

Einleitung

In seinem Gutachten 2023 kritisiert der Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (SVR Gesundheit) die »im internationalen Vergleich inakzeptabel hohen, hitzebedingten Todeszahlen« in Deutschland und empfiehlt »die Umsetzung von Maßnahmen, um das Thema Hitzefolgen und Hitzeschutz in verschiedenen gesundheitlichen, gesellschaftlichen und politischen Bereichen verstärkt einzubeziehen« (SVR Gesundheit 2023, S. 568). Mit seinen Empfehlungen reiht sich der Sachverständigenrat in eine Abfolge von Positionspapieren, Beschlüssen und Empfehlungen ein, die in den letzten Jahren erschienen sind und in diesem Sommer in die Erklärung des Bundesgesundheitsministeriums mündeten, den Hitzeschutz in Deutschland verbessern zu wollen. Als ein Schlüsseldokument auf dem Weg dahin können die 2017 veröffentlichten Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit, erarbeitet von einer Ad hoc-Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern des Bundes und der Länder, gelten. Sie übertrugen die Empfehlungen der WHO Europa aus dem Jahr 2008 auf den deutschen Kontext. Sowohl die WHO-Empfehlungen als auch die deutschen Handlungsempfehlungen schreiben den Institutionen im Gesundheits- und Sozialwesen eine zentrale Bedeutung für einen umfassenden und nachhaltigen Hitzeschutz zu, weisen in diesem Zusammenhang jedoch ausdrücklich auf die Notwendigkeit einer adäquaten Vorbereitung aller Beschäftigten hin. Dazu will dieses Buch einen Beitrag leisten, der sich nicht auf die Empfehlung von Maßnahmen

beschränkt, sondern einen kritischen Blick auf ihre jeweilige wissenschaftliche Basis wirft.

Das Buch ist in drei Abschnitte gegliedert. Die ersten drei Kapitel führen mit Hintergrundinformationen zum Klimawandel und hier explizit zum Phänomen der Hitzewellen, zur Thermophysiologie des Menschen unter Fokussierung innerer und äußerer Wärmebelastung und zu den Strategien und Konzepten präventiven Handelns in die Dimensionen des Hitzeschutzes im Gesundheitswesen ein. Bewusst haben wir uns dafür entschieden, alle Themen aus dem Blickwinkel der Praxis der Pflege- und Gesundheitsversorgung zu beleuchten. Die jeweilige Relevanz für das präventive Handeln ist somit bei allen dargestellten Aspekten leitend. Dass Strategien und Konzepte des Hitzeschutzes, in welcher Einrichtung auch immer sie entwickelt werden, Erkenntnisse der Präventionsforschung berücksichtigen, ist uns ein besonderes Anliegen, weil es sich beim Hitzeschutz um komplexe Interventionen handelt, die sorgfältig geplant, verlässlich umgesetzt, regelmäßig evaluiert und kontinuierlich weiterentwickelt werden müssen (► Kap. 1.1, ► Kap. 1.2, ► Kap. 1.3).

Um Hitzewarnungen, vorbeugende Maßnahmen für die Sommerzeit, das akute Handeln in Hitzeperioden und bei Notfällen, die mittel- oder langfristig angelegte Gebäudesanierung und die Evaluierung dessen, was man kurz-, mittel- oder langfristig tut, geht es im zweiten Teil des Buches (► Kap. 2). Die Gliederung dieses Abschnitts lehnt sich an die Empfehlungen der WHO Europa und die bundesdeutschen Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen

an. Zu den Kernelementen beider Empfehlungen gehört die Nutzung eines Hitzewarnsystems. Der Deutsche Wetterdienst bietet nicht nur ein auf einem bioklimatischen Index beruhendes Hitzewarnsystem an, sondern darüber hinaus Vorwarnungen und andere Informationen, die in der Vorbereitung auf Hitzeereignisse wertvoll sind und im Kapitel 2.1 vorgestellt werden (► Kap. 2.1).

Zu welchen Zeitpunkten welche Vorbereitungen sinnvoll sind und was in der Akutsituation einer Hitzeperiode zu tun ist, wird in den Kapiteln 2.2 und 2.3 diskutiert (► Kap. 2.2, ► Kap. 2.3). Dabei wird in der Zusammenstellung des Erkenntnisstandes deutlich, wie lückenhaft die Datenlage noch ist, wie viele Aspekte allgemein empfohlener Maßnahmen noch auf den Beweis ihrer Wirksamkeit warten und dass viele Maßnahmen, abgeleitet vom physikalischen und thermophysiologischen Erkenntnisstand, dennoch als sinnvoll eingeschätzt werden können. Auch wird deutlich, dass der Reduktion der Exposition eine Schlüsselrolle im Hitzeschutz zukommt bzw. zukommen müsste, und dies sinnvollerweise auf Dauer. Auf Dauer angelegte Interventionen zur Reduktion der Exposition gegenüber Hitze führen unweigerlich zu Überlegungen, wie die Aufenthaltsorte der betreuten Personen und der Beschäftigten, d. h. die Gebäude und Außenbereiche, zu einem besseren Hitzeschutz ertüchtigt werden können.

In Kapitel 2.4 werden die rechtlichen Rahmenbedingungen und prinzipielle Ansätze für eine Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes von Gebäuden aufgezeigt, nicht ohne die unter Klimaschutzgesichtspunkten kontrovers zu diskutierende Gebäudekühlung zu thematisieren (► Kap. 2.4). Kapitel 2.5 gibt Anregungen, wie die Wirkung von Maßnahmen zum Hitzeschutz in Indikatoren gefasst und diese in ein Monitoring- bzw. Evaluationskonzept eingebunden werden können (► Kap. 2.5).

Der dritte Teil des Buches beleuchtet zu nächst die Settings der pflegerischen und gesundheitlichen Versorgung, unterteilt in

stationäre und ambulante Versorgungskonstellationen. In den Kapiteln 3.1 und 3.2 geht es um die spezifischen Herausforderungen und Lösungsansätze, die sich für die Umsetzung von Hitzeschutzkonzepten in Krankenhäusern, stationären Pflegeeinrichtungen und in ambulanten Betreuungsarrangements wie ärztlichen und therapeutischen Praxen, der ambulanten Pflege, aber auch in der Beratung Betroffener und ihrer Angehörigen ergeben (► Kap. 3.1, ► Kap. 3.2).

Deutlich wird, dass das vermeintlich immer Gleiche doch immer anders ist, dass alleine das korrekte Lüften im Gelingen von vielen Kontextfaktoren abhängt und zu einer komplexen Einzelmaßnahme wird, sobald das Setting, in dem es stattfinden soll, genauer betrachtet wird. Als komplexe Herausforderung erweist sich Hitzeschutz auch in der Betreuung von Säuglingen und in der Begleitung von Schwangeren, die die Fürsorge für das ungeborene Leben einschließt, und nicht zuletzt in der Betreuung der heterogenen Gruppe der Menschen mit Beeinträchtigungen und Behinderungen. Die Kapitel 3.3 und 3.4 gehen auf den Erkenntnisstand zu ihren besonderen Risiken ebenso ein wie auf die Möglichkeiten, trotz des gegenwärtig begrenzten Wissens sinnvolle Schutzstrategien zu entwickeln und umzusetzen (► Kap. 3.3, ► Kap. 3.4).

Diese Schutzstrategien umfassen auch den Arbeitsschutz, dem das Kapitel 3.5 gewidmet ist (► Kap. 3.5). Maßnahmen des Arbeitsschutzes bei Hitze in den Einrichtungen der Pflege und der Gesundheitsversorgung finden ihre Legitimation bislang nur in wenigen staatlichen Verordnungen oder Regelungen der zuständigen gesetzlichen Unfallversicherungsträger, und auch diese sind vage formuliert und bilden die Vielschichtigkeit der Arbeitsanforderungen und der potentiellen Hitzebelastungen in den unterschiedlichen Versorgungssettings nicht ab. Dennoch können Arbeitsschutzregeln wie die technische Regel ASR A 3.5 als wichtige Referenzen für Grenzwertsetzungen und für gestaffelte

Schutzmaßnahmen in den Einrichtungen der Pflege und der Gesundheitsversorgung gelten und ihre Weiterentwicklung könnte zu einer Verbesserung des Hitzeschutzes auch außerhalb ihres gesetzlichen Zuständigkeitsbereiches beitragen.

Der kritische Blick auf die wissenschaftliche Basis bestehender Empfehlungen zum Hitzeschutz hat viele offene Fragen zutage gebracht, die in den einzelnen Kapiteln diskutiert werden. Zur schnellen Auffindung der Textstellen, die sich mit grundsätzlichen Fragen zu einzelnen Maßnahmen auseinandersetzen, wurde eine Abbildung mit entsprechenden Kapitelverweisen aufgenommen (siehe letzte Seite dieses Buches).

Bei einer Herangehensweise, die Wissenslücken thematisiert und doch handlungsorientiert ist, bleibt es nicht aus, trotz ungesicherter Erkenntnislage hin und wieder Position zu beziehen. Eine dieser ungesicherten Erkenntnislagen betrifft den Nutzen von Ventilatoren zur Unterstützung der Körperkühlung bei vulnerablen Personen, d. h. zur Forcierung ihrer evaporativen Wärmeabgabe. Entgegen der verbreiteten Lehrmeinung, dass Ventilatoren bis zu einer Umgebungstempe-

ratur von 35 °C auch bei pflegebedürftigen Personen problemlos eingesetzt werden können, halten wir eine derartige Nutzung für voraussetzungsvoll und nur unter Kenntnis der damit verbundenen Risiken und der Kopplung mit gegensteuernden Maßnahmen für vertretbar. In verschiedenen Kapiteln dieses Buches finden sich weitere der Literatur entnommene Empfehlungen, die vor dem Hintergrund der ihnen zugrundeliegenden dünnen Erkenntnisbasis kontrovers diskutiert werden können. Wir hoffen daher, dass die Beiträge in diesem Buch nicht nur als Zusammenstellung von Fakten gelesen werden, sondern eine Diskussion anregen, die den Hitzeschutz weiterbringt.

Digitales Zusatzmaterial

Zum Buch gibt es zahlreiche Materialien, die kostenfrei im Internet heruntergeladen werden können. Den Weblink und den QR-Code, unter dem die Zusatzmaterialien zum Download verfügbar sind, finden Sie unter ► Kap. Zusatzmaterial zum Download.

1 Grundlagen

1.1 Klimawandel, Hitze und Gesundheit

Beate Blättner und Henny Annette Grewe

Um was geht es?

Der Sommer 2003 war in weiten Teilen Europas einer der bis dahin wärmsten Sommer, mit anhaltenden Hochdruckwetterlagen, einer deutlich überdurchschnittlichen Sonnenscheindauer und einem erheblichen Niederschlagsdefizit. In Freiburg am Breisgau beispielsweise wurden an 53 Tagen Temperaturen von mehr als 30 Grad gemessen. In diesem ohnehin warmen Sommer brachte das Hoch Michaela zwischen dem 1. und 14. August 2003 ein Extremwetterereignis mit sich, das von heißen Tagen, teilweiser Windstille und nur geringer nächtlicher Abkühlung gekennzeichnet war. Besonders von der Hitze betroffen waren Italien, Frankreich, die Schweiz, Teile Deutschlands, Österreichs und Spaniens.

Am 14. August 2003 informierte das Robert Koch-Institut in Deutschland die Bundesländer über das Auftreten von ungeklärten Todesfällen in einem Krankenhaus in Nordrhein-Westfalen und einem Altenpflegeheim in Baden-Württemberg. Auch in Hessen und Rheinland-Pfalz war es zu einer Häufung ungeklärter Todesfälle in Heimen gekommen. Gemeinsame Merkmale der Krankheitsverläufe waren plötzlich auftretendes Fieber und Exsikkose ohne Durchfälle. Eine gemeinsame infektiöse Ursache konnte ausgeschlossen wer-

den. Die Untersuchungen kamen schließlich zum Ergebnis, dass die Todesfälle auf das Hitzeereignis zurückzuführen waren.

In Frankreich wurde die Situation zu einem Politikum: Als die Temperaturen erstmals 39 Grad überstiegen, brachen allein auf den Straßen von Paris 40 Menschen leblos zusammen. Kliniken waren überlaufen, es fehlte überall an Krankbetten, versorgt wurden viele Hitzeopfer notdürftig in den Gängen. Die hohe Zahl der Toten führte dazu, dass in den Leichenhallen kein Platz mehr war, da man die Leichen wegen der beträchtlichen Hitze nicht in ungekühlten Räumen lagern konnte. Ein großes Kühllager im Logistikzentrum für Lebensmittel eines Pariser Vorortes wurde zur Leichenhalle umfunktioniert. Am 24. August gab es immer noch 300 Leichen in Paris, für die sich keine Angehörigen gemeldet hatten und die im Großmarkt und in Kühllastern ihrer Beisetzung harhten.

Der Generaldirektor für Gesundheit, Abteilungsleitung im Sozialministerium, Lucien Abenhaim, trat aufgrund dieser Ereignisse zurück, die Frankreich wie auch andere europäische Staaten unvorbereitet getroffen hatten. Staatspräsident Jacques Chirac wies zwei Wochen nach Ende der Krise in einer Erklärung die Verantwortung der Exekutive für die Ereignisse zurück und kritisierte stattdessen die feh-

lende Solidarität der Bürgerinnen und Bürger. Vor allem klagte er über die schwächer werdende soziale Bindung besonders gegenüber älteren Menschen. Zugleich kündigte er die Überprüfung der Frühwarnsysteme wie auch der Hilfs- und Notfalldienste an.

Um die notwendigen Maßnahmen zu finanzieren, schuf die Regierung ab 2004 einen nationalen »Tag der Solidarität mit den Betagten«. Pro Jahr müssen die Beschäftigten einen Tag arbeiten, der bislang arbeitsfrei war. Arbeitgeber entrichten eine Abgabe von 0,3 % der Lohnmasse an die »Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie«, den Nationalen Solidaritätsfonds für die Autonomie der älteren Menschen (LOI n° 2004-626 du 30 juin 2004 relative à la solidarité pour l'autonomie des personnes âgées et des personnes handicapées).

Am 3. September 2003 nahmen Jacques Chirac und der Pariser Bürgermeister an der Beisetzung von 57 Menschen teil, die Anfang August an der extremen Hitze gestorben waren und für die sich keine Angehörigen gemeldet hatten.

1.1.1 Klimawandel

In den Jahrillionen der Erdgeschichte hat sich das Klima vor allem aufgrund von zyklischen Änderungen der Erdbahn um die Sonne, Veränderungen der Sonnenaktivität und durch die Plattentektonik immer wieder verändert. Kaltzeiten folgten Warmzeiten. Klimaänderungen sind also für das Klimasystem der Erde typisch. Solche Veränderungen erfolgen allerdings langsam. Der aktuelle Temperaturanstieg seit Beginn der Industrialisierung verläuft demgegenüber sehr schnell und ist nur durch eine menschengemachte Verstärkung des Treibhauseffekts in der Lufthülle um die Erde erklärbar (Deutsches Klima-Konsortium et al. 2020).

Der Treibhauseffekt selbst ist ein natürliches Phänomen, das die Erdoberfläche erst

bewohnbar gemacht hat. Die Sonne liefert auf der Erde Energie in Form überwiegend kurzwelliger Strahlung. Ein Teil dieser Energie wird in das Weltall zurückreflektiert. Wie hoch dieser Teil ist, hängt von der Albedo der Erdoberfläche ab. Albedo ist das Rückstrahlungsvermögen von nicht selbstleuchtenden, diffus reflektierenden Oberflächen. Die Albedo einer Erdoberfläche mit vereisten Ozeanen wäre aufgrund der dann helleren Oberfläche höher als die der Erde, wie wir sie jetzt kennen. Auch der Bewuchs des Bodens hat einen Einfluss auf die Albedo. Die Erde gibt ihrerseits Energie in Form von langwelliger Wärmestrahlung in den Weltraum ab, und zwar je mehr, umso höher ihre Temperatur ist. Im Zusammenspiel von kurzwelliger Strahlung von der Sonne, Rückstrahlung und langwelliger Wärmestrahlung von der Erde stellt sich eine Gleichgewichtstemperatur ein. Bei einer Albedo von 30 % wäre es ohne Atmosphäre auf der Erde durchschnittlich minus 18 Grad kalt (► Abb. 1.1.1).

Die Atmosphäre und die in ihr enthaltenen Treibhausgase verändern diesen Prozess. Die wichtigsten vier natürlich vorkommenden Treibhausgase sind Wasserdampf (H_2O), Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O). Die Treibhausgase behindern die einfallende Sonnenstrahlung, nur etwa die Hälfte kommt am Erdboden an. Kurzwellige Strahlen werden aber weniger von Treibhausgasen absorbiert als langwellige Wärmestrahlen. Über 80 % der vom Erdboden abgegebenen Wärmestrahlung wird von Treibhausgasen in der Atmosphäre am Entweichen gehindert. Würde die Luft unbeweglich über der Erdoberfläche bleiben, wäre es aufgrund dieses Treibhauseffektes an der Erdoberfläche durchschnittlich etwa 90° C warm. Aufsteigende Luftmassen führen aber große Wärmemengen vom Erdboden in höhere Atmosphärenschichten. Diese können dort aus dem Klimasystem entweichen, so dass zu vorindustriellen Zeiten weltweit eine mittlere Temperatur von etwa plus 14 °C herrschte (► Abb. 1.1.2).

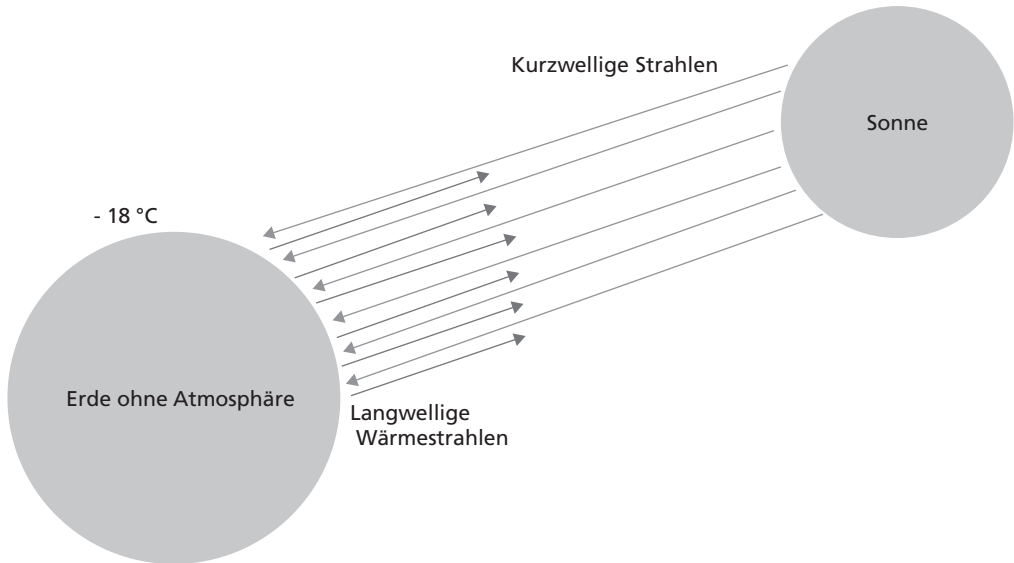


Abb. 1.1.1: Erdtemperatur ohne Atmosphäre (eigene Darstellung)

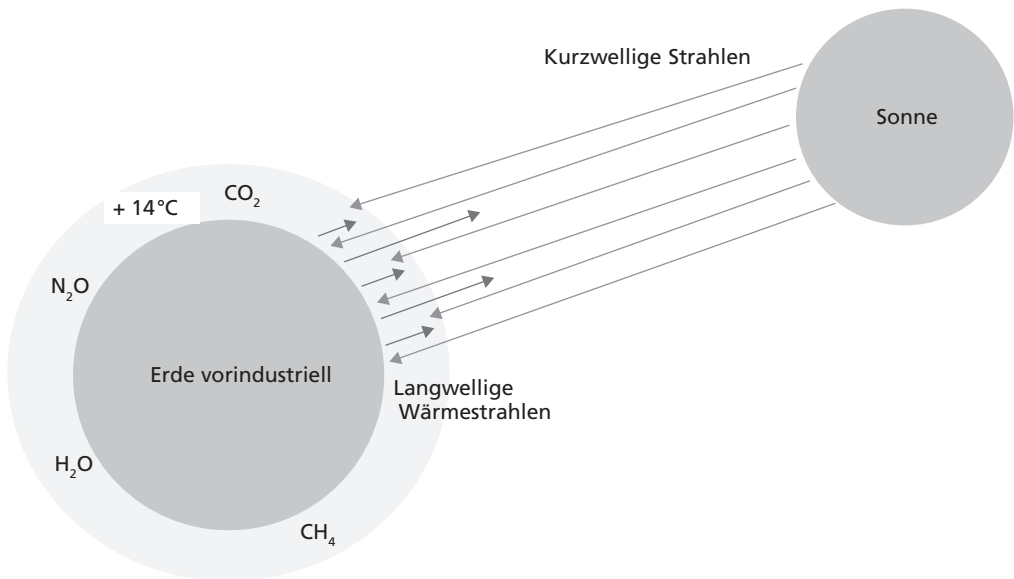


Abb. 1.1.2: Der Treibhauseffekt der Atmosphäre (eigene Darstellung)

Seit Beginn der Industrialisierung am Ende des 18. Jahrhunderts nimmt die Konzentration von Kohlendioxid, Methan und Lachgas in der Atmosphäre stark zu. Lag die Konzentration

von Kohlendioxid vor der Industrialisierung bei etwa 280 Molekülen in einer Million Luftteilchen (ppm), liegt sie heute bei 411 ppm, die von Methan ist von etwa 722 Teilchen

pro Milliarde Luftmoleküle (ppb) auf 1.866 ppb gestiegen, die von Lachgas von 270 ppb auf mehr als 330 ppb (Deutsches Klima-Konsortium et al. 2020). Die verschiedenen Treibhausgase haben u. a. aufgrund ihrer Verweildauer in der Atmosphäre einen unterschiedlichen Einfluss auf die Veränderung der Atmosphäre, was durch sogenannte Globale Erwärmungspotentiale oder GWP (Global Warming Potentials) beschrieben wird. Nach internationaler Übereinkunft ist der Effekt von Kohlendioxid hierbei die Referenz, CO_2 hat daher definitionsgemäß ein GWP von 1, bezogen auf einen 100-Jahre-Zeitraum. Das

GWP₁₀₀ von Methan beträgt 28, das GWP₁₀₀ von Lachgas 265 (IPCC 2013, S. 731). Dies bedeutet, dass der Treibhauseffekt von Methan in einem 100-Jahre-Zeitraum 28 Mal höher ist als der von CO_2 , der von Lachgas 265 Mal höher. Zu den natürlich vorkommenden Stoffen kommen synthetische Treibhausgase, u. a. fluorierte Kohlenwasserstoffe (F-Gase), hinzu, die ein vielfach höheres GWP haben als die natürlich vorkommenden Treibhausgase. Unter anderem werden Treibhausgase mit GWP₁₀₀ von mehr als 1.000 derzeit noch in »umweltfreundlichen« Technologien wie Wärmepumpen eingesetzt (► Kap. 2.4.3).

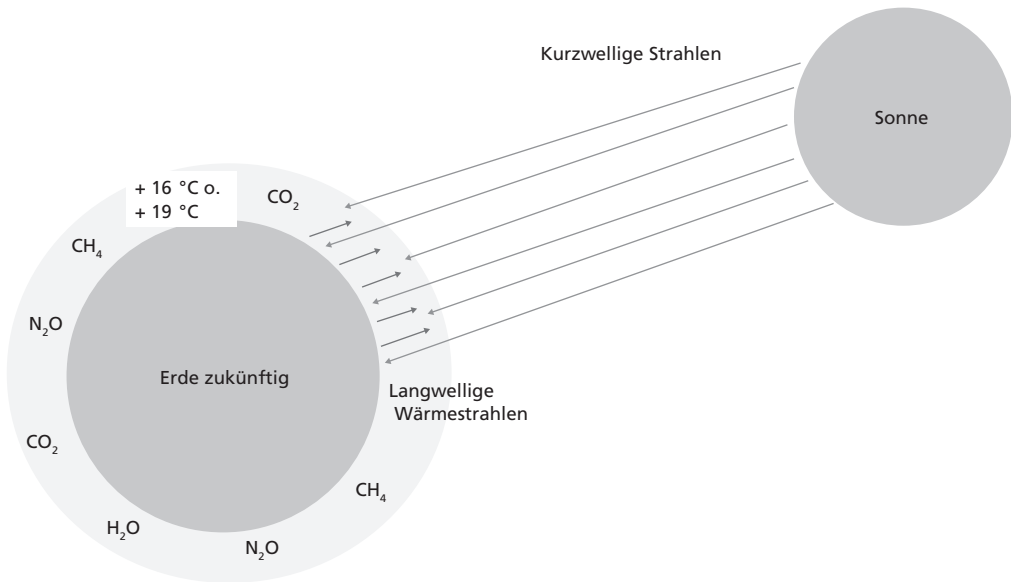


Abb. 1.1.3: Menschengemachte Verstärkung des Treibhauseffekts (eigene Darstellung)

Die stärkere Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre führt zu einer deutlich stärkeren Absorption der langwelligen Wärmestrahlung und damit zu einer erheblichen Verstärkung des Treibhauseffektes. Die Folge ist eine globale Erwärmung (► Abb. 1.1.3).

Ursachen für die Steigerung der Konzentration von natürlichen Treibhausgasen sind vor allem das Verbrennen fossiler Energieträ-

ger und die intensive Landwirtschaft. Fossile Energie ist pflanzlichen Ursprungs – Erdöl und Erdgas entstanden aus Meereskleinstlebewesen, vor allem Algen, Kohle aus Torf. Alles lebende Gewebe ist aus organischen Kohlenstoffverbindungen aufgebaut. Unter Luftabschluss und nach Versenkung in tiefere Bereiche der oberen Erdkruste ist das Gewebe erhöhten Drücken und Temperaturen ausge-

setzt, daraus bilden sich Substanzen mit konzentriertem Kohlenstoff. So besteht Kohle zu mehr als der Hälfte seines Gewichtes aus Kohlenstoff (C). Bei der Verbrennung wird Sauerstoff (O_2) zugeführt und es entsteht Kohlendioxid (CO_2). Erdgas und Erdöl bestehen aus Kohlenwasserstoffen, also Verbindungen von Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H), wie beispielsweise Methan (CH_4). Der zusätzliche Ausstoß von Lachgas (N_2O) entsteht vor allem durch Viehhaltung, den Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln in der Landwirtschaft und durch Verbrennung von Biomasse, z. B. bei Biokraftstoffen. Das Abholzen und Abbrennen großer Waldflächen, das Trockenlegen von Mooren und die Veränderung der Nutzung von Böden tragen ebenfalls zu einer Verstärkung der Freisetzung von Treibhausgasen bei und reduzieren zugleich natürliche Möglichkeiten der Speicherung von Kohlendioxid in Wäldern und Mooren.

Bei bestimmten Temperaturschwellen, die noch nicht genau definiert sind, können zudem einige Elemente im Klimasystem der Erde in einen neuen Zustand kippen, der eine Rückkehr zum vorherigen Zustand quasi ausschließt. Ein Beispiel dafür ist das Tauen von Permafrostböden. Passiert dies, so werden dadurch zusätzlich sehr große Mengen an Methan und Kohlendioxid freigesetzt, die wiederum den Treibhauseffekt deutlich verstärken. Andere Beispiele für Kipp-Punkte sind das Schmelzen des antarktischen Eisschildes und des Eispanzers auf Grönland, die u. a. die Albedo verändern, oder die Vernichtung des Amazonas-Regenwaldes (Deutsches Klima-Konsortium et al. 2020).

Bereits seit den 1970er Jahren werden diese Zusammenhänge diskutiert. Anfangs war das Wissen darüber noch mit einigen Unsicherheiten behaftet, die inzwischen Gewissheiten gewichen sind. Das Umweltschutzprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) haben im Jahr 1988 einen »Weltklimarat« gegründet, das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Dieser zwischen-

staatliche Ausschuss hat bereits Anfang der 1990er Jahre erste Warnungen veröffentlicht (IPCC 1992). In einem weiteren Bericht Ende der 1990er Jahre (IPCC 1998) wird bereits deutlich davor gewarnt, dass wärmebedingte Todesfälle unter der globalen Erwärmung zunehmen werden und durch die Verschlechterung der Luftqualität in den Städten noch steigen könnten.

Wie viel genau es künftig wärmer wird, hängt davon ab, wie stark die Emissionen an Treibhausgasen reduziert werden können. Verschiedene Szenarien berechnen einen Anstieg der Mitteltemperatur der Erde von $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Könnten kurzfristig die Emissionen von Kohlendioxid um mehr als die Hälfte weltweit reduziert werden, wäre ein Anstieg um $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ bereits nicht mehr zu verhindern. Das klingt nicht viel, wäre aber das Zweifache des Temperaturanstiegs der letzten 100 Jahre und stärker als alle natürlichen Klimaschwankungen der vergangenen 10.000 Jahre. Dennoch erscheint nach gegenwärtigem Forschungsstand eine Anpassung der Ökosysteme dann gerade noch möglich. Deshalb gilt es nach dem Pariser Übereinkommen (United Nations 2015) als politisches Ziel, die $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -Grenze auf keinen Fall zu überschreiten und idealerweise deutlich unter $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu bleiben.

Das Ausmaß der Erderwärmung wird regional unterschiedlich verteilt sein. Besonders stark werden sich die Antarktis und die Kontinente der mittleren und nördlichen Breiten erwärmen, weniger stark die Ozeane. Einzelne Regionen können sich sogar etwas abkühlen, während die Temperatur in anderen Gegenden deutlich stärker ansteigen wird.

Veränderungen des Klimas sind heute bereits beobachtbar. Die Jahre 2016, 2019 und 2020 waren bis zum Ende der Dekade weltweit die drei wärmsten Jahre seit Messbeginn, das Jahrzehnt 2011 bis 2020 das wärmste Jahrzehnt. Mit dem Beginn der 2020er Jahre liegt die Erwärmung bei etwa $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (WMO 2021). Für Deutschland berichtete der Deutsche Wetterdienst (DWD 2020a), dass das Jahr 2020 in Deutschland mit einer Jahresmittel-

temperatur von 10,4 °C nach 2018 mit 10,5 °C das zweitwärmste Jahr seit Beginn flächendeckender Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 war. Die Durchschnittstemperatur im Jahr 2022 lag um 2,3 °C über dem Wert der international gültigen Referenzperiode 1961–1990 (DWD 2022). Neun der zehn wärmsten Jahre wurden im 21. Jahrhundert beobachtet, davon die vier wärmsten Jahre in der Dekade 2011 bis 2020. Seit Beginn der Wetteraufzeichnungen hat sich die mittlere Temperatur der bodennahen Luft in Deutschland bereits deutlich erwärmt. Das aktuelle Jahrzehnt war rund 1,9 °C wärmer als die ersten drei Jahrzehnte der Aufzeichnungen. Die Temperaturen in Deutschland sind damit deutlich stärker gestiegen als im weltweiten Durchschnitt (Deutsches Klima-Konsortium et al. 2020). Ähnlich sind die Daten für Österreich. Hier waren 2020 und 2015 auf den Bergen die beiden wärmsten Jahre der Messgeschichte, das Jahr 2022 das zweitwärmste (ZAMG 2020). In der Schweiz war das Jahr 2020 ebenso warm wie das bisherige Rekordjahr 2018, das Jahr 2022 war bisher das wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen (MeteoSchweiz 2021, 2023).

Klima ist allerdings nicht mit Wetter gleichzusetzen. Auch in warmen Jahren kann es erheblichen Frost geben und Hitzeperioden können weitgehend ausbleiben. Dennoch sind steigende Jahresmitteltemperaturen mit einer zunehmenden Wahrscheinlichkeit von Extremwetterereignissen wie Hitzeextremen, extremer Trockenheit, aber auch Starkregen, Überschwemmungen oder Stürmen verbunden, die zu körperlichen, aber auch psychischen Folgen für die Gesundheit von Menschen führen können. Dürre wiederum kann zu Problemen bei der Produktion von Lebensmitteln und zu erhöhten Wahrscheinlichkeiten von Flächenbränden führen, was die Luftqualität erheblich beeinträchtigen kann. Die klimatischen Veränderungen können zu neuen Infektionsrisiken (z. B. durch vektorübertragene Infektionskrankheiten) oder einer Zunahme von Allergien (z. B. Pollenallergien)

führen, da andere Pflanzen und Tiere auch in Deutschland überleben können und sich die Blühzeiten verlängern. International können Landstriche aufgrund eines Anstieges des Meeresspiegels oder aufgrund von Dürre und Hitze nicht mehr bewohnbar sein, was zu einem erhöhten Migrationsdruck in bewohnbare Länder führen kann. Veränderungen des Klimas können also mit unterschiedlichen direkten und indirekten Risiken für die Gesundheit der Bevölkerung verbunden sein.

1.1.2 Hitzeextreme und gesundheitliche Folgen

Die Zunahme von Hitzeextremen gilt als eine der spürbarsten Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit der Bevölkerung. Der Special Report des Österreichischen Klimarates APCC (Austrian Panel on Climate Change) »Gesundheit, Demographie und Klimawandel« kommt für Österreich zum Schluss, dass die stärksten Gesundheitsfolgen mit breiter Wirkung durch Hitze zu erwarten sind (APCC 2018). Dabei sind nicht nur die erreichten Temperaturen ein Problem, sondern auch die Länge einer solchen Extremphase.

Eine längere Dauer von stabilen Wetterlagen wie Hitzewellen oder auch Kältephasen im Winter in Europa könnte auf stabile Wellenmuster im Jetstream zurückzuführen sein. Der Jetstream ist ein Windband, das auf der Nordhalbkugel in sieben bis zwölf Kilometern Höhe von West nach Ost strömt, mit bis zu 500 Kilometern in der Stunde. Es wird von der Temperaturdifferenz zwischen den hohen Breiten und der Region um den Äquator angetrieben. In der Arktis steigen die Temperaturen im Zuge der Erderwärmung stärker an als in anderen Teilen des Planeten. Dadurch sinkt dieser Temperaturunterschied. Im Jetstream könnten feste Wellenmuster entstehen, die dazu führen, dass Extremwetterperioden lange anhalten können.