

Energie und Klima: Ein Blick auf die globale Herausforderung

Knut Kübler

Die Energiepolitik in Deutschland wird vom Thema „Klimaschutz“ dominiert. Das zeigen die Überlegungen zu einem beschleunigten Ausstieg aus der Kohle, die Vorschläge zu einer CO₂-Steuer, die Vorbereitungen zu einem Klimaschutzgesetz sowie eine breite Debatte über die Möglichkeiten, die CO₂-Emissionen im Verkehrs- und Gebäudebereich zu reduzieren. Bei allem Verständnis für die spezifische politische Diskussion hierzulande, darf man nicht vergessen, dass der „Schutz der Erdatmosphäre“ eine globale Herausforderung ist. Klärungsbedürftig ist nach wie vor, wie die internationale Gemeinschaft bis 2050 einen weitgehenden Verzicht auf die Verbrennung fossiler Energieträger mit dem gleichzeitig von der Fachwelt erwarteten Anstieg der Weltbevölkerung um 30 % und einem von der UN als wünschenswert eingestuften Anstieg des realen BIP pro Kopf um fast 80 % zusammenbringen will.

Klimapolitik ist eine globale Herausforderung. Kein Land der Erde vermag allein den zu erwartenden globalen Temperaturanstieg und die damit verbundenen Konsequenzen zu verhindern. Diese Erkenntnis ist so offensichtlich, dass man darüber kaum noch sprechen müsste. Vielleicht liegt darin auch der Grund, warum es heute in Deutschland so viele Texte und Beiträge zur Klimapolitik gibt, in denen die globale Dimension des Problems – wenn überhaupt – nur am Rande erwähnt wird. Warum auch noch über etwas sprechen, was offensichtlich ist?

Gleichwohl ist es wichtig, die Notwendigkeit eines globalen Ansatzes für eine erfolgreiche Politik zum „Schutz der Erdatmosphäre“ nicht aus den Augen zu verlieren. Warum? Weil man nur dann richtig verstehen kann, wo heute die politischen Prioritäten liegen sollten, um das zu verhindern, was Wissenschaftler immer deutlicher voraussehen, eine Zukunft, in der Teile der Welt mehr oder weniger unbewohnbar werden [1]. Insofern sollten Zeitgenossen, die sich an der neu entflammten Debatte um die Zukunft der Energie- und Klimapolitik in Deutschland beteiligen wollen, sicherheitshalber auch immer einige Daten zur globalen Entwicklung zur Hand haben. Dazu möchte dieser Artikel einen Beitrag leisten.

CO₂-Emissionen und ihre Determinanten

Der Anteil der energiebedingten CO₂-Emissionen an den anthropogenen Treibhausgasen, die bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Erdgas unausweichlich entstehen, liegt bei mehr als 60 % [2]. CO₂ ist damit das wichtigste



Die Kunst in der Energie- und Klimapolitik besteht nicht darin, andere Länder zu übertrumpfen, sondern die gemeinsamen Interessen herauszustellen
Bild: Adobe Stock

Treibhausgas und spielt für das Klima eine herausragende Rolle. Kohle, Öl und Erdgas wiederum sind das Fundament der heutigen Energieversorgung. Ihr Beitrag zur Deckung des globalen Primärenergieverbrauchs liegt bei rd. 85 %. Beide Zahlen machen deutlich, dass eine drastische Reduktion der Treibhausgasemissionen eine schwierige und komplexe Angelegenheit ist.

Es braucht sicher mehr als einen Artikel, um sich über Voraussetzungen und Konsequenzen der anstehenden klimapolitischen Maßnahmen zu orientieren. Wer aber nach einem aller-

ersten Einstieg in dieses Thema sucht, wird sich mit der Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen und den zentralen Einflussfaktoren vertraut machen wollen. Dass man dabei in die Statistik einsteigen muss, ist unvermeidlich. Das mag mühsam sein. Leser sollten sich aber nicht abschrecken lassen, denn diese Daten und Fakten bilden letztlich die Grundlage für alle politischen Überlegungen.

Beginnen wir unsere Arbeit mit der Frage: Wovon hängt die Entwicklung der globalen energiebedingten CO₂-Emissionen eigentlich ab? Vor allem vier Faktoren sind wichtig:

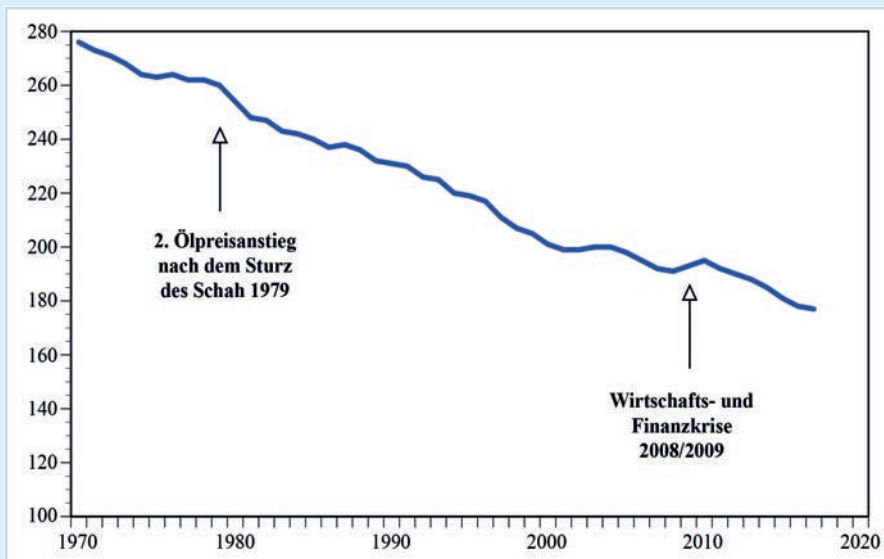


Abb. 1 Globaler spezifischer Primärenergieverbrauch (toe/Mio. US\$2010)

- An erster Stelle steht die Zahl der Menschen auf unserem Planeten. Jeder zusätzliche Erdenbürger erhöht das CO₂-Budget, wenn auch in sehr unterschiedlicher Weise.
- Dann ist von Bedeutung, wie die Menschen in den einzelnen Ländern wirtschaften, d. h. wie viele Güter und Dienstleistungen sie produzieren bzw. konsumieren. Ein geeigneter Indikator zur Erfassung dieser Größen ist das reale Bruttoinlandsprodukt pro Kopf.
- Schließlich ist wichtig, wie viel Energie benötigt wird, um die Güter und Dienstleistungen herzustellen bzw. zu nutzen.

Das kann man durch den sog. spezifischen Energieverbrauch ermitteln (Energieintensität). Der spezifische Energieverbrauch gibt an, wie viel Einheiten Energie benötigt werden, um eine Einheit Bruttoinlandsprodukt (BIP) bereit zu stellen.

- Zum Schluss geht es um die „Qualität“ der Energieträger. Als Indikator dafür kann man die sog. Kohlenstoffintensität nutzen. Die Kohlenstoffintensität gibt an, wie viel CO₂-Emissionen pro eingesetzte Energieeinheit entstehen. Wird der Energiemix von besonders kohlenstoffreichen Energieträgern dominiert (Kohle), dann fallen die

CO₂-Emissionen eher höher aus. Das führt zu einer hohen Kohlenstoffintensität. Umgekehrt: Dominieren kohlenstoffarme Energieträger (Erdgas) oder kohlenstofffreie Energieträgern (Kernenergie oder erneuerbare Energien), fallen die CO₂-Emissionen niedriger aus. Das Ergebnis ist eine geringere Kohlenstoffintensität.

Langfristige Entwicklungslinien

Interessant ist nun ein Blick auf die bisherige Entwicklung dieser vier Determinanten. Die Daten der Internationalen Energie Agentur (IEA) zeigen Folgendes:

- **Bevölkerungsentwicklung:** 1970 lebten 3,68 Mrd. Menschen auf der Erde. 2017 wird ihre Zahl auf 7,52 Mrd. geschätzt. Damit hat sich die Weltbevölkerung in den letzten 47 Jahren mehr als verdoppelt. Um die Dynamik der Entwicklung besser zu verstehen, kann man sich klarmachen, dass pro Jahr mehr Menschen auf die Welt kommen, als Deutschland Einwohner hat (globaler Zuwachs 2016/2017: 89 Mio. Deutschland 2018: 81,4 Mio.).
- **Wirtschaftliche Entwicklung:** 1970 lag das reale BIP pro Kopf im Durchschnitt der Welt bei 5.197 US\$2010 (auf der Basis von Wechselkursen). 2017 wird das vergleichbare BIP pro Kopf mit 10.614 US\$ angegeben. Auch dieser Wert hat sich in den letzten 47 Jahren nahezu verdoppelt. Man bedenke, dass es sich um globale Durchschnittswerte handelt. Es ist offensichtlich, dass es zwischen einzelnen Ländern enorme Unterschiede gibt. So nennt die Weltbank für 2017 folgende BIP-Werte pro Kopf: Schweiz 81.130 US\$; Deutschland 43.700 US\$, China 8.690 US\$, Afghanistan 560 US\$ und Malawi 320 US\$.

- **Spezifischer Energieverbrauch:** Für den spezifischen Energieverbrauch der Welt ergibt sich für 1970 ein Wert von 276 toe (t Öleinheiten)/Mio. US\$2010. Für 2017 lautet die Zahl 177 toe/Mio. US\$2010. Der Wert hat sich also über diesen Zeitraum um 0,94 % p.a. oder insgesamt 36 % verringert. Interessant ist eine nähere Analyse. Sie weist darauf hin, dass sich Verbesserungen des spezifischen Energieverbrauchs nicht kontinuierlich vollziehen. Der Wert verändert sich in Abhängigkeit von strukturellen und konjunkturellen Rahmenbedingungen schneller oder langsamer.

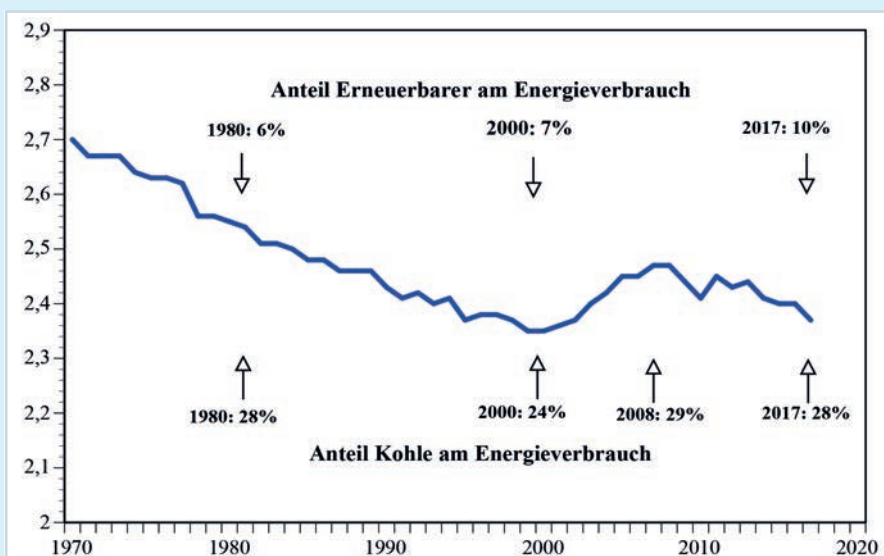


Abb. 2 Globale Kohlenstoffintensität (t CO₂./toe)

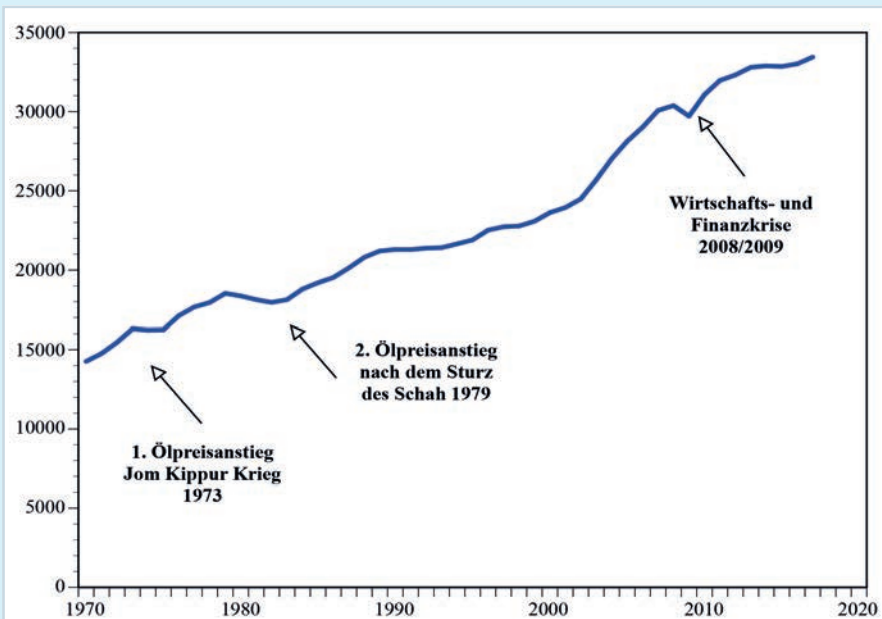


Abb. 3 Energiebedingte CO₂-Emissionen der Welt (Mio. t)

So ist der spezifische Energieverbrauch als Reaktion auf den Ölpreisanstieg 1979 sichtbar gesunken. Hier bestätigte sich, dass höhere Preise zu einem effizienteren Umgang mit Energie anregen. Dagegen hat die Wirtschafts- und Finanzkrise 2008/2009 dazu geführt, dass der spezifische Energieverbrauch wieder gestiegen ist (Abb. 1). Offensichtlich ist es so, dass in Zeiten plötzlicher Konjunkturerinbrüche der Energieverbrauch der sinkenden Produktion mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung folgt. Die Konsequenz wird in einem Anstieg des spezifischen Energieverbrauchs sichtbar.

■ **Kohlenstoffintensität:** Die Berechnungen zur globalen Kohlenstoffintensität führen für 1970 zu einem Wert von 2,70 t CO₂/toe. Der Wert für 2017 liegt bei 2,37 t CO₂/toe. Vom Standpunkt des Klimaschutzes ist das kein berauschendes Ergebnis. Zwar hat sich der Anteil der erneuerbaren Energien am globalen Energieverbrauch von 6 % in 1980 bis heute auf 10 % erhöht. Dieser Anstieg hat allerdings nicht ausgereicht, um die Kohlenstoffintensität deutlich zu verbessern. Das liegt zunächst daran, dass der Beitrag der CO₂-freien Kernenergie zum globalen Energieverbrauch von 6,4 % in 2000 auf 4,4 % in 2017 zurückgegangen ist.

Wichtig ist auch, dass sich der Anteil der Kohle am weltweiten Energieverbrauch in den letzten 40 Jahren praktisch nicht verändert hat (Abb. 2).

Die „Goldene Gleichung der Energie- und Klimapolitik“

Hat man die Daten zur Weltbevölkerung, zur wirtschaftlichen Entwicklung, zum spezifischen Energieverbrauch und zur Kohlenstoffintensität zur Hand, kann man unmittelbar die globalen energiebedingten CO₂-Emissionen berechnen. Grundlage dafür ist die „Goldene Gleichung der Energie- und Klimapolitik“:

$$CO_2 = BIP/POP \times PEV/BIP \times CO_2/PEV \times POP$$

Dabei gilt:

- CO₂: Energiebedingte CO₂-Emissionen in t
- BIP/POP: Reales Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US\$₂₀₁₀
- PEV/BIP: Spezifischer Energieverbrauch in toe/1.000 US\$
- CO₂/PEV: Kohlenstoffintensität in t CO₂/toe
- BIP: Bruttoinlandsprodukt in Mio. US\$₂₀₁₀
- POP: Bevölkerung in Mio. Personen
- PEV: Primärenergieverbrauch in Mio. toe.

Wer Interesse an der Entwicklung der verschiedenen Determinanten für die energiebedingten CO₂-Emissionen hat, findet die entsprechenden Informationen für ausgewählte Stichjahre in Tab. 1. Man erkennt schnell, dass die wachstumstreibenden Kräfte für die CO₂-Emissionen, d.h. Bevölkerung und Wirtschaftswachstum, sehr viel stärker waren als die gegenläufigen Faktoren, Verbesserungen

Tab. 1: Determinanten der globalen CO₂-Entwicklung

Jahr	BIP/Kopf (US\$ ₂₀₁₀)	Spez. Energieverbrauch (toe/1.000 US\$ ₂₀₁₀)	Kohlenstoffintensität (t CO ₂ /toe)	Bevölkerung (Mio. Einwohner)
1970	5.197	0,276	2,70	3.682
1980	6.405	0,254	2,55	4.435
1990	7.186	0,231	2,43	5.280
2000	8.178	0,201	2,35	6.111
2010	9.528	0,195	2,41	6.921
2017	10.614	0,177	2,37	7.518
1970/2017	+ 113 %	- 36 %	- 12 %	+ 104 %

beim spezifischen Energieverbrauch und Rückgang der Kohlenstoffintensität.

Und so ist es nicht verwunderlich, dass sich als Gesamtergebnis dieser gegenläufigen Entwicklungen ein deutlicher Anstieg der energiebedingten CO₂-Emissionen ergeben hat (Abb. 3). Die Emissionen des Jahres 2017 liegen um mehr als 130 % über dem Niveau von 1970 und auch mehr als 40 % über den Werten des Jahres 2000. Es ist hier nicht der Raum, diese Entwicklung im Einzelnen zu analysieren. Ein Hinweis kann allerdings für eine erste Bewertung von Nutzen sein. In den letzten 50 Jahren gab es nur drei Phasen, in denen die weltweiten CO₂-Emissionen absolut zurückgegangen sind: Nach den Ölpreissteigerungen 1973 und 1979 und den durch sie jeweils ausgelösten weltweiten Konjunkturbrüchen. Ebenso rückläufig waren die Emissionen im Zuge der Wirtschafts- und Finanzkrise 2008/2009. Ansonsten kannte die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den vergangenen 50 Jahren nur eine Richtung: Es ging immer weiter nach oben!

Die Welt im Jahr 2050

Offenheit der Zukunft ist eine fundamentale Gegebenheit. Gleichwohl gibt es Abschätzungen, wie die Welt im Jahr 2050 aussehen wird. So wissen wir, dass Prognosen zum Wachstum der Weltbevölkerung relativ verlässlich sind. Und es gibt Erwartungen, wie die Welt in 2050 aussehen soll. Hier spielen politische Vorgaben eine wichtige Rolle, etwa zur Wirtschaftsentwicklung oder zu der notwendigen Reduktion von Klimagasen. Das sind keine Prognosen. Man kann an solche Vorgaben glauben oder auch nicht. In jedem Falle bilden sie aber die Grundlage für die politische Debatte und verdienen insofern Beachtung.

Nun lohnt es sich, die Systemzusammenhänge etwas näher zu analysieren. Orientierung bietet die „Goldene Gleichung“ zur Berechnung der CO₂-Emissionen. Sie eignet sich in besonderer Weise, um Voraussetzungen und Konsequenzen einer bestimmten Entwicklung von CO₂-Emissionen abzuschätzen (diese Eigenschaft bietet eine gewisse Rechtfertigung für das Attribut „Golden“). Betrachten wir also die Welt im Jahr 2050 und gehen Schritt für Schritt die einzelnen Variablen der Gleichung durch:

■ **CO₂-Emissionen:** Eine Orientierung ergibt sich aus dem Pariser Übereinkommen von 2015, in dem sich die Vertragsstaaten verpflichtet haben, die Erderwärmung deutlich unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten. Berechnungen ergeben, dass dieses Ziel nur dann eingehalten werden kann, wenn die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 auf Null reduziert werden [3]. Für unsere Beispielrechnung brauchen wir ein CO₂-Limit für 2050. Im Zuge einer einfachen Rückrechnung erscheint es gerechtfertigt, bis 2050 eine Reduktion der energiebedingten CO₂-Emissionen um rd. 80% gegenüber 2017 zu unterstellen. In 2017 betrug die weltweiten CO₂-Emissionen 33,4 Mrd. t. Damit ergibt für 2050 ein maximales Emissionsbudget von 6,7 Mrd. t. Bei Beachtung des jüngsten IPCC-Berichts „Global Warming of 1,5°C“ müsste man eine anspruchsvollere Vorgabe machen [4]. Darauf soll allerdings hier der besseren Übersichtlichkeit halber verzichtet werden.

■ **Wirtschaftliche Entwicklung:** Auch zur wirtschaftlichen Entwicklung sind plausible Annahmen möglich. Ein erster Orientierungspunkt liefert die Agenda 2030, die von den Staats- und Regierungschefs aus aller Welt im September 2015 verabschie-

det wurde [5]. Viele der dort festgelegten 17 Nachhaltigkeitsziele lassen sich mit dem politischen Ziel eines weiteren wirtschaftlichen Wachstums verbinden. Wichtig ist insbesondere das Ziel „Nummer 8“, das fordert: „Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all“. Für die am schwächsten entwickelten Länder der Welt wurde das Ziel eines BIP-Wachstums bis 2030 von 7 % p.a. vorgegeben. Nun nennt die Agenda 2030 keine Zahl zum langfristig erhofften/erwarteten wirtschaftlichen Wachstum. Wir müssen uns in der Beispielrechnung mit einer Schätzung behelfen. Es ist plausibel zu unterstellen, dass das weltweite reale BIP pro Kopf bis zum Jahr 2050 (mindestens) mit der gleichen Rate wachsen sollte wie in den letzten 30 Jahren (1,75 % p.a.). Damit ergibt sich für das Jahr 2050 ein BIP pro Kopf von 18.840 US\$₂₀₁₀.

■ **Bevölkerung:** Die Vereinten Nationen erwarten einen weiteren, wenn auch abgeschwächten Zuwachs der Weltbevölkerung. Die Schätzungen für 2050 nennen eine Bandbreite zwischen 9,4 und 10,2 Mrd. Menschen. In unserer Beispielrechnung wollen wir den Mittelwert dieser Erwartungen, also eine Bevölkerungszahl für 2050 von 9,8 Mrd. Menschen unterstellen [6].

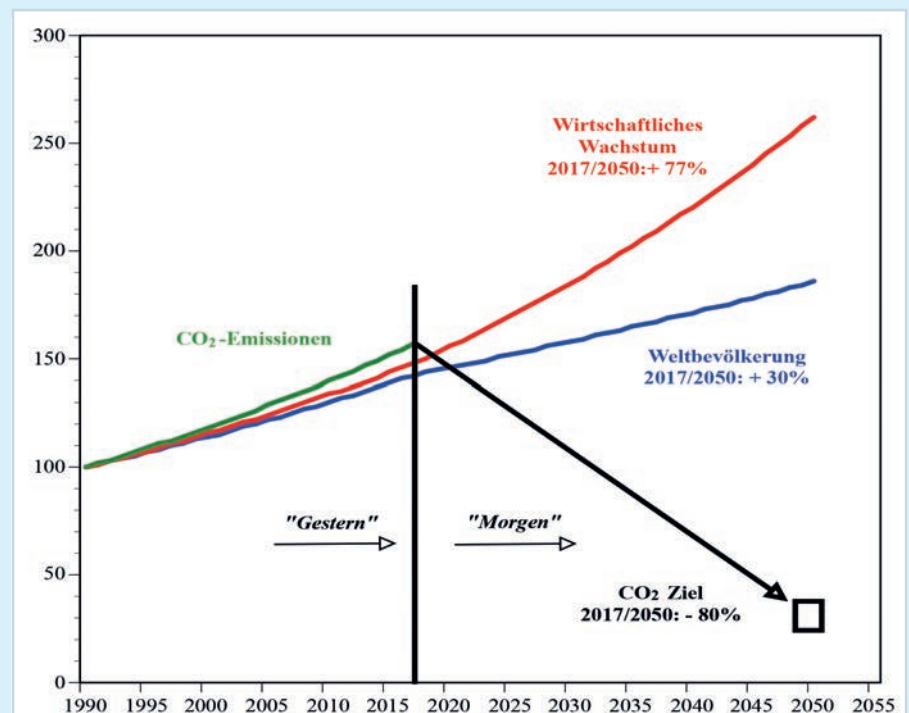


Abb. 4 Weltbevölkerung, wirtschaftliches Wachstum und CO₂-Emissionen (1990 = 100)

Jetzt sind drei Variablen der „Goldenen Gleichung“ für 2050 gesetzt, die CO₂-Emissionen, das reale BIP pro Kopf und die Bevölkerung. Überträgt man diese Werte in eine Graphik, erhält man ein bemerkenswertes Bild (Abb. 4). Deutlich erkennbar ist ein gewaltiger Entwicklungsbruch zwischen „gestern“ und „morgen“. Für „gestern“ galt noch das Gesetz eines weitgehend parallelen Verlaufs von Bevölkerung, wirtschaftlicher Entwicklung und CO₂-Emissionen. Für die Zeit „morgen“ wird unterstellt, dass sich die CO₂-Emissionen gegenläufig zur Bevölkerungsentwicklung und der wirtschaftlichen Entwicklung entwickeln.

Spezifischer Energieverbrauch und Kohlenstoffintensität

Aus den Vorgaben zur Bevölkerung, zur wirtschaftlichen Entwicklung und dem CO₂-Ziel in 2050 folgen rechnerisch bestimmte Werte für den spezifischen Energieverbrauch und die Kohlenstoffintensität. Um das zu verstehen, ist ein erneuter Blick auf die „Goldene Gleichung“ hilfreich. Offensichtlich ist es so, dass man das CO₂-Minderungsziel in 2050 auf unterschiedliche Weise erreichen kann, etwa dadurch, dass man einen eher kleinen Wert für den spezifischen Energieverbrauch ansteuert („hohe Energieeffizienz“) und dafür im Gegenzug eine schlechtere Kohlenstoffintensität akzeptiert („viele fossile Energieträger“). Man kann aber auch einen besseren Wert bei der Kohlenstoffintensität zu Grunde legen („viele erneuerbare Energieträger“) und als Ausgleich einen höheren spezifischen Energieverbrauch hinnehmen („geringere Energieeffizienz“).

Dieser gegenläufige Mechanismus lässt sich gut in Abb. 5 nachvollziehen. Die blaue Kurve ist der geometrische Ort (Isoquante) aller möglichen Kombinationen von spezifischem Energieverbrauch und Kohlenstoffintensität, die unter den gewählten Vorgaben für Wachstum und Bevölkerung eine Reduktion der energiebedingten CO₂-Emissionen um 80 % möglich machen. Welche Wertekombination in 2050 wahrscheinlich ist, ist schwer zu sagen. Dazu wären weitere Analysen notwendig. Für unsere Beispielrechnung reicht eine Schätzung und so wollen wir eine Wertekombination annehmen, die auf in etwa gleich starke Anstrengungen bei der Verminderung des spezifischen Energieverbrauchs und bei einer Änderung der Kohlen-

stoffintensität hinauslaufen (in der Graphik: „Generalorientierung“). Konsequenterweise ergibt sich für 2050 ein Wert für die Kohlenstoffintensität von 0,7 t CO₂/toe. Der damit korrespondierende Wert für die Energieeffizienz lautet 0,0518 toe/1.000 US\$₂₀₁₀. In Tab. 2 findet sich noch einmal eine Übersicht über die Ergebnisse der Analyse.

Dimension der Anpassungsprozesse

Unsere Beispielrechnung für das Jahr 2050 zeigt: Um das Ziel einer Reduktion der globalen energiebedingten CO₂-Emissionen um 80 % bei einem Anstieg der Weltbevölkerung um 30 % und einem als wünschenswert eingestuften Anstieg des realen BIP pro Kopf um fast 80 % zu erreichen, sind in den nächsten rd. 30 Jahren zwei Dinge gleichzeitig notwendig: eine Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs um 71 % und die Reduktion der Kohlenstoffintensität um 70 %.

Eine Methode, sich Klarheit darüber zu verschaffen, ob solche Anpassungsprozesse als leicht oder schwer einzustufen sind, ist ein

Vergleich mit Entwicklungen in der Vergangenheit. Wie also waren die Erfahrungen der vergangenen 30 Jahre? Es ergibt sich das folgende Bild:

- Der von 2017 bis 2050 angestrebten Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs um 71 % steht eine von 1990 bis 2017 realisierte Reduktion um nur 23 % gegenüber. Wer sich in der Energiegeschichte auskennt weiß, dass schon die Reduktion um lediglich 23 % in den letzten 30 Jahren kein Spaziergang war. Und so ist die Vorgabe einer weiteren Reduktion um 71 % eine gewaltige Herausforderung; zumal es zu bedenken gilt: Je weiter man bei der Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs vorangekommen ist, umso schwerer wird es, weitere Erfolge zu erzielen.
- Einer geplanten Reduktion der Kohlenstoffintensität von 2017 bis 2050 um 70 % steht eine von 1990 bis 2017 realisierte Reduktion um lediglich 3 % gegenüber. Offensichtlich ist es sehr schwierig, die Kohlenstoffintensität des globalen Energiesystems zu verändern. Ursache dafür ist nicht zuletzt die hohe Kapitalintensität und die lange

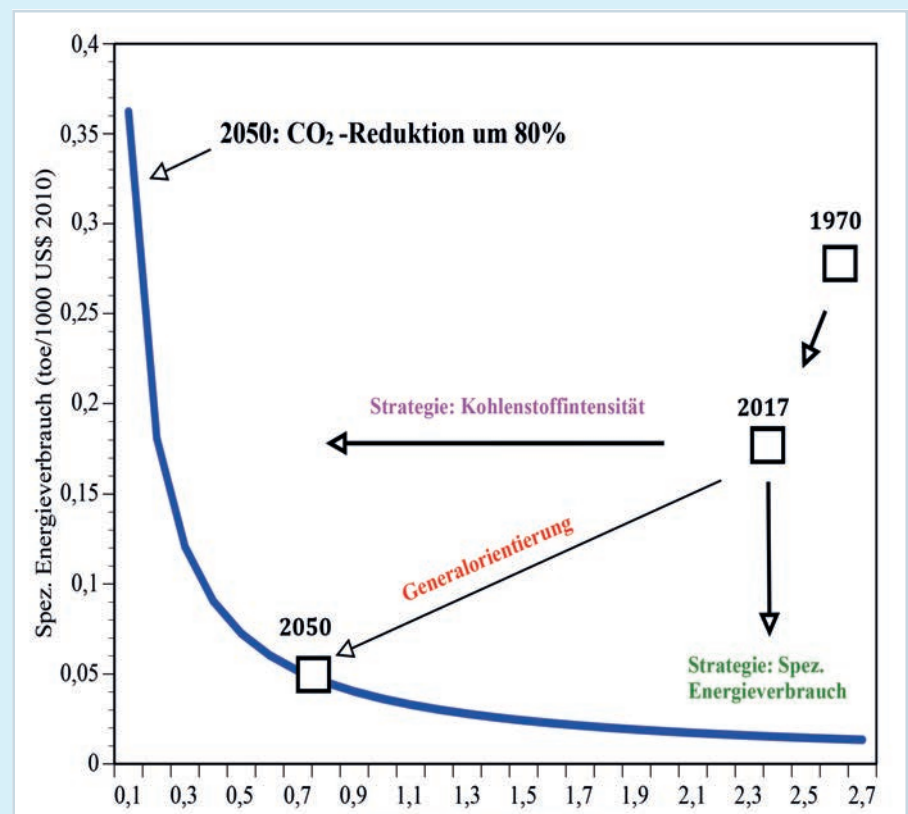


Abb. 5 CO₂-Emissionen 2050, spezifischer Energieverbrauch und Kohlenstoffintensität

Lebensdauer des zur Energieversorgung eingesetzten Anlagevermögens. Wer in Richtung sehr schneller Anpassungen arbeitet, muss konsequenterweise bereit sein, eine mehr oder weniger große Kapitalvernichtung hinzunehmen.

Die Zahlen sind eindrucksvoll. Sie zeigen das ganze Ausmaß der in den kommenden 30 Jahren anstehenden notwendigen energie-wirtschaftlichen Anpassungsprozesse. Es ist offensichtlich, dass sie weit über einen Umbau der Energieversorgung hinausgehen und das gesamte globale Wirtschafts- und Gesellschaftssystem berühren. Wer sich die Mühe gemacht hat, die in diesem Beitrag vorgestellte Beispielrechnung nachzuvollziehen, weiß das. Und so ist es auch mehr als verständlich, dass manche Delegationsteilnehmer am Ende der Klimakonferenz in Paris 2015 ins Grübeln kamen, als man die dort gefassten Beschlüsse näher zu analysieren begann; oder wie es ein Beobachter beschreibt: „They realized with alarm that, if they went ahead according to the terms of their respective modernization plans, that there would be no planet compatible with their hopes for development“ [7]. Diese Aussage darf man beileibe nicht als Pessimismus verstehen; sie ist ein Ergebnis einfachster Arithmetik.

Ausgangslage 2019

Es wird immer besser verstanden, welche gewaltige Aufgabe der „Schutz der Erdatmosphäre“ darstellt. Klarer als früher sieht man auch, dass nur ein gemeinsames Vorgehen der Staatengemeinschaft einen Durchbruch in der Klimapolitik möglich macht. Aber wie groß muss der Optimismus sein, hier große Fortschritte und einen Durchbruch zu erwar-

ten, in einer Zeit, in der sich wichtige Staaten von multilateralen Regelungen und Institutionen mehr und mehr abwenden?

Vielleicht ist es gerade diese Sachlage, die dazu geführt hat, dass sich die gesamte Diskussion in Deutschland heute so ungewöhnlich stark auf nationale Aspekte konzentriert. So begründet die Bundesregierung ihre Politik nunmehr vor allem mit der „Vorbildfunktion“. Kanzleramtsminister Helge Braun betonte in einem Interview zur Klimaschutzpolitik Anfang 2019 „Wir möchten, dass China, Russland, Brasilien und alle aufstrebenden Volkswirtschaften der Welt unserem Beispiel folgen“ [8]. Da Deutschland mit einem Beitrag an den globalen CO₂-Emissionen von rd. 2 % durch eigenes Verhalten kaum eine entscheidende Rolle beim „Schutz der Erdatmosphäre“ spielen kann, ist die gedankliche Konstruktion eines „Vorbildes“ nachvollziehbar. Ein solcher Ansatz ist löblich und verdient auch Unterstützung. Ob allerdings vorbildhaftes Verhalten, ein im pädagogischen Bereich gut eingeführtes Konzept, auf die internationale Politik übertragen werden kann, ist nicht so ohne weiteres klar.

Zumal es in der heutigen Welt von Globalisierung und Vielfalt unterschiedliche Meinungen darüber gibt, wer in der Klimapolitik mit gutem Beispiel und wer mit schlechtem Beispiel vorangeht:

■ In Japan wird die Kernenergie als Brückentechnologie in eine nachhaltige Energiezukunft eingestuft [9]. Japan erfüllt damit die Forderungen der Wissenschaft nach möglichst zeitnahen Emissionsreduzierungen. Deutschland hat sich entschieden, die Nutzung der Kernenergie in 2022 zu beenden.

■ Die USA reduzieren ihre CO₂-Emissionen, indem sie Kohle durch das CO₂-ärmere Schiefergas ersetzen (fracking). Nach Angaben von BP haben die USA – gerade auch durch diese Technologie – ihre Emissionen von 2007 bis 2017 um fast 800 Mio. t vermindert [10]. Diese Reduktion über zehn Jahre entspricht in etwa den Emissionen, die Deutschland pro Jahr emittiert. In Deutschland findet „fracking“ keine Unterstützung.

■ Norwegen nutzt die CO₂-Abtrennung und Speicherung unter dem Meer (CCS). Norwegen orientiert sich dabei auch an den Empfehlungen von Klimawissenschaftlern, die CCS als unverzichtbar einstufen, um die Klimaziele von Paris einzuhalten. Deutschland hat diese Option aufgegeben.

■ Und wie ist die Lage im Verkehrsbereich? Nahezu alle Welt arbeitet mit einem generellen Tempolimit auf den Straßen. Deutschland lehnt das ab.

Blickt man auf 30 Jahre Klimaschutzpolitik und vergleicht Anspruch und Wirklichkeit, ist es keine verwegene Anregung, sich noch einmal mit der Frage nach der richtigen Grundausrichtung zu beschäftigen [11]. Politik ist komplex und kompliziert. Und Entscheidungen fallen immer in einem weiten Spannungsfeld von ökonomischer Rationalität und politischem Opportunismus. Wäre es nicht wünschenswert, wenn es jetzt gelänge, die Gewichte stärker in Richtung der ökonomischen Rationalität zu verschieben? Am Ende wird doch auf globaler Ebene über die Zukunft des Klimas entschieden. Und das bedeutet: Nimmt man die Warnungen der Wissenschaft wirklich ernst und macht sich das ganze Ausmaß der Bedrohung der Klimaerwärmung für die Menschheit klar, ist die Suche nach den global kostengünstigsten

Tab.2: Kennziffern der globalen energiewirtschaftlichen Entwicklung 2017/2050

	2017	2050	2017/2050
Bevölkerung (Mrd.)	7,518	9,800	plus 30 %
BIP pro Kopf (US\$ ₂₀₁₀)	10.614	18.840	plus 77 %
Spez. Energieverbrauch (toe/1.000 US\$ ₂₀₁₀)	0,177	0,0518	minus 71 %
Kohlenstoffintensität (t CO ₂ /toe)	2,366	0,7	minus 70 %
CO ₂ -Emissionen (Mrd. t)	33,444	6,689	minus 80 %
CO ₂ -Emissionen pro Kopf (t)	4,449	0,683	minus 85 %

CO₂-Minderungsoptionen eine Angelegenheit von höchster Priorität.

Das „Gebot der globalen Kosteneffizienz“

Das „Gebot der globalen Kosteneffizienz“ zu akzeptieren, heißt nichts anderes, als die Akzente in der Klimaschutzpolitik der Bundesregierung neu zu setzen. Es ist offensichtlich, dass viele der beschlossenen und in Aussicht gestellten klimapolitischen Maßnahmen in Deutschland im internationalen Vergleich sehr teuer sind. Auch wenn es manche als Provokation empfinden, kann man zur Illustration dieser Vermutung den gerade als Erfolg gefeierten beschleunigten Ausstieg aus der Kohle als Paradebeispiel ins Feld führen. Wie viel mehr CO₂-Emissionen hätte man weltweit einsparen können, wenn die gewaltigen Mittel für Struktur-, Förder- und Ausgleichsmaßnahmen zur Flankierung des ja nur um einige wenige Jahre vorgezogenen Ausstiegs aus der deutschen Kohle an anderer Stelle für Klimaschutzinvestitionen eingesetzt worden wären?

Als grobe Orientierung können hier die Ergebnisse einer Studie von McKinsey dienen [12]. Auch wenn diese Analysen aus dem Jahr 2009 stammen und genauer überprüft werden müssten, weisen die dort angestellten Berechnungen darauf hin, dass die Kosten der CO₂-Vermeidung in Afrika oder in Lateinamerika nur rd. ein Drittel (!) dessen betragen könnten, was in Westeuropa (EU27) anzusetzen ist. Die Schätzungen für die Kosten zur CO₂-Minderung in Osteuropa sind nur halb so groß wie hierzulande. Selbst die CO₂-Minderungskosten in Nordamerika sind günstiger als in Westeuropa, wenn auch nur geringfügig.

Man sollte das hier vorgebrachte „Gebot der globalen Kosteneffizienz“ nicht leichtfertig beiseite wischen. Der Gedanke weist auf einen wichtigen Zusammenhang hin: Es ist für die Politik eines Landes überaus gefährlich, sich beim Klimaschutz auf allzu ehrgeizige nationale Ziele und Maßnahmen einzulassen. Warum? Weil die Gefahr besteht, dass man sich immer weiter von den kostengünstigen und zur Rettung des Klimas möglicherweise entscheidenden CO₂-Minderungsoptionen entfernt. Nun führen solche Überlegungen auf ein neues und unübersichtliches Feld.

Darauf kann hier nicht näher eingegangen werden. Hier soll nur so viel gesagt werden: Es macht einen Unterschied, ob man in der Politik das mit einer Vorbildfunktion begründete Ziel „Deutschland ohne fossile Energieträger“ oder das für die Stabilität des Klimas entscheidende Ziel „Welt ohne fossile Energieträger“ in den Mittelpunkt stellt.

Mehr Flexibilität durch das neue Ziel „Klimaneutralität“

Die Bundesregierung hat in ihrem Energiekonzept vom 28.9.2010 vorgegeben, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2050 gegenüber 1990 um 80 bis 95 % zu vermindern. Hier deuten sich Veränderungen an. Immer stärker wird das Ziel „Klimaneutralität“ nach vorne geschoben. So redet die Europäische Kommission in ihrer Energie- und Klimastrategie vom Ziel „Klimaneutralität 2050“ [13]. Auch die Bundesregierung strebt für Deutschland „Klimaneutralität 2050“ an [14]. Die Rede ist von einem Pfad, der für 2050 gerade noch so viel Treibhausgasemissionen zulässt, wie sie von der Natur absorbiert bzw. durch Technik aus der Atmosphäre entnommen werden können.

Auch wenn die politische Konkretisierung dieses Ziels noch aussteht, eröffnet die Vorgabe „Klimaneutralität“ eine neue Perspektive. Warum? Alle bisherigen nationalen CO₂-Ziele erscheinen plötzlich in einem anderen Licht. Es kommt Flexibilität ins Spiel. Man kann ja mit einigem Recht von jedem Einwohner, jedem Haushalt, jeder Stadt, jeder Region und jedem Industriebetrieb „Klimaneutralität“ verlangen. Es wäre aber sehr unklug, von jedem Akteur zu verlangen, in seinen jeweiligen Grenzen „klimaneutral“ zu wirtschaften. Soweit das technisch überhaupt möglich wäre, würde dieser Weg die Kosten des Klimaschutzes in schwindelerregende Höhen treiben. Nun gilt das, was für Einwohner, Haushalte, Städte, Regionen und Industriebetriebe sofort einsichtig ist, auch für Nationen.

Akzeptiert man diesen Gedanken, muss Deutschland das Ziel „Klimaneutralität“ nicht notwendigerweise durch CO₂-Minderungsprojekte im eigenen Land erfüllen. Deutschland könnte seine Verpflichtungen auch durch Unterstützung von kostengünstigen Klimaschutzprojekten in anderen Ländern einhalten. Es ist offensichtlich, dass es unter solchen Rahmen-

bedingungen sehr viel leichter fallen würde, Politik und Maßnahmen an dem wichtigen und für den Erfolg so entscheidenden Gebot der „globalen Kosteneffizienz“ auszurichten.

Was ist also zu hoffen? Zu hoffen ist, dass es der Bundesregierung bei der ohnehin dringlich anstehenden Neuorientierung der Energie- und Klimapolitik gelingt, sich von dem bisherigen Leitgedanken „Germany First“ und einer daraus resultierenden übertrieben national ausgerichteten Fokussierung zu befreien. Dazu gibt es Möglichkeiten und Vorschläge. In Betracht kommen insbesondere die beiden schon im Kyoto-Protokoll von 1997 vorgesehene Modelle „Joint Implementation“ und „Clean Development Mechanism“ [15]. Generell könnte die Bundesregierung in Europa darauf hinwirken, mehr klug konzipierte „Kompensationsmodelle“ zu entwickeln. In Betracht käme die Beteiligung an einem „Transformationsfonds“ zur beschleunigten Markteinführung von modernen Energietechnologien. Hilfreich wären auch bessere Rahmendaten für eine weltweite „Klimaneutralität von Unternehmen“. Schließlich könnte die Politik dafür sorgen, dass der wohlhabende Teil der Weltbevölkerung, der ja oft extrem hohe CO₂-Emissionen erzeugt, die sog. „Top Emitters“, mehr Verantwortung übernimmt [16].

Ausblick

Mehr und mehr wird verstanden, dass die Kunst in der Energie- und Klimapolitik nicht darin besteht, andere Länder zu übertrumpfen, sondern die gemeinsamen Interessen herauszustellen. Wichtig ist es, möglichst viele Länder zu einer Zusammenarbeit zu bewegen und zwar am besten durch konkrete Hilfestellungen und Angebote zur Kooperation. Niemand sagt, dass eine solche Neuakzentuierung der Energie- und Klimapolitik der Bundesregierung einfach wäre. Es ist auch völlig offen, ob es unter den gegenwärtigen, sich eher eintrübenden wirtschaftlichen Perspektiven in Deutschland gelingen kann, die dafür notwendigen politischen Mehrheiten zu gewinnen. Aber auf diesem Weg voranzuschreiten, wäre sachgerecht und für alle von Vorteil. Für Deutschland wäre es vor allem vorteilhaft, weil man den Umbau der Energieversorgung in einem geordneten Strukturprozess ohne größere Kapitalvernichtung und unnötige Ressourcenverschwendung organisieren und doch das Ziel „Klimaneutralität“ einhalten könnte.

Leser, die einer solchen Bewertung skeptisch gegenüberstehen, sei eine erneute Beschäftigung mit der „Goldenen Gleichung der Energie- und Klimapolitik“ empfohlen. Das mag für den einen oder anderen „unangenehm“ sein; schon Johann Wolfgang von Goethe – Bergbauminister im damaligen Herzogtum „Sachsen-Weimar-Eisenach“ und damit sicher einer der ersten Energiepolitiker in Deutschland – wusste: „Mit Mathematikern ist kein heiteres Verhältnis zu gewinnen“. Gleichwohl, wer die Warnungen der Klimawissenschaftler für bare Münze nimmt und sich vor aller Welt zu den entsprechenden Zielen verpflichtet, kann sich nicht oft genug die gewaltige Dimension der globalen Herausforderung beim „Schutz der Erdatmosphäre“ vor Augen führen.

Da man Geld nur einmal ausgeben kann, stellt sich die Frage, wie lange und mit welchen Argumenten Deutschland an den vielen, im weltweiten Vergleich mehr oder weniger stark überteuerten klimapolitischen Maßnahmen festhalten will. Eine fachliche und politische Diskussion dieser Zusammenhänge wäre interessant und aufschlussreich; auch weil man dann besser bewerten könnte, wie es um die Wirksamkeit und Glaubwürdigkeit des Engagements Deutschlands für den globalen Klimaschutz steht.

Anmerkungen

- [1] Wallace-Wells, D.: *The Uninhabitable Earth – Life after Warming*, New York 2019.
- [2] WBGU: Sondergutachten „Klimaschutz als Weltbürgerbewegung“, Berlin 2014, S. 17.
- [3] WBGU: Sondergutachten „Klimaschutz als Weltbürgerbewegung“, Berlin 2014, S. 1.
- [4] Der jüngste IPCC-Bericht „Global Warming of 1,5°C“ fordert für den Fall einer maximalen Erwärmung von 1,5 °C einen Pfad für die anthropogenen CO₂-Emissionen, der für 2050 gerade noch so viel Emissionen zulässt, wie sie von der Natur absorbiert werden können („reaching net zero“).
- [5] United Nations: *Transforming our World: The 2030 Agenda for sustainable Development*, New York 2015.
- [6] United Nations: *The World Population Prospects, 2017 Revision, Data Booklet*, New York 2017.
- [7] Latour, B.: *Down to Earth – Politics in the New Climatic Regime*, Cambridge 2019, S. 5.
- [8] Interview mit Helge Braun, Kanzleramtsminister: „Wir wollen weltweit ein Vorbild sein“, in: *General-Anzeiger*: Bonn, 18./19.04.2019.
- [9] In Japan sind mittlerweile wieder acht Reaktoren in Betrieb, bis zu 33 weitere Reaktoren sollen in den kommenden Jahren an das Netz gehen; Quelle: Akademien Projekt ESYS (Hrsg.): *Welche Bedeutung hat die Kernenergie für die künftige Weltstromerzeugung*, München 2019.
- [10] BP: *BP Statistical Review of World Energy*, June 2018.

[11] McKibben, B.(Hrsg.): *The Global Warming Reader – A Century of Writing About Climate Change*, New York 2011.

[12] McKinsey&Company: *Pathways to a Low-Carbon Economy – Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*, 2009.

[13] European Commission: *A Clean Planet for all – A European strategic longterm vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*, Brüssel 28.11.2018.

[14] Bundeskanzlerin Merkel hat sich in einer Rede vor dem Petersberger Klimadialog am 13./14.2019 zum Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2050 bekannt.

[15] Bei „Joint Implementation“ kann Deutschland in einem anderen Industrieland Maßnahmen zum Klimaschutz finanzieren und die dort erzielten Emissionseinsparungen auf die eigenen Verpflichtungen anrechnen lassen kann. Der „Clean Development Mechanism“ ermöglicht es, in einem Entwicklungsland Maßnahmen zu unterstützen und sich die dabei erzielten Erfolge gut schreiben zu lassen.

[16] Radermacher, F.-J.: *Der Milliardendjoker – Wie Deutschland und Europa den globalen Klimaschutz revolutionieren können*, Hamburg 2018.

Dr. K. Kübler, Rheinbach
kmkue@web.de

Studie: Ein CO₂-Preis reicht im Gebäudesektor nicht aus

Eine CO₂-Bepreisung setzt Anreize für Investitionen in klimafreundliche Heiztechnologien und energetische Sanierung. Doch eine Abgabe für Treibhausgase oder ein Emissionshandel allein werden kaum ausreichen, um diese wirtschaftlich attraktiv zu gestalten. Zusätzliche politische Instrumente sind nötig, um den Besonderheiten des Gebäudesektors gerecht zu werden. Das sind die zentralen Ergebnisse einer Studie, die das Energiewirtschaftliche Institut an der Universität zu Köln (EWI) und das Finanzwissenschaftliche Institut an der Universität zu Köln (FiFo) gemeinsam im Auftrag des Zentralen Immobilien Ausschusses e.V. (ZIA) erstellt haben.

„Um die Klimaziele 2030 noch zu erreichen, brauchen wir dringend einen CO₂-Preis im Gebäude- und im Verkehrssektor“, sagt Max Gierkink, Manager am EWI. Immerhin entstünden rund 15 % der deutschen Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor, vor allem für Heizung und warmes Wasser. „Ob dieser Preis aus einer Abgabe oder einem Emissionshandel resultiert, ist zweitrangig. Beide vermitteln die benötigten Preissignale. Langfristig ist es sinnvoll, eine sektorübergreifende und einheitliche Bepreisung von CO₂-Emissionen innerhalb der EU anzustreben. Mit Blick auf das ehrgeizige Klimaziel 2030 ist es allerdings oberstes Gebot, eine schnell implementierbare Lösung zu finden“, so Gierkink.

Die Ökonomen haben in der Studie berechnet, wie eine mögliche CO₂-Bepreisung auf beispielhaft ausgewählte Wohn- und Gewerbeimmobilien wirkt. Das Gutachten von EWI und FiFo zeigt aber auch, dass sich Investitionen in neue Heizungen und energetische Sanierung trotz des CO₂-Preises nicht immer lohnen. Nur bei der Hälfte der untersuchten Gebäude reichen die höheren Energiepreise zusammen mit bestehenden KfW-Zuschüssen aus, damit sich energetische Sanierungen auch wirtschaftlich rechnen. „CO₂-Bepreisung bietet eine gute Grundlage, auf der weitere Instrumente aufbauen müssen“, sagt Dr. Michael Thöne, Geschäftsführender Vorstand des FiFo. „Ohne breitenwirksame Förderprogramme und erhöhte steuerliche Abschreibungen können wir die Klimaschutzziele im Gebäudesektor nicht erreichen. Auch mit wird es noch schwer genug sein.“ Im Gutachten wird untersucht, welche ergänzenden Instrumente geeignet wären, auch in schwierigen Konstellationen energetische Sanierungen umzusetzen.

Die Studie „CO₂-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Zusatzinstrumente“ ist verfügbar unter <https://www.ewi.uni-koeln.de/de/news/ein-co2-preis-reicht-im-gebuedesektor-nicht-aus/>

Energiespeicher haben ein Bilanzierungsproblem

Ziele und Fortschritte der Energiewende müssen messbar und nachvollziehbar sein. Die statistische Grundlage für die Messbarkeit stellt die Energiebilanz dar. Diese wird auf Basis international vorgegebener Methoden im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums jährlich von der AG Energiebilanzen erstellt.

Einen in seiner Bedeutung wachsenden Baustein der Energiewende stellen Energiespeicher – und hier im Besonderen Stromspeicher – dar. Strom wird heute in steigendem Maße nicht mehr nach Bedarf, sondern nach zeitlicher Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit der genutzten Energieträger erzeugt. Diese Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch erfordert eine steigende Bereitstellung und Nutzung von Speichermöglichkeiten.

Speicher für Erdgas- oder Erdöl, die ebenfalls der Entzerrung von Bereitstellung und Verbrauch dienen, sind in der Energiebilanz detailliert dargestellt; Stromspeicher dagegen noch nicht. Die von Pumpspeichern – als derzeit wichtigste Speicheroption für Strom – ausgespeisten Strommengen finden sich nicht einzeln dargestellt, sondern nur in der Summe der Stromerzeugung aus Wasser- und Windkraft- sowie Photovoltaik- und anderen Anlagen. Die Strommenge, welche die Pumpspeicher aufgenommen haben, ist unter dem Einsatz des Sekundärenergieträgers Strom abzulesen. Stromspeicher, die andere Medien nutzen (Batteriespeicher, thermische Speicher usw.), werden in diesem Bilanzschema nicht abgebildet.

Grundlage der Daten zur Stromerzeugung in der Energiebilanz sind die ebenfalls von der AG Energiebilanzen veröffentlichten Daten zur Bruttostromerzeugung Deutschlands. Die von Pump-

speichern ausgespeicherten Strommengen sind – hier ebenfalls nicht einzeln erkennbar – in der Summe der Stromerzeugung aus „Übrigen Energieträgern“ enthalten. Weitere Stromspeicher wurden bislang gar nicht erfasst.

Die „Nichterkenntlichkeit“ des in seiner Bedeutung weiter steigenden Bausteins „Stromspeicher“ führte in der Vergangenheit dazu, dass die nach nationalen oder europäischen Vorgaben erfolgte Berechnung von Quoten des Beitrags der erneuerbaren Energien zur Deckung des Verbrauchs in Deutschland entweder falsch oder nicht nachvollziehbar war: Rechnet man „Stromspeicher“ zu den konventionellen Erzeugern, fällt die Quote zu niedrig aus. Berechnet man sie auf Basis des sog. Bruttoendenergieverbrauchs, wird die aus Pumpspeichern ausgespeicherte Strommenge korrekt abgezogen – diese Berechnung ist für den Außenstehenden aufgrund der veröffentlichten Daten jedoch nicht oder nur schwierig nachzuvollziehen.

Die Variante, dass Pumpspeicher als konventionelle Erzeuger gerechnet werden, führt darüber hinaus zu dem methodischen Problem, dass Deutschland sich niemals mit 100 % Strom aus erneuerbaren Energien versorgen kann, solange es Pumpspeicher gibt. Ihnen kommt auch künftig eine große Rolle für das Energiesystem zu, und auch weitere Stromspeichertechnologien, vor-

allem Batteriespeicher, werden in den nächsten Jahren erheblich ausgebaut werden. Ordnet man die Stromspeicher weiter als „Erzeuger“ und „Verbraucher“ in die Strom- bzw. Energiebilanzen Deutschlands ein, wird der Ausbau der Speicher zu einer Überzeichnung der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs führen. Daher stellt sich die Frage nach einer Neuordnung in das Bilanzschema besonders dringlich.

Seit dem Jahr 2018 erhebt das Statistische Bundesamt monatlich Daten zur Ein- und Ausspeicherung von Strom in Stromspeicher jedweder Technologie ab einer Leistung von 1 MW oder einer nutzbaren Speicherkapazität von 1 MWh. Zuverlässige amtliche Daten liegen jetzt also vor und sollten an der richtigen Position Eingang in die Strom- und Energiebilanz Deutschlands finden.

Es erscheint sinnvoll, den Beitrag der Stromspeicher nicht mehr getrennt bei Erzeugung und Verbrauch zu bilanzieren, sondern saldiert als Speichersaldo von der Bruttostromerzeugung getrennt darzustellen (siehe Tab.).

Auf diese Weise wird die Leistungsfähigkeit und die Zubauentwicklung der Stromspeicherkapazitäten deutlich. Außerdem wird die Grundlage für die Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien verbessert.

„et“-Redaktion

Tab.: Beispiel Strombilanz 2018

Bilanzaufbau bisher		Bilanzaufbau Vorschlag	
Bruttostromerzeugung	647 Mrd. kWh	Bruttostromerzeugung	641 Mrd. kWh
dar. aus Erneuerbaren Energien	226 Mrd. kWh	dar. aus Erneuerbaren Energien	226 Mrd. kWh
dar. ausgespeicherte Strommengen	6 Mrd. kWh	Kraftwerkseigenverbrauch	- 34 Mrd. kWh
Kraftwerkseigenverbrauch	- 34 Mrd. kWh	Nettostromerzeugung	607 Mrd. kWh
Nettostromerzeugung	613 Mrd. kWh	Stromaustauschsaldo	- 51 Mrd. kWh
Stromaustauschsaldo	- 51 Mrd. kWh	Gesamtstromverbrauch	556 Mrd. kWh
Pumparbeit	- 8 Mrd. kWh	Speichersaldo	- 2 Mrd. kWh
Gesamtstromverbrauch	554 Mrd. kWh	eingespeicherte Strommengen	- 8 Mrd. kWh
		ausgespeicherte Strommengen	6 Mrd. kWh
Netzverluste	- 27 Mrd. kWh	Netzverluste	- 27 Mrd. kWh
Nettostromverbrauch	527 Mrd. kWh	Nettostromverbrauch	527 Mrd. kWh
Brutto-Inlandsstromverbrauch	596 Mrd. kWh	Brutto-Inlandsstromverbrauch	590 Mrd. kWh
Anteil der EE an Bruttostromerzeugung	34,9 %	Anteil der EE an Bruttostromerzeugung	35,3 %
Anteil der EE bezogen auf Bruttoinlandsstromverbrauch	37,9 %	Anteil der EE bezogen auf Bruttoinlandsstromverbrauch	38,3 %

Quellen: AG Energiebilanzen, BDEW, Destatis