

Evangelische Hochschule für angewandte Wissenschaften – Evangelische Hochschule  
Nürnberg

Gesundheits- und Pflegemanagement (B.A.)

Bachelorarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Arts B.A.

**Planetary health – Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheitsversorgung in  
Deutschland**

**Wie sieht ein Trendszenario für eine bayerische Fachklinik für Herz-Kreislauf-  
Erkrankungen im Jahr 2030 aus?**

Cornelius Weiß

Gutachterin: Prof. Dr. rer. pol. Brigitte Bürkle

Abgabetermin: 24.06.2022

## **Inhaltsverzeichnis**

|  |     |
|--|-----|
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....   | II  |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....   | III |
| <b>Tabellenverzeichnis</b> .....   | IV  |
| <b>Abstract</b> .....  | V   |
| <b>1. Einleitung und Aufbau der Arbeit</b> .....   | 1   |
| <b>2. Allgemeine Grundlagen des Klimawandels</b> .....   | 5   |
| 2.1 Theoretischer Hintergrund.....   | 5   |
| 2.2 Die Entwicklung des Klimas bis 2030 in Deutschland .....   | 8   |
| 2.3 Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland .....   | 11  |
| <b>3. Planetary Health</b> .....   | 13  |
| 3.1 Einführung in das Konzept Planetary Health .....   | 13  |
| 3.2 Auswirkungen der Hitze auf die Gesundheit .....  | 14  |
| 3.3 Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit .....  | 18  |
| <b>4. Krankenhauslandschaft in Deutschland 2022</b> .....  | 22  |
| 4.1 Versorgungsauftrag der Krankenhäuser .....   | 22  |
| 4.2 Klassifizierungen von Krankenhäusern .....   | 24  |
| 4.3 Herausforderungen in der stationären Gesundheitsversorgung .....   | 26  |
| <b>5. Trendszenario-Entwicklung</b> .....  | 33  |
| 5.1 Einführung in die angewendete Szenariotechnik .....  | 33  |
| 5.2 Szenario-Feld-Bestimmung: Vorstellung der bayerischen Fachklinik für Herz-<br>Kreislauf-Erkrankungen ..... | 35  |
| 5.3 Einflussanalyse: Bettenbedarf der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern 2030 .....                           | 36  |
| 5.4 Einflussanalyse: Vernetzungsmatrix und System-Grid des Szenario-Felds.....                                 | 44  |
| 5.5 Szenario-Generierung: Trendszenario für die Fachklinik im Jahr 2030 .....                                  | 47  |
| 5.6 Reflexion des Trendszenarios.....  | 49  |
| <b>6. Fazit und Ausblick</b> .....   | 53  |
| <b>Quellenverzeichnis</b> .....  | VII |

## Abkürzungsverzeichnis

|        |  |
|--------|--|
| BfR    | Bundesinstitut für Risikobewertung   |
| BMG    | Bundesministerium für Gesundheit   |
| BMJ    | Bundesministerium für Justiz   |
| BMU    | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz |
| BN     | Bettennutzungsgrad   |
| BVOC   | Biogenic Volatile Organic Compounds  |
| DHS    | Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e. V.   |
| DKG    | Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V.   |
| DKI    | Deutsches Krankenhausinstitut e. V.  |
| DWD    | Deutscher Wetterdienst   |
| E      | Einwohnerzahl  |
| GewO   | Gewerbeordnung   |
| HBF    | Bettenbedarf gem. Hill-Burton-Formel   |
| IPPC   | Intergovernmental Panel on Climate Change (ugs. Weltklimarat)                        |
| IZT    | Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung                                |
| KH     | Krankenhaus  |
| KHG    | Krankenhausfinanzierungsgesetz   |
| KHH    | Krankenhaushäufigkeit  |
| KIT    | Karlsruher Institut für Technologie  |
| KLUG   | Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V.                                     |
| LfStaD | Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung                            |
| NOAA   | National Oceanic and Atmospheric Administration                                      |
| PM     | Particular Matter  |
| RKI    | Robert Koch Institut   |
| SGB V  | Das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch   |
| SGB XI | Das Elfte Buch Sozialgesetzbuch  |
| StMGP  | Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege                              |
| UBA    | Umweltbundesamt  |
| UN     | United Nations   |
| VD     | Verweildauer   |
| VdPB   | Vereinigung der Pflegenden in Bayern   |
| Ver.di | Vereinte Dienstleistungsgesellschaft   |
| WHO    | Weltgesundheitsorganisation  |
| WMO    | World Meteorological Organization  |

## **Abbildungsverzeichnis**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Abbildung 1: Auswahl der Einflussfaktoren .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Abbildung 2: Abweichung der globalen Lufttemperatur vom Durchschnitt der Jahre 1850 bis 1990.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Abbildung 3: Temperaturanomalie Deutschland/Global, 1881 bis 2019.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Abbildung 4: Lineare Trends der Niederschlagshöhe zwischen 1881 und 2020.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Abbildung 5: Temperatur- und Niederschlagsentwicklung in Deutschland 2021 bis 2030.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>Abbildung 6: Geschätzte Anzahl hitzebedingter Todesfälle in Deutschland 2001 bis 2015 .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>Abbildung 7: Überschreitungsniveau der Richtwerte für Luftschadstoffe 2021 .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>Abbildung 8: Versorgungsstufen der Krankenhäuser .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>Abbildung 9: Altersstruktur der Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 2022.....</b>                                       | <b>27</b> |
| <b>Abbildung 10: Krankenhäuser mit Stellenbesetzungsproblemen im Pflegedienst auf den Allgemeinstationen 2011 bis 2021 (Krankenhäuser in %).....</b> | <b>29</b> |
| <b>Abbildung 13: Ordinalskala der Bewertungskriterien .....</b>  | <b>40</b> |
| <b>Abbildung 14: Absolute Häufigkeiten der Parameter unter dem Mittelwert 3.173 Betten .....</b>   | <b>41</b> |
| <b>Abbildung 15: Absolute Häufigkeiten der Parameter über dem Mittelwert 3.173 Betten .....</b>  | <b>41</b> |

## **Tabellenverzeichnis**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabelle 1: Wirkung des Temperaturanstiegs (a) auf das Szenario-Feld .....</b>                    | <b>17</b> |
| <b>Tabelle 2: Wirkung der Luftverschmutzung (b) auf das Szenario-Feld .....</b>                     | <b>21</b> |
| <b>Tabelle 3: Wirkung des demografischen Wandels (c) auf das Szenario-Feld.....</b>                 | <b>28</b> |
| <b>Tabelle 4: Wirkung des Personalmangels (d) auf das Szenario-Feld .....</b>                       | <b>30</b> |
| <b>Tabelle 5: Wirkung der Risikokommunikation (e) auf das Szenario-Feld .....</b>                   | <b>32</b> |
| <b>Tabelle 6: Bettenbedarf-Szenarien der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern (1).....</b>           | <b>40</b> |
| <b>Tabelle 7: Bettenbedarf-Szenarien der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern (2), kategorisiert</b> | <b>41</b> |
| <b>Tabelle 8: Wirkung der Verweildauer im KH (f) auf das Szenario-Feld .....</b>                    | <b>42</b> |
| <b>Tabelle 9: Wirkung der Krankenhaushäufigkeit (g) auf das Szenario-Feld.....</b>                  | <b>43</b> |
| <b>Tabelle 10: Vernetzungsmatrix der Einflussfaktoren .....</b>                                     | <b>44</b> |
| <b>Tabelle 11: Koordinaten der Einflussfaktoren.....</b>  | <b>45</b> |
| <b>Tabelle 12: System-Grid Einflussanalyse .....</b>  | <b>45</b> |

### **Hinweis:**

Zur besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachform verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen schließen auch alle anderen Geschlechter mit ein.

## **Abstract**

In der Wissenschaft besteht noch ein Dissens in der Frage nach der Existenz und der Entstehung des Klimawandels. Dennoch beeinflusst die fortschreitende Veränderung des Klimas unseren ganzen Planeten, immer deutlicher werden die schwerwiegenden Folgen der Erderwärmung auch im Alltag spürbar und beschränken sich nicht nur auf Wetterextreme in den Sommermonaten. Die Zahl der Menschen, die aufgrund der klimatischen Bedingungen medizinisch versorgt werden muss, steigt an. Als Auslöser für den medizinischen Versorgungsbedarf wird nur in wenigen Fällen der Klimawandel in Betracht gezogen, da die Diagnose nur anhand der medizinischen Daten erhoben wird. Planetary Health ist ein Konzept, das den Zusammenhang zwischen der menschlichen Gesundheit und den anthropogenen und natürlichen Systemen des Planeten herstellt. Für den Menschen ist ein gesundes Leben nur auf einem gesunden Planeten möglich. Das Ziel der Arbeit ist es, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheitsversorgung in Deutschland mittels eines Trendszenarios greifbarer zu machen und somit die Wichtigkeit des Themas darzustellen. Aufgrund der Weitläufigkeit der klimatischen Auswirkungen und der Strukturen des deutschen Gesundheitssektors war eine Schwerpunktsetzung zur Komplexitätsreduktion notwendig. Die Einarbeitung in die Thematik erfolgte mittels einer Literaturrecherche zum Klimawandel und der Gesundheitsversorgung in Deutschland. Anhand des Ergebnisses wurde ein Gestaltungsfeld in Form eines exemplarischen Krankenhauses definiert und im Bezug darauf relevante Trends und Kennzahlen herausgearbeitet. Im Verlauf der Arbeit werden diese Einflussfaktoren auf ihre Wirkung hin analysiert und in einem narrativen Trendszenario zusammengefasst. Das Trendszenario zeigt den starken Einfluss des Klimawandels und bildet die daraus resultierenden Folgen für das exemplarische Krankenhaus ab.

## 1. Einleitung und Aufbau der Arbeit

„Wir sind süchtig nach fossilen Energien. Wir rauchen seit Jahrzehnten und dachten immer, den Lungenkrebs kriegt später wer anderer. Spätestens seit 2018 wissen wir aber, dass wir den Krebs schon haben, hier und jetzt. Die Frage ist: Wie weit ist er fortgeschritten und können wir die Metastasen noch eindämmen?“ (Reinhard Steurer, Professor für Klimapolitik, gem. Bauer 2022)

Im Oktober 2018 veröffentlichte der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) einen Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5°C seit Beginn der Industrialisierung um 1800. Doch bereits vorher, am 20. August desselben Jahres, beschloss die junge Schwedin Greta Thunberg ihre Schulausbildung für drei Wochen zu boykottieren und stattdessen vor dem schwedischen Parlament für mehr Klimaschutz zu demonstrieren. Ausschlaggebend war der heißeste Sommer gewesen, den weite Teile Schwedens je erlebt hatten (vgl. Hecking 2018). Greta Thunberg wurde das Gesicht der FridaysForFuture Initiative. Diese soziale Bewegung setzt sich für mehr Klimaschutzmaßnahmen ein, damit das auf der Weltklimakonferenz in Paris von den Vereinten Nationen beschlossene 1,5°C-Ziel bis zum Jahr 2030 noch eingehalten werden kann (BMU a 2015). Die Bestrebungen, sich für den Klimaschutz einzusetzen und den anthropogenen Treibhauseffekt einzudämmen, gewannen im Laufe der Jahre immer mehr Unterstützer und das Thema generierte auch auf internationaler politischer Ebene mehr Aufmerksamkeit. Doch erst im Mai 2022 gab die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) in einem veröffentlichten Bericht in Genf bekannt, dass die Wahrscheinlichkeit bei fast 50 % liegt, dass im Zeitraum zwischen 2022 und 2026 in mindestens einem Jahr eine Temperaturerhöhung von über 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau erreicht wird (Norddeutscher Rundfunk a 23.06.2022).

Daran anschließend ist das Ziel der Arbeit, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheitsversorgung in Deutschland darzustellen und einen Ausblick in die Zukunft zu geben. Aus eigener Beobachtung in meiner Tätigkeit als Gesundheits- und Krankenpfleger in der Akutversorgung konnte ich feststellen, dass die betagteren Patienten eine hohe Multimorbidität aufweisen. Vor allem in den heißen Sommermonaten litten viele der Patienten unter Beeinträchtigungen des Herz-Kreislauf-Systems infolge von Exsikkose. Es liegt in meinem persönlichen Interesse über die Dringlichkeit des Themas „Klimawandel und Gesundheit“ sowie die Notwendigkeit des Handlungsbedarfs in diesem Feld zu informieren. Das deutsche Gesundheitssystem wird sich den Veränderungen, die der Klimawandel mit sich bringt, anpassen müssen.

In dieser Arbeit möchte ich die gesundheitlichen Auswirkungen und Folgen des Klimawandels mittels des Konzepts „Planetary Health“ aufzeigen und somit mehr Bewusstsein für die Thematik schaffen. Daher widmet sich diese Arbeit der Forschungsfrage: **„Wie sieht ein Trendszenario für eine bayerische Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Jahr 2030 aus?“** Zur Veranschaulichung der Thematik wird ein Trendszenario für eine bayerische Fachklinik mit dem Fokus auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Jahr 2030 entwickelt. Der Zeithorizont bis zum Jahr 2030 wurde gewählt, da er sich sowohl mit dem Zeithorizont der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (UN 2015) als auch mit dem des Pariser Klimaabkommens deckt.

Zur Untersuchung der Forschungsfrage wurde wie bereits genannt die Szenario-Technik angewendet. Die Erstellung eines Szenarios geschieht anhand ausgewählter Einflussfaktoren für ein definiertes Gestaltungsfeld. Aufgrund des Umfangs der Thematik wurden die Einflussfaktoren anhand der Forschungsfrage mittels Literaturrecherche herausgearbeitet. Dabei wurden bestehende Trends aus den Bereichen „Klimawandel“ und „Gesundheitsversorgung in Deutschland“ betrachtet, um spezifische Einflussfaktoren in Bezug auf die Forschungsfrage zu identifizieren und analysieren. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt diese Aspekte, die zur Erstellung des Trendszenarios für die bayerische Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen ausgewählt und in welchem Kapitel diese näher ausgeführt werden.

| Kapitel | Einflussfaktor  |
|---------|---|
| 3.2     | <b>Temperaturanstieg</b> in Deutschland und die damit verbundenen gesundheitlichen Folgen für das Herz-Kreislauf-System   |
| 3.3     | <b>Luftverschmutzung</b> auf nationaler und regionaler Ebene und die damit verbundenen gesundheitlichen Folgen für das Herz-Kreislauf-System  |
| 4.3     | <b>Demografischer Wandel</b> in Deutschland   |
| 4.3     | <b>Personalmangel</b> im deutschen Gesundheitswesen   |
| 4.3     | <b>Risikokommunikation</b> der gesundheitsschädlichen Folgen des Klimawandels   |
| 5.3     | <b>Verweildauer</b> der zu Pflegenden im Krankenhaus  |
| 5.3     | <b>Krankenhaushäufigkeit</b> (die Relation der in Bayern wohnhaften Patienten, die im Laufe eines Jahres wegen einer Herz-Kreislauf-Erkrankung stationär in ein Krankenhaus aufgenommen werden mussten, im Verhältnis zu der Einwohnerzahl Bayerns) |

Abbildung 1: Auswahl der Einflussfaktoren (eigene Darstellung)

Die Wirkung der Einflussfaktoren auf das Szenario-Feld wird mittels einer Skala (0 – 3) bewertet und anhand einer Vernetzungsmatrix, die wechselseitige Beeinflussungen der einzelnen Elemente aufzeigen kann, auf deren Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge untersucht. Somit kann durch die Kombination der beiden Instrumente festgestellt werden, ob und inwieweit sich die einzelnen Aspekte bedingen. Die Kernfrage bei der Systematisierung



lautet: Wenn sich der Einflussfaktor A (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor B (Spalte)? Sowohl die Bewertungsskala als auch die Vernetzungsmatrix sind angelehnt an Gausemeier et al. (1996, S. 191). Am Ende der in Abbildung 1 aufgeführten Kapitel werden Auszüge der Vernetzungsmatrix mit dem jeweiligen Einflussfaktor dargestellt und die Wirkungsbewertung auf das Szenario-Feld begründet. Die Begründung erfolgt anhand der Interpretation des Autors. Da ein tieferer Einblick in manche Einflussfaktoren erst im späteren Verlauf der Arbeit erfolgt und die Wirkungs-Zusammenhänge nicht eindeutig kapitelspezifisch abgegrenzt werden können, wird in den jeweiligen Fällen der relevanten Kriterien für die Bewertung vorgegriffen. Im Laufe der Arbeit steigert sich durch die beschriebenen Informationen und die schrittweise Bewertung der Wirkungsgrößen das Verständnis für das Szenario-Feld. Die Zusammenführung erfolgt in Kapitel 5.4.

Somit beginnt die Arbeit in Kapitel 2 mit den allgemeinen Grundlagen des Klimawandels, um ein einheitliches Verständnis für die Thematik zu schaffen. Hierbei wird ein Ausblick auf die klimatischen Verhältnisse in Deutschland bis 2030 ermöglicht und welche Bedeutung diese Veränderung des Klimas für die Bevölkerung hat.

Kapitel 3 thematisiert das Konzept „Planetary Health“. Das Konzept zeigt auf, dass ein Zusammenhang zwischen der Gesundheit der Menschen und der Gesundheit des Planeten besteht. Basierend auf der dargestellten Prognose der klimatischen Veränderungen werden im Verlauf des Kapitels die Auswirkungen der Hitze und Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit, mit dem Fokus auf dem Herz-Kreislauf-System, dargestellt.

Im Kapitel 4 wird die Krankenhauslandschaft in Deutschland im Jahr 2022 vorgestellt. Zu Beginn werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen des Krankenhauswesens aufgeführt und erläutert, wie die Bundesländer die stationäre Versorgung in Krankenhäusern (KH) in den jeweiligen Versorgungsgebieten sicherstellen. Da es mehrere Klassifizierungen von KH in Deutschland gibt, werden hiernach die unterschiedlichen Versorgungssysteme aufgezeigt. Für das Unterkapitel „Herausforderungen in der stationären Gesundheitsversorgung“ wurden drei spezifische Faktoren ausgewählt, die auch als Einflussfaktoren für das Szenario-Feld herangezogen werden.

Das Kapitel 5 führt das bisher in der Arbeit vermittelte Wissen zusammen, um die konzeptionelle Grundlage für die Entwicklung eines Trendszenarios zu schaffen. Nach einer Einführung in die Szenario-Technik wird eine exemplarische Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Bayern vorgestellt, die als Gestaltungsfeld des Trendszenarios dienen wird. Die Analyse der Einflussfaktoren erfolgt anhand der Berechnung des Bettenbedarfs für die

Fachdisziplin Kardiologie in Bayern in unterschiedlichen Variationen sowie der Systematisierung der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der Einflussfaktoren in der Vernetzungsmatrix. Nach der Entwicklung des Trendszenarios beschließt die Reflexion des Trendszenarios das Kapitel.

Kapitel 6 bildet den Abschluss der Arbeit mit einem Fazit und einem kurzen Ausblick.

## 2. Allgemeine Grundlagen des Klimawandels

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen des Klimawandels dargelegt und der Unterschied zwischen dem natürlichen und dem anthropogenen Treibhauseffekt erläutert. Im Verlauf des Kapitels wird eine Prognose für die Temperaturentwicklung bis 2030 in Deutschland erstellt. Die Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland beschließen das Kapitel.

### 2.1 Theoretischer Hintergrund

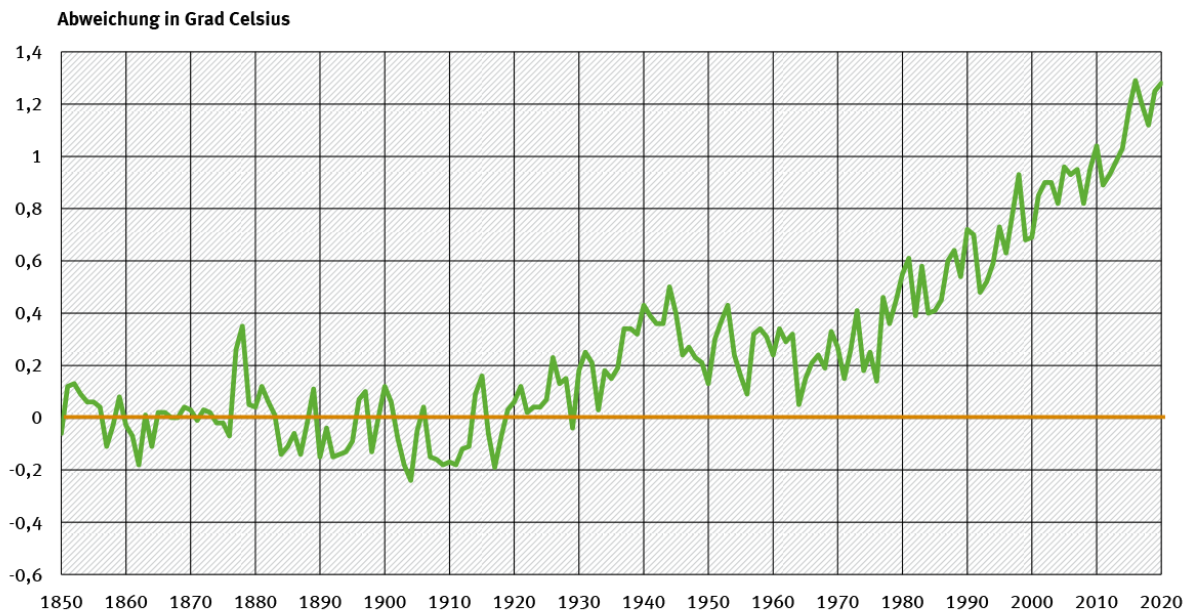
In unserem täglichen Sprachgebrauch werden die Begriffe Wetter, Witterung und Klima oft im selben Kontext verwendet. Alle drei Begriffe beschreiben statistisch den physikalischen Zustand der Atmosphäre an einem gewissen Ort oder in einem Gebiet. Hierzu werden meteorologische Kenngrößen wie z.B. Lufttemperatur, Niederschlag oder Windgeschwindigkeit verwendet. Der meteorologische Unterschied in ihrer Bedeutung liegt vor allem in der Erfassung der unterschiedlichen Zeiträume. Unter den zeitlichen Aspekten ist zwischen **Wetter** (kurzfristig, wenige Stunden bis Tage), **Witterung** (mittelfristig, mehrere Tage bis Wochen) und **Klima** (längerfristig, normativ 30 Jahre) zu unterscheiden. Als **Klima** wird die Gesamtheit der atmosphärischen Zustände, Prozesse und Subsysteme in ihrer räumlichen und längerfristigen Verteilung verstanden. Die Subsysteme lassen sich in **Hydrosphäre** (Ozeane, Meere, Wasservorkommen und -kreisläufe), **Kryosphäre** (Schnee und Eis), **Pedos- und Lithosphäre** (Boden und Gestein) und **Biosphäre** (Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere sowie Anthroposphäre) einteilen. Sie stehen in einer Wechselwirkung zueinander und werden von der Sonne und den Treibhausgasen beeinflusst. (vgl. Eis et al. 2010, S. 10 f.)

Die Temperatur der Erde reguliert sich über den **natürlichen Treibhauseffekt**. Die Sonnenstrahlen durchdringen die Erdatmosphäre, treffen auf die Erdoberfläche, werden von dieser aufgenommen und als Wärmestrahlung wieder abgegeben. Die in der Erdatmosphäre befindlichen Gase wie H<sub>2</sub>O (Wasserdampf), CO<sub>2</sub> (Kohlenstoffdioxid), O<sub>3</sub> (Ozon), N<sub>2</sub>O (Distickstoffmonoxid) und CH<sub>4</sub> (Methan) verhindern, dass die Wärmestrahlung wieder ungehindert ins Weltall entweichen kann. Diese sogenannten Treibhausgase nehmen einen Großteil der Wärmestrahlung auf und geben diese in Richtung der Erdoberfläche ab. Dies führt zu einer Erwärmung der darunter liegenden Luftschichten und des Erdbodens. Ohne die natürlichen Treibhausgase wäre das Klima auf der Erde 33°C kühler und somit kein Leben möglich, stattdessen sorgen diese Gase für eine globale Durchschnittstemperatur von 14° C. (Nelles/ Serrer 2018, S.10 ff.)

Der natürliche Treibhauseffekt beruht hauptsächlich auf  $H_2O$  und  $CO_2$ , doch menschliche Aktivitäten verändern die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre. Der Einfluss der Menschheit auf das Klima wird als **anthropogener Treibhauseffekt** bezeichnet, und wird durch höhere Emissionen von  $CO_2$ ,  $CH_4$  und  $N_2O$  hervorgerufen. Durch diese Veränderung des Konzentrationsgefüges verändert sich die Bilanz der ein- und ausgehenden Strahlung und somit steigt die Temperatur (vgl. Eis et al. 2010, S. 53). Vor allem die Verbrennung fossiler Brennstoffe in Verbindung mit der veränderten Landflächennutzung trägt am stärksten dazu bei. Der Mensch hat die Oberflächen der Erde seinen Bedürfnissen angepasst. Wälder werden abgeholzt für die Viehhaltung, zur landwirtschaftlichen Nutzung oder zum Rohstoffabbau. Bäume nehmen  $CO_2$  auf, doch durch die Rodung der Wälder geht diese positive Wirkung verloren. Das  $CO_2$ , welches bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Kohle, Erdöl oder Erdgas entsteht, kann somit ungehindert in die Atmosphäre entweichen. (EU-Kommission 23.06.2022) Die anthropogenen Prozesse tragen erheblich zu der Verschmutzung der Gewässer und Böden bei, zudem wird die Schadstoffbelastung der Luft gesteigert. Die Höhe der Schadstoffbelastung hängt neben den anthropogenen Treibhausgasemissionen auch von den meteorologischen Bedingungen ab, welche die Ausbreitung und Verdünnung der Schadstoffe beeinflussen (vgl. UBA a 2022, S. 7). Das Zusammenspiel all dieser Komponenten wird in Kapitel 3.3 näher beleuchtet.

Abbildung 2 zeigt die Abweichung der globalen Lufttemperatur der Jahre 1850 bis 2020, gemessen am Mittelwert der Jahre 1850 bis 1900 (vgl. Met Office Hadley Centre 2020 gem. UBA b 23.06.2022). Dieser Referenzzeitraum wird auch als **Beginn des industriellen Zeitalters** bezeichnet, seitdem steigerte sich die anthropogen erzeugte Emission von  $CO_2$  und  $CH_4$  deutlich. Während im Zeitraum von 1850 bis 1920 die Temperatur nahe dem Durchschnitt verlief, ist seit 1930 ein stetiger Anstieg bis heute zu verzeichnen.

## Abweichung der globalen Lufttemperatur vom Durchschnitt der Jahre 1850 bis 1900\*



\* Die Nulllinie entspricht dem globalen Temperaturdurchschnitt der Jahre 1850 bis 1900.

Quelle: Met Office Hadley Centre, Climate Research Unit; Modell HadCRUT.5.0.1.0; Median der 200 berechneten Zeitreihen

Abbildung 2: Abweichung der globalen Lufttemperatur vom Durchschnitt der Jahre 1850 bis 1990 (UBA (b) 02.06.2022 gem. Met Office Hadley Centre 2020)

Ein Temperaturanstieg von  $1^{\circ}$  bis  $2^{\circ}\text{C}$  im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter setzt kaskadenartige, sich selbst verstärkende und unumkehrbare Prozesse in Gang, die zu weiteren Temperaturerhöhungen führen. In der Literatur wird von dem Überschreiten **planetarer Grenzen** gesprochen, die Belastungsgrenze der Erde wurde erreicht. Der Klimawandel verursacht nicht nur eine Temperaturänderung und eine Verschmutzung der Luft, der Gewässer und der Böden, sondern auch die Häufung von Extremwetterereignissen. Durch ein solches Überschreiten sind die Stabilität der Ökosysteme und die Lebensgrundlage der Menschen gefährdet. Ein Beispiel wäre das Abschmelzen der planetaren Eisflächen: Die Sonnenstrahlen werden nicht mehr im selben Maße reflektiert und die Erde heizt sich weiter auf. Bisher ist durch geschmolzenes Eis und die Erwärmung der Ozeane der Meeresspiegel um 20 cm gestiegen, was häufigere Überschwemmungen von tiefliegenden Gebieten in Küstennähe zur Folge hat. Ein vollständiges Abschmelzen der Eisflächen in den nächsten Jahrhunderten würde laut Kalkulationen zu einer Erhöhung des Meeresspiegels um 66 Meter führen. (vgl. Schulz/ Simon 2021, S. 7 f.)

## 2.2 Die Entwicklung des Klimas bis 2030 in Deutschland

Der globale Trend der Erderwärmung lässt sich in Deutschland in einem ausgeprägteren Ausmaß beobachten. In Abbildung 2 wird die Temperaturentwicklung Deutschlands im Vergleich zur Entwicklung der globalen Temperatur im Zeitraum 1881 bis 2019 dargestellt (NOAA 2019 gem. Kaspar et al. 2020, S. 4).

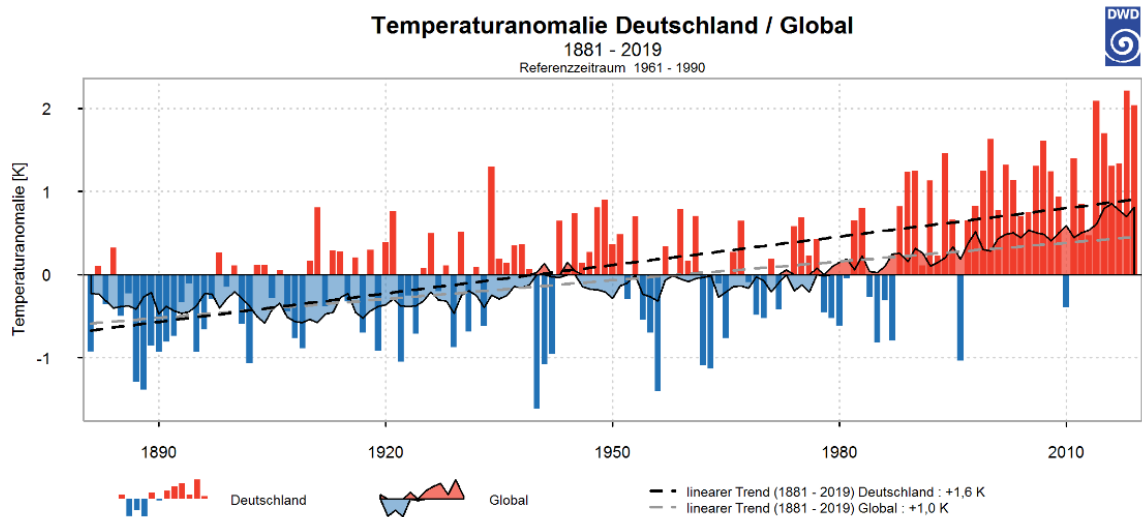


Abbildung 3: Temperaturanomalie Deutschland/Global, 1881 bis 2019 (NOAA 2019 gem. Kaspar et al. 2020, S. 4)

Über den Gesamtzeitraum lässt sich eine Zunahme des Temperaturtrends in Deutschland um ca.  $1,6^{\circ}\text{C}^1$  beobachten, der Wert liegt somit  $0,6^{\circ}\text{C}$  über dem weltweiten Niveau (Referenzzeitraum 1961 bis 1990). Die Erwärmungsrate in Deutschland lag im Zeitraum von 1970 bis 2019 bei  $0,37^{\circ}\text{C}$  pro Dekade, während die globale im selben Zeitraum nur  $0,18^{\circ}\text{C}$  betrug. Die Ozeane haben eine kühlende Wirkung auf das weltweite Klima, durch die hohe Wärmekapazität und die Zirkulation des Wassers erfolgt die Erwärmung der erdumfassenden Wasserflächen deutlich langsamer als die der globalen Landflächen. (Kaspar et al. 2020, S. 1 ff.)

Der Temperaturtrend in Deutschland verläuft überwiegend einheitlich über die meteorologischen Jahreszeiten (Varianz  $1,4^{\circ}\text{C}$  bis  $1,6^{\circ}\text{C}$ ), doch anhand der geographischen Lage lassen sich größere Abweichungen des Trends erkennen. Im Süden und Westen Deutschlands ist der Temperaturanstieg tendenziell höher, während dieser im Norden und Osten tendenziell geringer ausfällt als im Landesdurchschnitt. Dies zeigt sich vor allem in den Wintermonaten: In den nordöstlichen Bundesländern steigt die Temperatur mit ca.  $1,2^{\circ}\text{C}$  bis  $1,3^{\circ}\text{C}$  am geringsten an, während in südlichen Bundesländern ein Anstieg bis zu  $1,7^{\circ}\text{C}$  zu

<sup>1</sup> In Abbildung 2 ist die Temperatur in Kelvin (K) angegeben, im internationalen Kontext wird die Temperatureinheit für wissenschaftliche Berichte genutzt. Eine Erwärmung um 1 Kelvin entspricht auch einer Erwärmung um  $1^{\circ}\text{C}$  (Banse 2022).

verzeichnen ist. (vgl. UBA c 2019, S. 19 f.) Seit 1970 ist in Deutschland bisher jedes Jahrzehnt wärmer als die vorherige gewesen, die Jahre 2011 bis 2020 waren das wärmste Jahrzehnt seit Beginn der Wetteraufzeichnungen (Imbery et al. 2021, S. 5).

Die Abweichungen des Niederschlags in Deutschland hingegen weisen sowohl deutliche jahreszeitliche als auch räumliche Unterschiede auf (Referenzzeitraum 1961 bis 1990). Generell hat der jährliche Niederschlagsdurchschnitt in Deutschland seit 1881 um ca. 10% zugenommen. Abbildung 4 bildet die linearen Trends der Niederschlagshöhe zwischen 1881 und 2020 ab (DWD a 23.06.2022).

| <b>Lineare Trends der Niederschlagshöhe zwischen 1881 und 2020</b>                        |         |
|---|---------|
| <b>Kennzeichnung einer statistischen Signifikanz von mindestens 95 % durch Einfärbung</b> |         |
| <b>Frühling (März, April, Mai)</b>  | 13,8 mm |
| <b>Sommer (Juni, Juli, August)</b>  | -9,7 mm |
| <b>Herbst (September, Oktober, November)</b>  | 9,6 mm  |
| <b>Winter (Dezember, Januar, Februar)</b>   | 48,0 mm |
| <b>Jahr</b>   | 62,4 mm |

Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD), Mitteilung vom 08.04.2021

Abbildung 4: Lineare Trends der Niederschlagshöhe zwischen 1881 und 2020 (DWD a 23.06.2022)

Während die Niederschläge im Frühling (März bis Mai) und Herbst (September bis November) nur eine leichte Zunahme verzeichnen, haben die Winterniederschläge (Dezember bis Februar) deutlich zugenommen. Die Regenmengen in den Sommermonaten (Juni bis August) sind geringfügig zurückgegangen.

Abbildung 5 zeigt eine Prognose des Deutschen Wetterdienstes (DWD) der Temperatur und Niederschlagsentwicklung 2021 bis 2039 in Deutschland, gemessen an den jeweiligen Mittelwerten des Zeitraums 1991 bis 2020 (DWD b 23.06.2022). Der Temperaturmittelwert beträgt in diesem Zeitfenster 9,3°C, der Jahresmittelwert des Niederschlags 791,5 l/m<sup>2</sup> (KIT 23.06.2022). Der DWD geht von einem Temperaturanstieg zwischen 0,5°C bis 1,0°C aus, somit würde sich der Erwärmungstrend in Deutschland weiter fortsetzen. Zudem zeichnen sich zunehmend trockenere Verhältnisse ab, vor allem in Westdeutschland wird ein deutlich geringerer Niederschlag erwartet, bis zu 200 l/m<sup>2</sup> weniger.



Die **Klimavorhersagegüte** ist ein Bewertungssystem der Qualität von klimatischen Entwicklungsmodellen, in Abbildung 5 als Ampel dargestellt. Dazu werden retroperspektive Vorhersagen von Zeitpunkten in der Vergangenheit gestartet und mit den Daten der tatsächlich eingetretenen meteorologischen Kenngrößen im Evaluierungszeitraum verglichen (DWD c 23.06.2022). Die Ampel bildet somit ab, ob die getroffene Klimavorhersage für 2021 bis 2030 deutlich schlechter, vergleichbar oder besser ist als die im gewählten Referenzzeitraum von 1966 bis 2020.

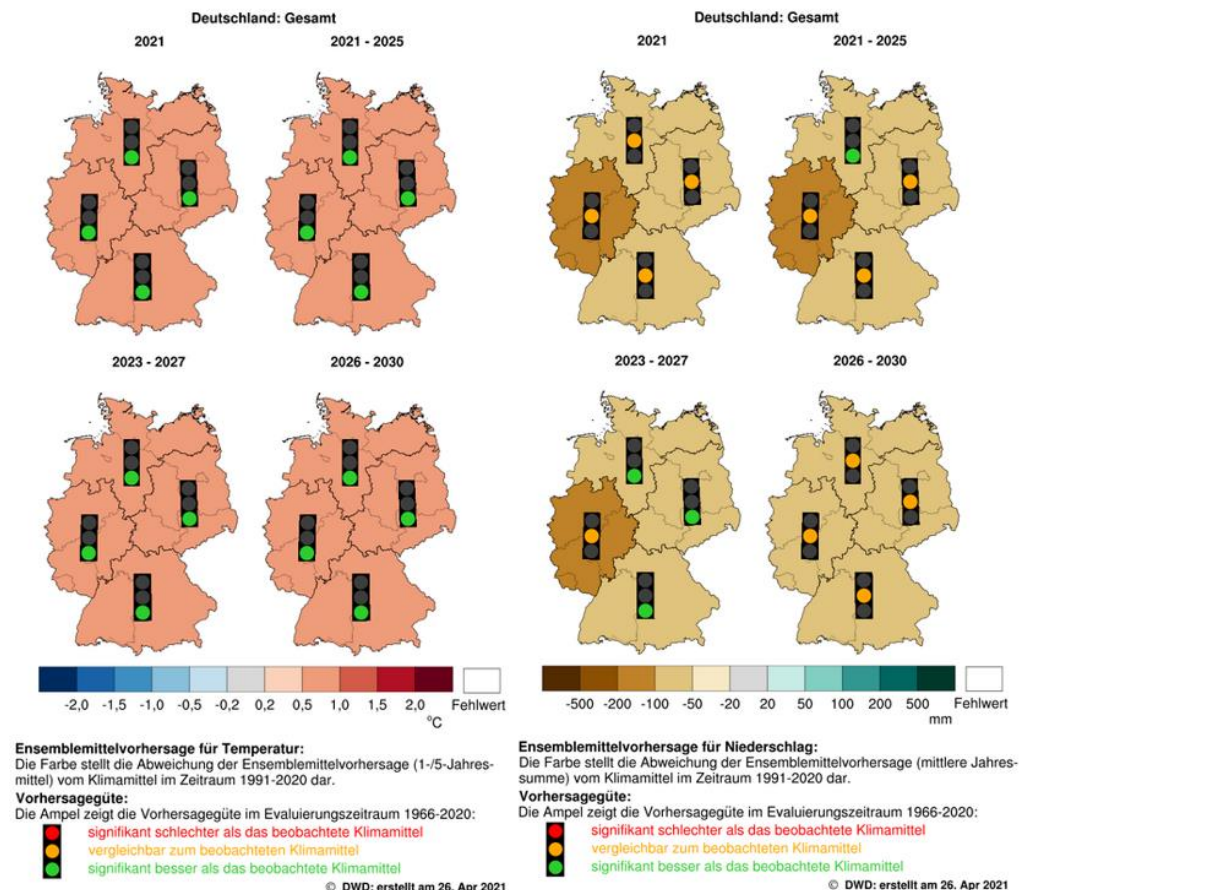


Abbildung 5: Temperatur- und Niederschlagsentwicklung in Deutschland 2021 bis 2030 (DWD b 23.06.2022)

Somit wird sich Deutschland mit hoher Wahrscheinlichkeit auf ein deutlich wärmeres Jahrzehnt mit sehr feuchten, aber auch sehr viel trockeneren Monaten in den einzelnen Jahren einstellen müssen. Allerdings wird der Klimawandel nicht nur eine Änderung der mittleren meteorologischen Verhältnisse mit sich bringen, sondern auch eine Zunahme von Extremwetterereignissen, wie Hitze, Dürre, Brände oder Überschwemmungen. Im nächsten Kapitel werden diese Extreme und deren sozioökonomische Auswirkungen beleuchtet.



## 2.3 Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, war seit 1970 in Deutschland jede Dekade wärmer als die vorherige. Sommerlich hohe Lufttemperaturen bergen erhebliche Gefahren für Mensch und Umwelt. Die drei heißesten Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen 1881 waren in Deutschland 2003, 2018 und 2019 (DWD d 2020). Diese Hitzesommer zeichneten sich durch das verstärkte Auftreten von **Hitzewellen** aus. Der Begriff kann im internationalen und innereuropäischen Kontext nicht einheitlich definiert werden aufgrund der regionalen und saisonalen Unterschiede. In der Regel werden drei aufeinanderfolgende Hitzetage als Hitzewelle bezeichnet. Hitzewellen sind durch das längere Auftreten von Hitzetagen und Tropennächten gekennzeichnet. Ein **Hitzetag** liegt vor, wenn die Höchsttemperatur über 30°C beträgt, eine **Tropennacht** hingegen, wenn es in der Nacht nicht kühler als 20°C wird (Blättner/Waller 2011, S. 109). Tropennächte werden bis zu dreimal häufiger innerhalb dichter, urbaner Bebauungsstrukturen erfasst als auf Freiflächen. Eine Innenstadt kann die Wärmestrahlung tagsüber besser speichern und gibt diese nachts reduzierter wieder ab. Der Temperaturunterschied zwischen Innenstadt und Stadtrand kann während der Nacht bis zu 10°C betragen (**Wärmeinseln**). In Deutschland hat die Anzahl der Hitzetage und Tropennächte, vor allem in den südwestlichen Regionen, deutlich zugenommen. Im Hitzesommer 2003 wurden in Süddeutschland 60 Hitzetage registriert (UBA d 23.06.2022).

Die Erwärmung geht mit einer zusätzlichen Austrocknung der Böden einher. Die Trockenheit beeinflusst zahlreiche Wirtschaftsbranchen, insbesondere die Landwirtschaft. Durch das Absinken des Grundwasserspiegels werden das Pflanzenwachstum und die damit verbundenen Erträge auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen gemindert. Die zweijährige Sommer-Dürre 2018/2019 trocknete mehr als 50% des Ackerlandes in Deutschland aus. Die Wirtschaftszweige, die auf die Binnenschifffahrt angewiesen sind, werden in der Zukunft ebenfalls von den Trockenperioden betroffen sein. Durch die länger anhaltende Trockenheit können die Wasserstände der Flüsse so stark absinken, dass die Schiffe nicht mehr oder nur noch eingeschränkt fahren können. (DWD e 2020, S. 10 f.) Langanhaltende Hitze und die damit verbundene Trockenheit haben ebenso Einfluss auf das Waldbrandrisiko in Deutschland. Hauptgrund für Zündursachen in Wäldern sind anthropogener Natur, wie Brandstiftung oder fahrlässiges Handeln. Allerdings ist es von der Witterung und den Bestandsstrukturen abhängig, ob sich die Anfangszündung zu einem Waldbrand entwickelt (UBA c 2019, S. 123).

Trockenperioden haben eine großräumigere Flächenausdehnung als andere Extremwetterereignisse, somit ist ihr Einfluss langfristiger. Sogar stärkere Niederschläge vor

und nach Dürreperioden können den entstandenen Schaden nicht verringern: Beispielsweise gab es im Jahr 2011 im Frühling und Herbst anhaltende Trockenperioden, die durch den überdurchschnittlichen Niederschlag im Sommer und Winter nicht ausgeglichen werden konnten (Glade et al. 2017, S. 112).

Durch erhöhte Temperaturen steigert sich die Verdunstungsrate, somit ändert sich das Niederschlagsregime, wie an den feuchteren Wintern und trockeneren Sommern in Deutschland bereits zu erkennen ist (siehe Kapitel 2.2). Zudem kann wärmere Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen und in Verbindung mit der stärkeren Verdunstung kann dies zu einer Intensivierung der Niederschläge (Starkregen) führen. Folgen dieser thermodynamischen Wechselwirkung sind Änderungen in der Häufigkeit und Intensität von Überschwemmungen und Gewittern. (Kunz et al. 2017, S. 58) Aus den Daten des DWD geht hervor, dass sich das Risiko für Überschwemmungen infolge von Starkregen in den letzten 30 Jahren mehr als verdoppelt hat gegenüber dem Beginn des 20. Jahrhunderts (DWD e 2020, S. 13). Im Sommer 2021 führten Starkregenfälle in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen zu derartigen Überschwemmungen, in dessen Folge 182 Menschen starben (vgl. Boeselager/Petermann 2022).

Durch die Landwirtschaft und die Verbrennung von fossilen Brennstoffen in Dieselmotoren, Industrieanlagen, Kraftwerken, Müllverbrennungsanlagen oder Heizungen wird nicht nur die Erhitzung der Erde gefördert (siehe Kapitel 2.2), sondern auch eine große Menge an Feinstaub freigesetzt. Das Treibhausgas Ozon ( $O_3$ ) und der Feinstaub verursachen eine Verminderung der Luftqualität, vor allem in Industrie- und urbanen Gebieten (vgl. Schad et al., 2013, S. 180 f.).

Durch Hitzetage und längere Trockenepisoden können sich nicht nur durch fotochemische Prozesse weitere sekundäre Luftschadstoffe bilden, sondern diese zirkulieren auch länger in der Luft und werden von den Lebewesen auf der Erde eingeatmet (vgl. Schultz et al. 2017, S. 131).

Der Klimawandel wirkt sich nicht nur innerhalb der anthropogenen sozioökonomischen Systeme aus, sondern konfrontiert die Menschen auch direkt mit dem Naturgeschehen. Die Gesundheit der Menschen und die des Planeten Erde sind eng miteinander verbunden. Im nächsten Kapitel wird das Konzept Planetary Health vorgestellt und die Auswirkungen der beschriebenen thermodynamischen Wechselwirkungen auf die menschliche Gesundheit dargestellt.

### 3. Planetary Health

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts existiert ein durchgehender Paradigmenwechsel hinsichtlich der globalen Aspekte von Gesundheit. Aus der von der europäischen Kolonialzeit geprägten „Medizin in den Tropen“ entwickelte sich im Laufe des Jahrhunderts die „Tropenmedizin und internationale Gesundheit“. Der Fokus des internationalen Gesundheitskonzepts lag hauptsächlich in den Verbesserungsbemühungen der Gesundheit in Entwicklungsländern. Parallel entwickelte sich aus Fachgebieten der „Hygiene“ und dem „öffentlichen Gesundheitswesen“ die heute noch relevante „Public Health“. In der zunehmend globalisierten Welt des 21. Jahrhunderts wuchs die Erkenntnis, dass die menschliche Gesundheit vermehrt von Faktoren beeinflusst wird, die über nationale Grenzen hinausgehen, wie beispielsweise der Klimawandel. (vgl. Müller et al. 2018)

#### 3.1 Einführung in das Konzept Planetary Health

Es existiert eine Vielzahl an Definitionen für Gesundheit, je nachdem in welchem Kontext der Begriff betrachtet wird, aber keine allgemeingültige. Die Formulierung der WHO, dass Gesundheit als der Zustand des vollständigen körperlichen und geistigen Wohlbefindens und nicht nur als das Freisein von Krankheiten und Gebrechen interpretiert werden solle (WHO a 2014), stieß auf viel Kritik. Die Begriffserklärung von 1946 war auf der individuellen Ebene lokalisiert und erfasste nicht die notwendigen Rahmenbedingungen. Als Weltorganisation für Gesundheit muss diese Konzepte entwickeln, die sowohl in Industrienationen und weniger entwickelten Ländern Gültigkeit besitzen (Franke 2010, S. 184). Im Jahr 1986 stellte die WHO in der Ottawa-Charta grundlegende Bedingungen für die Gesundheit auf, die an die Verbesserung des Gesundheitszustands gebunden sind: Frieden, angemessene Wohnbedingungen, Bildung, Ernährung, Einkommen, soziale Gerechtigkeit, Chancengleichheit aber auch ein stabiles Öko-System und die sorgfältige Verwendung vorhandener Naturressourcen. (WHO b 1986)

Die globalen klimatischen Veränderungen und deren Bedeutung für die Gesundheitsversorgung erfordern ein neues Gesundheitskonzept, welches unter einem inter- und transdisziplinären Ansatz die Wechselwirkung zwischen den natürlichen Ökosystemen der Erde und den menschengemachten Ökosystemen beschreibt. Die voneinander abhängige Vitalität dieser Systeme ist Gegenstand des Konzepts **Planetary Health**. Im Zentrum des Konzepts steht das Bewusstsein, dass die planetare Gesundheit eng mit der Gesundheit der menschlichen Zivilisation verknüpft ist. Ein gesundes Leben für den Menschen ist nur auf einem gesunden Planeten möglich. (vgl. Schulz/ Hermann 2021, S. 3 ff.) Die Erde verfügt über

Puffer-Systeme, um die Temperatur auf der Erde zu regulieren. In den letzten 200 Jahren konnten Pflanzen und die Ozeane ca. ein Viertel der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen metabolisieren bzw. aufnehmen. Zudem speichern und transportieren die Ozeane einen großen Teil der Wärme (vgl. Schulz/ Simon 2021, S. 10 f.). Doch die Kapazitäten der Erde sind begrenzt (siehe Kapitel 2.2) und ein Umdenken der Beziehung zwischen den Menschen und dem Planeten ist notwendig. Der Klimaschutz und der verantwortungsbewusste Umgang mit der Umwelt sind kein reiner Selbstzweck, sondern sie tragen direkt und indirekt zum Wohlbefinden und der Gesundheit der menschlichen Zivilisation bei (vgl. Jung 2021, S. 31). Es existieren bereits Bestrebungen auf der internationalen politischen Ebene (Pariser Klimaschutzabkommen), die anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, um den Temperaturanstieg bis 2030 auf 2°C zu begrenzen, doch selbst dann bleiben die gesundheitlichen Auswirkungen erhalten (vgl. Schulz/ Simon 2021, S. 10).

Der Gesundheitssektor selbst hat einen großen Einfluss auf die klimatischen Entwicklungen. Weltweit fallen 4,4% der Treibhausgasemissionen auf den Gesundheitssektor, in Deutschland ist dieser für 5,2% der nationalen Treibhausgase verantwortlich (Health Care Without Harm 2019 gem. Levsen/ Filser 2022, S. 39). KH als vollumfängliche Leistungserbringer mit ständiger Verfügbarkeit haben dementsprechend einen hohen Energiebedarf und Ressourcenverbrauch (Levsen/ Filser 2022, S. 39). Es leiten sich zwei zentrale Aufgaben für den Gesundheitssektor ab: Einerseits müssen innerhalb des Gesundheitssystems Möglichkeiten gefunden werden, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern. Andererseits müssen die Bevölkerung, insbesondere die Risikogruppen, informiert werden und die Klima-Resilienz gestärkt werden (Luschkova et al. 2022, S. 26).

Die Hitze und die Luftverschmutzung sind die beiden größten Herausforderungen des Klimawandels für die Gesundheitsversorgung in Deutschland. Im Gegensatz zu den katastrophalen Folgen von Extremwetter, wie beispielsweise in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen 2021, finden Hitze und Luftverschmutzung im Alltag statt und bilden keine Ausnahmesituation (vgl. Schad et al. 2013, S. 173). Anhand der bisher aufgeführten Hintergrundinformationen in dieser Arbeit werden im weiteren Verlauf des Kapitels die Auswirkungen der Hitze und der Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit dargestellt.

### **3.2 Auswirkungen der Hitze auf die Gesundheit**

In den letzten 30 Jahren sind global 37% der „Hitzetoten“ auf den Klimawandel zurückzuführen. Allerdings gehen die Forscher von einem deutlich höheren Anteil aus, da in

der Studie nur 720 Städte in 42 Ländern ausgewertet wurden. Vor allem in Afrika, Asien und im Nahen Osten ist die Datenlage begrenzt. Europa ist eines der am stärksten betroffenen Gebiete. Im Ländervergleich rangiert Deutschland an dritter Stelle nach China und Indien. (Mrasek 2021)

Abbildung 6 zeigt die geschätzte Anzahl der Todesfälle in Deutschland im Zeitraum 2001 bis 2015. In Todesfallstatistiken werden mit Hitzeeinflüssen verbundene Sterbefälle in der Regel anderen Todesursachen, wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, zugeschrieben. Wenn die Anzahl der erwarteten oder saisonalen Todesfälle überschritten wird, ist das ein Hinweis auf außergewöhnliche Ereignisse oder Rahmenbedingungen. (UBA c 2019, S. 34)

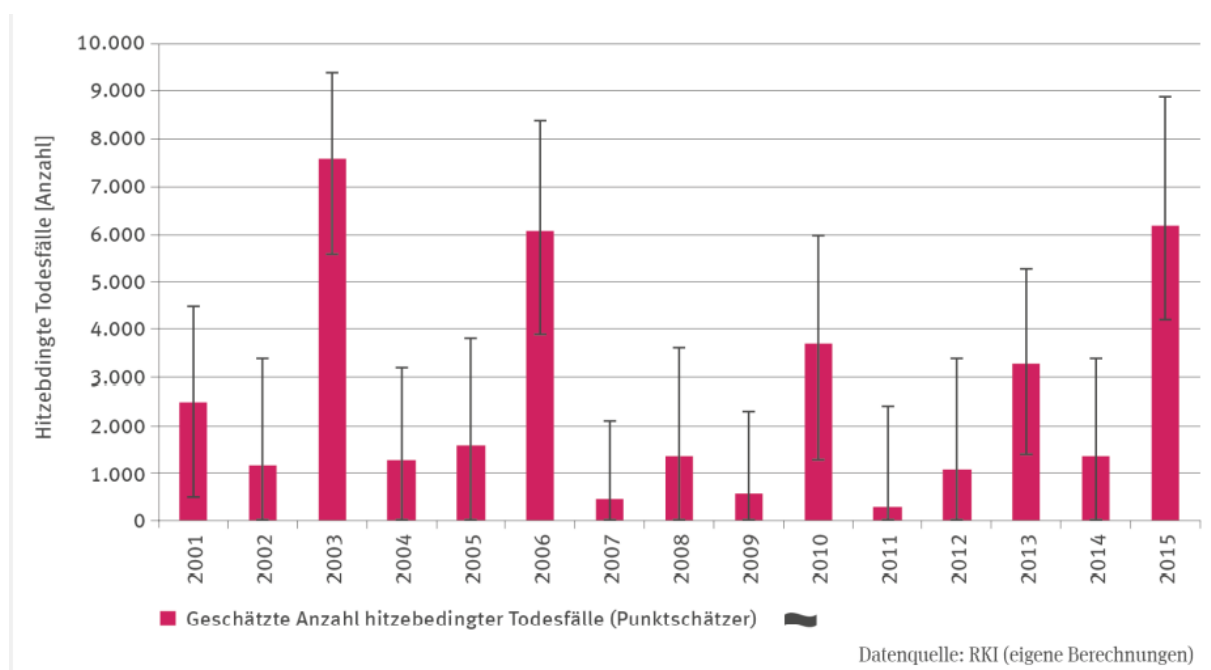


Abbildung 6: Geschätzte Anzahl hitzebedingter Todesfälle in Deutschland 2001 bis 2015 (UBA c 2019, S. 34)

Die Auswirkungen der Hitzewelle des Sommers 2003 werden anhand der Abbildung besonders deutlich. In Deutschland starben ca. 7.500 Menschen mehr als ohne die Hitzewelle zu erwarten gewesen wäre, Für 2006 und 2015 ergeben sich ca. 6.000 Todesfälle. Die Mortalität war während der Hitzewelle 2003 in Baden-Württemberg besonders hoch. Die Gesamtsterblichkeit wich Ende August ca. 60% von der erwarteten Gesamtsterblichkeit ab. Europaweit verstarben während der Hitzewellen im Sommer 2003 ca. 50.000 bis 70.000 Menschen zusätzlich (vgl. Augustin et al. 2017, S. 138). Auch in der Zukunft muss in Deutschland mit einer weiteren Zunahme von Hitzetagen gerechnet werden, vor allem im Süden des Landes (siehe Kapitel 2.3).

Der gesunde Körper eines Menschen und anderer Säugetiere funktioniert optimal bei einer Körpertemperatur von 37°C. Diese kann variieren, da der Organismus seine Temperatur den

Umweltbedingungen anpasst (**Thermoregulation**). Sobald die Körperinnentemperatur im Vergleich zur Umwelttemperatur zu niedrig ist, bildet der Körper Wärme und versucht diese zu halten. Bei umgekehrten Bedingungen versucht der Körper Wärme abzugeben. Schweiß wird produziert, welcher die Haut durch Verdunstung abkühlt. Neben der eigentlichen Außentemperatur ist die Luftfeuchtigkeit von großer Bedeutung für das körperliche Temperaturempfinden. Eine hohe Luftfeuchtigkeit erschwert dem Körper die Wärmeabgabe. Die Kombination aus hoher Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit nimmt der Organismus als äußerst belastend wahr. (Lesch 2021, S. 37)

Mit zunehmender Wärmeexposition steigen die Anforderungen an das Herz-Kreislauf-System, den Bewegungsapparat und die Atmung, um die Thermoregulation aufrecht zu erhalten. Menschen mit einer bereits eingeschränkten Thermoregulationsfähigkeit, wie Säuglinge, Kleinkinder, ältere und kranke Menschen, bilden eine vulnerable Bevölkerungsgruppe (Augustin et al. 2017, S. 139). Weitere Risikogruppen bilden sozial benachteiligte Menschen, die häufig in städtischen Wärmeinseln (siehe Kapitel 2.3) leben, Obdachlose, Bauarbeiter, Sportler oder Schwangere. Als Risikofaktor noch hervorzuheben ist die physische und soziale Isolation. Hiervon sind vor allem alte, alleinlebende Menschen betroffen, die keinen Zugang zu klimatisierten Räumlichkeiten haben. (Herrmann et al. 2021, S. 67; Eis et al. 2010, S. 95). Darüber hinaus sind Menschen, die ein geringes Maß an Fitness aufweisen oder übergewichtig sind, regelmäßig Drogen, Alkohol oder entwässernde Medikamente einnehmen, ebenfalls verstärkt hitzegefährdet (Augustin et al. 2017, S. 139). In Deutschland sind ca. 67% der Männer und 53% der Frauen übergewichtig, ca. 25% aller Erwachsenen werden als stark übergewichtig eingestuft. Die Prävalenz von Übergewicht nimmt auch mit dem Alter zu, bis 2030 wird ein Anstieg des Bevölkerungsanteils im Alter von 60 oder höher auf 35% erwartet (vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft 07.06.2022; RKI 2015, S. 435). Der Konsum an reinem Alkohol lag im Jahr 2019 bei 10,2 Litern pro Kopf, in den Vorgängerjahren bis 2010 war ein ähnliches Konsumverhalten im Bereich 10 bis 11 Litern zu beobachten (vgl. DHS 23.06.2022)

Zu den gängigsten hitzebedingten Erkrankungen gehören Hitzekrämpfe, Hitzeohnmacht, Hitzschlag und die Hitzeerschöpfung. Letztere ist das am häufigsten auftretende Krankheitsbild. Es äußert sich durch starkes Schwitzen, Blässe, Unruhe-, Angst- und Erschöpfungszustände sowie Schwindel und Ohnmachtsanfälle gepaart mit einem intensiven Durstgefühl (Eis et al. 2010, S. 95). Durch die vermehrte Schweißbildung verliert der Körper größere Mengen an Flüssigkeit und Elektrolyten. Dies kann neben einer **Vigilanzminderung** (Minderung der Wachheit/ Bewusstseinsbeeinträchtigung) und **Dehydratation** (Wassermangel im Körper) auch eine verringerte **Blutviskosität** (Durchblutungsfähigkeit des Blutes) nach sich

ziehen. Somit steigt das Risiko für Thrombosen und andere Herz-Kreislauf-Erkrankungen (UBA c 2019, S. 34). Studien belegen, dass mit den Hitzewellen ein erhöhtes Aufkommen von kardiovaskulären Erkrankungen wie kardiale Dekompensationen, Herzinfarkten und Schlaganfällen assoziiert werden konnte, was zu einer gestiegenen Anzahl von Notaufnahme-Besuchen und stationären Aufnahmen führte (Bein 2021, S. 78).

Diese Daten lassen den Rückschluss zu, dass ein großer Teil der deutschen Bevölkerung mit hoher Wahrscheinlichkeit für Hitzestress vulnerabel ist. Die „Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland“ des UBA stuft das Risiko der Hitzebelastung gegenwärtig und zukünftig als hoch ein, wenn keine Anpassungsmaßnahmen diesbezüglich erfolgen (vgl. Kahlenborn et al. 2021, S. 93).

**Der Einflussfaktor „Temperaturanstieg“ kann in Anbetracht seiner Wirkung auf die anderen Faktoren wie folgt bewertet werden:**

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                       |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte)<br><br><b>Bewertungsmaßstab:</b><br><br>0 = keine oder schwache Wirkung<br>1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung<br>2 = mittlere Wirkung<br>3 = starke oder sehr starke Wirkung |                       | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaushäufigkeit (g) |
|  | Temperaturanstieg (a) | 0                     | 3                     | 3                         | 1                  | 3                       | 2                      | 3                         |

Tabelle 1: Wirkung des Temperaturanstiegs (a) auf das Szenario-Feld (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Die hohen Temperaturen gepaart mit langanhaltender Trockenheit lösen fotochemische Prozesse in der Luft aus, die zu der Bildung weiterer Luftschadstoffe (b) führen **(3)**. Darüber hinaus verbleiben die Luftschadstoffe durch die ausbleibenden Niederschläge länger in der Luft. Die Hitzesituation hat eine starke Wirkung auf die vulnerablen Risikogruppen, vor allem für die steigende Bevölkerungsgruppe der betagteren Menschen (Demografischer Wandel (c)) **(3)**. Der Personalmangel (d) kann sich durch hitzebedingte Krankheitsausfälle weiter verschärfen **(1)**. Die Risikokommunikation (e) wird stark von dem dynamischen Geschehen der Temperaturentwicklung beeinflusst, um die vulnerablen Bevölkerungsgruppen zu schützen, besteht bei diesem Einflussfaktor ein hoher Handlungsbedarf **(3)**. Die Verweildauer

im KH (f) wird insofern beeinflusst, da der Temperaturanstieg zu einer Verschlimmerung der Haupt- und Nebendiagnosen hervorrufen kann, was zu einem längeren, stationären Aufenthalt führen kann (2). Die Wirkung auf die Krankenhaushäufigkeit (g) kann als stark bis sehr stark bewertet werden, da das Herz-Kreislauf-System großen Belastungen durch die Hitze ausgesetzt ist (3).

### 3.3 Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit

Durch den Anstieg der Lufttemperatur verändern sich die Transport- und Durchmischungsprozesse in der Atmosphäre, wodurch die physikalischen und chemischen Komponenten der Luft verändert werden. Diese Veränderung in Verbindung mit Hitzeepisoden kann zu einer gefährlichen Kombination für die Gesundheit werden (Augustin et al. 2017, S. 145). Die Luftqualität wird anhand der Menge der Luftschadstoffe bestimmt, welche sich schädlich auf die Gesundheit und die Umwelt auswirken. Dabei sind vor allem Feinstaub, Ozon und Stickstoffdioxide zu nennen.

**Feinstaub (PM)** sind sehr kleine Partikel, die aufgrund ihrer Größe nicht direkt zu Boden sinken, sondern temporär in der Luft verweilen. Natürliche Quellen oder Formen von Feinstaub sind Vulkane, Bodenerosionen, Pollen, Sporen, Bakterien oder Viren. Die größte Gesundheitsbelastung durch Feinstaub entsteht allerdings aus anthropogenen Quellen wie dem Straßenverkehr, Kraftwerken, Industrieanlagen, Heizungen und der Landwirtschaft (vgl. Schad et al., 2013, S.180 f.). Das UBA erhebt Daten für grobe Partikel ( $PM_{10}$ ) mit einem Durchmesser von  $2,5\mu m$  bis  $10\mu m$  und feine Partikel ( **$PM_{2,5}$** ) mit einem Durchmesser von  $0,1\mu m$  bis  $2,5\mu m$ . Je nach der Größe hat PM eine unterschiedliche Wirkung auf die menschliche Gesundheit: Da vor allem die  $PM_{2,5}$  ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen darstellen, wurden in dieser Arbeit nur die Daten von  $PM_{2,5}$ -Emissionen herangezogen. **Ozon** ist eines der wichtigsten Treibhausgase (siehe Kapitel 2.1), welches in der oberen Atmosphäre eine natürliche Ozonschicht bildet, um die Erde vor der UV-Strahlung der Sonne zu schützen. In Bodennähe wirkt es allerdings toxisch auf Menschen, Tiere und Pflanzen (UBA a 2022, S. 6). **Stickstoffdioxide** entstehen als Nebenprodukt bei Verbrennungsprozessen, vor allem aus dem Straßenverkehr (vgl. Schultz et al. 2017, S. 129).

Durch die heißeren und trockeneren Sommer in Deutschland können deutlich höhere Ozonkonzentrationen in Bodennähe auftreten, wie bereits im Extremsommer 2003 europaweit gemessen wurde. Ursache ist das Zusammenwirken mehrerer Faktoren: Pflanzen emittieren aufgrund des Hitzestresses mehr flüchtige organische Verbindungen (BVOC) und durch die energetischen Verbrennungsprozesse und Waldbrände steigen die Emissionen für



Stickstoffdioxide. In Kombination mit der hohen Strahlenintensität der Sonne bildet sich deutlich mehr Ozon in Bodennähe (Brüggemann/ Butterbach-Bahl 2017, S. 176 f). Die Feinstaubbelastung der Luft kann, sowohl im Sommer als auch im Winter, zum Problem für die Bevölkerung werden. Im Sommer führt die Kombination aus heißen Tagen und Trockenheit zu photochemischer Produktion sekundärer Luftschadstoffe, regelmäßige Niederschläge würden die Schadstoffe teilweise auswaschen, durch die Trockenheit verweilen die Schadstoffe aber länger in der Luft. Im Winter ist die bodennahe Temperatur niedriger als die der darüber liegenden Luftschichten. Dadurch wird die Luftzirkulation eingeschränkt und der Feinstaub kann sich über mehrere Tage hinweg in der bodennahen Luftschicht ansammeln. Dieser Effekt tritt auch oft in Talkesseln auf, die Luft kann durch die gegebenen landschaftlichen Strukturen nicht in vollem Maße zirkulieren (vgl. Schultz et al. 2017, S. 128 ff.).

Allgemein nehmen die Luftschadstoffe seit Beginn der 1990er Jahre in Deutschland ab (vgl. Schultz et al. 2017, S. 129 f.). Es gibt eine Richtlinie der EU und der WHO, ab wann die Luftschadstoffe, gemessen am Jahresmittelwert, als gesundheitsgefährdend einzustufen sind. Die EU-Richtlinien für die Jahresmittelwerte von PM<sub>2,5</sub>, Ozon und Stickstoffdioxide unterscheiden sich stark von denen der WHO. Erst 2021 hat die WHO ihre Leitlinien zur Luftqualität verschärft. Auch in niedriger Konzentration sind die Luftschadstoffe als gesundheitsgefährdend einzustufen. Abbildung 7 bietet eine Übersicht über die Jahresmittel von PM<sub>2,5</sub> und Stickstoffdioxid, sowie das 8h-Mittel von Ozon im Vergleich mit der EU-Richtlinie und der Richtlinie der WHO 2021. Die Daten aus dem Jahr 2020 wurden an 260 Messstationen in ländlichem, städtischem, verkehrsnahem oder industrienahem Umfeld erfasst. Die Prozentwerte bilden ab, an wie vielen der Messstationen in Deutschland der Richtwert überschritten wurde. Die Abbildung ist angelehnt an UBA a (2022, S. 25).

| Grundlage der Überschreitung         | Ländliches Umfeld | Städtisches Umfeld | Verkehrsnah | Industrienah |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|--------------|
| <b>PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittel</b> |                   |                    |             |              |
| EU (25µm/m <sup>3</sup> )            | 0%                | 0%                 | 0%          | 0%           |
| WHO (5µm/m <sup>3</sup> )            | 94%               | 100%               | 100%        | 100%         |
| <b>Ozon-8h-Mittel</b>                |                   |                    |             |              |
| EU (120µm/m <sup>3</sup> )           | 100%              | 100%               | 83%         | 100%         |
| WHO (100µm/m <sup>3</sup> )          | 100%              | 100%               | 83%         | 100%         |
| <b>Stickstoffdioxid-Jahresmittel</b> |                   |                    |             |              |
| EU (40µm/m <sup>3</sup> )            | 0%                | 0%                 | 3%          | 0%           |
| WHO (10µm/m <sup>3</sup> )           | 9%                | 88%                | 100%        | 88%          |

Abbildung 7: Überschreitungslevel der Richtwerte für Luftschadstoffe 2021 (eigene Darstellung in Anlehnung an UBA a 2022, S. 25)

Im Jahr 2020 wurde der gültige EU-Richtwert für  $PM_{2,5}$  deutschlandweit eingehalten, sowohl in ländlichen als auch in städtischen, verkehrs- und industrienahen Gebieten. Die WHO stuft die Belastung allerdings flächendeckend als zu hoch ein. Laut der EU gilt erst das Fünffache der empfohlenen Konzentration von  $PM_{2,5}$  der WHO als gesundheitsgefährdend. Der große Unterschied der Grenzwerte erklärt den Dissens bezüglich der Prozentwerte. Die Ozon-Konzentration in der bodennahen Luft wird gleichermaßen als zu hoch eingestuft, somit liegt hier eine deutliche Belastung für die menschliche Gesundheit vor. Auch beim Schadstoff Stickstoffdioxid besteht laut EU-Richtlinie wenig Grund zur Besorgnis. Lediglich bei 3% der Messstationen im verkehrsnahen Raum wurden Überschreitungen der Grenzwerte ermittelt. Da Stickstoffdioxid als Nebenprodukt bei Verbrennungsprozessen entsteht, ist es nicht verwunderlich, dass laut WHO Grenzwertüberschreitungen in städtischem, verkehrs- und industrienahem Gebiet festgestellt wurden. Sogar im ländlichen Umfeld meldeten 9% der Messstationen Überschreitungen des Grenzwertes. Besorgniserregend ist die Diskrepanz zwischen den Auffassungen des gesundheitsschädigenden Grenzwertes der EU und der WHO. Die EU-Richtlinie stammt aus dem Jahr 2008, während die WHO-Richtlinie aus dem Jahr 2021 stammt und auf den neuesten Erkenntnissen im Bereich der Forschung basiert.

Als Hauptrisikogruppe für die Auswirkungen der Luftverschmutzung lässt sich die Bevölkerung in urbanen, verkehrs- oder industrienahen Gebieten identifizieren, wobei städtische Gebiete oft auch eine Verkehrslast haben. Ebenso wie bei den Risikogruppen für Hitze sind bei der Luftschadstoffexposition sozial benachteiligte Menschen in städtischen Wärmeinseln und schlecht klimatisierten Räumlichkeiten zu nennen (Herrmann et al. 2021, S. 67; Witt/ Liebers 2017, S. 256). Darüber hinaus sind chronisch kranke Menschen, ältere Menschen und Kinder als vulnerable Gruppe zu nennen (Augustin et al. 2017, S. 145).

Die  $PM_{2,5}$  stellen ein großes gesundheitliches Problem für das Herz-Kreislauf-System dar. Die kleinen Partikel können leichter in die Lungen eindringen und somit auch in die Blutbahn gelangen, in welcher sie gefäßverkalkende Prozesse initiieren bzw. fördern können. Eine erhöhte Ozonexposition ist mit Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen assoziiert. Studien belegen eine höhere Sterblichkeitsrate durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen infolge von Luftschadstoffen. Die Luftschadstoffexposition führt zu einer Ausprägung der Risikofaktoren für das Herz-Kreislauf-System wie Bluthochdruck, Diabetes Mellitus, Übergewicht oder auch eines akuten Herzinfarkts. (Münzel/ Hahad 2017, S. 181 f.)

Die Synergie aus Hitze und Schadstoffbelastung der Luft löst darüber hinaus auch pulmonale Symptome wie Kurzatmigkeit, Bronchospasmen oder Wasseransammlungen in der Lunge aus, Menschen mit bereits bestehendem Asthma oder chronisch obstruktiven

Lungenerkrankung sind besonders betroffen. Ferner können Luftschadstoffexpositionen zu Krebserkrankungen der Lunge führen. (vgl. Witt/ Liebers 2017, S. 256)

**Der Einflussfaktor „Luftverschmutzung“ kann in Anbetracht seiner Wirkung auf die anderen Faktoren wie folgt bewertet werden:**

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte)<br><br><b>Bewertungsmaßstab:</b><br><br>0 = keine oder schwache Wirkung<br>1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung<br>2 = mittlere Wirkung<br>3 = starke oder sehr starke Wirkung | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaushäufigkeit (g) |
|  | Luftverschmutzung (b) | 3                     | 0                         | 3                  | 1                       | 3                      | 2                         |

Tabelle 2: Wirkung der Luftverschmutzung (b) auf das Szenario-Feld (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Der anthropogene Treibhauseffekt trägt durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe und veränderten Landnutzung einen erheblichen Teil zum Temperaturanstieg (b) bei **(3)**. Das gesundheitliche Risikopotential für die ältere Bevölkerungsgruppe (Demografischer Wandel (c)) durch die Luftverschmutzung ist sehr hoch, vor allem in urbanen und verkehrsnahen Gebieten **(3)**. Der Personalmangel (d) wird insofern beeinflusst, da die gesundheitlichen Folgen der Luftverschmutzung zu weiteren Krankmeldungen führen können **(1)**. Im Zuge der Risikokommunikation (e) muss über die Gefahren der Luftverschmutzung aufgeklärt werden, auch wenn viele Schadstoffe in der Luft nicht sichtbar sind, geht mit ihnen ein hohes Gesundheitsrisiko einher **(3)**. Die Luftverschmutzung kann die Verweildauer (f) der Patienten in KH verlängern, da durch die Luftschadstoffe neue gesundheitliche Komplikationen auftreten oder eine Verschlechterung der Haupt- und Nebendiagnosen verursacht werden kann **(2)**. Durch eine erhöhte Luftschadstoffexposition kann die Inzidenz der Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen steigen, somit steigt die Krankenhaushäufigkeit (g) **(3)**.

## 4. Krankenhauslandschaft in Deutschland 2022

Nachdem die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels anhand der theoretischen Grundlagen aus Kapitel 2 dargestellt wurden, behandelt Kapitel 4 die Rahmenbedingungen der Gesundheitsversorgung in deutschen KH.

Die gesundheitliche Versorgung in Deutschland ist aktuell in drei wesentliche Bereiche gegliedert:

der **Primärversorgung** (ambulante Behandlung durch niedergelassene Ärzte),

der **Akutversorgung** (stationäre Versorgung im Krankenhaus) und

der **Rehabilitation** (Anschlussversorgung nach einem Krankenhausaufenthalt).

Im deutschen Gesundheitssystem haben KH die Aufgabe, die stationäre Versorgung flächendeckend und in hoher Qualität zu gewährleisten. Darüber hinaus sind die KHs verpflichtet, nach patientenindividuellem Bedarf die Anschlussversorgung in Form von einer ambulanten Versorgung, Rehabilitation oder Pflege zu gewährleisten (vgl. BMG a 26.05.2022). Der Fokus des Kapitels 4 liegt auf den allgemeinen Grundlagen der Akutversorgung. Zunächst wird die gesetzliche Definition von Krankenhäusern (KH) erläutert. Im Anschluss erfolgt ein Einblick in die Krankenhausplanung und wie die Akutversorgung in Deutschland flächendeckend gewährleistet wird. Ergänzend hierzu folgt eine Beschreibung der unterschiedlichen Klassifizierungen der KH. Im letzten Abschnitt werden zwei ausgewählte Einflussfaktoren beschrieben, welche in der Szenario-Entwicklung Anwendung finden werden.

### 4.1 Versorgungsauftrag der Krankenhäuser

Die gesetzliche Definition von KH ist im Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) zu finden und wird durch weitere konstitutive Vorgaben im fünften Buch des Sozialgesetzbuchs (SGB V) ergänzt (Schlüchtermann 2013, S. 21).

Nach § 2 Nr. 1 KHG sind KH „Einrichtungen, in denen durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistungen Krankheiten, Leiden oder Körperschäden festgestellt, geheilt oder gelindert werden sollen oder Geburtshilfe geleistet wird und in denen die zu versorgenden Personen untergebracht und gepflegt werden können.“ (BMJ a 24.05.2022).

Im § 107 Abs. 1 SGB V wird der Begriff KH folgendermaßen definiert „(1) Krankenhäuser im Sinne des Gesetzbuchs sind Einrichtungen, die 1. der Krankenhausbehandlung oder Geburtshilfe dienen, 2. fachlich-medizinisch unter ständiger ärztlicher Leitung stehen, über ausreichende, ihrem Versorgungsauftrag entsprechende diagnostische oder therapeutische Möglichkeiten verfügen und nach wissenschaftlich anerkannten Methoden arbeiten, 3. mit Hilfe

von jederzeit verfügbarem ärztlichem, Pflege-, Funktions- und medizinisch-technischem Personal darauf eingerichtet sind, vorwiegend durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten der Patienten zu erkennen, zu heilen, ihre Verschlimmerung zu verhüten, Krankheitsbeschwerden zu lindern oder Geburtshilfe zu leisten, und in denen 4. Die Patienten untergebracht und verpflegt werden können.“ (BMJ b 24.05.2022).

In beiden Gesetzen bilden die Kernaufgaben „Krankheitserkennung“ und „Krankheitsheilung“ sowie die Möglichkeit zur Unterbringung und Verpflegung das Kernstück des Krankenhausbegriffs. Im § 107 Abs. 2 SGB V wird der Krankenhausbegriff von „Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen“ abgegrenzt. Die Anwendung von Heilmitteln nach ärztlichem Behandlungsplan steht bei der Rehabilitation im Vordergrund, während im KH der Fokus auf der intensiven, aktiven und fortdauernden ärztlichen Betreuung liegt. (vgl. BMJ b 24.05.2022; Schmola/ Rapp 2014, S. 15)

Aus diesen gesetzlichen Bestimmungen leitet sich somit der **Versorgungsauftrag** der KH ab: Der Gesundheitszustand von Patienten, die vornehmlich stationäre Versorgung benötigen, muss im Rahmen der flächendeckenden Versorgung wiederhergestellt, aufrechterhalten oder positiv beeinflusst werden. Darüber hinaus wird den KH die Aufgabe der praktischen Ausbildung von Ärzten und Pflegekräften zuteil. Im Falle eines Universitätskrankenhauses sind Forschung und Lehre als zusätzliche Aufgabe zu nennen (Schlüchtermann 2013, S.22 f.).

Allerdings gehört die Akutversorgung im KH nicht zu den öffentlichen Aufgaben, die der deutsche Staat selbst wahrnimmt. Der Sicherstellungsauftrag für die stationäre Versorgung der Bevölkerung ist Ländersache (vgl. Schlüchtermann 2013, S. 22). Jedes Bundesland ist laut § 6 Abs. 1 KHG verpflichtet, unter Berücksichtigung der Folgekosten und der Auswirkungen auf die Pflegesätze Krankenhauspläne aufzustellen (BMJ c 23.06.2022). In den Krankenhausplänen der Länder wird durch eine Bedarfsermittlung der medizinischen Leistungen anhand der Hill-Burton-Formel festgestellt, wie hoch der Bettenbedarf im jeweiligen Versorgungsgebiet ist. Als bestimmende Faktoren werden die Einwohnerzahl, Verweildauer, Krankenhaushäufigkeit und die durchschnittliche Auslastung der Betten herangezogen. Somit kann eine bedarfsgerechte Dimensionierung und regionale Verteilung der Bettenkapazitäten durchgeführt werden (Schmidt-Rettig 2008, S.381 ff.).

Doch dies gestaltet sich für die Bundesländer zu einem Drahtseilakt. Zum einen muss es jedem Bundesbürger in Deutschland möglich sein, in Abhängigkeit von seiner Erkrankung in einer angemessenen Zeitspanne ein geeignetes KH aufzusuchen. Auf der anderen Seite muss die Planung auch unter wirtschaftlichen Aspekten betrachtet werden. Eine erhöhte Betten-

kapazität kommt zwar der Erreichbarkeit für eine ausgewählte Akutversorgung zugute, allerdings ist dies mit höheren Kosten verbunden (Schmola/ Rapp 2014, S. 20 f.).

Die KH sind je nach Bundesland nach verschiedenen Kriterien klassifiziert. Im folgenden Kapitel wird das Klassifizierungssystem näher beleuchtet.

## 4.2 Klassifizierungen von Krankenhäusern

Es gibt eine Vielzahl von Kriterien, nach welchen KH in Deutschland klassifiziert werden können. Eine Übersicht ist in Anlehnung an Schlüchtermann (2013, S. 22) und dem Statistischen Bundesamt (Destatis) (23.06.2022, S. 3) in Abbildung 4 dargestellt.

| Krankenhaustyp          |                  |                       |                    |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| Allgemeines Krankenhaus |                  | Sonstiges Krankenhaus |                    |
| Trägerschaft            |                  |                       |                    |
| Öffentlich              | Freigemeinnützig |                       | Privat             |
| Zulassung               |                  |                       |                    |
| Hochschulklinik         | Plankrankenhaus  | Vertragskrankenhaus   | Freies Krankenhaus |
| Rechtsform              |                  |                       |                    |
| Öffentlich              |                  | Privat                |                    |
| Versorgungsstufen       |                  |                       |                    |
| Grundversorgung         | Regelversorgung  | Schwerpunktversorgung | Maximalversorgung  |

Abbildung 4: Übersicht der Klassifizierungskriterien von Krankenhäusern (eigene Darstellung in Anlehnung an Schlüchtermann 2013, S.22; Statistisches Bundesamt (Destatis) 23.06.2022, S. 3)

Seit 2012 kann eine gängige Differenzierung zwischen zwei **Krankenhaustypen** getroffen werden. **Allgemeine Krankenhäuser** verfügen über Betten in vollstationären Fachabteilungen und machen ca. 85 % der KHs in Deutschland aus. Unter **Sonstigen Krankenhäusern** versteht man Einrichtungen, die alleinig psychiatrische, psychotherapeutische, neurologische oder geriatrische Betten bereitstellen sowie Tages- und Nachtkliniken. (vgl. Destatis 23.06.2022, S. 3; Schlüchtermann 2013, S. 22 f.)

Unter einem Krankenhausträger wird eine natürliche oder juristische Person verstanden, die ein KH betreibt. Es gibt drei verschiedene Arten von **Trägerschaften** für KH. **Öffentliche** Träger sind in der Regel Gebietskörperschaften, wie das jeweilige Bundesland, ein Kreis, eine Gemeinde oder eine Stadt. Träger von **freigemeinnützigen** KH sind hingegen kirchliche Einrichtungen unterschiedlicher Konfessionen, Wohlfahrtsverbände, Stiftungen oder Vereine. Wesentliches Spezifikum ist die Gemeinnützigkeit. Die Präposition „frei“ wurde angeführt, da es freigemeinnützigen Trägern im Gegensatz zu den öffentlichen Krankenhausträgern

freisteht, ein KH zu ideellen Zwecken zu betreiben. Diese Gestaltungsmöglichkeit steht auch **privaten** Krankenhausträgern zu. Der Fokus bei den privaten Krankenhausträgern liegt hierbei auf der privaten, erwerbswirtschaftlichen Gewinnerzielung, KHS mit einem solchen Träger benötigen eine Konzession nach § 30 GewO (vgl. Sonnentag, 2008 S. 184 f.; Schmola/ Rapp 2014, S. 20 f.)

Die Art der **Zulassung** zur stationären Krankenhausbehandlung von gesetzlich krankenversicherten Patienten richtet sich nach § 108 SGB V, Krankenkassen dürfen nur Krankenhausbehandlungen von zugelassenen KH erbringen lassen. Darunter fallen KH, die nach den landesrechtlichen Vorschriften als **Hochschulklinik** anerkannt oder als **Plankrankenhaus** in den Krankenhausplan des jeweiligen Landes aufgenommen sind. (BMJ d 23.06.2022) Einrichtungen, die außerhalb der staatlichen Planung einen Versorgungsvertrag mit den Landesverbänden der Krankenkassen und den Verbänden der Ersatzkassen abgeschlossen haben, werden von Schlüchtermann als **Vertragskrankenhäuser** bezeichnet. Ferner existiert noch eine kleine Gruppe von KH, die nur Privatpatienten behandeln dürfen und keine Zulassung zur Behandlung von gesetzlich krankenversicherten Patienten haben (Schlüchtermann 2013, S. 24) Diese werden als **freie Krankenhäuser** bezeichnet (Hajen et al. 2004 gem. Berger/ Stock 2008, S. 30).

Die **Rechtsform** ist klar von der Trägerschaft eines KH abzugrenzen. Generell wird zwischen einer Rechtsform des öffentlichen oder privaten Rechts unterschieden. KH mit einer **öffentlichen Rechtsform** können mit diversen Rechtspersönlichkeiten geführt werden (z.B. Körperschaft, Anstalt, Stiftung des öffentlichen Rechts, Regiebetrieb oder Eigenbetrieb.) Bei der Rechtsform des **Privatrechts** wird nach Einzelunternehmen, Gesellschaften und Stiftungen unterschieden. (vgl. Sonnentag 2008, S. 187) Während die öffentlichen Rechtsformen nur öffentlichen Trägern zugänglich sind, stehen die privaten Rechtsformen allen Trägergruppen offen (Schlüchtermann 2013, S. 24). Die **Versorgungsstufen** sind in den Krankenhausplänen der Bundesländer differenziert festgelegt. Dadurch soll ersichtlich werden, dass die verschiedenen KH unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen haben. Weitestgehend ist die Unterscheidung in Grund-, Regel-, Schwerpunkt- und Maximalversorgung gebräuchlich (Schmola/ Rapp 2014, S. 23 f.).

Abbildung 8 bietet eine übersichtliche Darstellung der Charakteristika der einzelnen Versorgungsstufen und ist angelehnt an Schmola/ Rapp (2014, S. 23) und Schlüchtermann (2013, S. 25).

| Versorgungsstufe       | Grundversorgung   | Regelversorgung   | Schwerpunktversorgung   | Maximalversorgung   |
|------------------------|---|---|---|---|
| <b>Fachabteilungen</b> | Innere, Chirurgie, Gynäkologie (im Rahmen der Geburtshilfe) | <i>zusätzlich:</i><br>Anästhesie, Augenheilkunde, Geriatrie, HNO, Intensivmedizin | <i>zusätzlich:</i><br>Dermatologie, Neurologie, Pädiatrie, Psychiatrie, Orthopädie, Urologie, spez. Disziplinen | <i>zusätzlich:</i><br>Labormedizin, Nuklearmedizin, Strahlentherapie, Pathologie, spez. Disziplinen |
| <b>Bettenanzahl</b>    | > 200   | > 450   | > 850   | > 850   |
| <b>Einzugsgebiet</b>   | Wohnortnah  | Kreis   | Bezirk  | Land  |

Abbildung 8: Versorgungsstufen der Krankenhäuser (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmola/Rapp 2014, S.23; Schlüchtermann 2013, S. 25)

Der Freistaat Bayern hat die Versorgungsstufen in Versorgungsstufe I (Grundversorgung), Versorgungsstufe II (Schwerpunktversorgung), Versorgungsstufe III (Schwerpunkt- und Maximalversorgung) sowie Fachkrankenhäuser eingeteilt.

Laut dem Krankenhausplan des Freistaates Bayern sind Fachkrankenhäuser „nach Art der Erkrankung abgegrenzte Einrichtungen, in denen überwiegend in einer Fachdisziplin durch Gebietsärzte bestimmte Krankheiten, Leiden oder Körperschäden festgestellt, geheilt oder gelindert werden oder in denen Geburtshilfe geleistet wird.“ (StMGP 23.06.2022, Teil I Abs. 4.1). Diese KH nehmen nur Patienten mit bestimmten Krankheitsarten oder Altersstufen auf und werden keiner Versorgungsstufe zugerechnet (StMGP 23.06.2022, Teil I Abs. 5.3).

#### 4.3 Herausforderungen in der stationären Gesundheitsversorgung

Grundsätzlich sieht sich die Gesundheitsversorgung, insbesondere im Krankenhauswesen, mit einer Vielzahl von Herausforderungen konfrontiert. Daher ermittelte der Autor einige Aspekte, die für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheitsversorgung in Deutschland relevant erscheinen.

Der **demografische Wandel** ist eine gesellschaftliche Entwicklung, die in den nächsten Jahren einen starken Einfluss auf Deutschland und vor allem auf das Gesundheitssystem haben wird. Der Begriff beschreibt Veränderungen in der Bevölkerungszahl und -struktur. Zwei der wichtigsten Elemente des demografischen Wandels sind die demografische Alterung und der Bevölkerungsrückgang (RKI 2015, S. 435). Die Herausforderungen liegen vor allem in der Verschiebung der Anteile der Erwerbstätigen zu den Rentempfängern, was potenzielle Probleme der sozialen Sicherung und der Fachkräftesicherung aufwirft (VdPB 2021, S. 22).



Da sich die Altersstruktur zugunsten der älteren Patienten verschiebt, sind erhebliche Auswirkungen auf das Krankheitspanorama und die Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen zu erwarten (Fleßa 2019, S. 20). Zur Veranschaulichung wird in Abbildung 8 die Altersstruktur der Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 2022 dargestellt (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) b 23.06.2022).

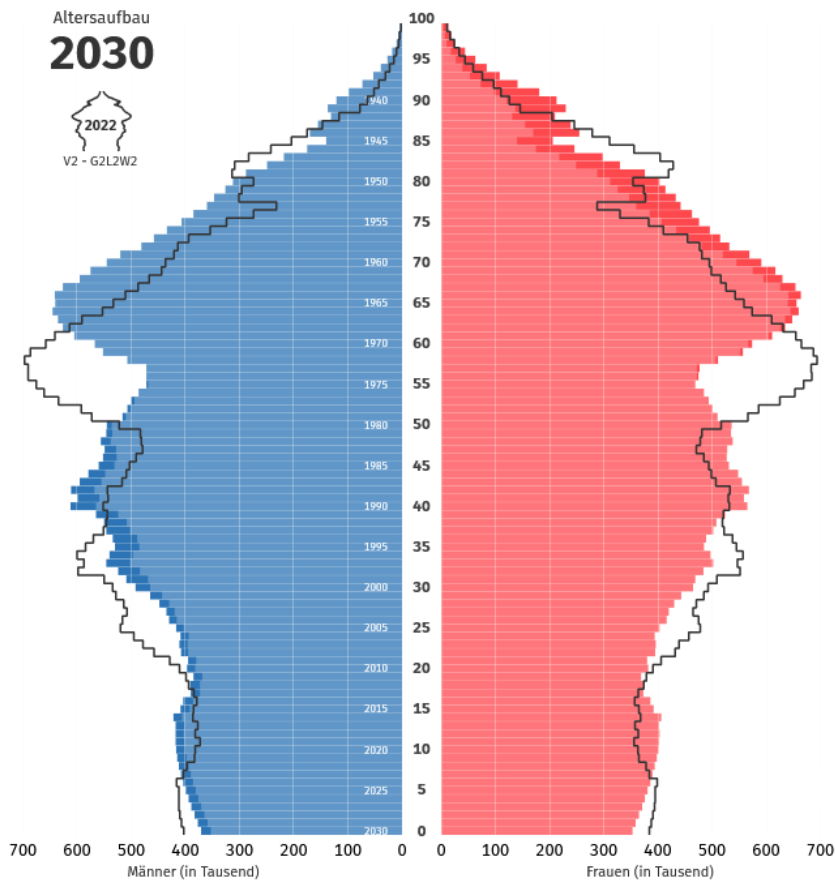


Abbildung 9: Altersstruktur der Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 2022 (Statistisches Bundesamt (Destatis) b 23.06.2022)

In der Abbildung ist die deutliche Verschiebung der Altersstrukturen zu erkennen. Während der untere Bereich der Bevölkerungsverteilung schmaler wird, verbreitert sich der Bereich der 60 bis 70-jährigen Bevölkerung. Obwohl mit einem höheren Alter eine zunehmende Multimorbidität einhergeht, ist die Lebenserwartung durch den medizinisch-technischen Fortschritt in den vergangenen Jahrzehnten um zwei bis zweieinhalb Jahre gestiegen (vgl. RKI 2015, S. 437 f.). Bis 2030 wird ein Anstieg des Bevölkerungsanteils im Alter von 60 Jahren oder höher auf 34% prognostiziert (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) b 11.06.2022). Die demografische Entwicklung wird auch das Personal selbst in den KH betreffen: Aufgrund des Personalmangels im Gesundheitswesen und des zunehmend hohen Renteneintrittsalters werden betagtere Mitarbeiter länger in ihrem Beruf verbleiben und auch zunehmend physisch anstrengendere Tätigkeiten übernehmen müssen (vgl. Fleßa 2019, S. 20).

**Der Einflussfaktor „Demografischer Wandel“ kann in Anbetracht seiner Wirkung auf die anderen Faktoren wie folgt bewertet werden:**

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                           |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|--|---------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte)<br><br><b>Bewertungsmaßstab:</b><br><br>0 = keine oder schwache Wirkung<br>1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung<br>2 = mittlere Wirkung<br>3 = starke oder sehr starke Wirkung |                           | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaushäufigkeit (g) |
|  | Demografischer Wandel (c) | 1                     | 2                     | 0                         | 2                  | 3                       | 3                      | 3                         |

Tabelle 3: Wirkung des demografischen Wandels (c) auf das Szenario-Feld (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Durch den erhöhten medizinischen Bedarf der älteren Bevölkerungsgruppen sind mehr medizinische Hilfsmittel und Versorgung notwendig. Zudem weisen viele ältere Menschen eine eingeschränkte Mobilität auf und sind auf Beförderungsmittel angewiesen. Diese Dienstleistungen, Hilfs- oder Beförderungsmittel benötigen für ihre Bereit- oder Herstellung ein höheres Maß an Ressourcen, welche mit erhöhten CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden sind. Dies lässt den Schluss zu, dass der Temperaturanstieg (a) schwach bzw. zeitlich verzögert beeinflusst wird (**1**) und sich auch eine mittlere Wirkung auf die Luftverschmutzung (b) identifizieren lässt (**2**). Mit dem Anstieg der betagteren Bevölkerung steigt die Nachfrage nach gesundheitlichen Dienstleistungen und Hilfsmitteln, zudem verbleiben Menschen länger in ihren Berufen, da das Renteneintrittsalter steigt. Somit war eine mittlere Wirkung des demografischen Wandels auf den Personalmangel (d) festzustellen (**2**). Der vermehrte Bedarf an medizinischer Versorgung führt zu einer Zunahme der präventiven Maßnahmen zur Gesundheitsvorsorge. Daher muss sich die Risikokommunikation (e) diesen neuen Anforderungen anpassen und der Wirkungseinfluss des demografischen Wandels auf die Risikokommunikation ist als stark zu bewerten (**3**). Aus eben genannten Gründen des vermehrten medizinischen Versorgungsbedarfs aufgrund des hohen Alters und der damit einhergehenden Multimorbidität, zeichnet sich auch eine starke Wirkung auf die Verweildauer (f) (**3**) und die Krankenhaushäufigkeit (g) ab (**3**).

Eine weitere Herausforderung bildet wie eben bereits erwähnt der **Personalmangel im Gesundheitswesen**. „Die Personalsituationen in unseren Kliniken, in den Altenpflegeeinrichtungen und bei den mobilen Pflegediensten verschlechtert sich zusehends. Wenn hier nicht bald etwas passiert, droht der Kollaps des Systems.“ (Klaus Reinhard,

Präsident der Bundesärztekammer, gem. Norddeutscher Rundfunk vom 23.06.2021) Mit diesen Worten eröffnete der Präsident der Bundesärztekammer den Deutschen Ärztetag im November 2021. Im Zuge der Alterung der Gesellschaft sind immer mehr Menschen pflegebedürftig. Im Sinne des Pflegeversicherungsgesetzes des SGB XI waren im Jahr 2019 ca. 4,13 Millionen Menschen in Deutschland pflegebedürftig, 2009 waren es noch 2,34 Millionen Menschen. Hierbei ist zu erwähnen, dass 80% zu Hause von Angehörigen oder ambulanten Pflegediensten versorgt wurden (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) vom 23.06.2022). Dies birgt allerdings ein hohes Überlastungspotential für die KH, wenn die pflegebedürftigen Menschen im KH stationär aufgenommen werden müssen. 2021 hatten deutschlandweit 84% der KH Probleme, offene Stellen in der Pflege auf Allgemeinstation zu besetzen. Mit steigender Bettenkapazität nimmt diese Entwicklung zu, bei den KH ab 600 Betten sind es sogar 97%. Wird der Verlauf über das letzte Jahrzehnt betrachtet, hat die Problematik deutlich zugenommen (siehe Abbildung 10 (vgl. DKI 2021, S. 28)).

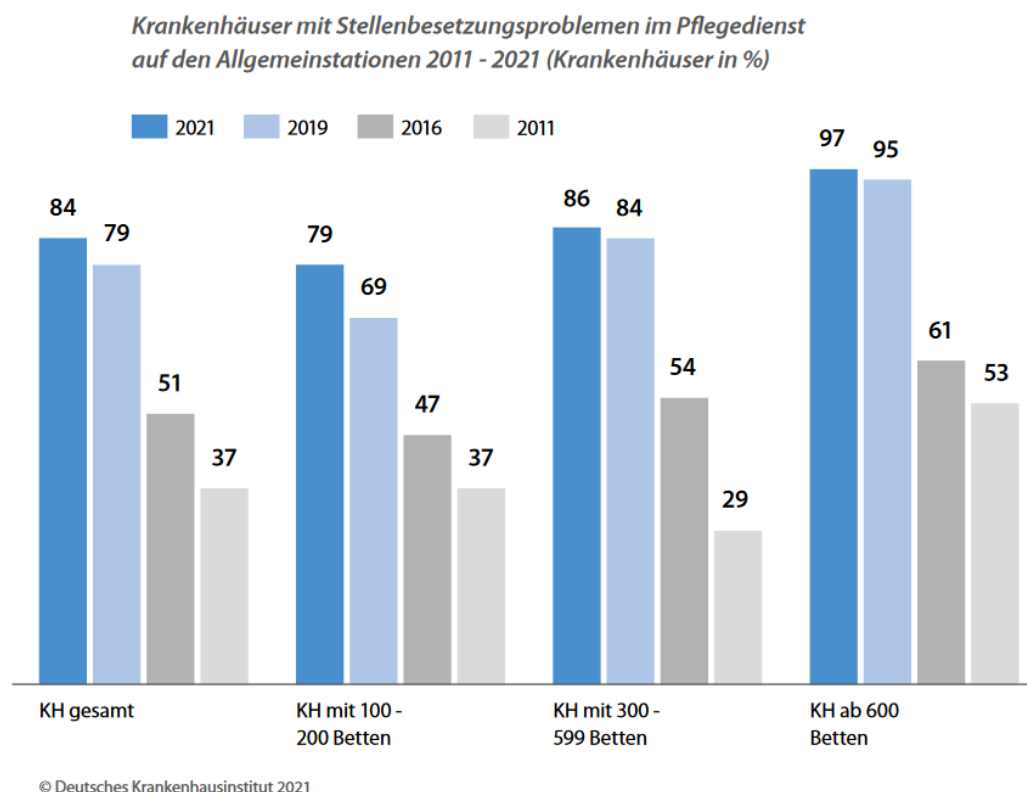


Abbildung 10: Krankenhäuser mit Stellenbesetzungsproblemen im Pflegedienst auf den Allgemeinstationen 2011 bis 2021 (Krankenhäuser in %) (vgl. DKI 2021, S. 28)

Der Fachkräftemangel betrifft aber nicht nur die Pflege in den Krankenhäusern, sondern alle Berufsgruppen. Im Rahmen einer bundesweiten Umfrage der Gewerkschaft ver.di im Jahr 2013 wurde erhoben, dass in den deutschen KH über 162.000 Personalstellen (19,6%) quer über alle Beschäftigungsgruppen nicht besetzt sind (vgl. ver.di 2013, S. 2).

**Der Einflussfaktor „Personalmangel“ kann in Anbetracht seiner Wirkung auf die anderen Faktoren wie folgt bewertet werden:**

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte)<br><br><b>Bewertungsmaßstab:</b><br><br>0 = keine oder schwache Wirkung<br>1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung<br>2 = mittlere Wirkung<br>3 = starke oder sehr starke Wirkung |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|  | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaushäufigkeit (g) |
| Personalmangel (d)   | 0                     | 1                     | 0                         | 0                  | 2                       | 2                      | 0                         |

Tabelle 4: Wirkung des Personalmangels (d) auf das Szenario-Feld (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Der Personalmangel hat in Anbetracht der gewählten Einflussfaktoren auf das Szenario-Feld einen schwachen Einfluss. Für den Temperaturanstieg (a) ist keine Wirkung ableitbar **(0)**. Aufgrund des Mangels an Personal sind viele der Gesundheitseinrichtungen gezwungen, auf Zeitarbeiter zurückzugreifen bzw. Personal aus weiter Entfernung zu akquirieren. Durch die potenziellen längeren Anfahrtswege lässt sich ein schwacher Einfluss auf die Luftverschmutzung (b) feststellen **(1)**. Auf den demografischen Wandel (c) ist ebenfalls keine Wirkung ableitbar. Das Personal im Gesundheitswesen hat aufgrund des Personalmangels ein höheres Arbeitspensum **(0)**. Eine adäquate Versorgung der Patienten kann in vielen Fällen nur annähernd gewährleistet werden, daher fehlt oft die Zeit für ausführliche Gespräche im Zuge der Risikokommunikation (e) **(2)**. Die Überlastung des Krankenhauspersonals kann sich auf die Verweildauer im KH (f) auswirken **(2)**. Bei einer inadäquaten Versorgung aufgrund des Personalmangels kann sich die Verweildauer der Patienten entweder durch Komplikationen im Behandlungsverlauf verlängern, oder auch verkürzen, da Betten in den Gesundheitseinrichtungen gesperrt werden müssen. Für die Krankenhaushäufigkeit (g) leitet sich keine Wirkung ab **(0)**.

Klaus Reinhard warnte auf dem Deutschen Ärztetag vor den neuen Gesundheitsgefahren durch den Klimawandel, mit welchen auch neue Aufgaben in der Patientenversorgung einhergehen werden (Norddeutscher Rundfunk 23.06.2021). Hierfür benötigt es einerseits eine fundierte **Risikokommunikation** für die Bevölkerung, welche gesundheitlichen Gefahren durch Hitze und Luftverschmutzung entstehen können und welche Auswirkungen die anthropogenen Verhaltensweisen auf das Klima haben (siehe Kapitel 3.1) sowie Fortbildungsangebote und Informationen für die Akteure in der Gesundheitsversorgung. Für die

Kommunikationsmaßnahmen ist es von großer Wichtigkeit, dass Faktoren berücksichtigt werden, welche die **Risikowahrnehmung** sowie die **Handlungsbereitschaft** beeinflussen können. Zu den größten Herausforderungen zählt unter anderem, dass der Klimawandel, bzw. die ihn verursachenden Treibhausgase, nicht sichtbar sind und nicht unmittelbar mit gesundheitlichen Auswirkungen verbunden werden. (vgl. Berger et al. 2019, S. 612 ff.)

Im Kapitel 3.2 wurden bereits die Auswirkungen der Hitzewellen auf die Mortalitätsrate anhand der Abbildung 5 dargestellt. Da die mit Hitzeeinflüssen verbundenen Sterbefälle in der Regel anderen Todesursachen zugeschrieben werden, handelte es sich nur um eine geschätzte Anzahl der hitzebedingten Todesfälle (UBA c 2019, S. 34). Skeptiker des Klimawandels machen sich wissenschaftliche Unsicherheiten zunutze, um die Erkenntnisse des Klimawandels infrage zu stellen. Somit können auch die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels in Zweifel gezogen werden (Berger et al. 2019, S. 615). Das Umweltbundesamt stellte bereits 2014 einen Handlungsbedarf bezüglich der Kommunikation für gesundheitlichen Risiken bei Hitzewellen fest, bis 2022 gibt es noch kein einheitliches Alarmsystem, Hitzeleitstellen oder Kühlzonen, bzw. nur mit wenigen Ausnahmen (KLUG 23.06.2022). Die Antworten einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage des BfR deuten auf eine gewisse psychologische Distanz<sup>2</sup> der Befragten bezüglich der gesundheitlichen Risiken des Klimawandels hin. 64% der Teilnehmenden stimmten der Aussage zu, dass die Weltbevölkerung von gesundheitlichen Risiken durch den Klimawandel betroffen sein wird. Die Zustimmung sank für die gleiche Aussage bezogen auf die deutsche Bevölkerung auf 39%, für die eigene Person sogar auf 28%. In der Kommunikation über die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels ist es essenziell, dass für die Risikogruppen ein direkter Bezug hergestellt wird, um die Handlungsbereitschaft der Zielgruppe zu erhöhen. (vgl. Berger et al. 2019, S. 616)

Ein weiterer wichtiger Faktor hierbei ist es, ein Bewusstsein für die anthropogenen Einflüsse des Klimawandels zu schaffen. Medizinische und pflegerische Mitarbeitende in der Gesundheitsversorgung sind wichtige Stimmen in der Klimadebatte. Durch den Fokus auf die Gesundheit der Patienten können sie eine breitere Masse erreichen, als wenn der Klimawandel nur ein Umweltthema bliebe. Das bedeutet für die Gesundheitsberufe, nicht nur über die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels zu informieren, sondern auch die möglichen Gesundheitsvorteile einer klimafreundlicheren Lebensweise zu kommunizieren (Schrader 2021, S. 304).

---

<sup>2</sup> Die „psychologische Distanz“ beschreibt die individuelle Wahrnehmung, dass ein Ereignis oder Objekt zeitlich oder räumlich sehr weit entfernt, die Eintrittswahrscheinlichkeit gering oder es für die eigene Person oder Umfeld nicht relevant ist (Berger et al. 2019, S. 616)

**Der Einflussfaktor „Risikokommunikation“ kann in Anbetracht seiner Wirkung auf die anderen Faktoren wie folgt bewertet werden:**

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                         |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|--|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte)<br><br><b>Bewertungsmaßstab:</b><br><br>0 = keine oder schwache Wirkung<br>1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung<br>2 = mittlere Wirkung<br>3 = starke oder sehr starke Wirkung |                         | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaushäufigkeit (g) |
|  | Risikokommunikation (e) | 1                     | 2                     | 2                         | 2                  | 0                       | 3                      | 3                         |

Tabelle 5: Wirkung der Risikokommunikation (e) auf das Szenario-Feld (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Im Zuge einer adäquaten Kommunikation der Risiken, die der Klimawandel mit sich bringt, gilt es auch über die Zusammenhänge der anthropogenen Einflüsse auf das Klima zu informieren. Durch einen bewussteren Umgang mit dem Planeten, z.B. in Form von CO<sub>2</sub>-Reduktion im persönlichen Umfeld, kann sich das positiv auf die Gesundheit des Planeten und somit auf die der Menschen auswirken. Die Risikokommunikation (e) richtet sich in dem Szenario-Feld vor allem an das Patienten Klientel der Fachklinik und die regionale Bevölkerung, daher wurde die Wirkung auf den Temperaturanstieg (a) mit schwach oder zeitlich verzögert gewertet **(1)**. Im regionalen Umfeld sind konsequente und kontinuierliche Einsparungen bei der Luftschadstoffemission bereits spürbar, daher wurde eine mittlere Wirkung auf die Luftverschmutzung (b) abgeleitet **(2)**. Ebenso ist eine mittlere Wirkung auf den Einflussfaktor „Demografischer Wandel (c)“ zu identifizieren, da durch eine adäquate Risikokommunikation die Gesundheit der älteren Bevölkerungsschichten gefördert werden kann **(2)**. Eine Risikokommunikation kann auch im Zuge des betrieblichen Gesundheitsmanagements für das eigene Personal geführt werden, dadurch können sich klimabedingte Krankheitsfälle reduzieren. Deshalb ist auch für den Personalmangel (d) eine mittlere Wirkung ableitbar **(2)**. Auf die Verweildauer im KH (f) und die Krankenhaushäufigkeit (g) hat die Risikokommunikation (e) eine starke Wirkung. Durch eine fundierte Risikokommunikation (e) kann sich die Verweildauer (f) verkürzen **(3)** und klimabedingte Krankheitssymptome im Herz-Kreislauf-System werden minimiert, somit sinkt die Krankenhaushäufigkeit (g) **(3)**.

## 5. Trendszenario-Entwicklung

In diesem Kapitel wird das Trendszenario für eine bayerische Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Jahr 2030 entwickelt. Zu Beginn wird der theoretische Hintergrund der Szenario-Technik erläutert und die vier Phasen der Szenario-Entwicklung vorgestellt. Die eingebetteten Unterkapitel bilden diese vier Phasen ab.

### 5.1 Einführung in die angewendete Szenariotechnik

Der Begriff „Szenario“ hat seinen Ursprung in den Theaterwissenschaften und wurde von dem Zukunftsforscher Herman Kahn auf die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften übertragen (Gausemeier et al. 1996, S. 90 f.). Dabei definiert Kahn Szenarien als hypothetische Folge von Ereignissen in der Zukunft, um den Fokus auf die kausalen Prozesse und Entscheidungsmomente zu legen. Demzufolge stehen die einzelnen Schritte der hypothetischen Situation und welche Alternativen bei diesen einzelnen Schritten bestehen, um ein mögliche „Zukunft“ abzuwenden oder eine andere Richtung zu lenken, im Vordergrund (Kahn 1968 gem. Steinmüller 2012, S. 103). Somit stellt für Kahn ein Szenario keine Prognose dar, wie die Zukunft aussehen wird, sondern ob ein hypothetisches Ereignis eintreten könnte.

Die Szenario-Technik hat sich zu einer Methode der strategischen Planung entwickelt, die sowohl in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft Anwendung findet (vgl. Meinert 2014, S. 8 f.). Zur Beantwortung der Forschungsfrage bedient sich der Autor des Ansatzes, dass Szenarien als alternative Zukunftsbilder zu definieren sind, die aus in sich widerspruchsfreien, logisch zusammenpassenden Annahmen und datenbasierten Entwicklungen zusammensetzen. (vgl. Homburg 1998, S. 121) Die Szenario-Analyse basiert auf zwei Grundprinzipien: Dem **konnektiven Denken** und der **multidimensionalen Zukunft**: Ein komplexes Zukunftsbild wird entwickelt, welches auf den Entwicklungsmöglichkeiten vieler, miteinander vernetzter Einflussfaktoren basiert. Zugleich ist es ein mögliches Bild der Zukunft, dessen Eintreten nicht mit Sicherheit prognostiziert werden kann (vgl. Gausemeier et al. 1996, S.91). Weiterhin bestehen starke **Interdependenzen** zwischen den einzelnen Einflussfaktoren, gepaart mit der Option, dass diese im weiteren Verlauf variieren. Die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der Einflussfaktoren bedingen und beeinflussen sich immer gegenseitig (vgl. Simon/ von der Gathen 2010, S.70).

In der Literatur gibt es eine Vielzahl an Szenario-Techniken. Jedoch lassen sich alle mittels typischer Phasen, welche in den jeweiligen Techniken unterschiedlich ausgestaltet werden, charakterisieren (vgl. Kosow/ Gaßner 2008, S. 19). Für diese Arbeit wurden in Anlehnung an Kosow/ Gaßner (2008, S. 20 f.) die Phasen folgendermaßen umgesetzt:

- Phase I    **Szenario-Feld-Bestimmung**
- Phase II   **Identifikation der Einflussfaktoren**
- Phase     **Einflussanalyse**
- III
- Phase     **Szenario-Generierung**
- IV

In der ersten Phase, der **Szenario-Feld-Bestimmung**, wird ein Projekt, oder eine Ausgangssituation definiert und ein Schwerpunkt gesetzt, um das Szenario-Feld zu anderen Themenfeldern abzugrenzen. Dadurch vermindert sich die Komplexität der möglichen Szenarien (vgl. Kosow/ Gaßner 2008, S. 20). In dieser Arbeit bildet die bayerische Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen die Ausgangssituation (s. Kapitel 5.2).

Hiernach erfolgt im Rahmen der zweiten Phase, der **Identifikation der Einflussfaktoren**, die Bestimmung und Zusammenstellung der Faktoren, die das zu untersuchende Szenario-Feld beschreiben bzw. die auf und über das Feld hinaus nach außen wirken. Hierfür werden zentrale Größen, wie z.B. Trends oder Kennzahlen herangezogen. Kenntnisse über das Szenario-Feld und die Wirkung des jeweiligen Einflussfaktors darauf sind notwendig, um eine geeignete Auswahl treffen zu können (vgl. Kosow/ Gaßner 2008, S. 21). In dieser Arbeit wurden die Einflussfaktoren anhand der gewählten Forschungsfrage mittels einer Literaturrecherche herausgearbeitet und im Verlauf der Arbeit beschrieben.

Diese Einflussfaktoren werden im Anschluss in der **Einflussanalyse** auf ihre zukünftige Entwicklung hin analysiert, verglichen und bewertet. Hierbei soll die Relevanz der einzelnen Faktoren ermittelt werden (vgl. Gausemeier et al. 1996, S. 189). Damit ein klarer Bezug zu der Fachklinik hergestellt werden kann, wird in Kapitel 5.3 zunächst der Bettenbedarf anhand der Hill-Burton-Formel für die Fachdisziplin Kardiologie berechnet. Dies ermöglichte zum einen, ein Verhältnis des bayernweiten Bettenbedarfs zu der tatsächlichen Bettenanzahl der Fachklinik herzustellen und zum anderen den Einflussfaktoren „Krankenhaushäufigkeit“ und „Verweildauer“ einer weiteren Analyse zu unterziehen. Im zweiten Teil der Einflussanalyse (s. Kapitel 5.4) wird auf die sonst für diese Phase gängige Vernetzungsmatrix zurückgegriffen (vgl. Gausemeier et al. 1996, S. 189), um die Wechselwirkungen sowie die Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren darzustellen (vgl. Kosow/



Gaßner 2008, S. 38 f.). Hierfür werden alle Vernetzungsmatrizen der Einflussfaktoren zu einer finalen Vernetzungsmatrix kombiniert, um eine abschließende Bewertung über die jeweiligen Wirkungsspektren für das Trendszenario zu treffen. Die Einflussfaktoren, die das Szenario-Feld am besten beschreiben und sich somit gut für das Trendszenario eignen, werden **Schlüsselfaktoren** genannt.

Für die vierte Phase, die **Szenario-Generierung**, wird anhand der Ergebnisse der Einflussanalyse das Trendszenario für die vorgestellte Fachklinik erstellt (s. Kapitel 5.5). Im Rahmen einer **Trendextrapolation** werden die analysierten Einflussfaktoren nach ihrer Entwicklungslogik und -systematik statistisch in das Jahr 2030 projiziert. Das Trendszenario basiert auf Grundlage der Auswahlentscheidung der Einflussfaktoren und wird unter der Annahme gebildet, dass die bestehenden und vergangenen Trends sich in die Zukunft fortsetzen werden. Somit wird das am wahrscheinlichsten eintretende Zukunftsbild betrachtet. (vgl. Kosow/ Gaßner 2008, S. 33 f.)

## **5.2 Szenario-Feld-Bestimmung: Vorstellung der bayerischen Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen**

Damit eine Ausgangssituation für die Szenario-Entwicklung erstellt werden kann, wird exemplarisch in diesem Kapitel die IST-Situation einer Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Bayern vorgestellt. Die in Kapitel 4.2 dargestellten Klassifizierungskriterien dienen als Grundlage für die Erstellung. Darüber hinaus wurden bei der Vorstellung vor allem solche Aspekte genannt, die einen Bezug zu den Schwerpunkten der Arbeit „Klimawandel“ sowie „Gesundheitsversorgung in Deutschland“ aufweisen und sinnig in das Trendszenario integriert werden können. Die Berufserfahrung des Autors fließt ergänzend in die Vorstellung der Fachklinik mit ein.

Die bayerische Fachklinik hat sich auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen spezialisiert und ist somit der Fachdisziplin Kardiologie zuzuordnen. Der Träger ist die Diakonie Bayern und die Einrichtung wird als gemeinnützige GmbH betrieben. Es gibt 140 Betten im Bereich der Akutversorgung, die in dem Krankenhausplan des Freistaates aufgenommen sind. Darüber hinaus verfügt die Fachklinik über acht Intensivbetten. Das KH übernimmt in dem Fachbereich Kardiologie die Basisversorgung der regionalen Bevölkerung, 75% der Patientenaufnahmen erfolgt geplant. Die Bettenauslastung beträgt 80%, die durchschnittliche Verweildauer beläuft sich auf 5,0 Tage. Das KH ist derzeit personaltechnisch so besetzt, sodass eine adäquate Patientenversorgung gewährleistet werden kann und keine Sperrung von Betten notwendig

ist. Allerdings ist rund ein Drittel des Personals zwischen 40 und 50 Jahren und Krankheitsausfälle aufgrund der physischen Belastung nehmen zu.

Die Fachklinik ist am Rande einer Stadt mittlerer Größe (50.000 Einwohner) angesiedelt. Vor 20 Jahren war der Hauptarbeitgeber der Region ein großes Industrieunternehmen, welches im Zuge der Globalisierung ihre Produktionsstätte ins Ausland verlegt hat. Das hatte zur Folge, dass die dort Angestellten arbeitslos wurden. Seitdem herrscht in der Region nach wie vor eine hohe Arbeitslosenquote. Eine Vielzahl der jungen Menschen sind in andere Städte gezogen, daher liegt der Bevölkerungsanteil der über 65-jährigen bei 15 %. In der Stadt wurden vermehrt Plattenbauten mit Sozialwohnungen errichtet, um den sozial benachteiligten Menschen in der Region günstige Wohnfläche zu bieten. Das Umland der Stadt ist vor allem landwirtschaftlich geprägt mit wenig Forstwirtschaft.

### 5.3 Einflussanalyse: Bettenbedarf der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern 2030

Dieses Kapitel bildet den ersten Teil der **Einflussanalyse**. Für das Trendszenario wird analysiert, welche Wirkung ein variierender Bettenbedarf der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern auf die Fachklinik hätte.

Die Hill-Burton-Formel wird nach wie vor überwiegend zur Ermittlung des Bettenbedarfs in den Krankenhausplänen der Bundesländer genutzt, ebenso in Bayern (vgl. DKG 2021, S. 26).

Die Hill-Burton-Formel lautet: **Bettenbedarf** (HBF) =  $\frac{E \times KHH \times VD \times 100}{BN \times 1000 \times 365}$ .

Für die Berechnung wurden die Daten des Bayerischen Landesamts für Statistik und Datenverarbeitung (LfStaD) herangezogen. Um mehrere Szenarien ableiten zu können wurde bei einer gleichbleibenden **Einwohnerzahl** (E), die Bevölkerung Bayerns im Jahr 2020, die Determinanten **Krankenhaushäufigkeit** (KHH), **Verweildauer** (VD) und **Bettennutzungsgrad** (BN) im folgenden Maß variiert:

- + „Best Case“
- = Status Quo
- „Worst Case“

Der Status Quo bildet die tatsächlichen Daten der VD und Fallzahlen für Kardiologie aus dem Jahr 2020 (LfStaD a 23.06.2022, S. 17) ab. Für den „Best Case“ und „Worst Case“ erfolgte eine Analyse der bayerischen Statistiken von 2010 bis 2020. Die jeweiligen positivsten und

negativsten Daten der Determinante „Fallzahlen für Kardiologie“ wurden den statistischen Berichten des Jahres 2018 (LfStaD b 23.06.2022, S. 17) und 2017 (LfStaD c 23.06.2022, S. 15) entnommen. Die KHH bildet die Relation der in einem Gebiet wohnhaften Patienten, die im Laufe eines Jahres stationär behandelt wurden, zu der Einwohnerzahl des Gebietes ab. Da die KHH sich aus den Fallzahlen der Kardiologie ergibt, werden in der Einflussanalyse die Herz-Kreislauf-Erkrankungen als KHH aufgeführt. Während sich die KHH anhand der Fallzahlen neu berechnen ließ,  $KHH = \frac{\text{Fallzahl} \times 1000}{\text{Einwohnerzahl}}$ , wurden die negativsten Daten der VD dem statistischem Bericht 2010 (LfStaD d 23.06.2022, S. 11) entnommen. Da die Daten von 2020 den Status Quo abbilden und hierbei auch die positivste VD in den letzten zehn Jahren zu verzeichnen war, wurden der deutschlandweite VD Durchschnitt von 2020 (Statistisches Bundesamt (Destatis) 23.06.2022, S. 28) als „Best Case“ gewählt. Der BN wurde im Ermessen des Autors variiert. Das Personal eines KH ist auf einen tatsächlichen BN von 85% bis 90% ausgelegt, sobald der tatsächliche BN 92,5% erreicht, steigt auch die Mortalitätsrate der Patienten (Kuntz gem. Bundesärztekammer 23.06.2022). Da der Freistaat Bayern eine von 80% anstrebt, ist davon auszugehen, dass bei einem niedrigerem BN das KH wirtschaftliche Verluste in Kauf nehmen muss, aber auch noch genug Betten vorhanden wären für Notfallsituationen wie z.B. Pandemien oder Grippewellen (vgl. StMGP 23.06.2022, Teil I Abs. 6.3). Anhand der Daten des LfStaD konnte der Autor entnehmen, dass der angestrebte BN von 80% aus verschiedenen Gründen häufig nicht erreicht wurde, aber in den Vorgänger- oder Folgejahren ausgeglichen werden konnte. Daher ergibt sich für den BN folgende Auswahl:

|              |       |
|--------------|-------|
| „Best Case“  | = 80% |
| Status Quo   | = 85% |
| „Worst Case“ | = 90% |

Zunächst wurden anhand der Hill-Burton-Formel 27 Bettenbedarf-Szenarien der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern berechnet. Im nächsten Schritt wurde die jeweilige direkte Proportionalität (HBF (Bayern)) zu der Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (siehe Kapitel 5.2.) ermittelt. Die Proportionalitätskonstanten ergeben sich aus der **HBF (Bayern)** des Status Quo der Determinanten KHH, VD und BN (2.904 Betten) sowie der tatsächlichen Bettenauslastung der Fachklinik bei einem Status Quo der BN (85% von 140 Betten entspricht 119 Betten). Somit ergibt sich für den **HBF (Fachklinik)** =  $\frac{HBF (Bayern) \cdot 119}{2904}$

Für eine bessere schematische Übersicht wurden die BN- und HBF-Werte aufgerundet. Tabelle 1 stellt die Bettenbedarfs-Szenarien anhand der Variationen der Parameter KHH, VD und BN dar.

| Szenario | Parameter<br>KHH | Parameter<br>VD | Parameter<br>BN | E (Bayern) | Fallzahl<br>Kardiologie | KHH  | VD  | BN | HBF (Bayern) | HBF (Fachklinik) |
|----------|------------------|-----------------|-----------------|------------|-------------------------|------|-----|----|--------------|------------------|
| 1        | KHH +            | VD +            | BN +            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,6 | 80 | 2.709        | 114              |
| 2        | KHH +            | VD +            | BN =            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,6 | 85 | 2.549        | 107              |
| 3        | KHH +            | VD +            | BN -            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,6 | 90 | 2.408        | 101              |
| 4        | KHH +            | VD =            | BN +            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,8 | 80 | 2.826        | 119              |
| 5        | KHH +            | VD =            | BN =            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,8 | 85 | 2.660        | 112              |
| 6        | KHH +            | VD =            | BN -            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,8 | 90 | 2.512        | 106              |
| 7        | KHH +            | VD -            | BN +            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 5,7 | 80 | 3.356        | 141              |
| 8        | KHH +            | VD -            | BN =            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 5,7 | 85 | 3.159        | 133              |
| 9        | KHH +            | VD -            | BN -            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 5,7 | 90 | 2.983        | 126              |
| 10       | KHH =            | VD +            | BN +            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,6 | 80 | 2.957        | 125              |
| 11       | KHH =            | VD +            | BN =            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,6 | 85 | 2.783        | 117              |
| 12       | KHH =            | VD +            | BN -            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,6 | 90 | 2.628        | 111              |
| 13       | KHH =            | VD =            | BN +            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,8 | 80 | 3.085        | 130              |
| 14       | KHH =            | VD =            | BN =            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,8 | 85 | 2.904        | 122              |
| 15       | KHH =            | VD =            | BN -            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,8 | 90 | 2.742        | 115              |
| 16       | KHH =            | VD -            | BN +            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 5,7 | 80 | 3.664        | 154              |
| 17       | KHH =            | VD -            | BN =            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 5,7 | 85 | 3.448        | 145              |
| 18       | KHH =            | VD -            | BN -            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 5,7 | 90 | 3.257        | 137              |
| 19       | KHH -            | VD +            | BN +            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,6 | 80 | 3.556        | 150              |
| 20       | KHH -            | VD +            | BN =            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,6 | 85 | 3.347        | 141              |
| 21       | KHH -            | VD +            | BN -            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,6 | 90 | 3.161        | 133              |
| 22       | KHH -            | VD =            | BN +            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,8 | 80 | 3.711        | 156              |
| 23       | KHH -            | VD =            | BN =            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,8 | 85 | 3.493        | 147              |
| 24       | KHH -            | VD =            | BN -            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,8 | 90 | 3.299        | 139              |
| 25       | KHH -            | VD -            | BN +            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 5,7 | 80 | 4.407        | 186              |
| 26       | KHH -            | VD -            | BN =            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 5,7 | 85 | 4.148        | 175              |
| 27       | KHH -            | VD -            | BN -            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 5,7 | 90 | 3.917        | 165              |

Tabelle 6: Bettenbedarf-Szenarien der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern (1), (eigene Darstellung)

| Szenario                                      | Parameter<br>KHH | Parameter<br>VD | Parameter<br>BN | E (Bayern) | Fallzahl<br>Kardiologie | KHH  | VD  | BN | HBF (Bayern) | HBF (Fachklinik) |
|---|------------------|-----------------|-----------------|------------|-------------------------|------|-----|----|--------------|------------------|
| 3   | KHH +            | VD +            | BN -            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,6 | 90 | 2.408        | 101              |
| 6   | KHH +            | VD =            | BN -            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,8 | 90 | 2.512        | 106              |
| 2   | KHH +            | VD +            | BN =            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,6 | 85 | 2.549        | 107              |
| 12  | KHH =            | VD +            | BN -            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,6 | 90 | 2.628        | 111              |
| 5   | KHH +            | VD =            | BN =            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,8 | 85 | 2.660        | 112              |
| 1   | KHH +            | VD +            | BN +            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,6 | 80 | 2.709        | 114              |
| 15  | KHH =            | VD =            | BN -            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,8 | 90 | 2.742        | 115              |
| 11  | KHH =            | VD +            | BN =            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,6 | 85 | 2.783        | 117              |
| 4   | KHH +            | VD =            | BN +            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 4,8 | 80 | 2.826        | 119              |
| 14  | KHH =            | VD =            | BN =            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,8 | 85 | 2.904        | 122              |
| 10  | KHH =            | VD +            | BN +            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,6 | 80 | 2.957        | 125              |
| 9   | KHH +            | VD -            | BN -            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 5,7 | 90 | 2.983        | 126              |
| 13  | KHH =            | VD =            | BN +            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 4,8 | 80 | 3.085        | 130              |
| 8   | KHH +            | VD -            | BN =            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 5,7 | 85 | 3.159        | 133              |
| 21  | KHH -            | VD +            | BN -            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,6 | 90 | 3.161        | 133              |
| <b>Mittelwert HBF (Bayern) = 3.173 Betten</b> |                  |                 |                 |            |                         |      |     |    |              |                  |
| 18  | KHH =            | VD -            | BN -            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 5,7 | 90 | 3.257        | 137              |
| 24  | KHH -            | VD =            | BN -            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,8 | 90 | 3.299        | 139              |
| 20  | KHH -            | VD +            | BN =            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,6 | 85 | 3.347        | 141              |
| 7   | KHH +            | VD -            | BN +            | 13.124.737 | 171.630                 | 13,1 | 5,7 | 80 | 3.356        | 141              |
| 17  | KHH =            | VD -            | BN =            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 5,7 | 85 | 3.448        | 145              |
| 23  | KHH -            | VD =            | BN =            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,8 | 85 | 3.493        | 147              |
| 19  | KHH -            | VD +            | BN +            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,6 | 80 | 3.556        | 150              |
| 16  | KHH =            | VD -            | BN +            | 13.124.737 | 187.261                 | 14,3 | 5,7 | 80 | 3.664        | 154              |
| 22  | KHH -            | VD =            | BN +            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 4,8 | 80 | 3.711        | 156              |
| 27  | KHH -            | VD -            | BN -            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 5,7 | 90 | 3.917        | 165              |
| 26  | KHH -            | VD -            | BN =            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 5,7 | 85 | 4.147        | 175              |
| 25  | KHH -            | VD -            | BN +            | 13.124.737 | 225.511                 | 17,2 | 5,7 | 80 | 4.407        | 186              |

Tabelle 7: Bettenbedarf-Szenarien der Fachdisziplin Kardiologie in Bayern (2), kategorisiert (eigene Darstellung)

In Tabelle 7 wurden die Szenarien mittels des aufsteigenden Ergebnisses der Spalte „HBF (Fachklinik)“ sortiert und im Anschluss anhand einer Ordinalskala, angelehnt an Kromrey et al. (2016, S. 225), in Abbildung 13 kategorisiert und farblich gekennzeichnet. Die kategorialen Merkmale sind an die Parameter des Bettennutzungsgrads und der Bettenausstattung der Fachklinik angelehnt.

| Bewertung der Bettenauslastung                        | BN (in %)            | Bettenbedarf (in Betten) |
|---|----------------------|--------------------------|
| <b>Gute Patientenversorgung</b>                       | $BN \leq 84$         | 101 – 118                |
| <b>Patientenversorgung auf Normalniveau</b>           | $84 < BN \leq 92,5$  | 119 – 129                |
| <b>Mortalitätsrate der Patienten steigt</b>           | $92,5 < BN \leq 100$ | 130 – 140                |
| <b>Bettenkapazität der Klinik wurde überschritten</b> | $100 < BN$           | $\geq 141$               |

Abbildung 11: Ordinalskala der Bewertungskriterien (eigene Darstellung in Anlehnung an Kromrey et al. 2016, S. 225)

In ca. einem Drittel der Szenarien ist es dem Krankenhauspersonal möglich, eine **gute Patientenversorgung** zu gewährleisten. Selbst bei einem „Worst Case“ angesetzten Bettennutzungsgrad, kann der Bettenbedarf durch einen Status Quo oder „Best Case“ der Krankenhaushäufigkeit und Verweildauer kompensiert werden.

Wie bereits beschrieben, ist das Personal eines KH auf einen tatsächlichen Bettennutzungsgrad von 85% bis 90% ausgelegt, die **Patientenversorgung kann auf Normalniveau** erfolgen. Für die Kategorisierung fließt in diese Rubrik der Bettennutzungsgrad bis 92,5% mit ein.

Nur bei insgesamt 12 der 27 Szenarien kann die Fachklinik die Patientenversorgung auf einem guten bis ausreichendem Niveau gewährleisten, ab Szenario Nr. 13 ist eine **gesteigerte Mortalitätsrate der Patienten** zu erwarten, da der tatsächliche Bettennutzungsgrad 92,5% überschritten hat. Die Fachklinik ist nahezu ausgelastet mit zu versorgenden Patienten und dies kann nicht mehr durch „Best Case“ oder Status Quo der anderen Determinanten ausgeglichen werden.

Da die Fachklinik nur über 140 Betten verfügt, wird ab Szenario Nr. 20 der Tabelle 7 die **Bettenkapazität überschritten**. Die Patienten müssen in umliegende KH verteilt, oder sogar in andere Bundesländer verlegt werden (vgl. StMGP 23.06.2022, Teil I Abs. 5.5.1). Auffällig ist hierbei die Verteilung der Determinanten in den Szenarien. Während der angestrebte Bettennutzungsgrad durchwegs positiv oder auf dem Status Quo verlief, stieg der tatsächliche Bettenbedarf in Bayern und dementsprechend für die Klinik stark an.

Die Auswirkungen der Parameter Krankenhaushäufigkeit (KHH +, =, -), Verweildauer (VD +, =, -) und Bettennutzungsgrad (BN +, =, -) auf den resultierenden Bettenbedarf (HBF (Bayern)) wird anhand der **absoluten Häufigkeiten** über und unter dem arithmetischen Mittel (**Mittelwert**) des HBF (Bayern), angelehnt an Bourier (1999, S. 77), aufgezeigt.

Der Durchschnitt der resultierenden Bettenbedarfe in Bayern liegt bei **3.173 Betten**. Übertragen auf die Fachklinik liegt dies bereits in dem orangenen Bereich, in welchem eine erhöhte Mortalitätsrate der Patienten zu erwarten ist. Die Parameter unter dem Mittelwert streuen in den Szenarien in einer Spannweite von **753 Betten**. Die folgenden Berechnungen der Spannweite erfolgten in Anlehnung an Kromrey et al. (2016, S. 417 f.) Die absolute Häufigkeit der einzelnen Parameter (15 KH) sind in Abbildung 14 dargestellt.

|     | „Worst Case“ | Status Quo | „Best Case“ |
|-----|--------------|------------|-------------|
| KHH | 1            | 6          | 8           |
| VD  | 2            | 6          | 7           |
| BN  | 6            | 5          | 4           |

Abbildung 12: Absolute Häufigkeiten der Parameter unter dem Mittelwert 3.173 Betten (eigene Darstellung)

Obwohl in Szenarien Nr. 13, Nr. 8 und Nr. 21 aufgrund des Bettenbedarfs von einer erhöhten Mortalitätsrate der Patienten auszugehen ist, wirkt sich die absolute Häufigkeit des Status Quo und des „Best Case“ der Krankenhaushäufigkeit sowie der Status Quo und der „Best Case“ der Verweildauer in dem Bereich unter dem Mittelwert positiv auf den resultierenden Bettenbedarf aus. Die absolute Häufigkeit der Parameter des Bettennutzungsgrads beläuft sich auf einem ähnlichen Niveau von „Worst Case“, Status Quo und „Best Case“. In der Spannweite von 753 Betten erfolgen die Auswirkungen auf den Bettenbedarf der Fachklinik in der Relation zu dem bayernweiten Bettenbedarf verhältnismäßig kleinschrittig.

In dem Bereich über dem Mittelwert 3.173 streuen die Parameter in einer Spannweite von **1.150 Betten**. Abbildung 15 stellt die absoluten Häufigkeiten (12 KH) in diesem Bereich dar.

|     | „Worst Case“ | Status Quo | „Best Case“ |
|-----|--------------|------------|-------------|
| KHH | 8            | 3          | 1           |
| VD  | 7            | 3          | 2           |
| BN  | 3            | 4          | 5           |

Abbildung 13: Absolute Häufigkeiten der Parameter über dem Mittelwert 3.173 Betten (eigene Darstellung)

In dem Bereich über dem Mittelwert fällt deutlich die absolute Häufigkeit des „Worst Case“ der Krankenhaushäufigkeit sowie des „Worst Case“ der Verweildauer auf. Für die Fachklinik sind die resultierenden Bettenbedarfe nur in Szenario Nr. 18 und Szenario Nr. 24 überhaupt noch im KH behandelbar, wenn auch mit einer gesteigerten Mortalitätsrate der Patienten. Status

Quo und „Best Case“ des Bettennutzungsgrads sind auf einem ähnlichen Niveau wie im Bereich unter dem Mittelwert. Zudem ist im Vergleich die deutlich geringere absolute Häufigkeit des „Worst Case“ des Bettennutzungsgrads ersichtlich. In Anbetracht der Spannweite von 1.150 Betten in diesem Bereich fällt der tatsächliche Bettenbedarf für die Fachklinik im Verhältnis in größeren Schritten aus.

Zusammengefasst konnte eine starke Auswirkung der Parameter Krankenhaushäufigkeit und Verweildauer auf den resultierenden Bettenbedarf in Bayern und für die Fachklinik ermittelt werden, während die Auswirkung eines angestrebten Bettennutzungsgrads geringer ausfällt. Deshalb bilden die Krankenhaushäufigkeit und die Verweildauer zwei weitere Einflussfaktoren für das Szenario-Feld.

**Der Einflussfaktor „Verweildauer im KH“ kann in Anbetracht seiner Wirkung auf die anderen Faktoren wie folgt bewertet werden:**

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte) |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| <b>Bewertungsmaßstab:</b>  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 0 = keine oder schwache Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 2 = mittlere Wirkung   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 3 = starke oder sehr starke Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|  | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaushäufigkeit (g) |
| Verweildauer im KH (f)   | 1                     | 3                     | 0                         | 2                  | 2                       | 0                      | 1                         |

Tabelle 8: Wirkung der Verweildauer im KH (f) auf das Szenario-Feld (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Die Verweildauer im KH (f) eines Patienten ist gekoppelt an die Ressourcen und Energie, welches das KH für die Versorgung des Patienten aufbringen muss. Daher leitet sich eindeutig eine Wirkung auf das Zusammenspiel aus Temperatur und Luftverschmutzung ab. Da eine Veränderung der Temperatur ein längerer Prozess ist, leitet sich für den Temperaturanstieg (a) eine zeitlich verzögerte Wirkung ab **(1)**, für die Luftverschmutzung (b) in der Region eine starke Wirkung **(3)**. Für den demografischen Wandel (c) lässt sich keine Wirkung ableiten **(0)**. Die Verweildauern (f) sind mit einem Personalbedarf seitens des KH verbunden, daher ist eine mittlere Wirkung auf den Personalmangel (d) zu identifizieren **(2)**. Eine direkte Wirkung der Verweildauer (f) auf die Risikokommunikation (e) ist ebenfalls nicht zu erkennen **(0)**. Wenn im Zuge eines Aufenthalts im KH der Patient zu früh entlassen wird, lässt sich auch eine zeitlich verzögerte Wirkung auf die Krankenhaushäufigkeit (g) ableiten. Die Patienten verlassen nicht



austherapiert das KH oder es treten Komplikationen bei der Wundheilung im häuslichen Umfeld auf, sodass die Patienten wieder stationär aufgenommen werden müssen **(1)**.

**Der Einflussfaktor „Krankenhaustäufigkeit (g)“ kann in Anbetracht seiner Wirkung auf die anderen Faktoren wie folgt bewertet werden:**

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte) |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| <b>Bewertungsmaßstab:</b>  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 0 = keine oder schwache Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 2 = mittlere Wirkung   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
| 3 = starke oder sehr starke Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |
|  | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaustäufigkeit (g) |
| Krankenhaustäufigkeit (g)  | 1                     | 3                     | 3                         | 2                  | 2                       | 3                      | 0                         |

Tabelle 9: Wirkung der Krankenhaustäufigkeit (g) auf das Szenario-Feld (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Die Krankenhaustäufigkeit (g) hat ebenfalls Auswirkungen auf das Gefüge von Temperatur und Luftverschmutzung. Mit einer Zunahme der stationären Aufnahmen wegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen steigt auch der Ressourcen und Energieverbrauch zur Versorgung der Patienten. Diese müssen entweder selbstständig in die Notaufnahme des KHs kommen, oder werden über medizinische oder öffentliche Transportdienste eingeliefert. Die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen weisen eine zeitlich verzögerte Wirkung auf den Temperaturanstieg (a) auf **(1)**, haben aber eine starke Wirkung auf die regionale Luftverschmutzung (b) **(3)**. Ebenso wird der demografische Wandel (c) **(3)** von der Krankenhaustäufigkeit (g) beeinflusst. Im KH können bisher unbekannte Krankheiten entdeckt, weitere Nebenerkrankungen versorgt und präventive Gesundheitsmaßnahmen durchgeführt werden, somit führt dies zu einer Verlängerung der Lebenszeit der Patienten. Mit einem erhöhten Aufkommen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird zudem mehr Personal benötigt, was eine mittlere Auswirkung auf den Personalmangel (d) hat. In diesem Zuge wird auch eine mittlere Wirkung auf die Risikokommunikation (e) identifiziert **(2)**. Die Risikokommunikation (e) muss dahingehend angepasst werden, dass mögliche Ursachen definiert und der Grad der resultierenden Gesundheitsgefährdungen kommuniziert werden müssen. Durch diese Maßnahmen ist ein Teil der stationären Aufnahmen vermeidbar. Die Verweildauer im KH (f) muss zeitweise an die Situation der Krankenhaustäufigkeit (g) angepasst werden **(3)**. Bei einem erhöhten Bedarf an Betten aufgrund von einer erhöhten Aufnahme stationärer Patienten, müssen elektive Eingriffe verschoben oder gesundheitlich

stabilere Patienten in eine Reha-Einrichtung oder ins häusliche Umfeld entlassen werden, sofern es der Gesundheitszustand zulässt.

#### 5.4 Einflussanalyse: Vernetzungsmatrix und System-Grid des Szenario-Felds

In diesem Kapitel erfolgt die Zusammenführung der Einflussfaktoren. Zunächst werden die Wirkungsbewertungen der Einflussfaktoren für das Gestaltungsfeld, der IST-Situation der Fachklinik, aus den vorherigen Kapiteln dieser Arbeit zusammengetragen und im Gesamten in einer **Vernetzungsmatrix** systematisiert. Anhand dieser Methode wird ermittelt, inwieweit sich die verschiedenen Einflussfaktoren wechselseitig beeinflussen. (vgl. Kosow/ Gaßner 2008, S. 38 f.)

In der finalen Vernetzungsmatrix in Tabelle 10 sind alle Einflussfaktoren aufgelistet und können im Gesamtkontext analysiert werden. Die Summe der Zeilen- und Spaltenwerte der einzelnen Einflussfaktoren drückt das **Maß für den Grad der Vernetzung** aus. Die Zeilensumme eines Faktors („**Aktivsumme**“) drückt dessen Aktivität aus, das bedeutet, wie stark der Einfluss eines Faktors auf die anderen Faktoren ist. Die Spaltensumme („**Passivsumme**“) gibt hingegen an, wie stark der Faktor von den anderen Faktoren beeinflusst wird. (vgl. Gausemeier et al. 1996, S. 193 f.; Kosow/ Gaßner 2008, S. 38 f.)

| <b>Vernetzungsmatrix</b>   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |                   |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Kernfrage:</b> Wenn sich der Einflussfaktor X (Zeile) verändert, wie verändert sich Einflussfaktor Y (Spalte) |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |                   |
| <b>Bewertungsmaßstab:</b>  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |                   |
| 0 = keine oder schwache Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |                   |
| 1 = schwache oder zeitlich verzögerte Wirkung  |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |                   |
| 2 = mittlere Wirkung   |                       |                       |                           |                    |                         |                        |                           |                   |
|  | Temperaturanstieg (a) | Luftverschmutzung (b) | Demografischer Wandel (c) | Personalmangel (d) | Risikokommunikation (e) | Verweildauer im KH (f) | Krankenhaushäufigkeit (g) | <b>Aktivsumme</b> |
| Temperaturanstieg (a)  | 0                     | 3                     | 3                         | 1                  | 3                       | 2                      | 3                         | <b>15</b>         |
| Luftverschmutzung (b)  | 3                     | 0                     | 3                         | 1                  | 3                       | 2                      | 3                         | <b>15</b>         |
| Demografischer Wandel (c)  | 1                     | 2                     | 0                         | 2                  | 3                       | 3                      | 3                         | <b>14</b>         |
| Personalmangel (d)   | 0                     | 1                     | 0                         | 0                  | 2                       | 2                      | 0                         | <b>5</b>          |
| Risikokommunikation (e)  | 1                     | 2                     | 2                         | 2                  | 0                       | 3                      | 3                         | <b>13</b>         |
| Verweildauer im KH (f)   | 1                     | 3                     | 0                         | 2                  | 2                       | 0                      | 1                         | <b>9</b>          |
| Krankenhaushäufigkeit (g)  | 1                     | 3                     | 3                         | 2                  | 2                       | 3                      | 0                         | <b>14</b>         |
| <b>Passivsumme</b>   | <b>7</b>              | <b>14</b>             | <b>11</b>                 | <b>10</b>          | <b>15</b>               | <b>15</b>              | <b>13</b>                 |                   |

Tabelle 10: Vernetzungsmatrix der Einflussfaktoren (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 192)

Bei der Betrachtung der einzelnen Einflussfaktoren und deren Aktiv- und Passivsummen ergeben sich folgende Koordinaten (Tabelle 11). Für eine bessere schematische Übersicht wurden die Mittelwerte der Aktiv- und Passivsumme abgerundet:

|                           | Aktivsumme | Passivsumme |
|---------------------------|------------|-------------|
| Temperaturanstieg (a)     | 15         | 7           |
| Luftverschmutzung (b)     | 15         | 14          |
| Demografischer Wandel (c) | 14         | 11          |
| Personalmangel (d)        | 5          | 10          |
| Risikokommunikation (e)   | 13         | 15          |
| Verweildauer im KH (f)    | 9          | 15          |
| Krankenhaushäufigkeit (g) | 14         | 13          |
| <b>Mittelwert</b>         | <b>12</b>  | <b>12</b>   |

Tabelle 11: Koordinaten der Einflussfaktoren (eigene Darstellung)

Das vereinfachte **System-Grid** in Tabelle 12 veranschaulicht die Ergebnisse der Einflussanalyse. Anhand des Verhältnisses der ermittelten Aktiv- und Passivsummen entsteht ein einfach zu interpretierendes Abbild der Einflussgrößen im Szenario-Feld. Der errechnete Mittelwert der Aktivsumme (x-Achse) wird als horizontale Linie und der errechnete Mittelwert der Passivsumme (y-Achse) als vertikale Linie im Diagramm dargestellt. Somit wird das System-Grid in vier Felder unterteilt, die der Kategorisierung der Einflussfaktoren dienen und Aufschluss bieten über die Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge der einzelnen Einflussfaktoren. (vgl. Gausemeier et al. 1996, S. 199 f.)

#### System-Grid Einflussanalyse

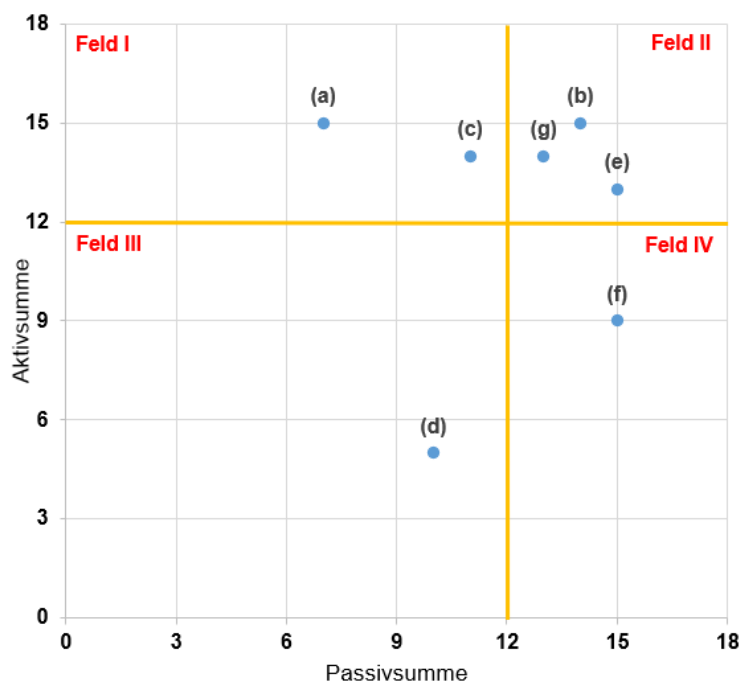


Tabelle 12: System-Grid Einflussanalyse (eigene Darstellung in Anlehnung an Gausemeier et al. 1996, S. 199)

In **Feld I** sind die „**impulsiven Einflussfaktoren**“ abgebildet. Von diesen gehen viele Impulse auf das Gesamtsystem aus (hohe Aktivsumme), werden im Gegenzug aber nur relativ wenig beeinflusst (geringe Passivsumme). Da eine aktive Gestaltung der impulsiven Einflussfaktoren eine nachhaltige Wirkung auf das Gesamtsystem haben kann, wird diesen Faktoren auch eine hohe **Hebelwirkung** zugeschrieben (vgl. Gausemeier et al. 1996, S. 202). In diesem Szenario-Feld sind dies:

- (a) Temperaturanstieg
- (c) Demografischer Wandel

Die „**dynamischen Einflussfaktoren**“ in **Feld II** weisen einen hohen Vernetzungsgrad mit den anderen Faktoren auf. Diese beeinflussen die anderen Faktoren stark (hohe Aktivsumme), werden aber auch in großem Umfang von diesen beeinflusst (hohe Passivsumme) (vgl. Gausemeier et al. 1996, S. 202):

- (b) Luftverschmutzung
- (e) Risikokommunikation
- (g) Krankenhaushäufigkeit

Die Faktoren in **Feld III** werden als „**puffernde Einflussfaktoren**“ bezeichnet, da diese nur einen geringen Einfluss auf die anderen Faktoren haben (geringe Aktivsumme) und selbst nur schwach beeinflusst werden (geringe Passivsumme). Somit weisen die Einflussfaktoren einen geringen Vernetzungsgrad auf und sind vielmehr isoliert (vgl. Kosow/ Gaßner 2008, S. 39):

- (d) Personalmangel

**Feld IV** bildet die „**reaktiven Einflussfaktoren**“ ab, diese beeinflussen die anderen Faktoren nur sehr schwach (geringe Aktivsumme), werden allerdings stark beeinflusst (hohe Passivsumme). Aufgrund des reaktiven Verhaltens dieser Einflussfaktoren eignen sie sich als Indikator zur Beobachtung des Szenario-Felds. (vgl. Kosow/ Gaßner 2008, S. 39) In diesem Fall sind dies:

- (f) Verweildauer im KH

Basierend auf der Einflussanalyse wird im letzten Schritt eine konkrete Auswahl von den Einflussfaktoren getroffen, die eine sichtbare Wechselwirkung im Szenario-Feld haben und es somit adäquat charakterisieren (vgl. Gausemeier et al. 1996, S. 189). Wie bereits beschrieben, handelt es sich in dieser Arbeit um ein sehr spezifisches Szenario-Feld. Gausemeier et al. (1996, S. 200) schlägt vor, bei kleineren Szenarien auf Basis des vereinfachten System-Grids die Auswahl der Schlüsselfaktoren zu treffen. Deshalb beschränkt sich die Auswahl der Schlüsselfaktoren, welche in das Trendszenario miteinbezogen werden, auf die

Einflussfaktoren aus den Feldern I, II und IV. Da die puffernden Einflussfaktoren sowohl eine unterdurchschnittliche Aktivsumme als auch Passivsumme aufweisen, können diese Faktoren vernachlässigt werden. Im Falle von größeren Szenarien und detaillierteren Analysen reicht diese Vorgehensweise nicht aus.

Somit wird auf den Einflussfaktor (d) Personalmangel im Trendszenario nicht näher eingegangen. Die Schlüsselfaktoren lauten wie folgt:

- (a) **Temperaturanstieg**
- (b) **Luftverschmutzung**
- (c) **Demografischer Wandel**
- (e) **Risikokommunikation**
- (f) **Verweildauer im KH**
- (g) **Krankenhaushäufigkeit**

Nach der Identifikation der Schlüsselfaktoren wird im nächsten Kapitel auf Grundlage der Einflussanalyse ein Trendszenario für die bayerische Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Jahr 2030 erstellt.

## **5.5 Szenario-Generierung: Trendszenario für die Fachklinik im Jahr 2030**

Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, erfolgt die Erstellung des Trendszenarios unter der Annahme, dass sich die Entwicklung der dargestellten Einflussfaktoren unverändert in die Zukunft fortsetzen wird. Am Ende erfolgt eine Einschätzung des Autors, wie sich der Bettenbedarf für die Fachklinik entwickeln wird.

Durch den prognostizierten Temperaturanstieg von 1°C im Jahr 2030 in Verbindung mit den Folgen des demografischen Wandels, wird die Anzahl der stationär zu versorgenden Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen steigen. Die Zunahme der über 60-jährigen Bevölkerungsschicht geht mit einer Erhöhung von vulnerablen Risikogruppen, bezüglich der gesundheitlichen Folgen des Klimawandels, einher. Vor allem die Hitzewellen gepaart mit längeren Trockenepisoden stellen in den Sommermonaten eine Herausforderung für die Fachklinik dar. Diese klimatischen Bedingungen führen aufgrund der entstehenden Hitze nicht nur zu einer Zunahme der schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit, sondern auch zu einem erhöhten Aufkommen von sekundären Luftschadstoffen. Die Emission der Luftschadstoffe hat in Deutschland weiterhin abgenommen. Es sei allerdings erwähnt, dass sich Politik und Industrie in Deutschland weiterhin an den EU-Richtlinien für Luftschadstoffexpositionen orientieren. Die gesetzlichen Grenzwerte der EU wurden an die

der WHO angenähert, allerdings melden die Messstationen im städtischem, verkehrs- und industrienahen Umfeld nach den Richtwerten der WHO eine Überschreitung der gesundheitsgefährdenden Grenzwerte in 50% der ermittelten Daten.

Ein Drittel der regionalen Bevölkerung ist über 60 Jahre alt und benötigt zunehmend medizinische Versorgung. Hinzu kommt, dass sich die wirtschaftliche Lage in der Region nicht gebessert und ein großer Teil nach wie vor auf Sozialleistungen angewiesen ist. Hierdurch gibt es eine große Nachfrage nach den städtischen Sozialwohnungen durch sozial benachteiligte Menschen. Die Steigerung der in städtischen Wärmeinseln lebenden Risikogruppen hat einen erhöhten medizinischen Versorgungsbedarf zur Folge, da das Herz-Kreislaufsystem der Bevölkerungsgruppe durch die Häufung der hitzebedingten gesundheitsschädigenden Auswirkungen und der erhöhten Luftschadstoffexposition in Städten belastet wird. Zudem wird eine erhöhte Ozon-Bildung in Bodennähe aufgrund des Hitzestresses der Pflanzen zu einer Verschlechterung der Luftqualität führen. Die Luftschadstoffbelastung wird aufgrund der milden Wintermonate auf einem ähnlichen Niveau bleiben, die Hitzesituation besser ausfallen. Demzufolge wird die Inzidenz für Herz-Kreislauf- und Atemwegs-Erkrankungen steigen und die Fachklinik wird mit einer größeren Anzahl an Patienten mit beiden Krankheitsbildern konfrontiert werden. Zudem wird sich die Anzahl der „ungeplanten“ Aufnahmen aufgrund des klimatischen Geschehens erhöhen.

Im Zuge der zunehmenden Berichterstattung zum Thema „Klimawandel“ hat sich in Deutschland ein einheitliches Alarmsystem für Hitzetage und den damit verbundenen gesundheitlichen Folgen etabliert. Somit wird auch in den Krankenhäusern der Auftrag, den Patienten den Zusammenhang zwischen ihrem gesundheitlichen Zustand und den klimatischen Bedingungen näher zu bringen, wahrgenommen werden müssen. Durch diese Maßnahmen der an die klimatischen Verhältnisse angepassten Risikokommunikation wird eine zunehmende Bewusstseinsveränderung in der Bevölkerung für die Risiken, welche die anhaltende Hitze mit sich bringt, einhergehen. Besonders die vulnerablen Bevölkerungsgruppen werden sensibler für die Gefahren, welche durch den Klimawandel für diese Gruppe bestehen. Mit einem einheitlichen Verständnis, hinsichtlich der sich bergenden Gefahren durch die klimatischen Veränderungen für die Individuen der Risikogruppen, kann nicht gerechnet werden. Hierfür wird es nach wie vor an einem einheitlichen wissenschaftlichen Konsens bezüglich des Klimawandels auf globaler und nationaler Ebene fehlen. Es ist jedoch zu erwarten, dass die regionale Risikokommunikation Einfluss auf die Krankenhaushäufigkeit haben wird. Zudem ist es wahrscheinlich, dass sich die Treibhausgasemissionen der Privathaushalte aufgrund des zunehmenden Verständnisses sowie der Erkenntnis des individuellen Handlungsbedarfs zur Reduzierung der Treibhausgase,

vermindern werden. Die Politik wird in der Verantwortung stehen, auch sozial benachteiligten Bevölkerungsgruppen eine klimaneutralere Lebensweise zu ermöglichen.

Die Verweildauer der Patienten im stationären Setting wird sich im Zuge der klimatischen Veränderungen aufgrund der steigenden Komorbidität aus Herz-Kreislauf- und Atemwegs-Erkrankungen deutlich erhöhen und somit auch weniger freie Betten für neue, stationäre Aufnahmen nach sich ziehen. Dennoch führen die eben genannten Faktoren gepaart mit der steigenden Krankenhaushäufigkeit zu einem erhöhten Bettenbedarf in der Fachklinik. Mit positiven Effekten auf die Bettenbelegung kann somit nicht gerechnet werden. Vielmehr werden Bettenbelegungen, bei welchen eine Patientenversorgung auf Normalniveau durchgeführt werden kann, die Ausnahme bilden und die denkbar beste Option sein. Selbst wenn der Freistaat einen geringeren Bettennutzungsgrad voranschlagt, wird es zu einem zu hohen Zulauf an Patienten kommen, sodass die Verweildauer bei weniger schlimmen Krankheitsfällen angepasst werden muss. Die Fachklinik wird sich ohnehin vermehrt damit beschäftigen müssen, wohin sie Patienten verlegen kann, wenn das Bettenkontingent der Klinik erschöpft ist. Für eine positive Entwicklung seitens des Bettenbedarfs wären eine geringere Krankenhaushäufigkeit und eine kürzere Verweildauer nötig, was aber in Anbetracht der klimatischen Situation und des demografischen Wandels nicht absehbar ist.

## **5.6 Reflexion des Trendszenarios**

Im Zuge der Reflexion des Trendszenarios werden die Einflussfaktoren anhand ihrer Charakteristik (impulsiv, dynamisch, reaktiv) sowie der Entwicklung des Bettenbedarfs betrachtet und ein Resümee für die Fachklinik gezogen. Ebenso wird evaluiert, weshalb sich der Personalmangel als puffernder Einflussfaktor im Szenario-Feld herauskristallisierte.

Bereits bei der Erstellung des Trendszenarios zeigt sich der starke Einfluss des **Temperaturanstiegs** und des **demografischen Wandels** auf das Szenario-Feld. Beide Faktoren sind nur partiell und über einen längeren Zeitraum beeinflussbar, wofür erheblich mehr und speziell auf diese Faktoren wirkende Schlüsselfaktoren in dem Szenario-Feld aufgeführt werden müssten. Es wird auch zukünftig mit einer steigenden Lebenserwartung der Bevölkerung aufgrund des Fortschritts in Medizin und Technik zu rechnen sein, allerdings steht hierbei die Gesundheitsversorgung der älteren Bevölkerungsschichten und deren soziale Sicherung im Vordergrund.

Der Temperaturanstieg im Zuge des Klimawandels birgt nicht nur für die älteren Bevölkerungsschichten ein Risiko, auch in den jüngeren Bevölkerungsgruppen nimmt die

Vulnerabilität aufgrund von sozialer Benachteiligung, ungesunder Ernährung und weiterer Faktoren zu.

Die mit dem Klimawandel einhergehende **Luftverschmutzung** stellt einen sehr dynamischen Faktor im Trendszenario dar und die negativen Auswirkungen auf die Gesundheit sind mit denen des Temperaturanstiegs gleichzusetzen. Allerdings kann die Luftqualität, vor allem auf regionaler Ebene, durch klimaneutrale Maßnahmen im öffentlichen und privaten Sektor gefördert werden. Wenn diesbezüglich eine Bewusstseinsveränderung in der Bevölkerung eintritt und ein Handlungsbedarf abgeleitet wird, hat das positive Auswirkungen auf die Gesundheitsversorgung von Klima-assoziierten Erkrankungen und deren Inzidenz. Darüber hinaus zeichnet sich ein positiver Effekt auf die Temperaturentwicklung ab.

Die **Risikokommunikation** nimmt hierbei eine sehr wichtige Rolle ein, da diese sich dem dynamischen Geschehen in der Region und des Klimas anpassen muss. Daraus ergeben sich nur positive Auswirkungen auf das gesamte Szenario-Feld, sowohl kurz- als auch langfristig. Die vulnerablen Bevölkerungsgruppen können besser instruiert werden bezüglich der Hitzeprävention und der vermeidbaren Exposition gegenüber Luftschadstoffen. Durch eine kontinuierliche Risikokommunikation wird auch das Bewusstsein dafür geschärft, dass ein Handlungsbedarf im Bezug auf eine nachhaltigere Lebensweise besteht, wenn die gesundheitlichen Gefahren auf die Personen selbst ableitbar sind. Wie im Trendszenario beschrieben, benötigt dies allerdings einen einheitlichen Konsens zum Thema Klimawandel und ein breites Spektrum an Initiativen und Maßnahmen auf internationaler und nationaler Ebene. Die Fachklinik selbst kann eine Vorreiterfunktion einnehmen und zumindest die lokale Bevölkerung schulen.

Vor allem in der **Krankenhaushäufigkeit** drückt sich im Trendszenario die Wechselwirkung der anderen Einflussfaktoren aus und sie eignet sich ebenso wie die Verweildauer als Indikator für die Fachklinik. Die Auswirkungen des Klimas schlagen sich direkt in diesem Faktor nieder, da sich die negative Entwicklung der Krankenhaushäufigkeit in der Anzahl der zu belegenden Betten widerspiegelt.

Die **Verweildauer** zeigt einen nachteiligen Effekt für die Flexibilität des Bettenbelegungsmanagements der Fachklinik. Sobald sich die Liegedauer verlängert, stehen weniger belegbare Betten für geplante Aufnahmen oder akute Notfälle in der Region zur Verfügung. Bei einer Veränderung dieses Faktors sind kaum Änderungen innerhalb der Wirkungsgefüges zu erwarten, vielmehr „reagiert“ die Verweildauer nur auf das Geschehen im Jahr 2030.



Anhand der Ausgangssituation der Fachklinik und der Einflussanalyse wurde der **Personalmangel** als puffernder Faktor identifiziert. Dies liegt den im Vorfeld ausgewählten Einflussfaktoren zugrunde, dass nur eine geringe Wechselwirkung innerhalb des Szenario-Felds besteht. Der Personalmangel stellt an sich ein großes Problem innerhalb der Gesundheitsversorgung dar und verschärft die Situation in allen Gesundheitseinrichtungen, speziell auf die klimatischen Veränderungen wurde ein geringer Ursachen-Wirkungs-Zusammenhang festgestellt. Allerdings sollte dieser Faktor außerhalb des Trendszenarios dem Management der Fachklinik präsent sein, da er sich auf die Qualität der Risikokommunikation und der Patientenversorgung niederschlägt.

In dem Trendszenario wird die Entwicklung der Einflussfaktoren bis 2030 in Relation zum **Bettenbedarf** in der Fachklinik gestellt. Die möglichen **Szenarien unterhalb des Mittelwerts** (s. Kapitel 5.3) sind in Anbetracht der wahrscheinlichen Extrapolation der Trends nur in seltenen Fällen erreichbar. Die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels gekoppelt an den demografischen Wandel wirken sich zu stark auf die Krankenhaushäufigkeit und die Verweildauer aus. Somit kann die Patientenversorgung im Hinblick auf die Entwicklung des Bettenbedarfs nicht auf einem „gutem“ oder „normalem“ Niveau stattfinden. Vielmehr zeichnet sich ab, dass die Mortalitätsrate der Patienten steigen und die Bettenkapazität der Fachklinik erschöpft sein wird. Die **Szenarien oberhalb des Mittelwerts** (s. Kapitel 5.3) zeichnen sich durch eine hohe Krankenhaushäufigkeit und hohe Verweildauer aus. Aus der Analyse der Einflussfaktoren ergibt sich, dass bei einer Verringerung der Verweildauer zwar Bettenkapazitäten geschaffen werden können, aber dies nicht die Krankenhaushäufigkeit in der Region verringern kann, da die Krankenhaushäufigkeit selbst eine hohe Aktiv- und Passivwirkung im Szenario-Feld aufweist. Somit wird die Fachklinik mit einer steigenden Anzahl an Patienten konfrontiert werden, die schnell die Kapazitäten des Hauses übersteigen können.

In Anbetracht des Trendszenarios ergeben sich für die Fachklinik einige Herausforderungen und Handlungsoptionen. Der Klimawandel ist bereits sehr weit fortgeschritten und die Auswirkungen in der Region werden deutlich spürbar sein. Die Versorgung der Patienten in Bereichen wie der Gesundheitsprävention, Verweildauer und der Risikokommunikation muss dem dynamischen Geschehen durch den Klimawandel angepasst werden. Eine Vernetzung mit anderen KH in Bayern ist zwingend notwendig, um sich auf den zunehmenden Bettenbedarf einstellen zu können. Es empfiehlt sich, eine pulmonologische Abteilung einzurichten oder zumindest pulmonologische Konsile durch externe Ärzte in kurzer Zeit gewährleisten zu können. Die längere Verweildauer der Patienten wird die Möglichkeit bieten,

gefährdete Risikogruppen besser auf die klimatischen Veränderungen vorzubereiten und leichter die psychologische Distanz der Patienten zu überwinden. Somit sinkt die Wahrscheinlichkeit einer erneuten Aufnahme aufgrund der gleichen Diagnose.

Darüber hinaus bietet sich für die Fachklinik die Möglichkeit, in Form eines nachhaltigeren Energiemanagements die Spirale aus Temperaturerhöhung, Luftverschmutzung und Inzidenzen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen nicht noch zu verschärfen. Es empfiehlt sich, in Hinblick auf die Gesundheit der regionalen Bevölkerung die eigenen Treibhausgasemissionen bestmöglich zu reduzieren und Klimaneutralität anzustreben.

## 6. Fazit und Ausblick

Das angestrebte Ziel dieser Arbeit ist es, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheitsversorgung in Deutschland anhand der Erstellung eines Trendszenarios für eine bayerische Fachklinik für Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Jahr 2030 aufzuzeigen.

Im Zuge der Arbeit war der Autor immer wieder mit den dynamischen Ereignissen und den damit verbundenen aktualisierten Forschungserkenntnissen des Klimawandels konfrontiert, was sich als Herausforderung für die Bearbeitung herausstellte. Aus diesem Grund wurden die Internetquellen mehrfach auf Aktualität und neue Erkenntnisse geprüft. Es gibt eine Vielzahl an Quellen, die sich mit dem Klimawandel beschäftigen, allerdings ist das wechselseitige Gesundheitsgefüge des Planeten und der des Menschen ein Feld der jüngeren Forschung. Die Eingrenzung der behandelten Thematik konnte durch intensive Literaturrecherche gewährleistet werden, um eine Komplexitätsreduktion des Trendszenarios zu erreichen.

Um eine Bewusstseinsveränderung und eine Handlungsbereitschaft bezüglich Nachhaltigkeit sowie Klimawandel im Gesundheitssystem zu etablieren, ist eine objektive Analyse der IST-Situation der Einrichtung und der regionalen klimatischen Bedingungen notwendig, um das notwendige Verständnis dafür zu schaffen. Ein direkter Bezug der klimatischen Faktoren auf die individuelle Gesundheit der Patienten, fördern die Wahrnehmung für gesundheitsschädigende Aspekte durch den Klimawandel. Die Methode der Szenario-Technik bietet sich an, diese Faktoren plakativ darzustellen.

Ein Trendszenario basiert auf den gewählten Einflussfaktoren, deren Trendextrapolation teils auf quantitativen und teils auf qualitativen Daten beruht. Diese Form des Szenarios geht davon aus, dass der Status Quo sich auf diese Weise fortsetzt und maßgebliche Veränderungen der Einflussfaktoren in der Zukunft nicht miteinbezogen werden. Darüber fließt die Interpretation dieser Daten durch den Autor mit ein, wodurch das Trendszenario mehr Objektivität vermittelt, als es eigentlich innehat. Jedoch bieten sich Trendszenarien an, zukünftige Ereignisse greifbarer zu machen und eine Bewusstseinsveränderung einzuleiten.

Es ist nicht davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren ein Konsens in der Wissenschaft bezüglich des Klimawandels eintreten wird. Dementsprechend werden die Auswirkungen auf die Gesundheit nicht klar von anderen Faktoren abgrenzbar sein und die tatsächlichen Daten verwässern sich. Allerdings ist es notwendig, so schnell wie möglich dagegen zu steuern, um den Prozess zu verlangsamen. Jeder Einzelne kann bereits Maßnahmen im persönlichen

Umfeld ergreifen, den eigenen CO<sub>2</sub>-Abdruck zu verringern sowie das soziale und berufliche Umfeld zu informieren. Wenn sich das Bewusstsein für den Klimawandel in der breiten Masse verfestigt, übt dies mehr Handlungsdruck auf die Politik und Wirtschaft aus. Die Gesundheit der menschlichen Zivilisation profitiert von einem gesunden Planeten.

## Quellenverzeichnis

- Augustin, J./ Sauerborn, R./ Burkart, K./ Endlicher, W./ Jochner, S./ Koppe, C./ Menzel, A./ Mücke, H.-G./ Herrmann, A.:** Gesundheit. In: Brasseur, G. P./ Jacob, D./ Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, Springer, Hamburg 2017, S. 137 – 146
- Banse, S.:** Umrechnung von Kelvin zu Grad Celsius, 19.03.2022, [https://www.smart-rechner.de/temperaturen\\_umr/ratgeber/umrechner\\_kelvin\\_celsius.php](https://www.smart-rechner.de/temperaturen_umr/ratgeber/umrechner_kelvin_celsius.php) letzter Zugriff am 23.06.2022
- Bauer, L.:** „Klimakrise ist wie Lungenkrebs“ – Was der Bericht des Weltklimarat für Österreich bedeutet, Momentum Institut - Verein für sozialen Fortschritt, 22.02.2022, <https://www.moment.at/story/bericht-des-weltklimarat-ipcc-anpassung-oesterreich> letzter Zugriff am 23.06.2022
- Bea, F. X./ Haas J.:** Strategisches Management, Lucius & Lucius, Stuttgart 1997
- Bein, T.:** Anästhesie, Intensiv- und Schmerzmedizin. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon, B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 77 – 82
- Berger, N./ Lindemann, A.-K./ Böhl, G.-F.:** Wahrnehmung des Klimawandels durch die Bevölkerung und Konsequenzen für die Risikokommunikation, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, 28.03.2019, <https://static-content.springer.com/pdf/art%3A10.1007%2Fs00103-019-02930-0.pdf?token=1655047227555--83ded4022e7c862ee4a1ba90c06869bd2db6bae24c449400080ae200f76c3bcc710ebf525a711973cea75bffb24464c888cf8461f28e7a13e3d1d5f6149322bb> letzter Zugriff am 23.06.2022
- Berger, S./ Stock, C.:** Grundlagen der Gesundheitsökonomie und Gesundheitspolitik. In: Schmidt-Rettig, B./ Eichhorn S. (Hrsg.): Krankenhaus-Managementlehre. Theorie und Praxis eines integrierten Konzepts, Kohlhammer, Stuttgart 2008, S. 3 – 36
- Blättner, B./ Waller, H.:** Gesundheitswirtschaft. Eine Einführung in Grundlagen, Theorie und Anwendung, Kohlhammer, Stuttgart 2011

**BMG a:** Krankenhauslandschaft,

<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/krankenhauslandschaft.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**BMJ a:** Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze (Krankenhausfinanzierungsgesetz – KHG). § 2 Begriffsbestimmungen, [https://www.gesetze-im-internet.de/khg/\\_\\_2.html](https://www.gesetze-im-internet.de/khg/__2.html) letzter Zugriff am 23.06.2022

**BMJ b:** Sozialgesetzbuch Fünftes Buch – Gesetzliche Krankenversicherung. § 107 Krankenhäuser, Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen, [https://www.gesetze-im-internet.de/sgb\\_5/\\_\\_107.html](https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/__107.html) letzter Zugriff am 23.06.2022

**BMJ c:** Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze (Krankenhausfinanzierungsgesetz – KHG). § 6 Krankenhausplanung und Investitionsprogramme, [https://www.gesetze-im-internet.de/sgb\\_5/\\_\\_107.html](https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/__107.html) letzter Zugriff am 23.06.2022

**BMJ d:** Sozialgesetzbuch Fünftes Buch – Gesetzliche Krankenversicherung. § 108 Zugelassene Krankenhäuser, [https://www.gesetze-im-internet.de/sgb\\_5/\\_\\_108.html](https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/__108.html) letzter Zugriff am 23.06.2022

**BMU a:** Übereinkommen von Paris,

[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/paris\\_abkommen\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/paris_abkommen_bf.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Boeselager, F./ Petermann A.:** Ein halbes Jahr nach der Flut. Wiederaufbau und Hochwasser-Demenz, Deutschlandfunk, 14.01.2022, <https://www.deutschlandfunk.de/ein-halbes-jahr-nach-der-flut-100.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Bourier, G.:** Beschreibende Statistik. Praxisorientierte Einführung. Mit Aufgaben und Lösungen, Gabler, Wiesbaden 1999

**Brasseur, G. P./ Jacob, D./ Schuck-Zöller, S. (Hrsg.):** Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, Springer, Hamburg 2017

**Brüggemann, N./ Butterbach-Bahl, K.:** Biogeochemische Stoffkreisläufe. In: Brasseur, G. P./ Jacob, D./ Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, Springer, Hamburg 2017, S. 174 – 179

**Bundesärztekammer (Hrsg.):** Je höher die Bettenauslastung im Krankenhaus, desto höher die Mortalitätsrate, 02.05.2014, <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/58509/Je-hoeher-die-Bettenauslastung-im-Krankenhaus-desto-hoeher-die-Mortalitaetsrate> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Deutsche Adipositas-Gesellschaft e.V. (Hrsg.):** Prävalenz der Adipositas im Erwachsenenalter. Übergewicht und Adipositas in Deutschland, <https://adipositas-gesellschaft.de/ueber-adipositas/praevalenz/> letzter Zugriff am 23.06.2022

**DHS e.V. (Hrsg.):** Alkohol – Zahlen, Daten, Fakten, <https://www.dhs.de/suechte/alkohol/zahlen-daten-fakten> letzter Zugriff am 23.06.2022

**DKG e. V. (Hrsg.):** Bestandsaufnahme zur Krankenhausplanung und Investitionsfinanzierung in den Bundesländern 2021, [https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/1\\_DKG/1.7\\_Presse/1.7.1\\_Pressemitteilungen/2022/2022-01-17\\_Anlage\\_Bestandsaufnahme\\_2021.pdf](https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/1_DKG/1.7_Presse/1.7.1_Pressemitteilungen/2022/2022-01-17_Anlage_Bestandsaufnahme_2021.pdf) letzter Zugriff am 02.06.2022

**DKI e. V. (Hrsg.):** Krankenhaus Barometer. Umfrage 2021, [https://www.dki.de/sites/default/files/2021-12/20211221\\_Final\\_KH-Barometer-komprimiert.pdf](https://www.dki.de/sites/default/files/2021-12/20211221_Final_KH-Barometer-komprimiert.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**DWD a (Hrsg.):** Lineare Trends der Niederschlagshöhe zwischen 1881 und 2020, 08.04.2022, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2\\_tab\\_lineare-trends-nsh\\_2021-05-12.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2_tab_lineare-trends-nsh_2021-05-12.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**DWD b (Hrsg.):** Neue dekadische Klimavorhersage des Deutschen Wetterdienstes für 2021 bis 2030, 01.06.2021, [https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210611\\_pm\\_dekadische\\_klimavorhersage\\_news.html](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210611_pm_dekadische_klimavorhersage_news.html) letzter Zugriff am 23.06.2022

**DWD c (Hrsg.):** Klimavorhersagegüte, [https://www.dwd.de/DE/leistungen/kvhs\\_de/help\\_de/1\\_bkgrd\\_info/05\\_skill/start\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/kvhs_de/help_de/1_bkgrd_info/05_skill/start_node.html) letzter Zugriff am 23.06.2022

**DWD d (Hrsg.):** Aus extrem wurde normal: Sommer in Deutschland, der Schweiz und Österreich immer heißer, 23.06.2022

[https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2020/20200702\\_dach\\_news.html](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2020/20200702_dach_news.html) letzter Zugriff am 23.06.2022

**DWD e (Hrsg.):** Was wir heute über das Extremwetter in Deutschland wissen. Stand der Wissenschaft zu extremen Wetterphänomenen im Klimawandel in Deutschland, September 2020, [https://www.dwd.de/DE/presse/ewk\\_hamburg/downloads/ewk\\_papier.pdf;jsessionid=6A1AE8555B44DD752C2426B65FE73B19.live21071?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.dwd.de/DE/presse/ewk_hamburg/downloads/ewk_papier.pdf;jsessionid=6A1AE8555B44DD752C2426B65FE73B19.live21071?__blob=publicationFile&v=2) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Eis, D./ Helm D./ Laußmann D./ Stark, K.:** Klimawandel und Gesundheit. Ein Sachstandbericht, KönigsDruck, Berlin 2010 (E-Book)

**EU-Kommission (Hrsg.):** Ursachen des Klimawandels, [https://ec.europa.eu/clima/climate-change/causes-climate-change\\_de](https://ec.europa.eu/clima/climate-change/causes-climate-change_de) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Franke, A.:** Modelle von Gesundheit und Krankheit, Hans Huber, Dortmund 2010

**Fleßa, S.:** Kleinere Krankenhäuser im ländlichen Raum. Lösungsmodelle für eine finanzierbare Versorgung, Springer Gabler, Wiesbaden 2019 (E-Book)

**Gausemeier J./ Fink A./ Schlake O.:** Szenario-Management: Planen und Führen von Szenarien, Carl Hanser, München 1996

**Gerstengabe, F.-W./ Welzer H. (Hrsg.):** Zwei Grad mehr in Deutschland: Wie der Klimawandel unseren Alltag verändern wird, Fischer, Frankfurt a. M. 2013 (E-Book)

**Glade, T./ Hoffmann, P./ Thonicke, K.:** Dürre, Waldbrände, gravitative Massenbewegungen und andere klimarelevante Naturgefahren. In: Brasseur, G. P./ Jacob, D./ Schuck-Zöllner, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, Springer, Hamburg 2017, S. 111 – 119

**Hecking, C.:** Globale Klimakrise. Gretas Aufstand, Der Spiegel, 30.11.2018, <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/greta-thunberg-das-gesicht-der-globalen-klimabewegung-a-1241185.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Herrmann, A./ Krolewski, R./ Lenzer, B./ Müller, B./ Veit, I.:** Allgemeinmedizin. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon, B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 65 – 77



**Homburg, C.:** Quantitative Betriebswirtschaftslehre. Entscheidungsunterstützung durch Modelle. Mit Beispielen, Übungsaufgaben und Lösungen, Gabler, Wiesbaden 1998

**Imbery, F./ Kaspar, F./ Friedrich, K./ Plückhahn, B.:** Klimatologischer Rückblick 2020: Eines der wärmsten Jahre in Deutschland und Ende des bisher wärmsten Jahrzehnts, 07.01.2021, [https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20210106\\_rueckblick\\_jahr\\_2020.pdf;jsessionid=932F2A1B76F181D1A46DD8E431798479.live31082?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20210106_rueckblick_jahr_2020.pdf;jsessionid=932F2A1B76F181D1A46DD8E431798479.live31082?__blob=publicationFile&v=7) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Jung, L.:** Public Health im Blick auf globale Umweltveränderungen. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon, B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 27 – 32

**Kahlenborn, W./ Porst, L./ Voß, M./ Fritsch, U./ Renner, K./ Zebisch, M./ Wolf, M./ Schönthaler, K./ Schauser, I.:** Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzfassung, Juni 2021, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-10\\_cc\\_26-2021\\_kwra2021\\_kurzfassung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-10_cc_26-2021_kwra2021_kurzfassung.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Kaspar, F./ Friedrich, K./ Imbery, F.:** 2019 global zweitwärmstes Jahr: Temperaturentwicklung in Deutschland im globalen Kontext, 28.01.2020, [https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20200128\\_vergleich\\_de\\_global.pdf;jsessionid=E4B72C3096B5EE33420EEAD3169622D1.live21061?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20200128_vergleich_de_global.pdf;jsessionid=E4B72C3096B5EE33420EEAD3169622D1.live21061?__blob=publicationFile&v=4) letzter Zugriff am 23.06.2022

**KIT (Hrsg.):** Der Übergang zur neuen Bezugsperiode 1991 – 2020 und die klimatologischen Verhältnisse im Jahr 2020 in Deutschland, [https://www.cedim.kit.edu/download/WGF\\_Report\\_Neue\\_Bezugsperiode\\_ZFGJahr202.pdf](https://www.cedim.kit.edu/download/WGF_Report_Neue_Bezugsperiode_ZFGJahr202.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**KLUG (Hrsg.):** Gesundheitsrisiko Hitzewelle: Deutschland ist nicht vorbereitet! 07.08.2022, <https://www.klimawandel-gesundheit.de/gesundheitsrisiko-hitzewelle-deutschland-ist-nicht-vorbereitet/> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Kosow, H./ Gaßner, R.:** Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien, IZT Werkstattbericht Nr. 103, [https://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/IZT\\_WB103.pdf](https://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/IZT_WB103.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Kromrey, H./ Roose, J./ Strübing, J.:** Empirische Sozialforschung, UVK, München 2016

**Kunz, M./ Mohr, S./ Werner, P.:** Niederschlag. In: Brasseur, G. P./ Jacob, D./ Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, Springer, Hamburg 2017, S. 57 – 66

**Lesch, H.:** Physikalische Grenzen für die Bewohnbarkeit der Erde. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon, B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 33 – 39

**Levsen, A./ Filser, M.:** Klimaschutz im Krankenhaus – Wege zu mehr Nachhaltigkeit. In: Werner, J. A./ Kaatze T./ Schmidt-Rumposch, A. (Hrsg.): Green Hospital. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung im Krankenhaus, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2022, S. 39 – 43 (E-Book)

**LfStaD a (Hrsg.):** Krankenhausstatistik 2020: Grunddaten, Diagnosen und Kostennachweis, [https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische\\_berichte/a4200c\\_202000.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische_berichte/a4200c_202000.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**LfStaD b (Hrsg.):** Krankenhausstatistik 2018: Grunddaten, Diagnosen und Kostennachweis, [https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische\\_berichte/a4200c\\_201800.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische_berichte/a4200c_201800.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**LfStaD c (Hrsg.):** Krankenhausstatistik 2017: Grunddaten, Diagnosen und Kostennachweis, [https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische\\_berichte/a4200c\\_201700\\_16595.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische_berichte/a4200c_201700_16595.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**LfStaD d (Hrsg.):** Krankenhausstatistik 2010: Grunddaten, Diagnosen und Kostennachweis, [https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische\\_berichte/a4200c\\_201000\\_34809.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische_berichte/a4200c_201000_34809.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Luschkova, D./ Pawlitzki, M./ Traidl-Hoffmann, C.:** Destabilisierung des Klimas als fundamentale Bedrohung für die Gesundheit der Menschheit. In: Werner, J. A./ Kaatze T./ Schmidt-Rumposch, A. (Hrsg.): Green Hospital. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung im Krankenhaus, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2022, S. 22 – 29 (E-Book)

**Meinert, S.:** Leitfaden Szenarioentwicklung, 2014,

[https://www.etui.org/sites/default/files/ez\\_import/Scenario\\_Building\\_DE\\_v3-finale.pdf](https://www.etui.org/sites/default/files/ez_import/Scenario_Building_DE_v3-finale.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Mrasek, V.:** Hitzetote. Der Klimawandel ist schon heute tödlich, 01.06.2021, Deutschlandfunk,

<https://www.deutschlandfunk.de/hitzetote-der-klimawandel-ist-schon-heute-toedlich-100.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Müller, O./ Jahn, A./ Gabrysch, S.:** Planetary Health: Ein umfassendes Gesundheitskonzept,

Deutsches Ärzteblatt 40/2018, <https://www.aerzteblatt.de/archiv/201358/Planetary-Health-Ein-umfassendes-Gesundheitskonzept> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Müller-Stewens, G./ Lechner, C.:** Strategisches Management. Wie strategische Initiativen zum Wandel führen, Schaeffer Poeschel, Stuttgart 2016

**Münzel, T./ Hahad, O.:** Kardiologie. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon,

B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 179 – 186

**Nelles, D./ Serrer, C.:** Kleine Gase – Große Wirkung. Der Klimawandel, KlimaWandel,

Friedrichshafen 2018

**Norddeutscher Rundfunk a (Hrsg.):** Klimabericht von UN-Experten. 1,5-Grad-Schwelle könnte bis 2026 überschritten werden, 10.05.2022,

<https://www.tagesschau.de/ausland/europa/erderwaermung-klimabericht-wmo-101.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Norddeutscher Rundfunk b (Hrsg.):** Deutscher Ärztetag. Warnung vor dramatischem

Personalmangel, 01.11.2021, <https://www.tagesschau.de/inland/aerztetag-warnung-personalmangel-101.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Popp, R. (Hrsg.):** Zukunft und Wissenschaft. Wege und Irrwege der Zukunftsforschung, Springer, Berlin 2012 (E-Book)

**RKI (Hrsg.):** Gesundheit in Deutschland 2015: Kapitel 09. Welche Auswirkungen hat der demografische Wandel auf Gesundheit und Gesundheitsversorgung? 03.12.2015,

[https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownload/sGiD/2015/09\\_gesundheit\\_in\\_deutschland.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownload/sGiD/2015/09_gesundheit_in_deutschland.pdf?__blob=publicationFile) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Schad, M. / Sommer, B. / Wessels, S.:** Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesellschaft. In: Gerstengabe, F.-W./ Welzer, H. (Hrsg.): Zwei Grad mehr in Deutschland: Wie der Klimawandel unseren Alltag verändern wird, Fischer, Frankfurt a. M. 2013, S. 172 – 187.

**Schlüchtermann, J.:** Betriebswirtschaft und Management im Krankenhaus – Grundlagen und Praxis, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2013

**Schmola, G./ Rapp, B.:** Grundlagen des Krankenhausmanagements. Betriebswirtschaftliches und rechtliches Basiswissen, Kohlhammer, Stuttgart 2014

**Schmidt-Rettig, B.:** Krankenhausplanung und Investitionsfinanzierung. In: Schmidt-Rettig, B./ Eichhorn S. (Hrsg.): Krankenhaus-Managementlehre. Theorie und Praxis eines integrierten Konzepts, Kohlhammer, Stuttgart 2008, S. 379 – 398

**Schmidt-Rettig, B./ Eichhorn S. (Hrsg.):** Krankenhaus-Managementlehre. Theorie und Praxis eines integrierten Konzepts, Kohlhammer, Stuttgart 2008

**Schrader, C.:** Klimakommunikation für die Gesundheitsberufe – Vertrauen eröffnet Zugang. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon, B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 302 – 308

**Schultz, M. G./ Klemp, D./ Wahner A.:** Luftqualität. In: Brasseur, G. P./ Jacob, D./ Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, Springer, Hamburg 2017, S. 127 – 136

**Schulz, C. M./ Herrmann, M.:** Planetary Health. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon, B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 2 – 6

**Schulz, C. M., Simon, B.:** Anthropozän – Die Überschreitung planetarer Grenzen. In: Traidl-Hoffmann, C./ Schulz, C. M./ Herrmann, M./ Simon, B. (Hrsg.): Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2021, S. 7 –

**Simon, H./ von der Gathen, A.:** Das große Handbuch der Strategie-Instrumente. Werkzeuge für eine erfolgreiche Unternehmensführung, Campus, Frankfurt a. M. 2010

**Sonnentag, A.:** Trägerstrukturen und Rechtsformen. In: Schmidt-Rettig, B./ Eichhorn S. (Hrsg.): Krankenhaus-Managementlehre. Theorie und Praxis eines integrierten Konzepts, Kohlhammer, Stuttgart 2008, S. 183 – 195

**Statistisches Bundesamt a (Destatis):** Grunddaten der Krankenhäuser 2020,  
[https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publikationen/Downloads-Krankenhaeuser/grunddaten-krankenhaeuser-2120611207004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publikationen/Downloads-Krankenhaeuser/grunddaten-krankenhaeuser-2120611207004.pdf?__blob=publicationFile) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Statistisches Bundesamt b (Destatis):** 14. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland. Variante 2: Moderate Entwicklung der Geburtenhäufigkeit, Lebenserwartung und Wanderung (G2L2W2),  
<https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/index.html#!y=2030&v=2> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Statistisches Bundesamt c (Destatis):** Bevölkerung. Mehr Pflegebedürftige,  
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/Hintergruende-Auswirkungen/demografie-pflege.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**Steinmüller, K.:** Szenarien – Ein Methodenkomplex zwischen wissenschaftlichem Anspruch und zeitgeistiger Bricolage. In: Popp, R. (Hrsg.): Zukunft und Wissenschaft. Wege und Irrwege der Zukunftsforschung, Springer, Berlin 2012, S. 101 – 138 (E-Book)

**StMGP (Hrsg.):** Krankenhausplan des Freistaates Bayern, 01.01.2021, [https://www.bkg-online.de/media/mediapool\\_BKG/02\\_infos-services/Krankenhausversorgung/khplan21.pdf](https://www.bkg-online.de/media/mediapool_BKG/02_infos-services/Krankenhausversorgung/khplan21.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

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

**UBA a (Hrsg.):** Auswertung der Luftbelastungssituation 2021, Februar 2021,  
<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3895.pdf> letzter Zugriff  
am 23.06.2022

**UBA b (Hrsg.):** Trends der Lufttemperatur, 12.05.2021,  
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur#steigende-durchschnittstemperaturen-weltweit> letzter Zugriff am 23.06.2022

**UBA c (Hrsg.):** Monitoringbericht 2019 zur deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel,  
November 2019,  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das\\_monitoringbericht\\_2019\\_barrierefrei.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**UBA d (Hrsg.):** Gesundheitsrisiken durch Hitze, 07.01.2022,  
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze#indikatoren-der-lufttemperatur-heisse-tage-und-tropennachte> letzter Zugriff am 23.06.2022

**UN (Hrsg.):** Resolution der Generalversammlung. Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für  
nachhaltige Entwicklung, 25.09.2015, <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf> letzter Zugriff am 23.06.2022

**ver.di (Hrsg.):** Daten zum Personalcheck in Krankenhäusern am 19. Februar 2013, [https://gesundheit-soziales.verdi.de/++file++5850470fe58deb52f269b165/download/2013\\_02\\_Daten-zum-Personalcheck.pdf](https://gesundheit-soziales.verdi.de/++file++5850470fe58deb52f269b165/download/2013_02_Daten-zum-Personalcheck.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**VdPB (Hrsg.):** Monitoring Pflegepersonalbedarf Bayern 2020, [https://www.vdpb-bayern.de/wp-content/uploads/2021/10/210929\\_Pflegemonitoring\\_Bayern.pdf](https://www.vdpb-bayern.de/wp-content/uploads/2021/10/210929_Pflegemonitoring_Bayern.pdf) letzter Zugriff am 23.06.2022

**Werner, J. A./ Kaatze T./ Schmidt-Rumposch, A. (Hrsg.):** Green Hospital. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung im Krankenhaus, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2022

**Wetter.de:** Klimawandel: Die heißesten Sommer in Deutschland, Österreich und der Schweiz,  
21.06.2021, <https://www.wetter.de/cms/klimawandel-die-heissesten-sommer-in-deutschland-4571689.html> letzter Zugriff am 23.06.2022

**WHO a (Hrsg.):** Verfassung der Weltgesundheitsorganisation, 1946, Stand: 08.05.2014,  
[https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1948/1015\\_1002\\_976/20140508/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-1948-1015\\_1002\\_976-20140508-de-pdf-a.pdf](https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1948/1015_1002_976/20140508/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-1948-1015_1002_976-20140508-de-pdf-a.pdf) letzter Zugriff am  
23.06.2022

**WHO b (Hrsg.):** Ottawa-Charta zur Gesundheitsförderung, 21.11.1986,  
[https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/129534/Ottawa\\_Charter\\_G.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/129534/Ottawa_Charter_G.pdf) letzter Zugriff  
am 23.06.2022

## Erklärung

1. Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt habe und sie an keiner anderen Stelle veröffentlicht wurde.
2. Ich versichere, keine weiteren Hilfsmittel außer den angeführten verwendet zu haben.
3. Soweit ich Inhalte aus Werken anderer AutorInnen dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen habe, sind diese unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Dies bezieht sich auch auf Tabellen und Abbildungen.
4. Die gesetzlichen Vorschriften zum Datenschutz und zum Schutz der Urheberrechte wurden beachtet, dies gilt auch für Bilder, Grafiken, Kopien oder Ähnliches.
5. Im Falle empirischer Erhebungen: Für die Veröffentlichung von Daten, Fakten und Zahlen aus Einrichtungen oder über Personen, auch in Interviews, die nicht öffentlich zugänglich sind, liegt mir eine Einverständniserklärung vor. Die Rechteinhaber/innen haben der Verwertung der Daten im Rahmen der BA-Arbeit schriftlich zugestimmt.
6. Ich bin damit einverstanden, dass meine Abschlussarbeit in die Bibliothek der Evangelischen Hochschule aufgenommen wird.
7. Ich bin damit einverstanden, dass meine Abschlussarbeit in digitaler Form öffentlich zugänglich gemacht wird.

Nürnberg, den.....

Unterschrift der Verfasserin/des Verfassers

\* Nichtzutreffendes streichen!