

Dekarbonisierung des Wirtschaftssystems

Notwendigkeiten und Möglichkeiten

Christoph Streissler

Dieser Beitrag verfolgt mehrere Ziele: Zunächst werden zwei Themen rekapituliert, die keinen unmittelbaren Zusammenhang zu haben scheinen, deren Verbindung aber heute allgemein bekannt ist: die physikalischen Grundlagen des Treibhauseffekts einerseits, die Rolle von Energie im Wirtschaftssystem andererseits. Danach wird ein Überblick darüber gegeben, welche Veränderung für das Wirtschaftssystem die Verringerung der Emissionen von Treibhausgasen bedeutet, die die Klimarahmenkonvention bezweckt und die zuletzt von der Klimakonferenz in Paris als Ziel bekräftigt wurde.

Anthropogener Einfluss auf das Klima

„Der Einfluss des Menschen auf das Klimasystem ist klar, und die jüngsten anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen sind die höchsten in der Geschichte. [...] Jedes der vergangenen drei Jahrzehnte war hinsichtlich der mittleren Temperatur auf der Erdoberfläche jeweils wärmer als alle vorhergehenden seit 1850.“¹

Diese Feststellungen finden sich am Beginn der jüngsten Zusammenfassung des Kenntnisstandes zum Klimawandel, den das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Zwischenstaatlicher Ausschuss über Klimaveränderung) regelmäßig veröffentlicht. Der Fünfte Sachstandsbericht, in vier Bänden 2013/2014 publiziert, enthält auf mehreren tausend Seiten detailreich und mit genauen Angaben zum Grad der wissenschaftlichen Sicherheit der einzelnen Aussagen² den gegenwärtigen Stand des Wissens über die zugrundeliegenden physikalischen Vorgänge sowie den Kenntnisstand über Emissionsverringerungen und über Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Viele hunderte Wissenschaftler*innen aus den verschiedensten Disziplinen haben zu diesem Werk beigetragen, das damit eines der umfangreichsten wissenschaftlichen Kooperationsprojekte überhaupt ist.

Jeder der vier Bände des Sachstandsberichts enthält auch eine Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, ein Zeichen des Auftrags des IPCC, nicht nur die wissenschaftlichen Grundlagen und die Beobachtungen von Veränderungen zusammenzutragen, sondern auch politische Empfehlungen hinsichtlich der Emissionsverminderung und der Maßnahmen zur Anpassung an den stattfindenden Klimawandel abzuleiten. Öffentlich sichtbar wurde die Anerkennung dieser Arbeit mit der Verleihung des Friedensnobelpreises an das IPCC im Jahr 2007.

Dass das IPCC als „Grenzorganisation zwischen Wissenschaft und Politik“ agiert (Krüger 2016) und dass somit seine Veröffentlichungen einen wesentlichen Einfluss auf das politische Framing des Klimawandels haben und dementsprechend politisch umstritten sind, verdeckt gelegentlich die Tatsache, dass viele Erkenntnisse über die Wirkung von Treibhausgasen und über die damit zusammenhängende Dynamik von Atmosphäre und Ozeanen naturwissenschaftlich außer Streit stehen und – soweit das bei den Naturwissenschaften möglich ist – von politischen Verwertungsinteressen unabhängig sind. Diese

Grundlagen, die das Hauptthema des ersten Bandes des IPCC-Berichts sind, werden hier schlaglichtartig rekapituliert.

Physikalischer Hintergrund

Die für die Erdoberfläche einzig relevante Energiequelle ist die Bestrahlung durch die Sonne.³ Die Energie, die beim mittleren Abstand der Erde von der Sonne senkrecht zur Richtung der Einstrahlung auf die Erde auftrifft, wird als Solarkonstante bezeichnet. Sie schwankt in sehr geringem Ausmaß mit der periodischen Sonnenfleckenaktivität, kann aber ansonsten als konstant angenommen werden.

Dieser Energieeinstrahlung steht die Energieabstrahlung der Erde ins Weltall gegenüber. Jeder physikalische Körper mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt gibt elektromagnetische Strahlung ab (Licht, Wärmestrahlung, ...). Deren Spektrum und Energiegehalt hängen ausschließlich von der Temperatur des Körpers ab.⁴ Diese Abstrahlung steigt mit steigender Temperatur und folgt dem nach zwei österreichischen Physikern benannten Stefan-Boltzmann-Gesetz. Strahlungsgleichgewicht und damit gleichbleibende Temperatur des physikalischen Körpers herrscht dann, wenn dessen Temperatur genau den Wert annimmt, der zu einer Abstrahlung von Energie führt, die gleich hoch ist wie die eingestrahlte Energiemenge.

Wird berücksichtigt, dass die Erdoberfläche einen Teil der Sonneneinstrahlung reflektiert und dass nur der absorbierte Rest in die Energiebilanz eingeht, so lässt sich die theoretische Temperatur einer Erde ohne Atmosphäre berechnen. Sie betrüge etwa -19°C , wäre also bedeutend kälter als die tatsächliche Erde. Die Anwesenheit der Atmosphäre macht das Modell komplizierter, die Erde aber um einiges freundlicher. Am äußersten Rand der Atmosphäre gilt weiterhin das Strahlungsgleichgewicht, aber durch Absorption von Strahlung in der Atmosphäre und Rückstrahlung ist die Temperatur auf der Erdoberfläche höher als ohne Atmosphäre. Für diese Absorption der langwelligen Strahlung (Wärmestrahlung) von der Erde sind bestimmte Gase verantwortlich, die in der Atmosphäre vorkommen. Das bedeutendste derartige Gas ist Wasserdampf, das zweitwichtigste Kohlendioxid (CO_2). Diese Gase wirken somit ähnlich einer Daunendecke, die die Wärmeabstrahlung verhindert; ihr Effekt wird als natürlicher Treibhauseffekt bezeichnet und führt dazu, dass die weltweite Durchschnittstemperatur bei etwa 15°C liegt, also etwa 34°C höher als ohne sie. Wegen dieses Effekts werden diese Gase als Treibhausgase bezeichnet, obgleich die Wirkung eines Glashauses auf anderen physikalischen Gegebenheiten beruht.

Eine Erhöhung der Konzentration der Treibhausgase führt zu einer Verstärkung dieses Effekts und damit zu einer höheren Rückstrahlung. Die Temperatur an der Erdoberfläche steigt. Damit erhöht sich nach dem oben erwähnten Stefan-Boltzmann-Gesetz auch die Abstrahlung, und zwar so weit, bis sie wieder gleich hoch ist wie die eingestrahlte Energie, bis also wieder Strahlungsgleichgewicht herrscht.

Der Anpassungsprozess in Folge einer Erhöhung der Treibhausgaskonzentration läuft langsam ab, typischerweise über Jahrzehnte. Im Einzelnen sind diese Vorgänge gut verstanden, aber Rückkopplungen mit anderen geophysikalischen Abläufen auf der Erde machen die Dynamik kompliziert. Denn mit dieser Temperaturanpassung gehen Reaktionen der Ozeane, Änderungen des Wasserhaushalts der Atmosphäre, Veränderungen der Albedo (Reflektivität) der Erde durch Veränderung der Pflanzendecke sowie der Schnee- und Eisbedeckung etc. einher. Sie führen dazu, dass die Änderung der Konzentration der

Treibhausgase komplexe Veränderungen nach sich zieht, die weiterhin Gegenstand intensiver Forschung sind.

Bindung von Sonnenenergie durch Photosynthese

Dass die Sonne die mit Abstand wichtigste Energiequelle auf der Erdoberfläche ist, war auch ausschlaggebend für die Evolution der Photosynthese. Durch sie wandeln Pflanzen Kohlendioxid und Wasser in Kohlehydrate und Sauerstoff um. Hinsichtlich seiner Nettowirkung ist dieser Vorgang genau die Umkehrung der Verbrennung von organischem Material, bei der dieses unter Sauerstoffzufuhr zu Kohlendioxid und Wasser umgesetzt wird. Während bei der Verbrennung Energie in Form von Wärme frei wird, wird bei der Photosynthese Energie gebunden. Das dabei entstehende organische Material wird heute als Biomasse bezeichnet, wenn es rezenten Ursprungs ist. Ist es über geologische Zeit im Boden abgelagert gewesen und hat sich dabei unter Wärme und Druck in Erdgas, Erdöl oder Kohle verwandelt, so wird es „fossil“ genannt. Aber auch der Energiegehalt dieses organischen Materials stammt aus der Bindung der Energie des Sonnenlichts im Zuge der Photosynthese; nur fand sie diesfalls vor vielen Millionen Jahren statt.

Die Tatsache, dass heute vielfältige Energiequellen zur Verfügung stehen, lässt vergessen, dass bis etwa zum 18. Jahrhundert Biomasse, insbesondere Holz, die weit überwiegend von Menschen genutzte Energiequelle war.⁵ Die Nutzung von Holz war seit der Antike der wesentlichste Treiber für die Formung der Landschaften Europas, wie sie heute vorzufinden sind (Küster 2008). Neben dem Einsatz als Heiz- und Brennstoff in Haushalten und als Baustoff wurde Holz beziehungsweise Holzkohle in großen Mengen beim Salzsieden, beim Kalkbrennen, in Brauereien, in Färbereien und vor allem bei der Eisenverhüttung benötigt.

In Zeiten schwacher Infrastruktur für den Straßentransport und hoher Transportkosten stellte das Flößen die einzige Transportmöglichkeit größerer Mengen von Holz dar. Daher siedelten sich energieintensive Industrien an Flüssen an, wo die Versorgung mit Holz gesichert war. Neben dem dominierenden Energieträger Holz spielten die mechanische Nutzung der Wasserkraft und die Nutzung von Wind mittels Windmühlen und Segelschiffen – bezogen auf die Energiemenge – eine marginale Rolle. Einzig die Versorgung von Menschen und Zugtieren mit Nahrung erforderte vergleichbar große Energiemengen und damit Flächen wie die Holznutzung (Malanima 2014, 11).

Im Gegensatz zu Holz waren Kohle und Torf, die ja vielerorts auch an der Oberfläche vorkommen, zwar seit Menschengedenken als Brennstoff bekannt, hatten aber zumeist nur lokale Bedeutung. Erst als im 16. Jahrhundert in England durch die Übernutzung der Wälder Holz als Energieträger immer knapper wurde, begann Kohle in relevanten Mengen Holz als Energieträger zu ersetzen. Bei der Erzeugung von Roheisen in Hochöfen verdrängte Anfang des 18. Jahrhunderts Koks die bis dahin verwendete Holzkohle. Der vermehrte Einsatz von Kohle und die Verbreitung der Dampfmaschine, die damit einherging, machten die Güterproduktion von der menschlichen und tierischen Muskelkraft unabhängig und leiteten so die industrielle Revolution ein.

Nachdem der Energieverbrauch pro Person und Jahr in Europa bis etwa 1800 über Jahrhunderte relativ stabil bei größenordnungsmäßig 20 GJ gelegen war, nahm er in den letzten 200 Jahren stark zu. So stieg er in Westeuropa in der Zeit von 1800 bis 2010 von etwa 23 auf 134 GJ, also auf das 5,8-fache. Gleichzeitig wuchs die Bevölkerung um das 3,5-fache, sodass der gesamte Energieverbrauch etwa um den Faktor 20 anstieg (ebd., 15,

eigene Berechnungen⁶). Mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung ist diese Entwicklung weltweit zu beobachten; im globalen Durchschnitt lag der jährliche Energieverbrauch pro Person 1800 bei etwa 13 GJ, während er 2010 etwa 85 GJ betrug. In Kombination mit dem Bevölkerungswachstum, einem Anstieg auf das 7,2-fache in dieser Periode, bedeutet dies, dass der weltweite, gesamte Energiebedarf in der Periode 1800 bis 2010 auf das knapp 50-fache gestiegen ist (ebd., 17).

BIP und Energieverbrauch

Diese Steigerung ist zum Großteil auf die Ausdehnung der Nutzung fossiler Energieträger zurückzuführen. Gemäß dem jüngsten World Energy Outlook (IEA 2015) betrug im Jahr 2013 der Anteil fossiler Energieträger am globalen Primärenergieaufkommen 81,5 % (vgl. Abb. 1).

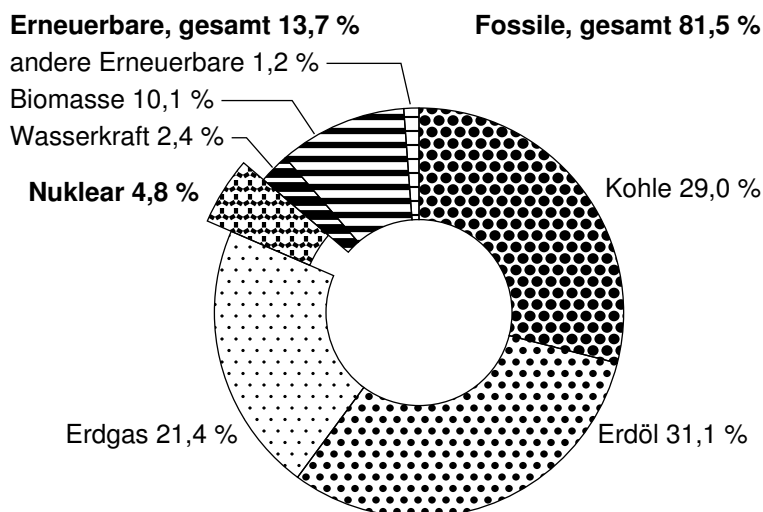


Abbildung 1: Anteil der verschiedenen Energieträger am weltweiten Primärenergieaufkommen im Jahr 2013. Quelle: IEA 2015, eigene Berechnung

Mit dieser Steigerung der Gesamtenergienachfrage geht eine zuvor nicht zu beobachtende Steigerung des BIP einher – gesamt, aber auch pro Kopf – sowie eine fundamentale Verschiebung der Zahl an Arbeitskräften vom primären zum sekundären und später zum tertiären Sektor. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts betrug etwa der Anteil der in der Landwirtschaft tätigen Bevölkerung in Deutschland 62 %, in Frankreich 55 % und in England 36 % (Allen 2000, 7). Heute liegen diese Anteile in Deutschland bei 1,5 %, in Frankreich bei 2,9 % und in Großbritannien bei 1,1 % (Eurostat 2013, 140).

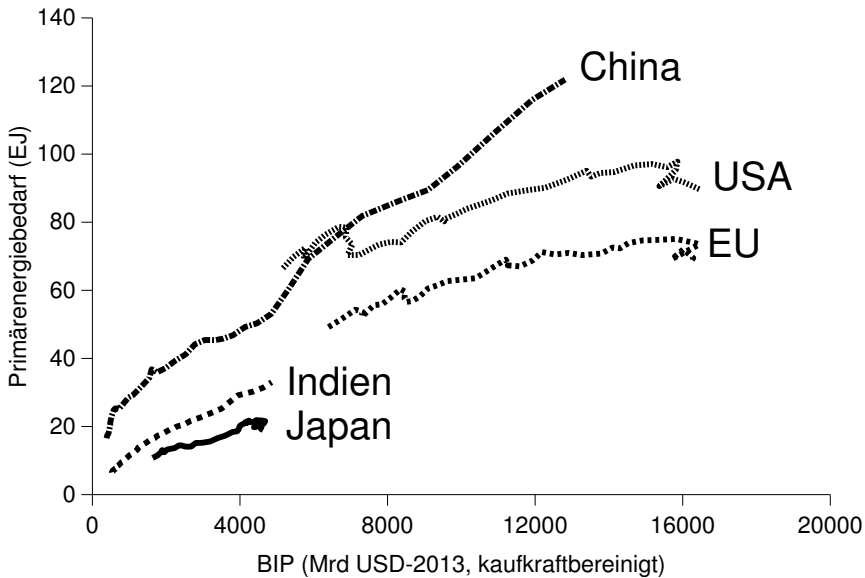


Abbildung 2: Primärenergiebedarf gegenüber dem BIP für ausgewählte Wirtschaftsräume, 1971 bis 2014. Quelle: IEA (2014: Abb. 1.1). Zur Einheit der Energie vgl. Anmerkung 6

Die Gleichzeitigkeit des BIP-Anstiegs und des steigenden Energieverbrauchs sagt freilich nichts über die Kausalitätsbeziehung der beiden Beobachtungen. Der makroökonomische Mainstream ist gewohnt, die Rolle von Energie in der Wirtschaft außer Acht zu lassen: Die Cobb-Douglas-Produktionsfunktion in ihrer ursprünglichen Form enthält lediglich zwei Produktionsfaktoren, Kapital und Arbeit.⁷ Energie, aber auch andere natürliche Ressourcen, spielen bei dieser vereinfachten Betrachtung keine Rolle. Dem gegenüber steht eine stärker naturwissenschaftlich geprägte Sichtweise, die – trotz des vergleichsweise geringen (wertmäßigen) Anteils der Energie an der gesamten Nachfrage – im Energieverbrauch einen wesentlichen Treiber für Wachstum bzw. kapitalistische Akkumulation sieht und die auf die Beschränkung des weltweiten Energiedargebots hinweist (beispielhaft Altva-ter/Mahnkopf 1996, Malanima 2014). Unter anderem aus der Kritik an der mangelnden Berücksichtigung von Energie in der klassischen Makroökonomie entwickelte sich der Zweig der „Ecological Economics“, die unter anderem die physikalische Bedingtheit wirtschaftlicher Vorgänge in der Ökonomie untersucht.

Die Frage der Kausalität, ob also Wirtschaftswachstum auf steigendem Energieverbrauch beruht, ist ideologisch stark aufgeladen. Wird die Kausalbeziehung bejaht, so folgt daraus, dass eine Beschränkung des Energieverbrauchs als zentrale Maßnahme der Klimapolitik eine Beschränkung des Wirtschaftswachstums bewirkt.

Vier Ansätze lassen sich ausmachen, wie im Licht dieser Schlussfolgerung die Notwendigkeit der Reduktion des Energieverbrauchs gesehen wird⁸:

- (a) die Kausalbeziehung wird – zumindest in der strengen Form – verneint; danach ist die „Entkopplung“ von Wirtschaftswachstum und Energieeinsatz eine probate Strategie zur Senkung des Energieverbrauchs ohne Infragestellung des wirtschaftlichen Wachstums;

- (b) die Kausalbeziehung ist unerheblich; dem Klimawandel als Folge des steigenden Energieverbrauchs wird durch „Anpassung“ ausgewichen;
- (c) die Kausalbeziehung wird akzeptiert; fortgesetztes Wirtschaftswachstum soll durch die Umstellung des Energiesystems auf nicht-fossile Energiequellen sichergestellt werden, so dass zwar der Energieverbrauch unverändert ist, aber nicht mehr klimaschädlich;
- (d) die Kausalbeziehung wird akzeptiert; aus der notwendigen Reduktion des globalen Energieverbrauchs wird die Notwendigkeit der Transformation des Wirtschaftssystems abgeleitet, die ein Abgehen vom Wachstumsparadigma bedeutet.

In der Realität finden sich viele Zwischenstufen zwischen diesen Ansätzen. Insbesondere die ersten drei werden oft gleichzeitig verfolgt, etwa von der IEA oder im Rahmen der Klima- und Energieziele der EU.

Ein Konzept, das immer wieder als Versprechen für ein „Weiter so“ bemüht wird, ist die genannte „Entkopplung“ von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch.⁹ Dabei handelt es sich um das Verhältnis zweier Wachstumsraten: Gleiche Wachstumsraten der Wirtschaft und des Energieverbrauchs sprechen für eine Kopplung der beiden Größen; ist die Wachstumsrate des Energieverbrauchs positiv, aber geringer als das Wirtschaftswachstum, so wird von „relativer“ Entkopplung gesprochen, sinkt der Energieverbrauch bei steigendem Wirtschaftswachstum, so wird die Entkopplung als „absolut“ bezeichnet. „Entkopplung“ wird beispielsweise als Teil der Strategie des „Grünen Wachstums“ von der UNEP (2011) und der OECD (2012) als Antwort auf die Verknappung von Ressourcen und Schadstoffsenken propagiert.

Doch schon im 19. Jahrhundert wies Jevons (1866) darauf hin, dass die Annahme gänzlich verfehlt sei, dass die Steigerung der Energieeffizienz zu einer Verringerung des Energieverbrauchs führe. Das Gegenteil sei der Fall. Jevons nennt als Beispiel die Verwendung von Kohle in der Eisenverhüttung. Ein effizienterer Einsatz führe zu höheren Profiten, Kapital würde angezogen und die Produktion ausgeweitet. Dies könne sogar zu einem Gesamtverbrauch von Kohle führen, der über dem Niveau vor der Effizienzmaßnahme läge.

Diese Überlegungen sind heute als „Rebound-Effekt“ bekannt. Santarius (2015) stellt diesen ausführlich in seinen verschiedenen Ausprägungen dar und zeigt, wie er sowohl mikroökonomisch als auch makroökonomisch begründet werden kann und wie er durch soziale und psychologische Mechanismen unterstützt wird. Es sind die Umstände der einzelnen Fälle, die bestimmen, ob ein Rebound-Effekt in Folge von Preissenkungen von Energieträgern zu einer teilweisen oder vollständigen Kompensation der Verbrauchsreduktion in Folge der Effizienzmaßnahme führt oder gar zu einer Überkompensation.

Werden ganze Volkswirtschaften betrachtet, so ist heute meist ein Anstieg des Energieverbrauchs zu beobachten, der geringer ist als der des Wirtschaftswachstums. So zeigt sich etwa in Abbildung 2 eine Abflachung der Kurven des Energieverbrauchs bei steigendem BIP in den USA und in Europa. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass dies nicht notwendigerweise auf eine effizientere Nutzung von Energie in einzelnen Anwendungsbereichen hinweist. Auf dieser hohen Aggregationsebene kommt es schon allein durch die relative Zunahme der Bedeutung des Dienstleistungssektors im Vergleich zum sekundären Sektor zu diesem Effekt. Da im Allgemeinen der tertiäre Sektor weniger energieintensiv ist als der sekundäre, führt schon diese Verlagerung zu einer scheinbaren Entkopplung, auch wenn die Energieintensität in jedem Sektor konstant bleiben sollte.

Weiters wird Entkopplung vielfach durch Analyse der Entwicklungen in einzelnen Staaten beurteilt, eine Sichtweise, die die Verlagerung von Produktion und damit von Energieverbrauch in andere Staaten außer Acht lässt. Für Österreich haben Muñoz und Steininger (2010) berechnet, dass 2004 die CO₂-Emissionen in Österreich auf Basis des Güterkonsums um 44 % höher lagen als die Emissionen auf Basis der Güterproduktion. Dies ist unmittelbare Folge der Nettoimporte emissionsintensiver Produkte bzw. der Auslagerung von CO₂-Emissionen ins Ausland. Angesichts der relativ geringen spezifischen Emissionen der österreichischen Energieerzeugung ist davon auszugehen, dass der Anteil der „grauen Energie“ in den Importen (ebenfalls netto betrachtet) sogar höher liegt. Wenn sich die Verlagerung des Energieverbrauchs ins Ausland fortsetzt, so legt die Betrachtung der nationalen Daten eine Entkopplung nahe, der aber keine Steigerung der Energieeffizienz entsprechen muss.

Umgekehrt zeigt sich übrigens, dass ein wesentlicher Teil der CO₂-Emissionen in China aus der Produktion von Exportgütern stammt. So waren in den Jahren 2002 bis 2005 etwa 70 % des Anstiegs der CO₂-Emissionen im sekundären Sektor exportgetrieben (Guan 2009).¹⁰ Eine eingehendere Betrachtung der Kopplung zwischen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch bzw. CO₂-Emissionen muss also global erfolgen und die unterschiedliche Emissionsintensität in den verschiedenen Sektoren und Branchen berücksichtigen.¹¹

Mit dem Klima-Übereinkommen von Paris, das im Dezember 2015 beschlossen wurde, erfolgt ein Schritt in die Richtung der Berücksichtigung der internationalen Handelsbeziehungen in der Klimapolitik, und zwar dadurch, dass alle Staaten, nicht nur die Industriestaaten, Pläne zur Reduktion der Treibhausgasemissionen vorlegen sollen.

Von der Klimarahmenkonvention zum Pariser Übereinkommen

Hier soll die Vorgeschichte des Übereinkommens von Paris kurz rekapituliert werden. Das einleitend zusammengefasste wachsende Verständnis des Klimawandels in Folge des Anstiegs der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre hatte das Feld bereitet, auf dem 1992 die Klimarahmenkonvention beschlossen wurde. Sie wurde mittlerweile von allen Staaten, die UN-Mitglieder sind, ratifiziert. Weiters ist neben ihren Mitgliedstaaten auch die EU selbst als „Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration“ Vertragspartei der Konvention. Die Vertragsparteien setzten sich darin das Ziel, „[...] die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann.“¹²

Von zentraler Bedeutung sind dabei die „gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und [die] speziellen nationalen und regionalen Entwicklungsprioritäten, Ziele und Gegebenheiten“ der Vertragsparteien.¹³ Darunter sind die Unterschiede zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern subsumiert, aber auch die Konsequenzen, die die Umsetzung der Konvention etwa für erdölexportierende Staaten haben wird.

Das Kyoto-Protokoll aus 1997 legte für die Verringerung des Ausstoßes an Treibhausgasen Ziele fest, die die Industriestaaten im Zeitraum 2008 bis 2012 erreichen sollten. Die Entwicklungsländer hatten in diesem Zusammenhang zwar gewisse allgemein formulierte Verpflichtungen, aber keine mengenmäßigen Emissionsbeschränkungen.

Die Entwicklungen in den Jahren nach 1997 machten aber immer deutlicher, dass die binäre Trennung der Welt in Industriestaaten und Entwicklungsländer die Situation nicht mehr adäquat beschrieb. Manche Staaten, die nach der Klimarahmenkonvention als Entwicklungsländer galten, wiesen höhere Wirtschaftsleistungen pro Kopf auf als manche entwickelten Länder. Die Emissionen an Treibhausgasen stiegen in China so stark, dass es im Jahr 2005 die USA als weltgrößter Emittent überholte. Die Emissionen pro Kopf liegen in China mittlerweile auf dem gleichen Niveau wie in der EU.¹⁴ Wegen dieser Veränderungen forderten etwa die USA, dass in einem Nachfolgeabkommen zum Kyoto-Protokoll die Entwicklungsländer beim Klimaschutz eine aktivere Rolle als zuvor spielen müssten. Doch dies war mit der Architektur des Kyoto-Protokolls, das einen multilateralen, völkerrechtlichen Vertrag darstellt, nicht erreichbar. Die Klimakonferenz von Kopenhagen im Jahr 2009 wurde zum Symbol dieses Scheiterns.

Mit dem Pariser Übereinkommen¹⁵ gelang ein diplomatischer Kompromiss:¹⁶ Die Vertragsstaaten selbst legen fest, welche Ziele im Klimaschutz sie auf sich nehmen, ohne damit nach internationalem Recht eine Verpflichtung gegenüber anderen Staaten einzugehen. Das Übereinkommen von Paris gibt den Rahmen vor, wie diese Beiträge zum Klimaschutz mit der Zeit weiterentwickelt werden.

So legte etwa China beabsichtigte Beiträge¹⁷ vor, gemäß denen seine jährlichen CO₂-Emissionen ab 2030 nicht mehr weiter wachsen sollen, und die weiters einen Rückgang der CO₂-Emissionen im Verhältnis zur Wirtschaftsleistung um 60 bis 65 % gegenüber 2005 und einen Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieaufkommen von etwa 20 % vorsehen.

Die USA haben als Beitrag eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2025 um 26 bis 28 % gegenüber 2005 zugesagt.

Die Zusage der EU entspricht dem schon zuvor festgelegten Ziel der EU-Klima- und Energiepolitik bis 2030: Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40 %, ein Anteil erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch von mindestens 27 % und eine Verbesserung der Energieeffizienz um mindestens 27 % im Vergleich zur Entwicklung ohne Maßnahmen („Business as usual“).

Dies ist nicht genug

Mit diesen Beiträgen der Vertragsstaaten soll das ausdrücklich formulierte Ziel erreicht werden, die globale Erwärmung deutlich unter 2° C, wenn möglich auf nicht mehr als 1,5° C zu beschränken. Diese Werte konkretisieren, was bereits 1992 als Ziel der Klimarahmenkonvention festgelegt wurde (s. oben). Eine wissenschaftliche Grundlage für den Wert von 2° C gibt es nicht. Auch eine Temperaturerhöhung in dieser Größenordnung wird in einigen Gebieten weitreichende Änderungen auslösen. Ob diese als „gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems“ anzusehen sind, wird jeweils im Auge des Betrachters liegen.

Auch wenn alle bisher von den Vertragsstaaten vorgelegten Beiträge umgesetzt werden, genügt dies nicht, um das Ziel einer Erwärmung um „nur“ 2° C einzuhalten (UNFCCC 2016). Gemäß dem fünften Sachstandsbericht des IPCC (2014) ist es dafür, dass die CO₂-bedingte Erwärmung wahrscheinlich¹⁸ unter 2° C bleibt, erforderlich, dass die über alle anthropogenen Quellen kumulierten CO₂-Emissionen unter etwa 3650 Gt CO₂ bleiben, wovon bis 2011 bereits mehr als die Hälfte in die Atmosphäre gelangt ist. Werden andere menschliche Einflüsse auf das Klima hinzugenommen, so dürfen die Emissionen

in der Periode 2011 bis 2100 nicht höher sein als insgesamt 1000 Gt CO₂, wenn die Temperaturerhöhung 2° C nicht überschreiten soll (ebd.,10).¹⁹ Setzt sich das derzeitige Niveau der weltweiten Emissionen fort, ist diese Menge in etwa zwanzig Jahren ausgeschöpft. Danach dürften weltweit überhaupt keine Treibhausgase aus menschlichen Tätigkeiten emittiert werden.

Dementsprechend betont etwa Kevin Anderson (2015), dass die notwendigen Änderungen nicht mit gewissen Veränderungen des Energiesystems, sondern mit dessen völliger Umwälzung verbunden sind. Er weist darauf hin, dass diejenigen Szenarien des IPCC, die nicht ohnehin schon von der Geschichte überholt sind, alle in hohem Ausmaß auf spekulative Technologien mit „negativen Emissionen“ setzen, etwa durch massiven Ausbau der Nuklearenergie, durch Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (Carbon Capture and Storage – CCS) oder durch Geoengineering in großem Ausmaß. Nicht nur ist unsicher, ob diese Technologien – oder weitere, derzeit noch nicht erkennbare – bald den nötigen Reifegrad haben, es steht auch ihre politische Akzeptanz in Frage.

Anderson unterstreicht die kognitive Dissonanz, die zwischen den quantitativen Implikationen der Emissionsbudgets und der Darstellung der notwendigen Umwälzungen herrscht. Wie diese kognitive Dissonanz aufgelöst werden kann, wie ein Weg zu einer Wirtschaftsweise aussehen kann, die nicht mehr mit der Emission von Treibhausgasen aus der Verbrennung fossiler Energieträger einhergeht, ist gegenwärtig die zentrale Frage der Umweltpolitik.

Literatur

- Allen, Robert (2000): Economic structure and agricultural productivity in Europe 1300–1800; in: *European Review of Economic History*, 3, 1–25
- Altwater, Elmar/Birgit Mahnkopf (1996): Grenzen der Globalisierung: Ökonomie, Ökologie und Politik in der Weltgesellschaft, Münster
- Anderson, Kevin (2015): Duality in climate science; in: *Nature Geoscience*, vol. 8, 898–900
- Eurostat (2013): European social statistics, 2013 edition, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg
- Götze, Susanne/Jörg Staude (2016): Antreiber und Bremser: Die neuen Allianzen der Klimapolitik; in: *Blätter für deutsche und internationale Politik*, 2, 89–94
- Guan, Dabo/Glen P. Peters/Christopher L. Weber/Klaus Hubacek (2009): Journey to world top emitter: An analysis of the driving forces of China's recent CO₂ emissions surge, *Geophys. Res. Lett.* 36 (4), unter: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008GL036540/full> (10.6.2016)
- IEA (2014): World Energy Outlook 2014. OECD/IEA, Paris
- IEA (2015): World Energy Outlook 2015. OECD/IEA, Paris
- IPCC (1996): Climate Change 1995. The Science of Climate Change, Second Assessment Report, Working Group I, Hrsg von John T Houghton u.a., Cambridge
- IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report – Summary for Policy Makers, Hrsg. von Rajendra K. Pachauri u.a. IPCC, Genf, unter: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf (10.6.2016)
- Jevons, William (1866): *The Coal Question*, London, unter <http://www.econlib.org/library/YPD-Books/Jevons/jvnCQ0.html> (10.6.2016)
- Krüger, Timmo (2016): Weltklimarat; in: Sybille Bauriedl (Hrsg.): *Wörterbuch Klimadebatte*, Bielefeld
- Küster, Hansjörg (2008): *Geschichte des Waldes: Von der Urzeit bis zur Gegenwart*, München
- Malanima, Paolo (2014): *Energy in History*; in: Mauro Agnoletti, Simone Neri Serneri (Hrsg.): *The Basic Environmental History*, Heidelberg, New York

- Muñoz, Pablo/Karl Steininger (2010): Austria's CO₂ responsibility and the carbon content of its international trade; in: Ecological Economics 69, 2003– 2019
- OECD (2012): Inclusive Green Growth – For the Future we want, OECD, Paris
- Santarius, Tilman (2015): Der Rebound-Effekt – Ökonomische, psychische und soziale Herausforderungen für die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch, Marburg
- Streissler, Christoph (2014): Biomasse: Die Rolle von Holz als Energieträger, Wirtschaftspolitik Standpunkte Nr 2., Hrsg. von AK Wien, Wien
- UNEP (2011): Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication – A Synthesis for Policy Makers, UNEP, Nairobi
- UNFCCC (2016): Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update. Dokument FCCC/CP/2016/2 (advance version), unter: <http://unfccc.int/resource/docs/2016/cop22/eng/02.pdf> (10.6.2016)

Anmerkungen

- 1 IPCC (2014) in der Übersetzung der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle. [URL: <http://www.de-ipcc.de/de/128.php>, (10.6.2016)]
- 2 vgl. Anmerkung 18
- 3 Für eine besonders zugängliche Darstellung vgl. etwa auch Band 1 des Zweiten Sachstandsberichts des IPCC (1996).
- 4 Genau genommen gilt dies, das Planck'sche Gesetz, nur für sogenannte schwarze Körper.
- 5 Die Ausführungen zur historischen Rolle von Biomasse basieren teilweise auf (Streissler 2014).
- 6 Sofern die zitierten Quellen Energiewerte in Öläquivalenten angeben, werden diese zum Zweck der besseren Vergleichbarkeit mit dem Faktor 1 toe = 41,868 GJ in SI-Einheiten umgewandelt und adäquat gerundet.
- 7 Arbeit im Sinn menschlicher Arbeit, nicht physikalischer Arbeit, welche ja Energie wäre; diese Klarstellung ist im Englischen nicht nötig, wo der Inputfaktor der Produktionsfunktion „labour“ heißt, die physikalische Arbeit hingegen „work“.
- 8 Hier könnte noch die Leugnung des Problems des Klimawandels genannt werden, auf die in diesem Artikel aber nicht eingegangen wird.
- 9 Die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Treibhausgasemissionen, die durch eine spezifische Senkung der energiebezogenen Emissionen erreicht wird, fällt in der oben angegebenen Typologie in Kategorie (c).
- 10 Bei dieser zeitlich punktuellen Betrachtung können die CO₂-Emissionen als Proxy für den Energieeinsatz verwendet werden; dies wäre aber nicht korrekt, wenn Aussagen über den Zeitverlauf der Energieintensität getroffen würden.
- 11 Auch dies zeigt sich in Abbildung 2, die für China einen viel steileren Zusammenhang zwischen BIP und Primärenergieaufkommen zeigt als etwa für die EU oder die USA.
- 12 Klimarahmenkonvention (UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change), Artikel 2 in der Fassung der deutschen Übersetzung gemäß BGBl. 414/1994
- 13 Die Formel „gemeinsame, aber unterschiedliche Verantwortlichkeiten“ findet sich an mehreren Stellen der Konvention, etwa in Artikel 3 über die Grundsätze und in Artikel 4 über die Ziele; aus letzterem stammt das wiedergegebene Zitat.
- 14 EDGAR Datenbank des JRC der Europäischen Kommission (URL: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php>)
- 15 Auf Englisch: „Paris Agreement“; die Wortwahl ist von Bedeutung, da die Obama-Administration das Übereinkommen unterstützt, aber eine Ratifikation im Senat keine Mehrheit finden würde. Daher argumentiert die Obama-Administration, dass das Übereinkommen nicht eigens ratifiziert werden müsse, da es nicht neues Recht schaffe, sondern nur den Inhalt der Klimarahmenkonvention konkretisiere. Zu diesem Zweck müssen alle Bezeichnungen vermieden werden, die das Übereinkommen als eigenständigen Rechtsakt erscheinen lassen (treaty, convention,

protocol). Eine offizielle deutsche Übersetzung existiert noch nicht, daher wird hier vorerst der Begriff „Übereinkommen“ gewählt.

- 16 Wie diese Architektur zustande kam und welche Kompromisse – etwa der Verzicht auf das Wort „Dekarbonisierung“ im Text des Abkommens – dafür getroffen werden mussten, zeichnen Götzte und Staude (2016) detailliert nach.
- 17 Diese Beiträge, die als „Intended nationally determined contributions“ (INDC) bezeichnet werden, wurden im Vorfeld der Klimakonferenz in Paris (COP 21) vorgelegt. Mit dem Inkrafttreten des Übereinkommens werden sie zu NDC, zu „Nationally determined contributions“. Die Wortwahl macht klar, dass die Beiträge keine völkerrechtliche Verpflichtung darstellen.
- 18 Im Original „likely“. Das IPCC verwendet die Begriffe, die die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses beschreiben, nach einem festgelegten Schema. Dem Begriff „likely“ entspricht eine Wahrscheinlichkeit im Bereich 66-100 %.
- 19 Zumeist werden Emissionen als CO₂-Menge angegeben; andere Treibhausgase werden mittels ihres Global Warming Potential (GWP) in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Im angloamerikanischen Raum ist auch die Angabe der Emissionen als C-Menge (Menge an Kohlenstoff statt Kohlendioxid) anzutreffen. Die Umrechnung erfolgt einfach über die Molekulargewichte, eine Einheit C entspricht 3,66 Einheiten CO₂. Dies als Erklärung für die übermäßig genau erscheinende Schätzung von 3650 Gt CO₂ (Gigatonnen = 10⁹ Tonnen), die einfach der (gerundeten) Umrechnung von 1000 Gt C entspricht.