

# CO<sub>2</sub>-neutrale Welt – auf der Agenda des 21. Jahrhunderts?

Sylwia Wąs

Der Klimawandel ist heutzutage nicht nur in der globalen Politik, sondern auch in der Gesellschaft ein heiß diskutiertes Thema. Die Hauptursache für die Erderwärmung ist die seit Beginn der Industrialisierung steigende Konzentration von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) in der Erdatmosphäre. Das CO<sub>2</sub> ist dabei ein zweischneidiges Schwert. Zum einen ist es die treibende Kraft der modernen Wirtschaft, allerdings auf der anderen Seite mit enormen Auswirkungen auf unsere Umwelt. Sowohl das Wirtschaftswachstum als auch vermehrte Naturkatastrophen sind auf den steigenden Verbrauch von fossilen Brennstoffen in der Industrie und dem Transport zurückzuführen. Das immer weniger umstrittene Ziel ist es daher, die fossilen Brennstoffe, vor allem im Energiesektor zu ersetzen.

## Entwicklung des Kohlenstoffdioxid-Gehalts

Ohne Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) ist das Leben auf der Erde unmöglich. Der Kohlenstoff bildet die Basis für das gesamte Leben und ist in allen Teilsystemen der Erde in verschiedenen Formen gebunden. Insgesamt beträgt die natürliche Kohlenstoffmenge auf der ganzen Welt 75 Mio.

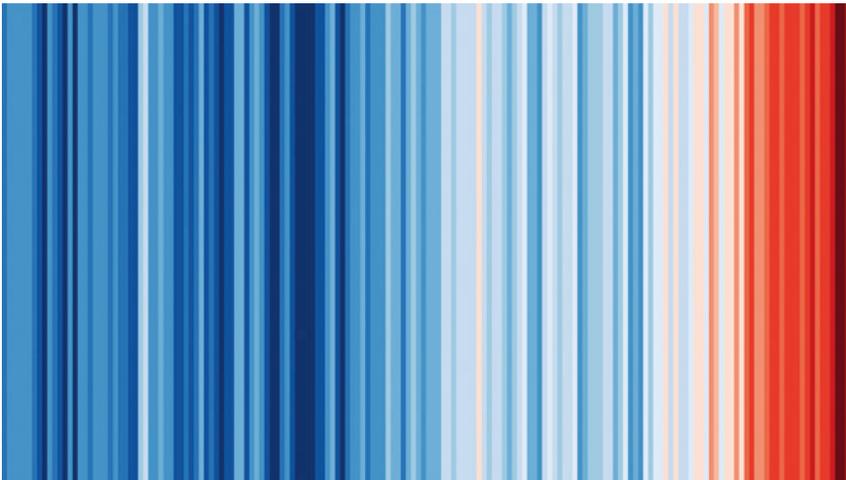


Abb. 1 Jährlicher, globaler Temperaturverlauf zwischen 1850 bis 2017. Die Farbskala repräsentiert die Temperaturänderungen auf globaler Ebene

Gigatonnen.<sup>7</sup> Gespeichert im Wasser, im Boden, in der Luft und auch in jedem Lebewesen, bewegt sich der Kohlenstoff fortwährend zwischen den Erdsphären in einem geschlossenen System. In dem sogenannten Kohlenstoffkreislauf spielt die Stabilität, wie in jedem System, eine wichtige Rolle. Schon geringe Änderungen in einem System, die meist von außen stammen, führen zur Instabilität und schließlich zu einem Wandel. Das Klimasystem ist sehr komplex und durch viele sich gegenseitig beeinflussende Prozesse geprägt. Durch den menschlichen Eingriff in die Natur, wird das komplexe, ineinandergreifende System des Klimas negativ beeinflusst. Die aus dem Eingriff entstandenen Folgen ziehen dabei einen Domino-Effekt mit sich mit. Eine Veränderung innerhalb eines Klimateilsystems kann negative Auswirkungen auf ein anderes Teilsystem haben, bis hin zu einem sogenannten Kippunkt (engl. Tipping Point). Als sogenannte Kipp-Elemente (engl. Tipping Elements) gelten Teile des globalen Klimasystems, welche durch äußeren Einfluss zum Kippen<sup>8</sup> gebracht werden können – mit unvorhersehbaren Auswirkungen. Die Wissenschaftler des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) sind überzeugt, dass manche Kipp-Elemente eine Schlüsselrolle beim Schutz des Klimas spielen. Zu den wichtigsten Elementen gehören u. a. das Arktische Eis, der Grönländische Eisschild und das El Niño-Phänomen, sowie die Südliche Oszillation (ENSO) und der Amazonas-Regenwald (IPCC, 2013). Durch die steigenden globalen Temperaturen kommt es zu großen Verlusten von Meereis und Bodenfrost. Eine Studie der Max-Planck-Gesellschaft in Kooperation mit amerikanischen Forschern ergab, dass jede Tonne an CO<sub>2</sub>, die durch einen Menschen freigesetzt wird, zu einem Verlust von drei Quadratmetern des sommerlichen Meereis führt (MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT, 2016). Somit trägt jeder Mensch zu der globalen Erwärmung und damit zum Klimawandel bei.

Seit der industriellen Revolution, vor circa 200 Jahren, greift der Mensch massiv, durch Schadstoffausstöße in die Umwelt ein. Durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen im Transport- und Bauwesen, bei industriellen Prozessen und durch höheren Konsum, gelangen größere Mengen CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre. Der CO<sub>2</sub> Anstieg wird zusätzlich durch zunehmende Entwaldung, eine zu intensive und unökologische Landnutzung sowie durch verschiedene Umweltkatastrophen verstärkt. In den letzten 400.000 Jahren variierte die CO<sub>2</sub> Konzentration innerhalb Eiszeiten und warmen Perioden auf natürliche Weise zwischen 180 und 300 p. p. m.<sup>9</sup> Seit der industriellen Revolution haben die Menschen zusätzlich eine halbe Milliarde Tonnen in Form von Kohlendioxid in die Atmosphäre freigesetzt. Heutzutage beträgt die CO<sub>2</sub>-Konzentration über 390 p. p. m. Tendenz steigend (RICHARDSON et al. 2011).

---

7 Eine Gigatonne (Gt) = 1 Milliarde Tonnen (t) = 1 Billion Kilogramm (kg)

8 Prozesse, welche abrupt aufhören, in die gegengesetzte Richtung ablaufen oder schneller angetrieben werden.

9 Parts per Million (Teilchen pro Millionen)

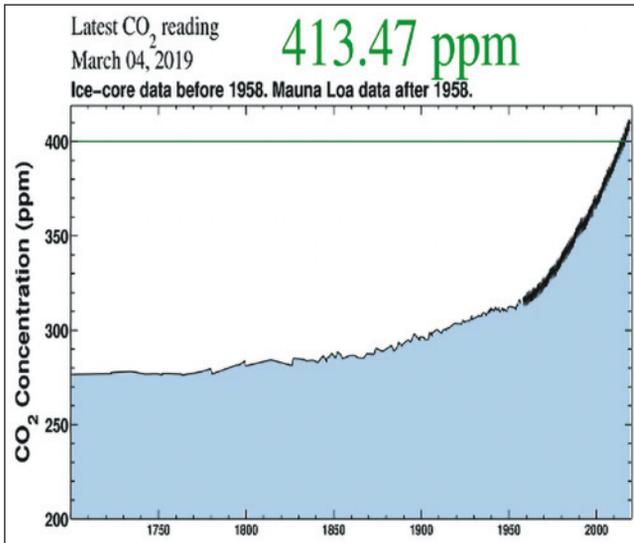


Abb. 2 Die monatliche CO<sub>2</sub>-Durchschnittskonzentration in trockener Luft von 1700 bis 2019 aus Mauna Loa, Hawaii

## Rolle von Kohlendioxid in der modernen Gesellschaft

Die gesamte Entwicklung und Vernetzung der globalen Bevölkerung ist wesentlich von CO<sub>2</sub>-Emissionen geprägt. Fossile Brennstoffe spielen eine große Rolle, als günstige Energieträger bei der Entwicklung von Schwellen- und Entwicklungsländern. Dort steigt der Konsum des Brennstoffs, um Armut mit wachsender Industrie zu bekämpfen und den Wohlstand voran zu bringen. Zudem ermöglicht die Globalisierung einen internationalen Handelsverkehr und die weltweite Mobilität von Menschen und Gütern, die einerseits die soziale Entwicklung und Wirtschaft begünstigen, aber andererseits die Umwelt belasten. Eine Entwicklung, die den Klimaschutz nicht in Betracht zieht, kann bereits in der nahen Zukunft einen direkten und negativen Einfluss auf das Leben der Menschen ausüben. Die selbstständige Lebensmittelversorgung durch Landwirtschaft oder Fischerei sowie der Zugang zu Trinkwasserquellen können durch den Klimawandel erschwert bis hin in Teilen der Erde unmöglich werden, wie dies beispielsweise in Somalia, Westafrika bereits durch Wüstenausbreitung geschehen ist. Auch die gesundheitliche und physische Sicherheit der Menschen könnte durch steigende geopolitische Konflikte in Gefahr geraten (RICHARDSON et al. 2011). Der Klimawandel wird durch steigende Extremwetterereignisse sichtbar und spürbar. Obwohl nicht alle Naturkatastrophen eine Folge des Klimawandels sind, ist etwa der Geophysiker und Klimaexperte beim Rückversicherer Munich Re, Ernst Rauch, sicher, dass die wachsende Häufigkeit und auch die Schwere der Wetterextremen in den letzten Jahren auf einen tatsächlich wirkenden Klimawandel hinweisen. Naturkatastrophen wie Starkregen und Stürme treten nicht nur lokal begrenzt auf, sondern weltweit, so auch hier in

Süddeutschland. Ein deutliches Beispiel einer klimabedingten Naturkatastrophe ist nach Rauch die Sturzflut, die im Jahr 2016 die Gemeinde Braunsbach in Baden-Württemberg heimsuchte (STUTTGARTER NACHRICHTEN, 2019). Die Erhöhung der Erdtemperatur und die Umweltverschmutzung, welche durch das anthropogene CO<sub>2</sub> verursacht werden, senken nicht nur die Lebensqualität, sondern stellen auch eine wahre Bedrohung für die gesamte Existenz dar.

Die globale Erwärmung infolge des Treibhauseffekts ist eine gesetzte Tatsache und „Je früher, je entschlossener wir handeln, desto mehr Zeit bleibt uns für die notwendigen technischen und gesellschaftlichen Anpassungen“, betont Jochen Flasbarth, Staatssekretär im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, ehemals Präsident des Umweltbundesamtes.

## Lange Geschichte der Theorie der globalen Erwärmung

Die Theorie der globalen Erwärmung, die schon in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts von Jean Baptiste Fourier aufgestellt wurde, hat eine lange Geschichte und ist durch Kritik und Skepsis geprägt. Die Wissenschaft des 19. Jahrhunderts legte einen stärkeren Fokus auf die Bestimmung des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre, jedoch führten Misserfolge zu falschen Erkenntnissen. Die Forscher gingen davon aus, dass die Konzentration des CO<sub>2</sub> von Ort zu Ort variierte und die anthropogene Emission des Stoffes von den Weltmeeren folgenlos absorbiert wurde.

Erst im Jahr 1958 lieferte der US-amerikanische Klimaforscher Charles David Keeling eindeutige Beweise zu der umstrittenen Theorie und bestätigte, dass dabei auch die menschlichen Aktivitäten eine entscheidende Rolle spielen. Keeling war überzeugt, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre konstant sei und durch regelmäßige Messungen des Treibhausgases an verschiedenen Orten auf der Welt gelang es ihm, den genauen CO<sub>2</sub>-Gehalt zu messen. Die Daten, die Keeling über Jahre sammelte, wurden in der weltbekannten Keeling-Kurve abgebildet. Charles Keeling wurde für seine Verdienste im Jahr 2001 mit der „National Medal of Science“ ausgezeichnet. „Charles David Keelings messtechnischer Beleg des globalen Anstiegs der atmosphärischen Kohlenstoffdioxid-Konzentration war der Ausgangspunkt für die heutigen Besorgnisse durch die globale Erwärmung. Es ist der wichtigste Datensatz des zwanzigsten Jahrhunderts im Hinblick auf Umweltbelastungen“ so Charles F. Kennel, ein US-amerikanische Physiker und Umweltwissenschaftler. Die Entwicklung der Forschung bewegte die globale Politik und so fand 1979 die erste Weltklimakonferenz statt. Die Theorie der globalen Erwärmung wurde international anerkannt und das Weltklimaforschungsprogramm wurde initiiert.

Die wachsenden Probleme, die durch die globale Erwärmung verursacht wurden, setzten politische Entscheidungsträger unter Druck. Da die Staatengemeinschaft zunächst unschlüssig war, wurde ein unabhängiges Expertengremium ins Leben gerufen. Der heute sogenannte Welt-

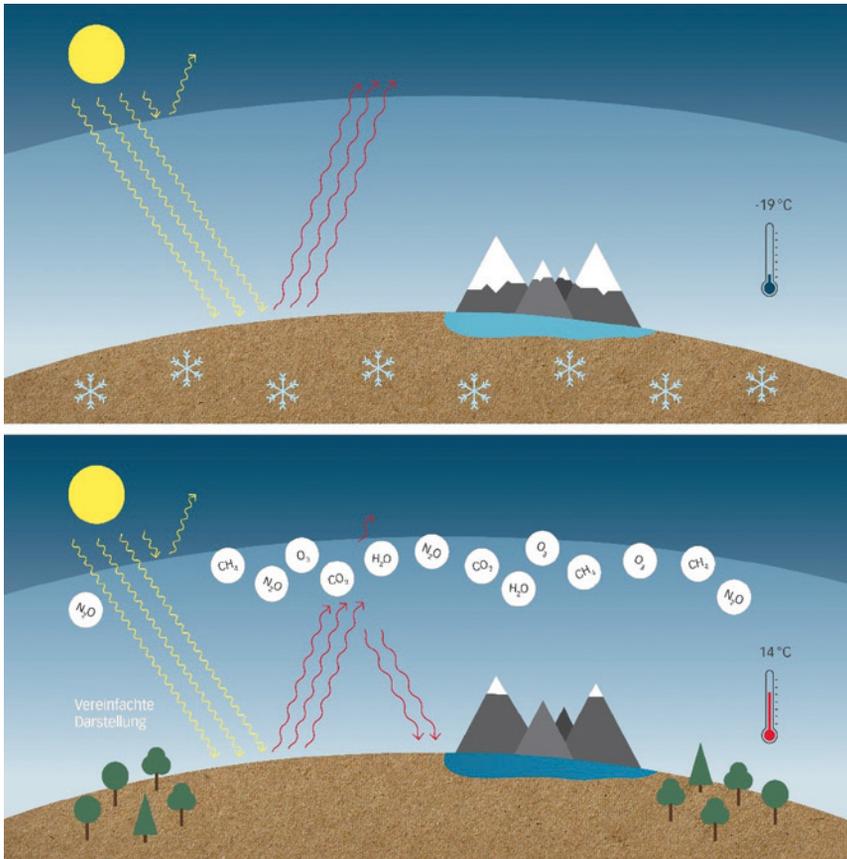


Abb. 3 Vereinfachte Darstellung des natürlichen Klimawandels. Die natürliche Konzentration von Treibhausgasen sorgt für eine optimale Erdtemperatur, die das Leben in der bekannten Form ermöglicht

klimarat IPCC<sup>10</sup> wurde 1988 offiziell gegründet und liefert den derzeit 197 Mitgliedstaaten aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zum Thema Klimawandel. Das Gremium kann nicht direkt auf politische Entscheidungen einwirken, aber die Organisation ist in der Weltpolitik ein bedeutsamer Akteur. Die Berichte des IPCC aus den 1990er Jahren erklären den Menschen als Hauptverursacher des Klimawandels, was mit den gesammelten und ausgewerteten Daten übereinstimmt. Demgegenüber spielt der natürliche Treibhauseffekt in der globalen Erwärmung eine ganz andere Rolle. In der Atmosphäre befinden sich natürliche Treibhausgase wie Wasserdampf (60%), Kohlendioxid (25%), Ozon (8%) und kleine Anteile von Spurengasen wie Methan oder das sog. Lachgas. Die natürliche Konzentration der Gase in der Atmosphäre sorgt dafür, dass die Temperaturen auf der Erde optimal hoch sind und daher das Leben auf diesem Planeten ermöglichen (Abb. 3).

10 Intergovernmental Panel on Climate Change

Der Anstieg der Treibhausgase in der Erdatmosphäre, insbesondere des CO<sub>2</sub> bedeutet, dass mehr Energie der Sonne in der Erdatmosphäre verbleibt. Durch die höhere Gaskonzentration kann die langwellige terrestrische Rückstrahlung nicht vollends wieder entweichen und wird wieder zur Erde zurückgestrahlt. Für diese Erwärmung ist die menschliche Aktivität und zwar vor allem die Verbrennung fossiler Brennstoffe und veränderte Landnutzung verantwortlich.

## Weichenstellungen der Klimagipfel

Auf dem 16. Klimagipfel in Cancún (COP16)<sup>11</sup> im Jahr 2010 einigten sich die Vereinten Nationen auf das Zwei-Grad-Ziel, eine akzeptable und sichere Grenze des gefährlichen Klimawandels. Der Anstieg der Welttemperatur soll auf zwei Grad Celsius begrenzt werden, gegenüber dem vorindustriellen Niveau, sprich vor der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Allerdings wurde aufgrund der Kritik an diesem Ziel seitens Bolivien als Vertreter der Alba-Länder<sup>12</sup> sowie seitens der Alliance of Small Island States das Zwei-Grad-Ziel neu definiert. Es sollten jegliche Anstrengungen unternommen werden, um insbesondere die Inselstaaten und Küstenregionen vor den Folgen des Klimawandels zu schützen. Eine starke Erwärmung verursacht den Anstieg des Meeresspiegels, aufgrund dessen die betroffenen Regionen versinken können. Sollte die globale Temperatur um mehr als zwei Grad ansteigen, werden die Auswirkung schwer vorhersehbar und in Folge dessen auch die Planung von Anpassungsmechanismen erschwert.

Der Weltklimarat hat das globale CO<sub>2</sub>-Budget auf 2.900 Mrd. Tonnen eingeschätzt. Das Budget bedeutet in der Klimapolitik die Menge der CO<sub>2</sub>-Konzentration aus anthropogenen Quellen, die seit dem Anfang der Industrialisierung emittiert wurden und die noch emittiert werden können, um die globale Erwärmung unter Kontrolle zu halten. Die aktuellen Zahlen der CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigen, dass die Politik jetzt dringend handeln muss. Bis zum Jahr 2011 wurden schon 1.900 Mrd. Tonnen des Gases freigesetzt. In den letzten Jahren wurde bereits die Ein-Grad-Grenze der globalen Erwärmung überschritten. Das bedeutet, dass vor allem für die Verbrennung fossiler Brennstoffe und die Energiegewinnung eine Alternative gefunden werden muss. Zudem werden auch technische Maßnahmen eingeführt müssen, um die bereits in der Atmosphäre vorhandene Negativemissionen zu entfernen und unterirdisch zu speichern. Die globale Erwärmung gehört somit zu den größten Herausforderungen der Menschheit. Die weltweite Staatengemeinschaft bewegt sich somit an mehreren Handlungsfronten, um die globale Temperatur zu senken.

11 COP (Conference of the Parties) ist die jährliche UN-Klimakonferenz. Die Konferenzmitglieder, die insgesamt 197 Staaten repräsentieren, berichten jährlich über ihre Treibhausgasemissionen und Klimaschutzpläne. Die COP1 fand in Berlin im Jahr 1995 als Ergebnis der Klimarahmenkonvention aus dem Jahr 1994 statt, die als der erste internationale Vertrag zum Klimaschutz gilt.

12 Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra America ist eine wirtschaftliche Kooperation, um unabhängig von den USA und Europa agieren zu können

# Weltweite und lokale Maßnahmen gegen den Klimawandel und die CO<sub>2</sub>-Abhängigkeit

Obwohl der Klimawandel heutzutage eine Vorrangstellung im politischen Geschehen einnimmt, ist die Bewältigung dieser Herausforderung eine sehr komplexe Aufgabe. Ungleichmäßige Entwicklungen der verschiedenen Staaten bei der Globalisierung führen zu starken Disparitäten und letztendlich zu Konflikten in der weltweiten Gesellschaft. Außerdem spielen kulturelle, geographische und wirtschaftliche Aspekte eine große Rolle in der Durchführung von Klimapolitik. Der Erfolg im Kampf gegen den Klimawandel kann nur durch eine internationale Kooperation erzielt werden. Die erfolgreichen internationalen Abkommen wie das Kyoto-Protokoll<sup>13</sup> aus dem Jahr 1997 und das Pariser-Abkommen aus dem Jahr 2015 waren wichtige Schritte, welche die heutige Politik zur Realisierung des Zwei-Grad-Zieles mobilisierte.

Auf dieser Grundlage entstanden in der europäischen Politik langfristige Strategien und Visionen, die den Klimaschutz zu den wichtigsten Prioritäten zählt. Diese Visionen sehen ein modernes, wettbewerbsfähiges und klimaneutrales Europa vor: nicht nur eine realitätsferne Idealvorstellung, sondern ein langfristiger Plan für eine neue Zukunft, in der die globale und lokale Entwicklung der Wirtschaft und des Umweltschutzes Hand in Hand miteinander gehen.

## Klimapotenziale der wirtschaftlichen Sektoren und europaweite Strategien

Die Europäische Union (EU) setzte sich die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission um 80–95% bis zum Jahr 2050 als Ziel. Um den Plan realisieren zu können, ist es notwendig, die Gesellschaft aus der CO<sub>2</sub>-Abhängigkeit zu befreien. Der einstige Vize-Präsident der Europäischen Kommission Maroš Šefčovič betonte am 28. November 2018, dass die Transformation Europas schon mit der Erhöhung der Lebensqualität der Menschen und mit der Errichtung von lokalen Arbeitsplätzen begann. Mit modernen Technologien und innovativen Strategien will die EU diese Transformation fortsetzen und gleichzeitig europäische Bürger bei dem Wandel unterstützen. Europa soll umwelt- und menschenfreundlich sein. Als Folge der Entscheidungen entstand ein auf dem Pariser-Abkommen basierender, langfristiger Strategieplan „A Clean Planet for all“ (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2018), der Europa zu einem klimafreundlichen Kontinent umwandeln soll. Bis zum Jahr 2050 wird die fast vollständige Transformation des europäischen Marktes erwartet. Diese Transformation soll eine klimaneutrale Wirtschaft zum Ziel haben und die gleichzeitig zukunftsfähig und erfolgreich sein. Der Wandel ist eine Investition in die Zukunft, wobei in die Modernisierung aller wirtschaftlicher Sektoren investiert werden muss. Zu den wichtigsten Zielen gehört

<sup>13</sup> Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.

die vollständige Umsetzung von „low-carbon“-Technologien, welche die Dekarbonisierung von Europa ermöglichen und in jedem wirtschaftlichen Sektor eingesetzt werden können. Alle Sektoren der Wirtschaft, die für die Emission des Treibhausgases CO<sub>2</sub> verantwortlich sind – Energieversorgung, Industrie, Transport, Bauwesen und Landwirtschaft – haben große technische und ökonomische Potenziale, die zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes deutlich beitragen können. Die größten Potenziale besitzen Energie- und Stromsektoren, die bis 2050 fast vollständig mit erneuerbaren Energien ersetzt werden können. Für die nachhaltige Energiegewinnung sind schon zahlreiche Lösungen in der Technik und unterschiedliche politische Strategien vorhanden. Die verschiedenen technischen Innovationen in Wind- und Solaranlagen bis hin zu Flugdrachen, die auf höheren Schichten der Atmosphäre noch mehr Energie gewinnen können, zusätzlich zu der Nutzung von regionalen Potenzialen, könnten die Vollversorgung mit erneuerbaren Energien garantieren. In der europäischen Politik stehen unterschiedliche Strategien auf der Agenda, wie zum Beispiel der internationale Emissionshandel, der in die Politik aller Länder der EU eingeführt wurde. Der Handel regelt, wie viel CO<sub>2</sub> jährlich emittiert werden darf. Die Emissionsrechte sind auf dem Markt beschränkt und werden sparsam ausgegeben. Ähnlich funktioniert der Emissionszertifikathandel, der freiwillig durch Unternehmen intern eingeführt werden kann. Immer mehr Unternehmen setzen auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Sie leisten auch erhebliche Beiträge für CO<sub>2</sub>-Kompensationen, vor allem durch Hilfsmaßnahmen für den Regenwald.

Außerdem gehört zu den aktuellsten Strategien der Europäischen Union der sogenannte *Juncker Plan*. Der Investitionsplan hat die Verstärkung der europäischen Ökonomie und Generierung von neuen Arbeitsplätzen zum Ziel. Um diese Vorhaben zu erreichen, werden Barrieren zum Investieren beseitigt, durch Beratung wird die Aufmerksamkeit auf potenzielle Projekte gelenkt und Investoren werden in der Realisierung von Projekten durch Bereitstellung von finanziellen Mitteln unterstützt. Diese Hilfe wird für allen europäischen Ländern und für wichtige Sektoren der Wirtschaft angeboten. Der Energiesektor und der Klimaschutz profitieren auf vielen Ebenen. In Belgien entsteht die Northwind farm, die jährlich 593 000 Tonnen an CO<sub>2</sub> reduziert wird.

## **Beispiele für Umstellungen auf CO<sub>2</sub>-freundliche Technologien**

In Rumänien wird das Projekt BRUA gas interconnection unterstützt und in Finnland das Projekt VVO near-zero-energy building. Transportemissionen könnten so bis zum Jahr 2050 um circa 60 % reduziert werden. Die Benzin- und Dieselmotoren könnten effizienter gestaltet werden und Hybrid- und Elektroautos würden eine zusätzliche Alternative bieten. Außerdem werden das Flugwesen und der Schwertransport von Biotreibstoff oder Elektrizität umgestellt. Haushalts- und Industrieemissionen könnten durch neue Strategien auch fast vollständig abge-

baut werden. Der Landwirtschaftssektor könnte durch Aufforstung und Reduktion der Tierhaltung ebenso einen großen Beitrag zu der Senkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten. Außerdem wird die Investition der EFSI (Europäische Fonds für strategische Investitionen) in die Modernisierung des Sektors in Betracht gezogen: digitale landwirtschaftliche Produktionssysteme und nachhaltiges Ressourcenmanagement könnten eine positive Wirkung auf den Zustand der Böden, Gewässer und Lebensräume ausüben. In der Bauwirtschaft liegt der Fokus auf Ressourcenschonung und recyclinggerechtem Bauen. Die Zirkulation von Baustoffen soll die Wiederverwendung von Bauabfällen ermöglichen. Bei der Aufbereitung von Baumaterialien ist vor allem der Einsatz vom R-Beton, ressourcenschonender Beton, der Gesteinskörnungen aus dem Materialkreislauf (Abriss von Gebäuden) wiederverwendet – zusehends gebräuchlich. Die Verwendung von ressourcenschonendem Beton würde die Produktion von Zement, der Grundzutat bei der Betonproduktion, verringern. Außerdem ist die Zementproduktion für circa 7% des weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes verantwortlich. Die Berücksichtigung von Recyclingpotenzialen bereits in der Planungsphase von Gebäuden, trägt bedeutsam zu der nachhaltigen Bauwirtschaft bei, die einen hohen Rohstoffbedarf besitzt. In dem Sektor spielt auch die veränderte Strategie der Stadtplanung eine wichtige Rolle. Es gilt, die Raum-, Regional- und Stadtplanung klimagerecht zu gestalten und die notwendigen Klimaanpassungen umzusetzen.

Mit Blick auf die zunehmende Sommerhitze einerseits und die Starkregenereignisse andererseits müssen dabei städtische Grünflächen für den Regenwasserabfluss, die Grundwassererneuerung, und die sommerliche Luftkühlung genutzt und ausgebaut werden. Es sollen sich also Klimaschutz und Wirtschaftswachstum ergänzen und nicht als Konkurrenz verstanden werden. Der gut organisierte wirtschaftliche Wandel und die Anpassung an das Klima sollen keine negativen Konsequenzen für die Wirtschaft darstellen. Schließlich stützt sich der gesellschaftliche Wachstum auf drei Säulen: der wirtschaftlichen, der sozialen und der ökologischen Dimension.

## **Klimawandel, Klimabewusstsein und Handlungsbedarf am Beispiel von Hitzewellen**

Staatliche Maßnahmen im Einsatz gegen die Klimaerwärmung sind von großer Bedeutung. Allerdings ist die Verbreitung von Umweltbewusstsein in der Gesellschaft und das soziale Engagement und individuelles Handeln bedeutend, um dem Klimawandel entgegenzuwirken. Verstärkte Wetterextreme, Klimaflüchtlinge aus nicht mehr bewohnbaren Weltregionen, bzw. verwüsteten Regionen gehören zu den klimawandelbedingten Konsequenzen, die schon heute Realität sind. Die sommerlichen Hitzewellen, die schon in den vergangenen Jahren immer häufiger auftraten, senkte die Lebensqualität der Menschen deutlich und das Risiko durch die enorme Hitzebelastung zu sterben stieg, vor allem für ältere Menschen. Laut dem Rapport der Europäischen Union über die übermäßige menschliche Verwundbarkeit durch Hitzewellen, ist die Ster-



Abb.4 Vertreter der Pataxo, einem indigenen Indianerstamm im brasilianischen Urwald als Botschafter für die Erhaltung eines des größten, natürlichen Klima-Kipp-Elements, bei der Tagung in der Akademie für Natur- und Umweltschutz

berate in Europa im Jahr 2003 auf über 80.000 Todesopfer gestiegen. Zu beachten ist der Fakt, dass 70.000 dieser Todesfälle in der Sommerzeit auftraten. Eine Studie des Joint Research Centre der Europäischen Kommission bestätigt, dass die Zahlen der Opfer durch Wetterextreme deutlich steigen wird. Auf vielfache Weise wird der Leser nicht nur in den wissenschaftlichen Studien des IPCC, sondern auch in vielen separaten Veröffentlichungen etwa mittels drastischen aber realistischen Zukunftsszenarios mit den zu erwarteten Entwicklungen konfrontiert (z. B. HUTTER & GORIS (2009)). Weltweite Proteste gegen die immer noch herrschende Skepsis und Zurückhaltung zahlreicher Nationen und Wirtschaften bezüglich des Klimawandels werden immer präsenter. Gegen Klima-Leugner setzt sich seit 2018 eine engagierte Schülerbewegung ein, die eine große mediale Aufmerksamkeit gewann. Inzwischen protestieren junge Menschen im Rahmen der Bewegung „Fridays for Future“ in mehr als 100 Ländern. Diese Bewegung wurde von der schwedischen Klimaaktivistin Greta Thunberg initiiert und hat die Sicherung der Zukunft für folgende Generationen zum Ziel. Die 16-jährige Schülerin rief beim Wirtschaftsgipfel in Davos 2018 zum sofortigen Handeln auf und forderte die Regierenden und Entscheidungsträger zur Beschleunigung der Anpassungsprozesse an den Klimawandel auf. Ökonomisches Fachwissen ist nicht notwendig, um zu erkennen, dass keine Wirtschaft in einer Welt ohne Klimaschutz funktionieren kann.



Abb.5 Der Künstler Hermann Josef Hack macht im Auftrag der Umweltakademie Baden-Württemberg mit 1.000 kleinen Flüchtlingszelten in der Landeshauptstadt Stuttgart bereits im Jahr 2010 deutlich, dass die Migration vor allem aus Afrika eine Folge der vom Klimawandel verursachten Dürren darstellt. V.r.n.l.: Claus-Peter Hutter, Leiter der Umweltakademie, Susanne Eisenmann, ehemalige Kulturbürgermeisterin der Landeshauptstadt Stuttgart sowie jetzige Kultusministerin und Hermann Josef Hack, Künstler

Für diese Erkenntnis setzt sich auch das aus Brasilien stammende, indigene Volk der Pataxó ein, dessen Heimat durch die Rodung des Regenwaldes beeinträchtigt und von der Zerstörung bedroht ist. Die Einwohner des Regenwaldes im Südosten Brasiliens stellten die Konsequenzen der Zerstörung des Regenwaldes während einer Tagung der Akademie für Natur- und Umweltschutz und des Linden-Museums (Völkerkundemuseum in Stuttgart) im Jahr 2017 vor.

Auch Wissenschaftler weisen darauf hin, dass der Regenwald zu den wichtigsten sogenannten Kipp-Elementen gehört, dessen Aufrechterhaltung für den Klimaschutz eine bedeutende Rolle spielt. Der Klimawandel verursacht auch weltweit Umweltschäden, Armut und letztendlich führt er zu massiven Migrationsströmen. Um auf diesen Aspekt der globalen Erwärmung aufmerksam zu machen, hatte der Künstler Hermann Josef Hack bei einer von der Akademie für Natur- und Umweltschutz organisierten Aktion auf dem Stuttgarter Schillerplatz im Jahr 2010 mit circa 1.000 kleinen Flüchtlingszelten veranschaulicht. In den betroffenen Ländern verstärkt der Klimawandel die Herausforderungen der Nahrungs- und Wasserversorgung. Infolge von Naturkatastrophen wie Dürren sind die Einwohner gezwungen, eine neue Heimat zu suchen. Hilfsmaßnahmen für die stark in Mitleidenschaft gezogene Regionen vor allem in Afrika können helfen, die Migrationsbewegungen zu verhindern.

Die Schaffung von Klimabewusstsein und vor allem die Motivation zur Handlungsbereitschaft sind ein wichtiger Beitrag zum Klimagerechten bzw. klimaneutralen Wirtschaften und Leben. Und vielleicht liegt die Lösung für den Klimawandel bereits auf der Hand. Der Wettbewerb der Nationen bei der Umstellung auf erneuerbare Energien ist ein ermutigendes Zeichen.

# GLOSSAR

## ■ 1,5-Grad-Ziel / Zwei-Grad-Ziel

Das Ziel der internationalen Klimapolitik ist im Pariser Klimaabkommen durch 196 Staaten vereinbart wurde, die Erderwärmung auf zwei Grad – gegenüber dem Niveau der vorindustriellen Zeit – zu beschränken. Aufgrund der gefährlichen Lage der Küstenregionen und Inseln, die durch den Einstieg des Meeresspiegels aus der Weltkarte verschwinden können, sollen jegliche Anstrengungen unternommen werden, die Erderwärmung auf 1,5 Grad zu senken.

## ■ Anthropogen

Von Menschen verursacht oder beeinflusst. In der deutschen Sprache findet auch der Begriff „menschengemacht“ Verwendung.

## ■ CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid)

Bedeutsamer Bestandteil des Kohlenstoffzyklus. Kohlenstoffdioxid ist ein unbrennbares, saures und farbloses Gas, das natürlich in der Luft vorkommt. Die steigende Konzentration des Treibhausgas, die vor allem durch menschliche Aktivitäten wie Verbrennung fossiler Energieträger verursacht wurde, führt zur globalen Erwärmung und daher auch zur klimabedingten Umweltkatastrophen. Seit dem Beginn der Industrialisierung stieg der Anteil des Gases von ca. 280 parts per million (ppm, Teile pro Million) auf ca. 400 ppm im Jahr 2015.

## ■ COP

(Conference of the Parties) ist die jährliche UN-Klimakonferenz der Vertragsparteien der Klimarahmenkonvention. Die Konferenzmitglieder, die insgesamt 197 Staaten repräsentieren, berichten jährlich über ihre Treibhausemissionen und Klimaschutzpläne und überprüfen somit die Durchführung der Klimarahmenkonvention. Der COP1 fand in Berlin im Jahr 1995 als Ergebnis der Klimarahmenkonvention aus dem Jahr 1994 statt, die als der erste internationale Vertrag zum Klimaschutz gilt.

## ■ Dekarbonisierung

Maßnahmen, die eine Reduktion und langfristige Befreiung der Wirtschaft von der CO<sub>2</sub>- Technologie zum Ziel haben. Insbesondere ist die Energiewirtschaft gemeint, die zukünftig anstelle von fossilen Brennstoffen , von erneuerbaren Energien gesteuert werden soll.

## ■ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

Der zwischenstaatliche Ausschuss für den Klimawandel (IPCC) ist ein internationales Wissenschaftsgremium in Genf in der Schweiz. Das Hauptziel des Gremiums ist die aktuelle Sammlung und Bündelung der globalen Klimaforschung.

### ■ Keeling-Kurve

Eine nach dem Forscher Charles David Keeling benannte graphische Darstellung des Konzentrationsverlaufs von Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) in der Atmosphäre seit dem Jahr 1958. Die Messwerte stammen aus einem Observatorium am Mauna Loa auf Hawaii, einem Standort, in dessen Umgebung keine großen Mengen von  $\text{CO}_2$  freigesetzt werden.

### ■ Kipp-Elemente

Das komplexe Klimasystem ist von vielen sich gegenseitig beeinflussenden Prozesse abhängig. Sollten Teile des Systems verändert werden, kommt es auch zu Veränderungen in weiteren Systemteilen. Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung nannte neun für die Klimapolitik relevante Kipp-Elemente: Arktisches Meereis, Grönländischer Eisschild, Westantarktischer Eisschild, Boreale Wälder, Amazonas-Regenwald, El Niño und Südliche Oszillation (ENSO), Sahara-/Sahel- und Westafrikanischer Monsun, Indischer Sommermonsun, thermohaline Atlantikzirkulation.

### ■ Klima

Das Klima wird im Allgemeinen durch die gleichen Elemente beschrieben wie das Wetter. Dies sind zum Beispiel Temperatur, Niederschlag, Wind, Feuchte und Strahlung. Die Zusammenfassung der Wettererscheinungen, die den Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort oder in einem mehr oder weniger großen Gebiet charakterisieren, wird als Klima bezeichnet. Es wird repräsentiert durch die statistischen Gesamteigenschaften (Mittelwerte, Extremwerte, Häufigkeiten, Andauerwerte u. a.) über einen genügend langen Zeitraum. Im Allgemeinen wird ein Zeitraum von 30 Jahren zugrunde gelegt, die sog. Normalperiode. Es sind aber durchaus auch kürzere Zeitabschnitte gebräuchlich. (Deutscher Wetterdienst o. J.)

### ■ Klimawandelanpassung

Gemeint sind Anpassungsmaßnahmen aufgrund der Klimaänderungen bzw. der globalen Erwärmung. Das Ziel ist die Gesellschaft auf die zu erwartenden Klimaänderungen vorzubereiten, sodass Schäden in der Zukunft minimalisiert oder vermieden werden können.

### ■ Kohlestoffzyklus

Der Prozess der Umwandlung und Austausch kohlenstoffhaltiger Verbindungen zwischen der Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre.

### ■ $\text{CH}_4$ (Methan)

Methan gehört seit 1980 zu den wichtigsten Verursachern des Klimawandels, da es auch in der Lage ist, das infrarote Licht zu absorbieren. Ähnlich wie beim Kohlendioxid, steigt auch die Konzentration dieses Gases jährlich und zwar um 0,9 %. Nur 43 Prozent von Methanemissionen stammen aus der Entwässerung von natürlichen Feuchtgebieten und Nassreisfeldern. Für die steigenden Emissionen sind unterschied-

liche Prozesse wie das Wachstum von Anbaufläche für Nassreis, Lecks von Erdgasleitungen, steigende Zahlen von Rindern in Ställen und Fütterung mit Futterimporten und die Zerstörung der Vegetation verantwortlich.

#### ■ Treibhausgase

Die Treibhausgase der Erdatmosphäre wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Wasserdampf, Ozon, Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O) können die vom Boden abgestrahlte Infrarotstrahlung teilweise absorbieren und somit die Wärme in der Erdatmosphäre speichern, anstatt sie ans Weltall abzugeben. Das Phänomen der Rückstrahlung sorgt für die Erwärmung der Erde um ca. 33 Grad und ermöglicht dadurch das Leben auf der Erde (natürlicher, geogener Treibhauseffekt). Hinzu kommt noch der anthropogene Klimawandel, der durch menschliche Aktivitäten wie Verbrennung von Kohle und Öl oder Verwendung von Kältemittel für Kühlschränke und Klimaanlage, verursacht wird. Zusätzliche Mengen von Treibhausgasen gelangen in die Erdatmosphäre und verstärken somit den natürlichen Klimawandel.

#### ■ Wetter

Als Wetter wird der physikalische Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem auch kürzeren Zeitraum an einem bestimmten Ort oder in einem Gebiet bezeichnet, wie er durch die meteorologischen Elemente und ihr Zusammenwirken gekennzeichnet ist. Das Wettergeschehen spielt sich in der unteren Atmosphäre ab, die als Troposphäre bezeichnet wird. In höheren Atmosphärenschichten gibt es zwar auch messbare Luftbewegung und Temperatur, aber so gut wie keine Feuchte. Ursache der Wetterabläufe sind die unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche und daraus resultierend der darüber liegenden Luftschichten in Abhängigkeit von der geographischen Breite, der Höhenlage über NN, der Land-See-Verteilung, der Orographie, des Bewuchses usw. “ (Deutscher Wetterdienst o.J.)

## Literatur

- ALLEN, M. et al.(2018): Framing and Context. In: Global warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG (2017): Entwicklungspolitik als Zukunfts- und Friedenspolitik. 15. Entwicklungspolitische Bericht der Bundesregierung, Bonn.
- BUNDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG: Glossar. Online unter URL:<http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38618/glossar#art6>. [Zugriff 07.03.2019]
- DEUTSCHER WETTERDIENST: Klimawandel – ein Überblick: Online unter URL: [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/ueberblick/ueberblick\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/ueberblick/ueberblick_node.html). [Zugriff 07.03.2019]
- EUROPEAN COMMISSION (2018): A Clean Planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, competitive and climate neutral economy, Brüssel. Online unter URL:[https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com\\_2018\\_733\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_en.pdf). [Zugriff:04.03.2019]

- GRUSS P.& SCHÜTH F. (2008): Die Zukunft der Energie. Die Antwort der Wissenschaft. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft. Verlag C. H. Beck.
- HAWKINS Ed (2018). Warming stripes. Climate Lab Book. In: <http://www.climate-lab-book.ac.uk/2018/warming-stripes/#more-5516>. [Zugriff am 06.03.19]
- HUTTER, C. P. & GORIS, E. (2009): Die Erde schlägt zurück. Wie der Klimawandel unser Leben verändert. Droemer Verlag. München.
- KÖSTER, Klaus (2019): Wie geht's die, Erde? In: Stuttgarter Nachrichten. Wochenende 23./24. Januar 2019, S. 2/3
- MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT (2016): Mein Beitrag zur arktischen Eisschmelze. Online unter URL: <https://www.mpg.de/10815762/meereis-arktis-rueckgang>. [Zugriff:13.08.2019]
- NABU (2016): Die Ergebnisse der Pariser Klimakonferenz COP 21, Berlin. Online unter URL:[https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/klimaschutz/160317\\_nabu-hintergrund\\_postparis.pdf](https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/klimaschutz/160317_nabu-hintergrund_postparis.pdf). [Zugriff: 01.03.2019]
- NEHER, M. (2017): Repräsentanten der Pataxo, Brasilien. Bildarchiv Umweltakademie. Stuttgart
- NELLES , D.& SERRER, C. (2018): Kleine Gasse – Große Wirkung: Der Klimawandel, S. 8/9.
- OTT, Erich (2010). Klimawandel und Naturkatastrophen – gesellschaftliche und politische Dimensionen und Perspektiven. Online unter URL: <https://d-nb.info/1060672766/34>. [Zugriff: 01.03.2019]
- RICHARDSON K. et al. (2011): Climate Change. Global Risks, Challenges and Decisions, Cambridge University Press, 101–133, 163–195, 233–234.
- ROBINE, J. et al. (2007): Report on excess mortality in Europe during summer 2003. Online unter URL:[http://ec.europa.eu/health/ph\\_projects/2005/action1/docs/action1\\_2005\\_a2\\_15\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2005/action1/docs/action1_2005_a2_15_en.pdf). [Zugriff: 04.03.2019]
- SEKRETARIAT DER KLIMARAHMENKONVENTION MIT UNTERSTÜTZUNG DES DEUTSCHEN BUNDESUMWELTMINISTERIUMS (Hrsg.): Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. Bonn. Online unter URL: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf>. [Zugriff: 04.03.19]
- SCRIPPT INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY (2019): Scripps CO2 Program. Online unter URL: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>. [Zugriff 06.03.2019]
- SIMONIS, Georg (Hg.) (2017): Handbuch Globale Politik. Ferdinand Schöningh Verlag. Paderborn.
- WELTKLIMABERICHT 2014 (2013): Kipp-Elemente. Online unter URL: <http://www.ipcc14.de/23-glossar/k/47-kipp-elemente> [Zugriff: 13.08.19]
- WELTKLIMABERICHT (2014): Glossar. Online unter URL: <http://www.ipcc14.de/glossar>. [Zugriff: 07.03.2019]
- WILD, A. (1995): Umweltorientierte Bodenkunde, Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 250–256.

## Anschrift der Verfasserin

Sylvia Weronika Wąs

Bismarckstraße 63

76133 Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie (Studentin)

Institut für Technikzukünfte: Wissenschaft – Medien – Kommunikation

Engelstraße 2

76131 Karlsruhe

Projektarbeit bei der Akademie Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg