Long-term exposure to PM2.5 has significant adverse effects on childhood and adult asthma: A global meta-analysis and health impact assessment*. One Earth, 2024. **7**(11): p. 1953-1969.
18. Wu, Y., et al., *Economic burden of premature deaths attributable to non-optimum temperatures in Italy: A nationwide time-series analysis from 2015 to 2019*. Environmental Research, 2022. **212**.

19. Wondmagegn, B.Y., et al., *What do we know about the healthcare costs of extreme heat exposure? A comprehensive literature review*. *Science of the Total Environment*, 2019. **657**: p. 608-618.
20. Karlsson, M. and N.R. Ziebarth, *Population health effects and health-related costs of extreme temperatures: Comprehensive evidence from Germany*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018. **91**: p. 93-117.
21. Kjellstrom, T., et al., *Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts*. *Annual Review of Public Health*, Vol 37, 2016. **37**: p. 97-112.
22. Romanello, M., et al., *The 2025 report of the <em>Lancet</em> Countdown on health and climate change: climate change action offers a lifeline*. *The Lancet*, 2025. **406**(10521): p. 2804-2857.
23. Change, I.P.o.C., *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in *IPCC Assessment Report*, R.K. Pachauri and L.A. Meyer, Editors. 2014: Geneva.
24. Wondmagegn, B.Y., et al., *Understanding current and projected emergency department presentations and associated healthcare costs in a changing thermal climate in Adelaide, South Australia*. *Occupational and Environmental Medicine*, 2022. **79**(6): p. 421-426.
25. Bolte, G., et al., *Klimawandel und gesundheitliche Chancengerechtigkeit: Eine Public-Health-Perspektive auf Klimagerechtigkeit*. *Journal of Health Monitoring*, 2023(S6).
26. Organization, W.H., *Health in All Policies: Framework for Country Action*. 2014.
27. Wittmayer, J., Hölscher, K., *Transformationsforschung - Definitionen, Ansätze, Methoden*, Umweltbundesamt, Editor. 2017. p. 125.
28. Lindemann, C., et al., *Verbessert der Innovationsfonds die Versorgung? Eine kritische Bestandsaufnahme zum Stand der Implementierung erfolgreicher Innovationsfondsprojekte in die Versorgungspraxis*. *Gesundheitswesen*, 2024. **86**(06): p. 451-462.
29. Organization, W.H., *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM 2.5 and PM 10 ), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. . 2021: Geneva: World Health Organization;.
30. Organization, W.H. *Air pollution is responsible for 6.7 million premature deaths every year*. Available from: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>.
31. Anenberg, S.C., et al., *Synergistic health effects of air pollution, temperature, and pollen exposure: a systematic review of epidemiological evidence*. *Environmental Health*, 2020. **19**(1): p. 130.
32. Schneider, P., A. Thieken, and A. Walz, *Effects of Temperature and Air Pollution on Emergency Ambulance Dispatches: A Time Series Analysis in a Medium-Sized City in Germany*. *Weather, Climate, and Society*, 2023. **15**(3): p. 665-676.
33. Organization, W.H. *Air quality legislation and implications for health*. 2025; Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/B09436>.
34. Organization, W.H. *Ambient (outdoor) air pollution*. 2024; Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
35. Programme, U.E., *Regulating Air Quality: the First Global Assessment of Air Pollution Legislation*. 2021.
36. van Daalen, K.R., et al., *The 2024 Europe report of the <em>Lancet</em> Countdown on health and climate change: unprecedented warming demands unprecedented action*. *The Lancet Public Health*, 2024. **9**(7): p. e495-e522.
37. Romanello, M., et al., *The 2024 report of the Lancet Countdown on health and climate*

- change: facing record-breaking threats from delayed action. *Lancet*, 2024. **404**(10465): p. 1847-1896.
38. *Nachwuchsgruppen Globaler Wandel: Klima, Umwelt und Gesundheit*. [cited 2025 11.04.]; Available from: <https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/nachwuchsgruppen-globaler-wandel-klima-umwelt-und-gesundheit-15855.php>.
39. *Klimawandel und Gesundheit*. [cited 2025 11.04.]; Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/k/klimawandel-und-gesundheit.html>.
40. *Ideen für eine Rohstoff schonende Gesundheitsversorgung gesucht*. [cited 2025 11.04.]; Available from: <https://idw-online.de/de/news850271>.
41. Bundesausschuss, G. *Förderbekanntmachung Versorgungsforschung zum themenspezifischen Bereich*. 2023; Available from: <https://innovationsfonds.g-ba.de/foerderbekanntmachungen/foerderbekanntmachung-versorgungsforschung-zum-themenspezifischen-bereich-zuletzt-geaendert-am-16-11-2023.40>.
42. Bundesausschuss, G. *Projekte - Versorgungsforschung*. 2024; Available from: <https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/versorgungsforschung/>.
43. (RKI), R.K.I. *Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit (2023)*. 2023; Available from: <https://www.rki.de/DE/Themen/Gesundheit-und-Gesellschaft/Klimawandel/Klimawandel-Gesundheit-Sachstandsbericht.html>.
44. Jäkel, J., et al., *Initiative für einen handlungsfähigen Staat*. 2025, Berlin: Langebartels+Jürgens.
45. Kusch, E. and R. Davy, *KrigR—a tool for downloading and statistically downscaling climate reanalysis data*. *Environmental Research Letters*, 2022. **17**(2): p. 024005.
46. Cheval, S., et al. *Meteorological and Ancillary Data Resources for Climate Research in Urban Areas*. *Climate*, 2020. **8**, DOI: 10.3390/cli8030037.
47. Storz-Pfennig, P., *Digitalisierung der Versorgungsforschung - Versorgungsforschung zur Digitalisierung*, in *Krankenhaus-Report 2019: Das digitale Krankenhaus*, J. Klauber, et al., Editors. 2019, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 175-184.
48. Günster C, K.J., Robra B-P, Schmuker C, Schneider A., *Versorgungs-Report: Klima und Gesundheit*. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2021. **283**.
49. Watts, N., et al., *The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises*. *Lancet*, 2021. **397**(10269): p. 129-170.
50. Rocque, R.J., et al., *Health effects of climate change: an overview of systematic reviews*. *BMJ Open*, 2021. **11**(6): p. e046333.
51. Schmitt, J., et al., *Das Gesundheitsdatennutzungsgesetz - Potenzial für eine bessere Forschung und Gesundheitsversorgung*. *Das Gesundheitswesen*, 2023. **85**(04): p. 215-222.52. Schmitt, J., et al., *Record Linkageder Daten des FDZ Gesundheit mit extern gehaltenen Forschungsdaten anhand des Beispiels einer Verknüpfung mit Daten einer Kohorte des NAPKON*. 2023.
53. He, C., et al., *Nocturnal heat exposure and stroke risk*. *European Heart Journal*, 2024. **45**(24): p. 2158-2166.
54. Schneider, R., et al., *A Satellite-Based Spatio-Temporal Machine Learning Model to Reconstruct Daily PM2.5 Concentrations across Great Britain*. *Remote Sensing*, 2020. **12**(22): p. 3803.
55. (bvvgp), B.P.u.G.e.V. *Klimawandel und Gesundheit als Schlüsselthema in der Politik - Empfehlungen der Arbeitsgruppe „Klimawandel und Gesundheit“*. 2025 25.02.2025; Available from: [https://bvpraevention.de/newbv/images/Publikationen/BVPG\\_Empfehlungen\\_2025\\_AG\\_KI](https://bvpraevention.de/newbv/images/Publikationen/BVPG_Empfehlungen_2025_AG_KI)

[imawandel\\_Gesundheit.pdf](#).

56. Apothekerverbände, A.B.D., *Curriculum Klima, Umwelt und Gesundheit*. 2023.
57. (BÄK), B., *BÄK-Curriculum Klimawandel und Gesundheit*. 2022, Bundesärztekammer: Berlin, Deutschland.
58. Barton, H., M. Grant, and R. Guise, *Shaping Healthy Cities: The Role of Climate and Health Literacy*. 2018: Oxford University Press.
59. (WHO), W.H.O. *Climate Change and Health: Addressing the Health Impacts of Climate Change Through Health Education*. 2020; Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
60. Yuzen, D., et al., *Increased late preterm birth risk and altered uterine blood flow upon exposure to heat stress*. *EBioMedicine*, 2023. **93**: p. 104651.
61. Schmuker, C., et al., *Klimawandel und Gesundheit: Welche Rolle spielt der Klimawandel im Gesundheitsbewusstsein der Befragten? Ergebnisse einer deutschlandweiten Bevölkerungsbefragung*, in *Versorgungs-Report: Klima und Gesundheit*. 2021. p. 157-176.
62. Benevolenza, M.A. and L. DeRigne, *The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature*. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, 2019. **29**(2): p. 266-281.
63. Cianconi, P., S. Betrò, and L. Janiri, *The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review*. *Frontiers in Psychiatry*, 2020. **Volume 11 - 2020**.
64. Winklmayr, C., et al., *Heat in Germany: Health risks and preventive measures*. *Journal of Health Monitoring*, 2023(54): p. 3--32.
65. Wabnitz K, E.M., von der Haar A. , *Evidenzsynthese zu Co-Benefits: Eine Aufarbeitung der aktuellen wissenschaftlichen Evidenz*. . Zenodo, 2024.
66. Gebhardt, N., et al., *Scoping review of climate change and mental health in Germany – Direct and indirect impacts, vulnerable groups, resilience factors*. *Journal of Health Monitoring*, 2023(54): p. 122--149.
67. Romanello, M., et al., *The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms*. *The Lancet*, 2023. **402**(10419): p. 2346-2394.
68. Weller, I.R., Ulrike; Fischer, Karin; Böckmann, Melanie; Birk, Nanna, *Chancengerechtigkeit im Klimawandel*, a.F. Nachhaltigkeit, Editor. 2016: Universität Bremen.
69. Paavola, J., *Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK*. *Environmental Health*, 2017. **16**(1): p. 113.
70. Kahle, M., et al., *Classifying the 2021 'Ahrtal' flood event using hermeneutic interpretation, natural language processing, and instrumental data analyses*. *Environmental Research Communications*, 2022. **4**(5): p. 051002.
71. Dietze, M., et al., *A Seismic Approach to Flood Detection and Characterization in Upland Catchments*. *Geophysical Research Letters*, 2022. **49**(20): p. e2022GL100170.
72. Gianfredi, V., et al., *Urban Green Spaces and Public Health Outcomes: a systematic review of literature*. *European Journal of Public Health*, 2021. **31**.
73. Stahlmann, V., *Lernziel: Ökonomie der Nachhaltigkeit. Eine anwendungsorientierte Übersicht*. 2008, München: oekom Verlag.
74. Fanzo, J., et al., *Climate Change, Extreme Weather Events, Food Security, and Nutrition: Evolving Relationships and Critical Challenges*. *Annual Review of Nutrition*, 2025.
75. Ojala, M., *Hope and climate change: the importance of hope for environmental engagement among young people*. *Environmental Education Research*, 2012. **18**(5): p. 625-642.
76. Moser, S.C., *Communicating adaptation to climate change: the art and science of public engagement when climate change comes home*. *WIREs Climate Change*, 2014. **5**(3): p. 337-358.

77. Costello, A., et al., *Managing the health effects of climate change*. Lancet, 2009. **373**(9676): p. 1693-1733.
78. Grigorieva, E.A., *Climate Change and Human Health in the Arctic: A Review*. Climate, 2024. **12**(7): p. 89.
79. Rao, S., et al., *The need for health equitable climate adaptation policies in Northern Europe*. Scandinavian Journal of Public Health, 2025. **53**(2): p. 215-218.
80. Weilhammer, V., et al., *Extreme weather events in Europe and their health consequences – A systematic review*. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2021. **233**: p. 113688.
81. Pichler, P.-P., et al., *International comparison of health care carbon footprints*. Environmental Research Letters, 2019. **14**(6): p. 064004.
82. Karlner, J., et al., *Health care's climate footprint: the health sector contribution and opportunities for action*. European Journal of Public Health, 2020. **30**(Supplement\_5).
83. Steenmeijer, M.A., et al., *The environmental impact of the Dutch health-care sector beyond climate change: an input-output analysis*. Lancet Planetary Health, 2022. **6**(12): p. E949-E957.
84. König, V., et al., *Zusammenfassung der S1-Leitlinie Nachhaltigkeit in der Intensiv- und Notfallmedizin*. Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin, 2025. **120**(1): p. 37-43.
85. Bein, T., S. Koch, and C. Schulz, *What's new in intensive care: environmental sustainability*. Intensive Care Medicine, 2021. **47**(8): p. 903-905.
86. McGain, F., et al., *Environmental sustainability in anaesthesia and critical care*. Br J Anaesth, 2020. **125**(5): p. 680-692.
87. Challinor, A.J., et al., *METHODS AND RESOURCES FOR CLIMATE IMPACTS RESEARCH Achieving Synergy*. Bulletin of the American Meteorological Society, 2009. **90**(6): p. 836-+.
88. Freese, T., et al., *The relevance of sustainable laboratory practices*. RSC Sustain, 2024. **2**(5): p. 1300-1336.
89. Li, P., et al., *Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models*. ArXiv, 2023. **abs/2304.03271**.
90. Kounetas, K., et al., *Departmental efficiency differences within a Greek university: An application of a DEA and Tobit analysis*. International Transactions in Operational Research, 2011. **18**(5): p. 545-559.
91. Umweltfragen, S.f. *Offener Brief zum Klimakabinett: Umsetzungs- und Ambitionsücke schließen* 2019; Available from: [https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04 Stellungnahmen/2016\\_2020/2019\\_09 Brief Klimakabinett.html](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2019_09_Brief_Klimakabinett.html).
92. Policies, O.E.O.o.H.S.a., *State of Health in the EU Deutschland: Länderprofil Gesundheit 2023* 2023: Brüssel.
93. Schuster M, et al., *Positionspapier mit konkreten Handlungsempfehlungen der DGAI und des BDA: Ökologische Nachhaltigkeit in der Anästhesiologie und Intensivmedizin – Aktualisierung 2024*. Anästh Intensivme, 2024. **65**: p. 541-557.
94. Albarqouni, L., et al., *Overuse of medications in low- and middle-income countries: a scoping review*. Bull World Health Organ, 2023. **101**(1): p. 36-61d.
95. Griffiths, J., et al., *What is the carbon footprint of academic clinical trials? A study of hotspots in 10 trials*. BMJ Open, 2024. **14**(10): p. e088600.
96. (DFG), D.F. *Nachhaltigkeit im Forschungsprozess*. 2024; Available from: <https://www.dfg.de/de/grundlagen-themen/entwicklungen-im-wissenschaftssystem/>

[nachhaltigkeit-im-forschungsprozess.](#)

97. Hachmann, J., *Forschen für die Tonne? – Die Research-Waste-Problematik*. Public Health Forum, 2019. **27**(3): p. 236-238.
98. Chalmers, I. and P. Glasziou, *Avoidable waste in the production and reporting of research evidence*. Lancet, 2009. **374**(9683): p. 86-9.
99. Pfaff, H., et al., *Was ist Versorgungsforschung?*, in *Versorgungsforschung*, H. Pfaff, et al., Editors. 2024, Springer: Wiesbaden.



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Darstellung der sechs Themenfelder in drei Domänen



## Mitunterzeichnungsliste

Das Positionspapier „*Perspektiven, Handlungsstrategien und Lösungsansätze für eine klimaresiliente und treibhausgasarme Gesundheitsversorgung*“ wird von folgenden ordentlichen institutionellen Mitgliedern des Deutschen Netzwerks Versorgungsforschung e.V. und von folgenden Nicht-Mitgliedern des Deutschen Netzwerks Versorgungsforschung e.V. getragen.

1. Center for Health Care Research & Public Health – UKE Hamburg
2. Charité - Universitätsmedizin Berlin, Plattform - Charité Versorgungsforschung
3. Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V.
4. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V.
5. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.
6. Deutsche Gesellschaft für Ergotherapie e.V.
7. Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie und Gefäßmedizin e.V.
8. Deutsche Gesellschaft für Hebammenwissenschaft e.V.
9. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V.
10. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie
11. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Soziologie e.V.
12. Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V.
13. Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin e.V.
14. Deutsche Gesellschaft für Psychosomatische Medizin und Ärztliche Psychotherapie e.V.
15. Deutsche Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften e.V.
16. Deutsche Gesellschaft für Rettungswissenschaften e.V.
17. Deutsche Gesellschaft für Senologie e.V.
18. Deutsche Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention e.V.
19. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V.
20. Gesundheit Österreich GmbH
21. Landeszahnärztekammer Baden-Württemberg
22. Lungenemphysemregister e.V.
23. LVR-Institut für Versorgungsforschung (LVR-IVF)
24. Medizinische Universität Lausitz - Carl Thiem (MUL-CT)
25. Sektion Versorgungsforschung und Rehabilitationsforschung, Universitätsklinikum Freiburg
26. Verband für Ernährung und Diätetik e.V.
27. Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft e. V. (dvs)

28. Deutsche Gesellschaft für Arzneimittelanwendungsforschung und  
Arzneimittlepidemiologie e.V.
29. Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie e.V.
30. Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten
31. Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V.
32. Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin e.V.
33. Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. / Centre for Planetary Health Policy
34. Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft e.V
35. Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und  
Nervenheilkunde e.V.
36. Deutsche Gesellschaft für Public Health e.V.



Tab. 1: Professional societies, working groups, associations, and institutions involved in drafting the position paper

<b>DNVF</b>	<i>Deutsches Netzwerk Versorgungsforschung</i>
<b>DGEPI</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie</i>
<b>GAA</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Arzneimittelanwendungsforschung und Arzneimittelepidemiologie</i>
<b>EbM-Netzwerk</b>	<i>Netzwerk Evidenzbasierte Medizin</i>
<b>DEGAM</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin</i>
<b>DGPPN</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde</i>
<b>KLUG</b>	<i>Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V. zusammen mit ihrem</i>
<b>CPHP</b>	<i>Thinktank Centre for Planetary Health Policy</i>
<b>AGENS</b>	<i>Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten der DGSM</i>
<b>DGMS</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Medizinische Soziologie</i>
<b>DGP</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft</i>
<b>DGPH</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Public Health</i>
<b>GHUP*</b>	<i>Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin</i>

\* After completion of the consensus phase, representatives of the GHUP agreed to participate in the interdisciplinary position paper, which also supports the six agreed topics.



