

GPA-PLENUM BEIM DEUTSCHEN ALLERGIEKONGRESS 2024

Klimawandel und Kindergesundheit

Die Vorträge des GPA-Plenums beim Deutschen Allergiekongress 2024 in Dresden hatten verschiedene Aspekte von „Klimawandel und Kindergesundheit“ zum Inhalt. Den Vorsitz dieser Session hatten Prof. Dr. med. Christian Vogelberg und Dr. med. Thomas Lob-Corzilius inne. Die Autorin und die Autoren haben ihre Vorträge zu wissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels, den Herausforderungen einer klimasensiblen Kommunikation in der Pädiatrie sowie den Folgen des Klimawandels für uns Menschen überarbeitet, sodass deren Inhalt hier übersichtlich zusammengefasst erscheint.

Klimawandel – was ist das?

Tobias Ankermann, Kiel

Im ersten Vortrag standen wissenschaftliche Grundlagen des durch den anthropogenen Treibhauseffekt hervorgerufenen Klimawandels im Vordergrund.

Was versteht man unter Klima?

Die Erde wird von einer gasförmigen Hülle umgeben, der Atmosphäre, die aus den Gasen Stickstoff (N₂, 78,1 %), Sauerstoff (O₂, 20,9 %), Spurengasen wie Argon, Neon und Krypton und Treibhausgasen wie Kohlendioxid (CO₂) und Ozon besteht. Zudem finden sich in der Atmosphäre in sehr stark schwankenden Anteilen in Luft befindliche feste und flüssige Bestandteile, Aerosole, wie Wasserdampf und Feinstaub [31].

Der physikalische Zustand der Atmosphäre in einem kürzeren Zeitraum (Stunden, Tage, Wochen) wird als Wetter bezeichnet. Das Wetter wird durch Größen – sogenannte Klimaelemente –, wie z. B. Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung u. a., sowie das Zusammenwirken dieser Größen beschrieben. Das Wetter in einem Zeitraum von Tagen, Monaten bzw. in Jahreszeiten wird häufig als Witterung bezeichnet. Unter dem Begriff Klima wird das statistische Durchschnittswetter in einer Region über einen längeren Zeitraum Monate bis Jahrtausende verstanden. Der

klassische Analysezeitraum für Klimaphänomene ist die von Weltorganisation für Meteorologie festgelegte Klimanormalperiode mit einer Dauer von 30 Jahren [12, 31]. Klimaelemente, die das Klima eines Ortes beeinflussen, werden als Klimafaktoren bezeichnet. Klimafaktoren sind z. B. die atmosphärische Zirkulation, Sonneneinstrahlung, Wasserkreislauf (Hydrosphäre), Veränderungen der Eisflächen der Erde (Kryosphäre) Aufbau und Bewegung der Erdkruste (Tektonik, Geosphäre), Änderungen in dem von Lebewesen beeinflussten Raum (der Biosphäre) [12, 31]. Das System aus Hydrosphäre, Kryosphäre, Geosphäre und Biosphäre wird als Ökosystem Erde bezeichnet.

Die Begriffe Wetter, Witterung und Klima beschreiben Zustandsänderungen der Atmosphäre. Die Begriffe unterscheiden sich im Hinblick auf die betrachteten Zeiträume. Unter Klima werden statistische Änderungen in Zeiträumen von Jahren bis zu Jahrtausenden verstanden. Der Zeitraum von 30 Jahren wird als Klimanormalperiode definiert.

Das Klima auf der Erde ist im Prinzip das Resultat der Energiebilanz der eingestrahnten Sonnenenergie und der von der Erde abgestrahlten Energie. Die von der Erde reflektierte Wärmestrahlung muss die absorbierte Wärme und Energie der Sonnenstrahlung ausgleichen. Klimaänderungen entstehen durch Änderungen dieser Energiebilanz. Grundsätzliche Mechanismen, die diese Energiebilanz ändern können, sind [25]

- eine Änderung der Sonneneinstrahlung,
- Änderung der von der Erde zurückgespiegelten Strahlung (sogenannte Albedo) oder
- eine Änderung der abgegebenen Energie durch Änderung der Zusammensetzung der Atmosphäre.

Da die Atmosphäre insbesondere in unbewölkten Bereichen durchlässig für kurzweilige Sonneneinstrahlung ist, die in der Atmosphäre vorhandenen Gase und Aerosole aber die von der Erde abgegebene langwellige Infrarotstrahlung teilweise absorbieren, steigt die Temperatur auf der Erde an. Diesen Effekt nennt man natürlichen Treibhauseffekt. Die dafür ursächlichen Gase (z. B. Kohlendioxid

[CO₂], Methan [CH₄], Lachgas [N₂O], Ozon [O₃], Fluorkohlenwasserstoffe, Kohlenwasserstoffe u. a.) in der Atmosphäre nennt man Treibhausgase. Für den natürlichen Treibhauseffekt haben auch die Aerosole Wasserdampf und Stäube verschiedener Partikelgrößen eine Bedeutung. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt würde sich die Temperatur auf der Erdoberfläche bei – 15 °C einstellen. Der natürliche Treibhauseffekt ermöglicht somit überhaupt Leben auf der Erde [7, 31].

Eine Änderung der Sonneneinstrahlung wird durch zyklische Veränderungen der Strahlungsintensität durch die Sonne selbst oder durch Änderungen in der Umlaufbahn der Erde oder Änderung des Rotationswinkels der Erde hervorgerufen (sog. Milanković-Zyklen, die nach dem Astronomen Milutin Milanković benannt sind [22]. Änderungen der zurückgespiegelten Strahlung entstehen durch Veränderungen der Erdoberfläche – z. B. Veränderungen der Eisflächen, der Wasser- und/oder der Erdoberfläche. Änderungen in der Atmosphäre, die die Energiebilanz der Erde beeinflussen, sind die Gaszusammensetzung und der Gehalt an Aerosolen in der Atmosphäre [25].

Das Klima auf der Erde ist ein Resultat der Energiebilanz der durch die Sonne eingestrahlten Energie, durch Erdoberfläche (Wasser, Land, Eis) abgestrahlte Energie und die in der Atmosphäre durch Gase und Aerosole absorbierte Energie.

Die Absorption langwelliger Strahlung durch Gase und Aerosole in der Atmosphäre, die das Klima und insbesondere die Temperatur auf der Erde mitbestimmt, wird **natürlicher Treibhauseffekt** genannt.

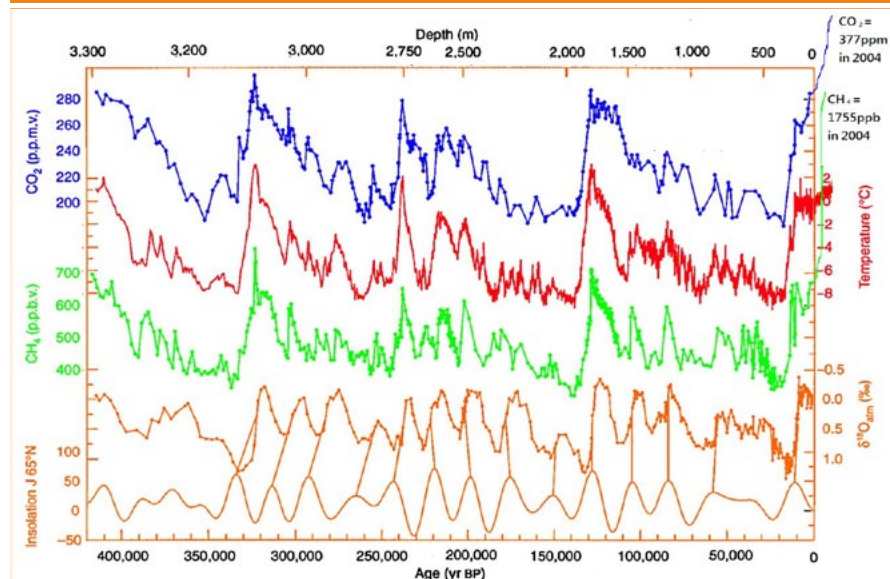
Klimageschichte

Zu Beginn der Erdgeschichte vor 4,5 Milliarden Jahren, nach Berechnungen etwa in den ersten drei Milliarden Jahren, war die Erde sehr viel kälter, da die Sonneneinstrahlung um 25–30 % schwächer war [13]. Durch die Vergrößerung der Eisflächen wird zudem vermehrt kurzwelliges Sonnenlicht von Eisflächen zurückgestrahlt (Eis-Albedo-Effekt). Es wird postuliert, dass es durch eine erhöhte Konzentration des wichtigsten Treibhausgases CO₂ durch Freisetzung aus der Erdkruste über Vulkane zu einer Verstärkung des Treibhauseffekts gekommen ist und so die Temperaturen auf der Erde angestiegen sind. Anhand von Sedimentdaten, Gesteinsanalysen und anderen sogenannten Proxy-Daten kann man zeigen, das in den letzten 600 Millio-

nen Jahren große Eisvorkommen auf der Erde mit einem niedrigen CO₂-Gehalt der Atmosphäre, und niedrige Eisvorkommen auf der Erde mit hohem CO₂-Gehalt der Atmosphäre einhergehen [27].

Vor etwa 55 Millionen Jahren kam es zu einer plötzlichen Erwärmung der Erde (Paleocene-Eocene Thermal Maximum, PETM), während der eine große Menge CO₂ in die Atmosphäre über einen vergleichbar kurzen Zeitraum von 1000 Jahren gelangte. Die Ursache ist nicht ganz geklärt, postuliert wird die Freisetzung von Methanhydrat aus der Erdkruste, ein Meteoriteneinschlag oder eine erhöhte vulkanische Aktivität [34]. Das Klima der Erde der letzten 2–3 Millionen Jahre wird durch wiederkehrende zyklische Eiszeiten bestimmt. Ursache sind Schwankun-

Abbildung 1. Ergebnisse der Untersuchung von Eisbohrkernen aus dem antarktischen Wostok-See



Verlauf der Konzentrationen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂) und Methan (CH₄), der Sonneneinstrahlung sowie der Temperatur auf der Erde anhand von Daten aus Eisbohrkernen aus dem antarktischen Wostok-See in den letzten 400.000 Jahren; Stand 2004. Gut zu erkennen ist der exponentielle Anstieg der Konzentration der Treibhausgase CO₂ und CH₄ und der Temperaturanstieg in den letzten 150 Jahren.

p.p.m.v.: parts per million by volume; ppm: parts per million;
p.p.b.v.: parts per billion volume; ppb: parts per billion (Milliarde)

Quelle: https://www.antarcticglaciers.org/wp-content/uploads/2012/07/Vostok_420ky_4curves_insolation_to_2004.jpg [1] (vgl. auch [20, 21])

gen der Sonneneinstrahlung aufgrund von Änderungen der Bahn der Erde um die Sonne, die oben genannten Milanković-Zyklen [17, 22]. In diese Zeit fällt auch der Beginn der Menschheitsgeschichte [23]. Für die letzten 400.000 Jahre kann man anhand von Daten aus Untersuchungen von Eisbohrkernen aus dem antarktischen Wostok-See gut zeigen, dass es zyklische Temperaturschwankungen gab, die mit dem CO₂-Gehalt der Atmosphäre korrelieren (Abbildung 1).

Diese kursorische, sehr oberflächliche Skizze der Klimageschichte zeigt, dass das Klima ein dynamisches System mit multiplen Einflussgrößen ist, in dem der natürliche Treibhauseffekt und das Treibhausgas CO₂ bedeutende Stellgrößen sind. Der Wandel ist Kennzeichen eines dynamischen Systems, in dem verschiedene Stellgrößen mit verschiedenen Zeitkonstanten Einfluss nehmen. Der natürliche Klimawandel ist somit ein Phänomen, das in der Erdgeschichte mit dramatischen Veränderungen präsent ist.

Die Klimageschichte zeigt, dass das System Klima ein empfindliches Regelsystem mit vielen Stellgrößen ist. Die Klimageschichte zeigt, dass der natürliche Treibhauseffekt durch Treibhausgase (überwiegend CO₂) eine entscheidende variable Stellgröße ist. Klimawandel ist somit auch ein natürliches Phänomen.

Klimawandel aufgrund des anthropogenen Treibhauseffekts

Die theoretischen Grundlagen für das Verständnis des Treibhauseffekts wurden schon vor rund 200 Jahren gelegt: Grundlegend waren Daten von Fourier, der 1824 beschrieb, dass Gase der Erdatmosphäre die Temperatur erhöhen [7]. Die Amerika-

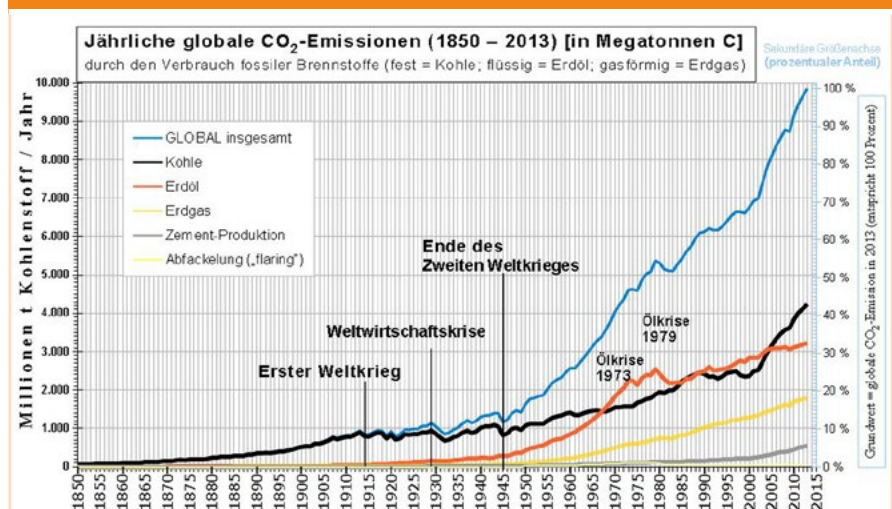
nerin Eunice Foot 1856 [6] und 1862 der Brite John Tyndall zeigten anhand von Messungen, dass CO₂ und Wasserdampf die entscheidenden Treibhausgase sind [30, 31]. Arrhenius zeigte unter Einbeziehung der Wechselwirkung mit der Kryosphäre (Eis-Albedo-Rückkopplung) 1896, dass eine Verdopplung des CO₂-Gehalts der Atmosphäre zu einem Temperaturanstieg um 4–6 °C führen würde [2, 24].

Schon vor dem zweiten Weltkrieg wurde in der Wissenschaft und Klimaforschung folgende Frage diskutiert: Ist der damals beobachtete Anstieg der Temperatur bedingt durch den Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, der durch die vermehrte Emission von CO₂ bei Verbrennung von fossilen Energieträgern entsteht, die in steigendem Maße mit der Industrialisierung genutzt wurden? Erst in den 1950 Jahren konnte durch Isotopen-Messungen gezeigt werden, dass der Anstieg der CO₂-Konzentration tatsächlich durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdgas und Erdöl verursacht ist. Keeling entwickelte in

dieser Zeit Methoden zur CO₂-Messung in der Atmosphäre und implementierte mit Beginn im Jahr 1957 kontinuierliche Messungen der atmosphärischen CO₂-Konzentration, die einen im Verlauf exponentiellen Anstieg zeigten [14]. Die Daten aus Eisbohrkernen zeigen, dass sich in der Atmosphäre heutzutage die höchste CO₂-Konzentration seit 800.000 Jahren findet (s. o.). Als **anthropogener Treibhauseffekt** wird folgender Zusammenhang bezeichnet: Durch Verbrennung fossiler Energieträger, aber auch vermehrte Einbringung von Aerosolen, z. B. durch Industrieproduktion, extensive Viehzucht (Methanfreisetzung), entstehen Treibhausgase, die die von der Erde zurückgestrahlte Energie verstärkt absorbieren. In der Folge kommt es zur Klimaveränderung und Erwärmung der Erde.

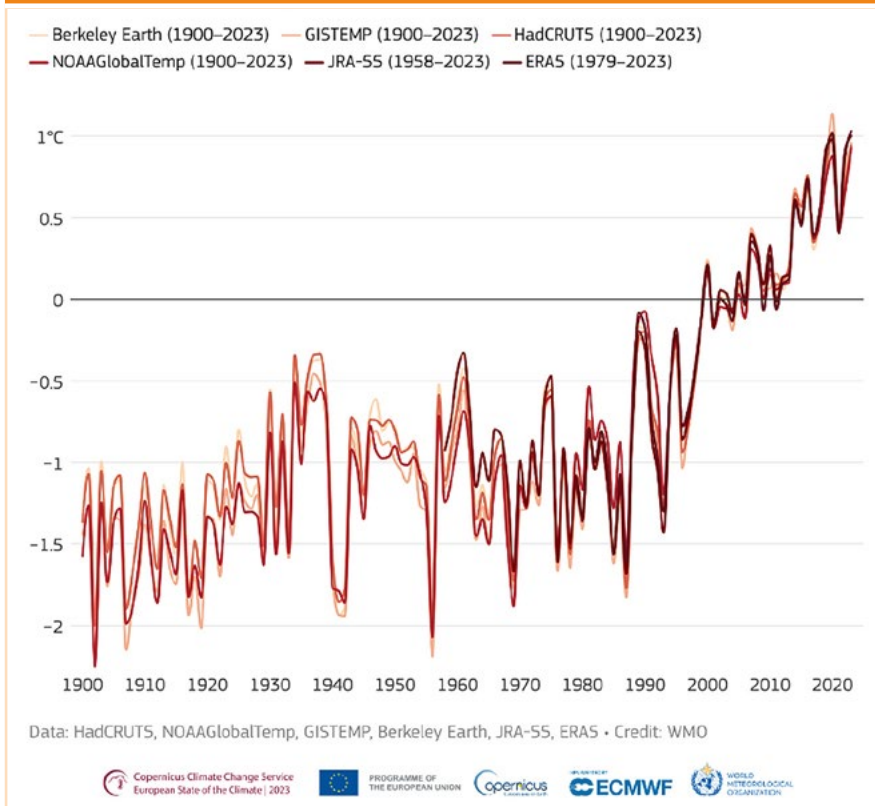
Abbildung 2 zeigt die CO₂-Emissionen, Abbildung 3 den Temperaturverlauf in Europa von 1991–2020. Gut zu erkennen ist in beiden Abbildungen der exponentielle Anstieg. Laut der Daten des Berkley Earth Surface Temperature Project [3] wurde in

Abbildung 2. Globale CO₂-Emissionen (1850 bis 2013)



Verlauf der Kohlendioxid CO₂-Emissionen Megatonnen Kohlenstoff pro Jahr und in Prozent seit 1850 mit Aufschlüsselung der Herkunft (Global, Kohle, Erdöl, Erdgas, Zementproduktion und Abfackelung von Gasen).

Abbildung 3. Temperaturverlauf in Europa 1991 bis 2020



Quelle: <https://wmo.int/news/media-centre/europe-experiences-widespread-flooding-and-severe-heatwaves-2023> [33]

Deutschland 2020 eine Erwärmung von +2,3 °C im 10-Jahres-Mittel gemessen.

Unter dem Begriff Klimawandel im engeren Sinne werden heute die Klimaänderungen infolge des sogenannten „anthropogenen Treibhauseffekts“ verstanden.

Im Kyoto-Protokoll, einem 1997 beschlossenen Zusatzprotokoll der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, wurden als entscheidende Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (Lachgas, N₂O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFCs), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFCs), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃, seit 2012) festgelegt [8].

Die Gase Kohlenstoffmonoxid (CO), Stickoxide (NO_x) oder flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan waren durch das zum Schutz der Ozonschicht 1987 verabschiedete und umgesetzte Montreal-Protokoll (Zugriff auf deutsche Übersetzung über [19]) so weit reguliert und deutlich verringert, dass sie nicht mehr genannt wurden. Die globalen und regionalen CO₂-Emissionen können online über Global Carbon Atlas aktualisiert abgerufen werden [9].

Folgen des Klimawandels

Der durch den **anthropogenen Treibhauseffekt** verursachte Klimawandel führt über die Erhöhung der globalen Temperatur zu komplexen Veränderungen im Ökosystem und Klimasystem der Erde. Die Erwärmung führt zu einem Rückgang

der Eisoberflächen der Erde (Veränderung der Kryosphäre). Sichtbarste Veränderung ist das Abtauen der Gletscher, die seit Beginn der industriellen Revolution mehr als die Hälfte ihrer Substanz verloren haben, und der Rückgang des polaren Meereises. Die Verringerung der Eisoberfläche führt zu einer Verringerung des Albedo-Effekts und damit dazu, dass weniger Sonnenenergie wieder von der Erde abgestrahlt werden kann. Das abgeschmolzene Eis führt zu einem Anstieg des Meeresspiegels (Veränderung der Hydrosphäre). Mit Vergrößerung der weniger Energie reflektierenden Meeresoberfläche wird mehr Energie in der Atmosphäre und in den Meeren gespeichert, die sich so zunehmend erwärmen. Die Erwärmung der Meere führt zu einer Erhöhung der Wasserdampfkonzentration in der Atmosphäre mit konsekutiver Verstärkung des Treibhauseffekts. Weitere Verstärkungen des Treibhauseffekts entstehen durch das Tauen der Permafrostböden und Freisetzung von dort gebundenem Methan und CO₂ (Veränderung der Geosphäre), und dem Anstieg der Aerosolkonzentration (Feinstaub) durch Feuer, die durch klimabedingte Trockenheit verursacht werden. Folgen der Erwärmung im Klimasystem sind Extremwetterlagen mit Naturkatastrophen mit Fluten und Stürmen.

Bei einer weiteren Erwärmung werden die Lebensbedingungen in Regionen, die sich stark erwärmen, für Menschen so schwierig, dass Flüchtlingsströme zu befürchten sind. Mittlerweile sind auch mittelbare und unmittelbare gesundheitliche Folgen des Klimawandels für den Menschen gesichert [26] (vgl. Vortrag T. Nüßlein, S. 32; Übersicht zu Folgen des Klimawandels bei [24], bei Copernicus, dem Beobachtungssystem der Europäischen Gemeinschaft [5]; Übersicht zu gesundheitlichen Folgen bei der WHO [32] und/oder The Lancet [28]).

In der Biosphäre drohen bei weiter fortschreitender Erwärmung in einigen Prozessen unumkehrbare Veränderungen. Punkte im Ablauf von Prozessen, an denen der Ablauf unumkehrbar wird, nennt man „Kippunkte“ (tipping points). Die Übersicht gibt einen Überblick über Elemente der Biosphäre, bei denen unumkehrbare Veränderungen drohen [16, 18].

Der Klimawandel durch den anthropogenen Treibhauseffekt ist ein Faktor in einem komplexen Zusammenspiel verschiedener Systeme und Belastungen für die Erde. 2024 wurde der aktuelle *Planetary Health Check Report* des Potsdamer Instituts für Klimaforschung veröffentlicht. In diesem Bericht wird der Zustand von Prozessen anhand wissenschaftlicher Daten beurteilt, die die Belastungsgrenzen des Öko- und Klimasystems Erde beschreiben [4]. Diese Belastungsgrenzen werden auch als Planetare Grenzen bezeichnet. Nach Einschätzung in diesem Bericht befinden wir uns im Hinblick auf die Aerosolkonzentration in der Atmosphäre, die Versauerung der Ozeane und das Ozonloch noch in einem sicheren Handlungsspielraum. Im Hinblick auf die Verschmutzung der Erde durch Chemikalien, den Verlust von ökologischen Funktionen (u. a. Abnahme der Biodiversität), Landnutzungsveränderungen (u. a. Abholzung von Wäldern), Süßwasserverbrauch den Phosphor- bzw. Stickstoffkreislauf und eben den Klimawandel mit seinen Folgen besteht aber ein zunehmendes Risiko, an planetare Grenzen zu stoßen.

Der Klimawandel durch den anthropogenen Treibhauseffekt führt zu Veränderungen im Ökosystem Erde mit sekundären Folgen für die Regelgrößen der Energiebilanz, die das Klima auf der Erde bestimmen. Der Anstieg der CO₂-Konzentration verläuft derzeit unbremst und exponentiell, die Temperatur steigt ebenfalls stark an.

Übersicht: Kippelemente im Erdklimasystem [16, 18]

Kern-Kippelement

- | Grönlands Eisschild
- | Arktisches Wintermeer-Eis
- | Boreale Permafrostböden
- | Westantarktischer Eisschild
- | Ostantarktischer Eispanzer
- | Ostantarktische subglaziale Einzugsgebiete
- | Umwälzung im Labrador- und im Irminger-Meer im Nordatlantik
- | Umwälzzirkulation des Atlantiks
- | Nordische Nadelwälder
- | Amazonas Regenwald

Regionales Kippelement

- | Barents Meereis
- | Boreale Permafrostböden
- | Gebirgsgletscher
- | Nordische Nadelwälder
- | Korallenriffe in niedrigen Breiten
- | Westafrikanischer Monsun und die Vegetation im Sahel

Kippunkte (tipping points) = Punkte im Ablauf von Prozessen, an denen der Ablauf unumkehrbar wird.

Folgen des Klimawandels führen zu Prozessen in Kryosphäre, Geosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre, die bei weiterem Verlauf unumkehrbar werden (Kippunkte). Der Klimawandel ist eine der entscheidenden Planetaren Grenzen für das System Erde.

Klimawandel – Umgang und Bewusstwerdung

Unter anderem durch Bücher wie „Der stumme Frühling“ der Biologin Rachel Carson (veröffentlicht 1962) und der 1972 veröffentlichte Bericht „Grenzen des Wachstums“ an den 1968 gegründeten Expertenzusammenschluss Club of Rome wurden Klimawandel, Umweltschutz und Planetare Grenzen in das Bewusstsein der Menschen und der Regierungen gebracht. 1972 fand die erste

Umweltkonferenz der UN in Stockholm statt, 1979 die erste Weltklimakonferenz in Genf. 1987 wurde durch die Weltgesellschaft für Meteorologie (WMO) und das United Nations Environmental Program (UNEP) das Intergovernmental Panel on Climate Change [11] gegründet, das in dem Bericht seiner Gründungsveranstaltung einen Temperaturanstieg bis 2050 von 3–4 °C prognostizierte. 1992 wurde in Rio de Janeiro die UN Conference on Environment and Development durchgeführt, deren Ergebnisse in der „Agenda 21“ dokumentiert sind. 1997 wurde das Kyoto-Protokoll verabschiedet und seitdem fanden jährlich Weltklimakonferenzen statt, zuletzt 2021 in Glasgow, 2022 in Scham el Scheich und 2023 in Dubai. 2024 ist die 29. Weltklimakonferenz in Baku in Aserbaidschan geplant. Tatsächlich wurden alle Klimaziele, die in Ver-

einbarungen wie dem Kyoto-Protokoll, der Agenda 21 und dem Pariser Klimaabkommen vereinbart und ratifiziert wurden, nicht annähernd umgesetzt. Einer der prominentesten deutschen Klimaforscher, Mojib Latif, hat sich in seinem Buch „Klimahandel“ mit den Ursachen und Mechanismen auseinandergesetzt, die ein schnelles effizientes Handeln gegen den anthropogenen Klimawandel verhindern [15].

Fazit

Wir müssen miteinander sprechen,
jetzt.
Wir müssen handeln, jetzt.

„Ich bin davon überzeugt, dass die Menschheit genug weiß, um Ihre Probleme zu lösen, notwendigerweise ist das Wissen auf verschiedene Köpfe verteilt.“ (Prof. Dr. ing. M. F. Jischa, Präsident der Deutschen Gesellschaft des Club of Rome 1999–2007) [12]

Danksagung: Ich danke Michael F. Jischa für die Hintergrundinformationen, Literaturhinweise, und sein Talent, komplexe mathematische Zusammenhänge verständlich zu machen und seinen Optimismus, obwohl er als Ingenieur weiß, was exponentielles Wachstum bedeutet.

PD Dr. med. Tobias Ankermann

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Städtisches Krankenhaus Kiel gGmbH
Chemnitzstraße 33 | 24116 Kiel
ankermann@pediatrics.uni-kiel.de

Literatur

- 1 Antarctic Glaciers. Verfügbar unter: https://www.antarcticglaciers.org/wp-content/uploads/2012/07/Vostok_420ky_4curves_insolation_to_2004.jpg; abgerufen am 14.11.2024
- 2 Arrhenius S. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. Philosophical Magazine and Journal of Science 1896; 41: 237–96
- 3 Berkeley Earth. Actionable Climate Science for Policymakers. Verfügbar unter: <https://berkeleyearth.org/policy-insights/>; abgerufen am 14.11.2024
- 4 Caesar L, Sakschewski B, Andersen L et al. Planetary Health Check Report 2024. Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research; 2024.
- 5 Copernicus. <https://climate.copernicus.eu>; abgerufen am 11.11.2024
- 6 Foote E. Circumstances affecting the heat of the Sun's rays. American Journal of Science and Arts 1856; 2nd series, XXII: 382–3
- 7 Fourier JBJ. Remarques générales sur les Températures du globe terrestre et des espaces planétaires. In: Gay-Lussac JL, Arago F, eds. Annales de Chimie et de Physique 1824:136–67
- 8 Gabriel E. Das Kyoto-Protokoll: Entstehung und Konflikte. Universität Graz 2003
- 9 Global Carbon Project. Global Carbon Atlas. Verfügbar unter: <http://globalcarbonatlas.org>; abgerufen am 11.11.2024
- 10 <https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/upload/FossileEnergie1850-2007.jpg>
- 11 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Verfügbar unter: <https://www.ipcc.ch>
- 12 Jischa MF. Atmosphäre und Klima. In: Jischa MF, ed. Herausforderung Zukunft. 2. Aufl. Springer Spektrum 2014:84–9
- 13 Kasting JF, Catling D. Evolution of a Habitable Planet. Annual Review of Astronomy and Astrophysics 2003; 41: 429–63
- 14 Keeling CD. Atmospheric carbon dioxide in the 19th century. Science (New York, NY) 1978; 202: 1109.
- 15 Latif M. Klimahandel – Wie unsere Zukunft verkauft wird. Freiburg: Herder; 2024
- 16 Lenton TM, Held H, Kriegler E et al. Tipping elements in the Earth's climate system. Proc National Academy of Sciences of the United States of America 2008; 105: 1786–93
- 17 Milankovitch M. Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen. Berlin: Borntraeger; 1930
- 18 Möller T, Högner AE, Schleussner CF et al. Achieving net zero greenhouse gas emissions critical to limit climate tipping risks. Nature communications 2024; 15: 6192
- 19 Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen. (Übersetzung, Stand 27. Mai 2020). Verfügbar unter: https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1989/477_477_477/20200527/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-1989-477_477_477-20200527-de-pdf-a.pdf; abgerufen am 11.11.2024
- 20 Petit JR, Jouzel J, Raynaud D. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. Nature 1999; 399(6735): 429–436
- 21 Petit JR, Jouzel J. Vostok ice core deuterium data for 420,000 years [dataset]. PANGAEA, 1999. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.55505>
- 22 Petrović A. Revolution and Insolation. How Milutin Milanković has assembled the puzzle of the climate? Scientific Technical Review 2009; Vol. LIX: 3–10
- 23 Rahmstorf S, Schellnhuber HJ. Die Eiszeitzyklen. In: Der Klimawandel. 9. Aufl. München: C.H.Beck oHG; 2019: 20–3
- 24 Rahmstorf S, Schellnhuber HJ. Die Folgen des Klimawandels. In: Der Klimawandel. 9. Aufl. München: C.H. Beck oHG; 2019: 55–77
- 25 Rahmstorf S, Schellnhuber HJ. Was bestimmt das Klima? In: Der Klimawandel. 9. Aufl. München: C.H.Beck oHG; 2019: 12–4
- 26 Romanello M, Walawender M, Hsu SC et al. The 2024 report of the Lancet Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action. Lancet (London, England) 2024.
- 27 Royer DL, Berner RA, Montañez IP, Tabor NJ, David J. CO₂ as a Primary Driver of Phanerozoic Climate. GSA Today 2004; 14: 4–10
- 28 The Lancet. The Lancet Countdown on health and climate change. Verfügbar unter: <https://www.thelancet.com/countdown-health-climate>; abgerufen am 11.11.2024
- 29 Tyndall J. The Bakerian Lecture. "On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connexion of Radiation, Absorption, and Conduction". Philosophical Transactions of the Royal Society of London The Royal Society 1861; 151: 1–36
- 30 Tyndall J. VII. Note on the transmission of radiant heat through gaseous bodies Proceedings of the Royal Society London 1860: 37–9
- 31 Umweltbundesamt. Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV). Umweltbundesamt – Glossar. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/glossary/a>; abgerufen am 14.11.2024
- 32 World Health Organization. Climate Change. Verfügbar unter: <https://www.who.int/health-topics/climate-change>; abgerufen am 11.11.2024
- 33 World Meteorological Organization. Europe experiences widespread flooding and severe heatwaves in 2023. April 2024. Verfügbar unter: <https://wmo.int/news/media-centre/europe-experiences-widespread-flooding-and-severe-heatwaves-2023>; abgerufen am 14.11.2024
- 34 Zachos J, Pagani M, Sloan L, Thomas E, Billups K. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. Science (New York, NY) 2001; 292: 686–93

Was macht der Klimawandel mit uns – und wir mit ihm?

Thomas Nüßlein, Koblenz

Der zweite Vortrag zum Thema „Klimawandel und Kindergesundheit“ verdeutlichte die Auswirkungen des Klimawandels auf den Körper und die Psyche – sowie daraus abzuleitendes Handeln.

„It’s real. It’s us. Experts agree. It’s bad. There’s hope.“ (Leiserowitz et al. [7])

„It’s real. It’s us. Experts agree. ...“ Um die ersten sechs Wörter der Botschaft des U.S. Amerikaners Anthony Leiserowitz ging es im Beitrag von Tobias Ankeremann. „... It’s bad. There’s hope.“ Damit beschäftigt sich der folgende Artikel. Fällt das Wort Klimawandel, haben wir sofort beunruhigende Bilder vor Augen: Waldbrände, überflutete Städte, Wüsten, schmelzende Gletscher, verhungerte Eisbären. Somit ist schon sicher, dass der Klimawandel etwas mit uns macht. Schaut man sich die Einflüsse auf den Menschen genauer an, ist sowohl der Körper als auch der Geist betroffen (Abb. 4). Darum soll es im Folgenden zunächst gehen. Damit ist das Problem aber nur umschrieben, und nicht gelöst. Im Weiteren wird der Beitrag daher ausloten, welche Möglichkeiten, die Klimakatastrophe abzuwenden, aus dieser Betroffenheit speziell für uns im Gesundheitswesen erwachsen können.

Auswirkungen des Klimawandels auf den Körper

Zahlreiche Studien belegen die fast ausnahmslos negativen Einflüsse des Klimawandels auf die Physis. Beispielhaft wird es hier um zwei gut belegte Aspekte aus den Randbereichen gehen, einen grundsätzlichen, die Sterblichkeit, und einen unterschätzten, die Vektor-übertragenen Erkrankungen.

Hitze tötet – sie führt, in etwas weniger spektakulärer Formulierung, zu „Über-

Abbildung 4. Auswirkungen der Erderwärmung auf uns Menschen – und Konsequenzen für die im Gesundheitswesen Tätigen.



Komprimiert man die gemessenen Außentemperaturen der letzten Jahrzehnte, entstehen daraus schmale Linien. Je dunkler das Rot, desto höher ist die Temperatur. Die Erderwärmung hat Folgen auf unseren Körper und unsere Psyche. Insbesondere Ärztinnen und Ärzte sind in der Lage, gegen den fortschreitenden Klimawandel etwas zu unternehmen.

© T. Nüßlein

sterblichkeit“. Der Effekt lässt sich in Zahlen recht präzise benennen. Vergleicht man die Auswirkungen der Hitze der Jahre 2002 bis 2023 mit denen aus prä-industrieller Zeit, kommt man in Europa auf eine bis zu 20-fache Zunahme der Übersterblichkeit durch Hitzetage [1]. Besonders häufig sind Störungen des Herzkreislaufsystems ursächlich für die Todesfälle an heißen Tagen. Das geringste Sterberisiko durch Herzkreislaufversagen bestand in Spanien zwischen 1980 und 2016 bei etwa 20 °C Außentemperatur. Lag die Umgebungstemperatur deutlich niedriger, stieg das Relative Risiko für Todesfälle an. Erst recht gefährlich waren Temperaturen über dem Idealwert, also dem Szenario, das durch den Klimawandel gefördert wird. Bei Außentemperaturen über 25 °C stieg das relative Risiko, an einer Herz-Kreislauf-erkrankung zu versterben, mit Einbeziehung aller Altersgruppen auf das

Doppelte gegenüber der idealen Außentemperatur von 20 °C.

Wer denkt, dass solche Temperaturabweichungen nur in fernen Ländern ein Risiko darstellen, irrt. Einzelbeispiele sind gut belegt. So übertraf im September 2019 die sogenannte Feuchtkugeltemperatur, die neben der Temperatur auch die Luftfeuchtigkeit einbezieht, in Duisburg den sicheren Bereich [15]. Das bedeutet, dass ein Aufenthalt im Freien an solchen Tagen auch bei vollkommen gesunden Menschen begrenzt werden muss, weil die Witterungsbedingungen nur befristet kompensiert werden können. Für Deutschland ist noch eine Bezugsgröße möglich: Stellt man die Übersterblichkeit durch Hitzetage den Todesfällen durch COVID-19 gegenüber, kommt heraus, dass die Hitze an einigen Tagen der Hochphase der COVID-19-Pandemie gefährlicher war als das Virus [3].

Hitze ist also sogar in Ländern der klimatisch gemäßigten Breitengrade, die zudem mit Klimaanlage und anderen technischen Hilfsmitteln übermäßige Temperaturen ausgleichen können, schon ein messbares Risiko. Die ganze Tragweite des Themas wird erst offensichtlich, wenn man die Weltkarte betrachtet. So gibt es in Südamerika, Afrika und Fernost riesige Landstriche, von denen man jetzt schon recht sicher weiß, dass sie in den nächsten Jahrzehnten unbewohnbar werden [17]. Somit ist das Thema Klimawandel zwangsläufig eng gekoppelt an Migration.

Verlässt man diesen harten Parameter Sterblichkeit, ergibt sich eine lange Liste von vielen weiteren klimaabhängigen Gesundheitsrisiken. Herausgriffen seien hier die sogenannte Vektor-übertragenen Erkrankungen. In aller Munde ist die Tigermücke. Ein tagtägliches Problem stellt dieses neu in Mitteleuropa eingewanderte Insekt noch nicht dar. Schon jetzt viel näher an der Lebensrealität ist für viele Menschen die Zunahme von Zecken, konkret *Ixodes ricinus*. Zwischen den späten 1950er Jahren und heute hat sich in manchen Regionen Europas der Zeitraum, in dem Zecken in der Natur vorhanden sind, um bis zu einen Monat verlängert [14]. In einer Studie aus Schottland wurde hochgerechnet, dass nicht nur der Zeitraum, sondern auch die Dichte der Zecken in den nächsten Jahren immens zunehmen wird [16]. Damit ist gut erklärt, dass die jahreszeitlichen Lücken, in denen keine Kinder mit einem Erythema chronicum migrans vorgestellt werden, immer kleiner werden.

Diese zwei sehr unterschiedlichen Beispiele mögen im Rahmen dieses kurzen Überblicks genügen, die vielfältigen und zum Teil schwerwiegenden Auswirkungen des Klimawandels auf die somatische Gesundheit zu untermauern.

Auswirkungen des Klimawandels auf die Psyche

Trotz aller Dramatik der Bilder und Zahlen mag der eine oder die andere unter den Leserinnen und Lesern sich von der zunehmenden Morbidität und Mortalität durch Klimawandelfolgen nicht angesprochen, zumindest nicht bedroht fühlen. Noch lässt sich in Mitteleuropa diese Realität durch den Luxus nahezu nahtloser Klimatisierung ausblenden – durchgehende Kühlung vom Auto bis ins Fitnessstudio und vom Wohnzimmer bis ins Einkaufszentrum. Die Zeiträume, in denen die Sommerhitze auch nur spürbar wird, können mit Technik klein gehalten werden. Damit bleibt für die, die es sich leisten können, das Risiko, körperlich Schaden zu nehmen, gering. Es sollte uns bewusst sein, dass auf der anderen Seite schon jetzt eine sozial-ökologische Ungleichheit in Deutschland besteht.

Ein zweiter Aspekt der Auswirkungen des Klimawandels betrifft schon jetzt alle Menschen, wenn es nämlich um die Psyche geht. Gegenüber Störungen des Seelenfriedens kann man sich viel schlechter abschirmen. Das belegt unter anderem eine in Lancet Planetary Health publizierte Arbeit [5]. Es wurden 2579 junge Individuen weltweit befragt, wie sie den Klimawandel wahrnehmen. Die meisten berichteten von negativen Auswirkungen auf ihre Psyche. Man spricht von Solastalgie. Nur wenige der Befragten konnten Kraft zu handeln aus dem schöpfen, was in den Nachrichten berichtet wurde.

Einer sehr direkten Auswirkung der äußeren Bedingungen auf die Psyche ging eine Studie nach, in der man die Außentemperatur und die Häufigkeit von Hassbotschaften im Netz gegenüberstellte. Auch hier fand sich das Optimum, in die-

sem Fall das Minimum an Boshaftigkeit, bei rund 20 °C. Niedrigere Temperaturen korrelierten mit deutlich mehr „hate speech“, und das galt erst recht für eine hohe Außentemperatur, wie sie durch den Klimawandel immer häufiger werden wird [13].

Eine gewisse Lähmung und damit Negativbotschaft lässt sich auch aus dem Überblick über die wissenschaftliche Literatur zum Thema Klimawandel und Gesundheit ableiten [14]. Von den zuletzt etwa 300 Studien pro Jahr zum Thema Klimawandel beschäftigten sich die allermeisten ausschließlich mit den Auswirkungen, also der Beschreibung des Ist-Zustands. Nur wenige widmeten sich der Anpassung des menschlichen Körpers an hohe Außentemperaturen. Noch viel weniger kümmern sich um die Verringerung der Effekte – also der Erforschung sinnvoller Gegenmaßnahmen.

Diese überwiegend negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Psyche haben sogar zu Wortschöpfungen geführt. In der englischsprachigen Literatur ist die Rede von „eco anxiety“ oder „eco depression“ oder „eco anger“. Die Selbstverstärkung solcher Gefühlswallungen in Richtung Abwehr und Depression ist häufig die Konsequenz [6].

Ins Handeln kommen!

Jeder Beitrag zum Klimawandel, so auch dieser, läuft Gefahr, sich auf das Lamentieren und die Beschreibung der Folgen des Klimawandels zu fokussieren. Es tut einfach gut, sich in einer Solidargemeinschaft zu finden, die das Elend der Welt ähnlich sieht. Zudem haben Maßnahmen zum Gegensteuern beim Klimawandel den Ruf, vielleicht doch gar nicht so wirksam zu sein oder zumindest mühsam in Anbetracht der Größe des Problems.

Jedoch ist auch der andere Weg möglich: Diese primär negativen Botschaften zum Einfluss des Klimawandels auf die Gesundheit können auch Mut machen und Menschen aktivieren. Im dritten Abschnitt dieses Beitrags soll es darum gehen, wie wir ins Handeln kommen können.

Welches Handeln ist wirksam? Wie können wir – die im Gesundheitswesen Engagierten – Einfluss darauf nehmen, dass der Klimawandel nicht einfach voranschreitet und sich schicksalhaft mit den oben dargestellten Manifestationen auf uns und die sich uns anvertrauenden Menschen auswirkt?

In einer Mitte 2024 publizierten Arbeit wurde analysiert, welche der vielen Initiativen zur Beeinflussung des Klimawandels wirklich wirksam waren [12]. Herausgegriffen sei hier das Beispiel, welche Maßnahmen helfen, um das Transportwesen in den sogenannten entwickelten Ländern so zu beeinflussen, dass der Klimawandel sich verlangsamt, im Idealfall gestoppt oder sogar zum Positiven gewandelt wird.

Es stellte sich heraus, dass es immer wieder vier Werkzeuge sind, die zum Teil synergistisch wirken: Es geht um Subvention, Regulierung, Bepreisung und Information. Zu jeder dieser Interventionen gibt es erfolgreiche Beispiele. Erst recht wirksam werden die Maßnahmen, wenn man mehrere kombiniert.

Die drei erst genannten Werkzeuge werden von einzelnen Menschen nur selten wirksam verwendet werden können. Doch selbst darüber, ob beispielsweise Elektromobilität subventioniert, die Befahrung von Innenstädten für dieselbetriebene Fahrzeuge verboten und die

Benzinsteuer hochgesetzt wird, können wir über unser Wahlverhalten oder anderes politisches Engagement indirekt mitentscheiden. Die Domäne unserer Berufsgruppe liegt im vierten Aspekt, der Information: Ärztinnen und Ärzte für Kinder- und Jugendmedizin inklusive des beruflichen Umfeldes haben immenses Potenzial, den Klimawandel und damit auch dessen negative Auswirkungen auf die Gesundheit zum Positiven zu wenden.

Die Voraussetzungen dafür könnten besser nicht sein. Sowohl in der Klinik als auch in der Praxis kooperieren Ärztinnen und Ärzte und Teams in aller Regel vertrauensvoll und eng. Dies führt in aller Regel zum regelmäßigen Austausch – wenn es gut läuft, auch zu Fragen, die mit dem Klimawandel zu tun haben. Viele haben wahrscheinlich schon die Erfahrung gemacht, dass der regelmäßige Abgleich zu Themen wie Ernährung und Fahrt zum Arbeitsplatz zu einer Annäherung der Positionen führt. Im Idealfall ist es die Annäherung an die Position, die sich günstig in Bezug auf den Klimawandel auswirkt, etwa die Bevorzugung einer Ernährung mit eher pflanzlichem als tierischem Schwerpunkt und die gemeinsame Freude über jeden mit dem Fahrrad gefahrenen Kilometer.

Ein weiterer Kreis von Menschen, mit denen wir in der Kinder- und Jugendmedizin ein vertrauensvolles Verhältnis pflegen, ist die gesellschaftlich hoch bedeutsame Zielgruppe der jungen Familien. Auf sie können wir im positiven Sinne des Wortes einwirken, indem wir die medizinischen Themen auch in Bezug auf Klimaauswirkungen kritisch prüfen und daraus abgeleitete Empfehlungen zumindest nennen. Dies beginnt bei der Beikosteinführung (vgl. Vortrag S. Harner, S. 36) und endet bei der Verordnung von Inhalationsmedikamenten

[8]. Dabei ist unser Einfluss oft höher als uns das bewusst ist. Fragt man Eltern, welchen Beruf ihr Kind mal ergreifen soll, kommen Ärztin und Arzt in die obersten Positionen der Liste [11].

Mit diesen beiden Voraussetzungen, einer direkt erreichbaren gesellschaftlich wichtigen Zielgruppe und hoher Glaubwürdigkeit unseres eigenen Berufs, bedarf es nur noch des dritten Aspekts, der Empfänglichkeit unserer Zielgruppe. Dafür liefert die Sinus-Studie ermutigende Informationen [10]. Denn diese Erhebung belegt eindrucksvoll, dass Heranwachsende in aller Regel bereit sind, Maßnahmen zu ergreifen, die günstigen Einfluss auf den Klimawandel haben.

Wer sich mit dieser Anregung in ihrem oder seinem Tatendrang bestärkt sieht, für die oder den gibt es reichlich Literatur. Herausgegriffen sei das „Hitze-Manual“ zu Klima-basierter Optimierung von Praxen [2] und die Anleitung „Über Klima sprechen“ [4], die Werkzeuge in die Hand gibt, nicht als moralisierender Mahner aufzutreten, wenn es um Klimafragen geht.

Damit besteht die Hoffnung, dass sich mit Analyse der Auswirkungen vom Klimawandel auf den Menschen auch die Bilder zum Positiven wandeln lassen. Der damit verbundene Appell wurde von Stephen Heinzel in Zeit online vom 7.9.2023 prägnant formuliert [9]: „Wir brauchen positive Bilder von einer Welt, die wir erschaffen wollen.“

Fazit

Der Klimawandel hat auf die Menschheit schon jetzt enormen Einfluss. Das bezieht sich auf die Physis, exemplarisch zu nennen die Übersterblichkeit durch Hitze und vektorübertragene Er-

krankungen wie die Lyme-Borreliose. Parallel dazu scheint unsere Psyche optimiert zu sein für Temperaturen um 20 °C mit entsprechend negativen Auswirkungen bei größeren Abweichungen, vor allem nach oben. Der Klimawandel führt daher zu einer Kettenreaktion, für die Begriffe wie „eco anxiety“ eingeführt wurden. In solch einer Zukunftsangst kann aber auch die treibende Kraft für konstruktiven Umgang mit den genannten Themen stecken. Diese Chance können und sollen wir uns im Gesundheitswesen speziell im Umgang mit jungen Familien zu Nutze machen, denn diese Zielgruppe steht in vertrauensvollem Austausch zu uns, der ärztliche Beruf ist hochgradig angesehen und die Zielgruppe ist empfänglich dafür, Maßnahmen zum Schutze des Klimas umzusetzen.

PD Dr. med. Thomas Nüßlein

Gemeinschaftsklinikum Mittelrhein gGmbH
Akademisches Lehrkrankenhaus
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Koblenzer Straße 115–155 | 56073 Koblenz
thomas.nuesslein@gk.de

Literatur

- 1 Achebak H, Devolder D, Ballester J. Trends in temperature-related age-specific and sex-specific mortality from cardiovascular diseases in Spain: a national time-series analysis. *Lancet Planet Health* 2019; 3(7): e297–e306
- 2 Filfil S, Habegger S, Lorenz S, Schmidt I, Wettach C; herausgegeben vom Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte e.V. et al. Hitze-Manual. Klimaresiliente kinder- und jugendärztliche und kinderkrankenpflegerische Versorgung. Stand: April 2024. Verfügbar unter: https://klimadocs.de/assets/hitze-manual_paediatric.pdf; abgerufen am 4.11.2024
- 3 Huber V, Breiten-Busch S, He C, Matthies-Wiesler F, Peters A, Schneider A. Heat-Related Mortality in the Extreme Summer of 2022. *Dtsch Arztebl Int* 2024; 121: 79–85
- 4 Klimafakten: Über Klima sprechen. Das Handbuch. Verfügbar unter: <https://klimakommunikation.klimafakten.de>; abgerufen am 4.11.2024
- 5 Lau SSS, Fong JWL, van Rijsbergen N et al. Emotional responses and psychological health among young people amid climate change, Fukushima's radioactive water release, and wars in Ukraine and the Middle East, and the mediating roles of media exposure and nature connectedness: a cross-national analysis. *Lancet Planet Health* 2024; 8(6): e365–e377
- 6 Léger-Goodes T, Malboeuf-Hurtubise C, Hurtubise K et al. How children make sense of climate change: A descriptive qualitative study of eco-anxiety in parent-child dyads. *PLoS One*. 2023; 18(4): e0284774
- 7 Leiserowitz A, JoshAni - TomKat Professor of Climate Communication; Director of the Yale Program on Climate Change Communication (YPC-CC), Yale University. Verfügbar unter: <https://environment.yale.edu/directory/faculty/anthony-leiserowitz>; abgerufen am 4.11.2024
- 8 Lob-Corzilius. Klimabewusste Inhalationstherapie. *Pädiatrische Allergologie in Klinik und Praxis* 2022; 03: 56–59
- 9 Schmitt HM, Plank L. „Ein gewisses Ausmaß an Klimaangst kann förderlich sein.“ *Die ZEIT*; 7. Sept. 2023. Verfügbar unter: <https://www.zeit.de/wissen/2023-08/klimawandel-klimaangst-psyche>; abgerufen am 4.11.2024
- 10 Sinus-Institut. Repräsentativumfrage unter Jugendlichen für BARMER 2023/2024. Stand 12/2023. Verfügbar unter: <https://www.sinus-institut.de/media-center/studien/barmer-jugendstudie-2023-24>; abgerufen am 4.11.2024
- 11 Sonnenberg A-K. Ärzte, Architekten und Wissenschaftler unter Deutschen am meisten angesehen. Stand Februar 2021; YouGov® Deutschland. Verfügbar unter: <https://yougov.de/economy/articles/34064-arzte-architekten-und-wissenschaftler-unter-deutsch>; abgerufen am 4.11.2024
- 12 Stechemesser A, Koch N, Mark E et al. Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades. *Science*. 2024; 385(6711): 884–892. Epub 2024 Aug 22.
- 13 Stechemesser A, Levermann A, Wenz L. Temperature impacts on hate speech online: evidence from 4 billion geolocated tweets from the USA. *Lancet Planet Health* 2022; 6(9): e714–e725
- 14 van Daalen KR, Tonne C, Semenza JC et al The 2024 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: unprecedented warming demands unprecedented action. *Lancet Public Health* 2024; 9(7): e495–e522. Erratum in: *Lancet Public Health*. 2024; 9(7): e420
- 15 von Brackel B. Kann der Mensch sich an Hitze anpassen? *Süddeutsche Zeitung* vom 11./12. Mai 2024: S. 32–33 (Ressort Wissen)
- 16 Worton AJ, Norman RA, Gilbert L, Porter RB. GIS-ODE: linking dynamic population models with GIS to predict pathogen vector abundance across a country under climate change scenarios. *J R Soc Interface* 2024; 21(217): 20240004
- 17 Xu C, Kohler TA, Lenton TM, Svenning JC, Scheffer M. Future of the human climate niche. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2020; 117(21): 11350–11355

Eltern- und Kinderinformationen als Flyer

Mit den Eltern- und Kinderinformationen werden Jugendliche und Eltern sowie jüngere Kinder mit jeweils eigenen Informationen in unterschiedlichem Sprachstil und einem speziellen Layout angesprochen. Die Flyer vermitteln Informationen zu ausgewählten Krankheitsbildern.

Die Flyer können von der [Homepage der GPA direkt auf ein mobiles Endgerät heruntergeladen werden.](#)



Probieren Sie es aus!



Hitzeplan, Hautschutz, Hülsenfrüchte

Klimawandel konkret im pädiatrischen Alltag

Susanne Harner, Regensburg

Im dritten Vortrag zum Thema „Klimawandel und Kindergesundheit“ ging es um die konkrete Umsetzung relevanter Aufgaben in der Pädiatrie.

Im Folgenden soll exemplarisch an den Themenbereichen Hitze- und UV-Schutz und Ernährung gezeigt werden, wie die folgenden Fragen zu beantworten sind, welche konkreten Herausforderungen sich dadurch für Ärztinnen und Ärzte in der Kinder- und Jugendmedizin stellen und wie diese zu lösen sind:

- I Die Fakten zum Klimawandel kennen wir, aber wie können wir dieses theoretische Wissen ganz praktisch in unserer täglichen Arbeit als Kinderärztinnen und Kinderärzte anwenden?
- I Was müssen Eltern wissen, um ihre Kinder gut vor klimawandelbedingten Gefahren zu schützen?
- I Und wie können wir überhaupt in der knapp bemessenen Zeit, die pro Patientenkontakt zur Verfügung steht, nachhaltig über Klimathemen sprechen?

Hitze und Hautschutz

Kinder sind durch hitze- und UV-bedingten Gesundheitsschäden besonders gefährdet. Dies ist zum einen in ihrer Physiologie begründet, da sie weniger schwitzen als Erwachsene, mehr Körperwärme erzeugen und länger brauchen, um sich an Hitze anzupassen [9]. Ihre Haut ist empfindlicher und ihre Augenlinse durchlässiger für UV-Strahlung [1]. Zum anderen macht das „Risikoverhalten“ von Kindern – sie vergessen Hitze und direkte Sonneneinstrahlung beim Spielen – diese zu einer besonders vulnerablen Gruppe [2]. Umso wichtiger sind einfache und klare Tipps zum Sonnenschutz und zum Verhalten bei Hitze (Übersicht).

Übersicht: Hinweise zum Verhalten bei Hitze und zum Sonnenschutz

Wissen, wann es heiß wird

Das Zuhause kühl halten:

- I Raumtemperatur < 26 °C
- I Lüften nur, wenn Außentemperatur < Innentemperatur
- I Fenster geschlossen und Rollläden heruntergelassen
- I Schatten schaffen (Sonnenschirm, Sonnensegel, Markise)
- I Schlafen mit leichter Bettwäsche oder ohne Decke, keine Kuscheltiere im Bett

Verhaltensregeln:

- I Babys und Kleinkinder nicht der Mittagshitze aussetzen
- I Ausreichende Trinkmenge (vgl. Tabelle)
- I Dünne, luftige Kleidung, Kopfbedeckung und Sonnenbrille (UVA 400)
- I Kühle Morgen-/Abendstunden für Aktivitäten im Freien nutzen
- I Abkühlungsmöglichkeiten schaffen (Planschbecken, Wasserspiele)
- I Kinder nicht im geparkten Auto zurücklassen
- I Sonnencreme richtig verwenden:
 - I Mindestens LSF 30 mit UVA-Schutz
 - I 30 Minuten vor Aufenthalt in der Sonne auftragen
 - I Alle 2 Stunden nachcremen
 - I Haltbarkeitsdatum bei Sonnencreme mit chemischen Filtern berücksichtigen

Die richtige Trinkmenge an heißen Tagen

Kinder und Jugendliche benötigen bei heißem Wetter den zwei- dreifachen Grundbedarf an Flüssigkeit; der Grundbedarf ist je nach Altersgruppe in der Tabelle dargestellt (Tabelle; [3]). Ergänzend können besonders wasserhaltige Lebensmittel, wie Melone oder Gurke, gegeben werden. Säuglinge dagegen sollten neben den Stillmahlzeiten (oder

der Formula) **kein zusätzliches Wasser** bekommen, dafür aber häufiger angelegt werden. Sie trinken bei Hitze öfter kleinere Mahlzeiten. Stillende Mütter sollten darauf achten, selbst genügend Flüssigkeit zu trinken.

Pflanzenbasierte Ernährung und Klimaschutz

Was wir essen, hat nicht nur Einfluss auf unsere persönliche Gesundheit. Die der-

Tabelle. Richtwerte für die Wasserzufuhr^a
(Ausschnitt Kinder und Jugendliche)

Alter	Wasserzufuhr durch		Oxidationswasser ^d	Gesamt-wasser-zufuhr ^e	Wasserzufuhr durch Getränke und feste Nahrung
	Getränke ^b	feste Nahrung ^c			
	ml/Tag	ml/Tag			
Säuglinge					
0 bis unter 4 Monate	620	–	60	680	130
4 bis unter 12 Monate	400	500	100	1000	110
Kinder					
1 bis unter 4 Jahre	820	350	130	1300	95
4 bis unter 7 Jahre	940	480	180	1600	75
7 bis unter 10 Jahre	970	600	230	1800	60
10 bis unter 13 Jahre	1170	710	270	2150	50
13 bis unter 15 Jahre	1330	810	310	2450	40
Jugendliche und Erwachsene					
15 bis unter 19 Jahre	1530	920	350	2800	40

a Bei bedarfsgerechter Energiezufuhr und durchschnittlichen Lebensbedingungen. Die Werte wurden absichtlich wenig gerundet, um die Nachvollziehbarkeit ihrer Berechnungen zu gewährleisten.

b Wasserzufuhr durch Getränke = Gesamtwasserzufuhr - Oxidationswasser - Wasserzufuhr durch feste Nahrung

c Wasser in fester Nahrung etwa 78,9 ml/MJ ($\approx 0,33$ ml/kcal)

d etwa 29,9 ml/MJ ($\approx 0,125$ ml/kcal)

e Gestillte Säuglinge etwa 360 ml/MJ ($\approx 1,5$ ml/kcal), Kleinkinder etwa 290 ml/MJ ($\approx 1,2$ ml/kcal), Schulkinder, junge Erwachsene etwa 250 ml/MJ ($\approx 1,0$ ml/kcal), ältere Erwachsene etwa 270 ml/MJ ($\approx 1,1$ ml/kcal) einschließlich Oxidationswasser (etwa 29,9 ml/MJ bzw. 0,125 ml/kcal)

f Hierbei handelt es sich um einen Schätzwert.

g gerundete Werte

Quelle: Ausschnitt aus [3]

zeitige globale Nahrungsmittelproduktion, vor allem die Herstellung tierischer Lebensmittel, trägt in erheblichem Maß zum Verlust von Biodiversität, Wasserverbrauch und Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase bei [8]. Die Produktion pflanzlicher Lebensmittel verbraucht in der Regel weniger Ressourcen als die

von tierischen Lebensmitteln (wobei Faktoren wie Anbaumethoden, Regionalität und Saisonalität hier natürlich auch eine Rolle spielen) [8]. Gut für die Umwelt und unsere Patientinnen und Patienten ist aber nur eine ausgewogene und vor allem nährstoffdeckende pflanzenbasierte Ernährung.

Die Betonung liegt hier auf nährstoffdeckend, denn es ist nicht damit getan, einzelne Nahrungsmittelgruppen (wie Fleisch oder Milchprodukte) einfach vom Speiseplan zu streichen, sondern sie müssen auch adäquat ersetzt werden. Besonders bei folgenden Nährstoffen kann es bei einer einseitigen pflanzenbasierten Ernährung zu einer Unterversorgung kommen:

- Omega-3-Fettsäuren (EPA [Eicosapentaensäure] und DHA [Docosahexaensäure])
- Vitamine B12, D, B2
- Kalzium
- Jod
- Eisen
- (Protein)

Bei Patientinnen und Patienten mit einer Allergie kann eine pflanzenbasierte Ernährung eine Herausforderung sein. So kann es bei Personen mit einer Soja- und/oder Hülsenfruchtallergie anspruchsvoll sein, eine adäquate pflanzliche Proteinzufuhr zu erreichen [7]. Umso wichtiger ist, dass diese Patientinnen und Patienten allergologisch gut betreut sind, ggf. durch orale Provokationen jede einzelne Hülsenfrucht getestet wird und keine generelle Karenz eingehalten wird. Essenziell ist hier auch eine Ernährungstherapie durch eine allergologisch geschulte Ernährungsfachkraft.

Eine weitere Schwierigkeit ist die noch immer fehlende Kennzeichnung mancher Allergene (z. B. Erbse) in pflanzlichen Lebensmitteln [7].

Im Arbeitsalltag Klimathemen ansprechen

Viele Situationen in der Pädiatrie eignen sich, um konkret über Klimawandel zu sprechen, z. B. im Rahmen der Vorsorgeuntersuchungen oder situationsbezogen,

etwa bei der Behandlung eines Kindes mit Sonnenbrand oder eines Jugendlichen mit Sonnenstich.

Ziele einer solchen klimasensiblen Gesundheitsberatung sind [6]:

- ▮ Individuelle und öffentliche Gesundheit schützen und fördern
- ▮ Wissen und Bewusstsein für Klimawandel und Gesundheit stärken
- ▮ Klimaschutz und Lebensstiländerungen fördern

Bei der Umsetzung im Alltag ist es hilfreich, den **Zusammenhang von Klimaveränderung und der individuellen Gesundheit** zu betonen. Zum Beispiel kann bei der Beratung von pollenallergischen Patientinnen und Patienten der klimawandelbedingte frühere Beginn und die längere Dauer der Pollensaison und die damit verbundene Anpassung der Medikation thematisiert werden.

Dabei sollte auf eine **patientenzentrierte Kommunikation** geachtet werden. Das bedeutet, dass wir Einstellungen und Werte der Familien berücksichtigen und Gesprächsinhalte daran orientieren. Um den (meist kurzen) **Zeitrahmen zu beachten**, der für eine Gesundheitsberatung zu Verfügung steht, kann es hilfreich sein, kurze und standardisierte Botschaften zu nutzen, z. B. „Hitzeperioden werden aufgrund des Klimawandels häufiger und intensiver“ [5]. Dabei sollte das Gespräch **politisch neutral** gestaltet werden und die **Kommunikation auf Augenhöhe** stattfinden.

Die klimasensible Gesundheitsberatung zielt nicht darauf ab, durch Scham- oder Schuldgefühle eine Verhaltensänderung zu bewirken. Stattdessen sollten wir die **gemeinsame Verantwortung für unsere Umwelt anerkennen und auch bereit sein, von unseren Patienten und Patientinnen zu lernen** [4].

Fazit

Als Ärztinnen und Ärzte für Kinder- und Jugendmedizin sind wir besonders gefordert, unseren Patientinnen und Patienten und ihren Familien Tipps und Tools für ein gesundes Aufwachsen trotz der Herausforderungen des Klimawandels an die Hand zu geben. Hierfür ergeben sich gerade im Alltag in der Pädiatrie verschiedene Möglichkeiten – lassen Sie es uns tun!

Dr. med. Susanne Harner

Barmherzige Brüder, Klinik St. Hedwig
Steinmetzstraße 1–3 | 93049 Regensburg
susanne.harner@barmherzige-regensburg.de

Zusätzliche Informationen und links zum Thema:

- ▮ Sonnenschutz – Eltern- und Kinderinformationen:
➔ https://www.gpau.de/fileadmin/user_upload/GPA/dateien_indiziert/Elternratgeber/EKI_Sonnenschutz.pdf
- ▮ Hitzemanual Pädiatrie von den KlimaDocs:
➔ <https://klimadocs.de/hitzemanual-paediatric>
- ▮ EAT Lancet Kommission:
➔ <https://eatforum.org/eat-lancet-commission/>
- ▮ Materialien zur klimasensiblen Gesundheitsberatung bei KLUG (Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit):
➔ <https://klima-gesund-praxen.de/material/>

Literatur

- 1 Baldermann C, Laschewski G, Grooß J-U. Auswirkungen des Klimawandels auf nicht-übertragbare Erkrankungen durch veränderte UV-Strahlung. Auswirkungen des Klimawandels auf nicht-übertragbare Erkrankungen durch veränderte UV-Strahlung. Robert Koch-Institut, J Health Monitoring 2023; 8(S4)
- 2 Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. Klimawandel und Allergien hängen zusammen. Verfügbar unter: ➔ www.klima-mensch-gesundheit.de/; abgerufen am 31.10.2024
- 3 Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. Referenzwert Wasser. (Stand 2000). Verfügbar unter: ➔ <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/wasser/>; abgerufen am 28.10.2024
- 4 Griesel S, Schwerdtle PN, Quitmann C, Danquah I, Herrmann A. Patients' perceptions of climate-sensitive health counselling in primary care: Qualitative results from Germany. Eur J Gen Pract 2023; 29(1): 2284261
- 5 Herrmann A, Mews C, Hansen H et al. Klimasensible Gesundheitsberatung. Z Allg Med 2023; 99: 426–436
- 6 Quitmann C, Griesel S, Nayna Schwerdtle P et al. Climate-sensitive health counselling: a scoping review and conceptual framework. The Lancet Planetary health 2023; 7(7): e600-e610
- 7 Reese I, Schäfer C, Ballmer-Weber B et al. Vegan diets from an allergy point of view - Position paper of the DGAKI working group on food allergy. Allergologie select 2023; 7: 57–83
- 8 Willett W, Rockström J, Loken B et al. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet (London, England) 2019; 393(10170): 447–492
- 9 Winklmayer C, Matthies-Wiesler F, Muthers S et al. Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention. Robert Koch-Institut. J Health Monitoring 2023; 8(S4)