

5. Klimaschutz und Akzeptanz

Anmerkung: Inhaltlicher Stand dieses Beitrags ist Sommer 2020, der Beitrag wird hier nicht beständig aktualisiert.

Die vorausgegangenen Beiträge enthalten verschiedene Grundlagen für ein besseres Verständnis der Thematik rund um Klimaschutz und Energiewende. Mit diesem Beitrag schließen wir den allgemeinen Überblick zu diesen Themenbereichen ab, indem wir uns den konkreten Maßnahmen Deutschlands für den Klimaschutz zuwenden und gleichzeitig betrachten, wie es um deren Akzeptanz steht. Wir folgen dabei der bisherigen Struktur und beschreiben beide Aspekte, Klimaschutz und Akzeptanz, für die einzelnen Sektoren, gehen dabei auch auf aktuelle Entwicklungen ein und versuchen uns in einer europäischen bzw. globalen Einordnung der deutschen Maßnahmen. Die Betrachtungen sind um Ausgewogenheit bemüht, aber auch von der Sichtweise der Redaktion geprägt. Stellen, an denen die Sichtweise besonders stark Einfluss nimmt, sind deutlich gekennzeichnet. Da die Klimaschutzmaßnahmen in vielen Bereichen noch ausgestaltet werden und sich im Prozess befinden, können nicht alle Teile dieses Beitrags auf dem aktuellen Stand sein. Dieser Beitrag baut auf dem Wissen der vorhergehenden Beiträge auf, setzt die darin vermittelten Zusammenhänge voraus und enthält zum Teil an entsprechenden Stellen passende Verweise.

Der Darstellung zu den aktuell diskutierten Klimaschutzmaßnahmen folgen Überlegungen, was Klimaschutz noch umfassen kann und wie globale Lösungen befördert werden könnten. Sie sollen als Denkanstöße dienen, aus denen mögliche Forderungen der Gesellschaft an eine veränderte oder weiter ausdifferenzierte Klimaschutzpolitik resultieren können, die über die aktuellen Debatten und Vorschläge der Bundesregierung hinausgehen.

Das erfahren Sie hier:

- Die Klimaschutzmaßnahmen Deutschlands
- Die Klimaschutzmaßnahmen der einzelnen Sektoren
- CO₂-Bepreisung
- Ideen zu alternativen Klimaschutzmaßnahmen
- Klimaschutz in weiteren Bereichen

1. Die Klimaschutzmaßnahmen Deutschlands

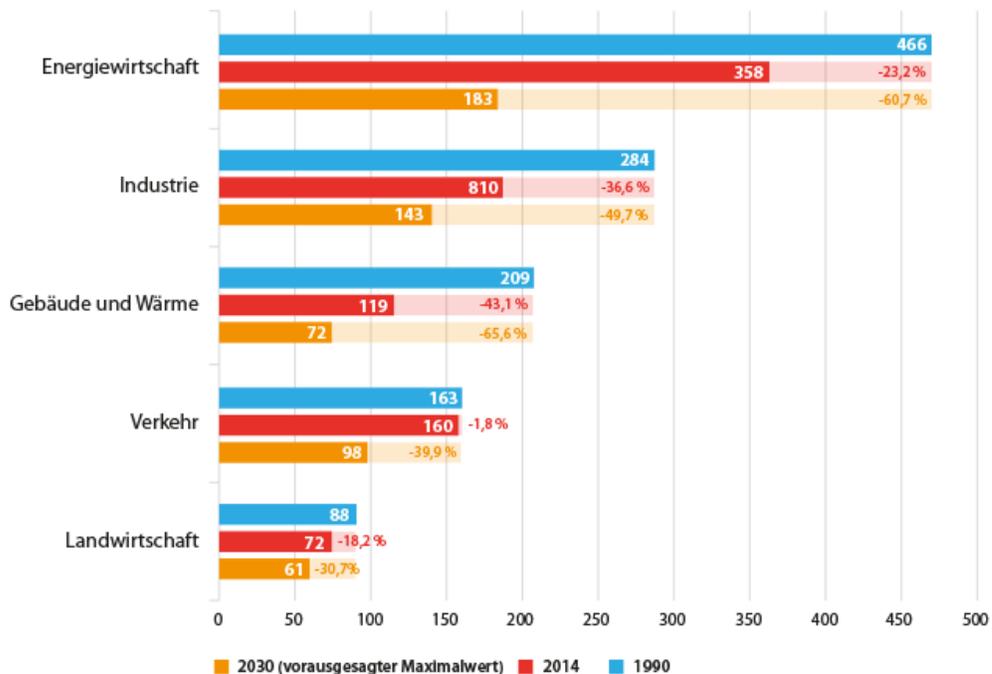
Zur Einführung wiederholen wir nochmals die zentrale Erkenntnis zum Thema Klimaschutz: Klimaschutz ist gleichbedeutend mit der Minderung von Treibhausgasen, meist wird dabei von Emissionen gesprochen. Die wichtigsten der menschlich verursachten Treibhausgase wie Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden in CO₂-Äquivalente umgerechnet, wodurch eine einfache Darstellung der Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen möglich ist. Sämtliche Klimasziele der Bundesregierung beziehen sich auf die Minderung dieser Emissionen. Sie sind in zwei Plänen festgeschrieben, dem Klimaschutzplan 2050 und dem aktuell in der politischen Abstimmung befindlichen Klimaschutzprogramm 2030. Zudem, und darauf kommen wir bei den Klimaschutzmaßnahmen zu den einzelnen Sektoren zurück, sind Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit die wichtigen Rahmenbedingungen für Klimaschutzmaßnahmen.

Der Klimaschutzplan 2050

Der im November 2016 verabschiedete Klimaschutzplan 2050 regelt die langfristige Strategie zur Minderung der Emissionen Deutschlands bis zum Jahr 2050. Er stellt die nationale Umsetzung der im Pariser Abkommen von den teilnehmenden Ländern geforderten Strategie um. Während laut Pariser Abkommen in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts weitgehend Treibhausgasneutralität erreicht werden soll, hat die Bundesregierung ehrgeizigere Ziele festgelegt und will dies bereits bis 2050 weitgehend umsetzen. Als **Kurzfristziel** hält Deutschland am bereits im Klimaschutzplan formulierten nationalen Ziel fest, seine **Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent** gegenüber 1990 zu mindern. Dazu weist der Klimaschutzplan als **Mittelfristziel** eine **Minderung der Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2030 um mindestens 55 Prozent** gegenüber dem Niveau von 1990 aus. Er beschreibt dazu vielfältige Handlungsfelder in den Bereichen Energieversorgung, im Gebäude- und Verkehrsbereich, in Industrie und Wirtschaft sowie in der Land- und Forstwirtschaft – den fünf Bereichen, denen auch der Aufbau unserer Beitragsserie folgt. Die Ziele wurden aus einem Katalog mit 97 Maßnahmenvorschlägen ermittelt. Als grober Zielkorridor wurde im November 2016 eine **Minderung der Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 bis 95 Prozent** beschrieben. Für die einzelnen Sektoren weist der Klimaschutzplan 2050 folgende Ziele aus:

Die Sektorziele im Klimaschutzplan 2050

Dargestellt sind die Sektorziele 2030 aus dem Klimaschutzplan 2050 (in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



© BMU; Quelle: Bundesumweltministerium (2017). Klimaschutz in Zahlen 2017.

Zieldefinition der einbezogenen Handlungsfelder

Handlungsfelder	1990 (in Millionen Tonnen CO ₂ - Äquivalent)	2014 (in Millionen Tonnen CO ₂ - Äquivalent)	2030 (in Millionen Tonnen CO ₂ - Äquivalent)	2030 (Minderung in Prozent gegenüber 1990)
Gesamtsumme	1248	902	543 bis 562	56 bis 55
Energie- wirtschaft	466	358	175 bis 183	62 bis 61
Gebäude	209	119	70 bis 72	67 bis 66
Verkehr	163	160	95 bis 98	42 bis 40
Industrie	283	181	140 bis 143	51 bis 49
Landwirtschaft	88	72	58 bis 61	34 bis 31
Teilsumme	1209	890	538 bis 557	56 bis 54
Sonstige	39	12	5	87

Quelle: Bundesumweltministerium (2016). Klimaschutzplan 2050.

Häufige Fragen zum Klimaschutzplan 2050 werden hier beantwortet:

<https://www.bmu.de/faqs/klimaschutzplan-2050/>

Den Klimaschutzplan (92 Seiten) gibt es hier zum Herunterladen:

<https://www.kleine-klimaschule.de/files/Inhalt/Lektionen/Lektion5/PDFs/Klimaschutzplan2050.pdf>

Das Klimaschutzprogramm 2030

Bereits im Jahr 2014 wurde absehbar, dass Deutschland mit seinem nationalen Ziel der Minderung von Treibhausgasemissionen bis 2020 zu scheitern droht. Deshalb hatte die Bundesregierung damals das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 verabschiedet, um mit zusätzlichen Maßnahmen die absehbare Lücke in der Zielerreichung zu schließen. Mit Blick auf die aktuelle Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen und die nach wie vor absehbare Zielverfehlung erklärten die Regierungsparteien CDU/CSU und SPD in ihrem Koalitionsvertrag vom März 2018 die Absicht, das Ziel für 2020 so bald wie möglich erreichen zu wollen. Dieser Weg soll in einem erneuten Plan, dem Klimaschutzprogramm 2030, geregelt werden. Dazu wurde durch die Bundesregierung ein Vorschlag erarbeitet, der aktuell im Bundestag diskutiert und dann sowohl vom Bundestag als auch vom Bundesrat beschlossen werden soll. Das Klimaschutzprogramm enthält 66 Maßnahmen, mit denen alle Ziele des Klimaschutzplans 2050 erreicht werden sollen, auch das Reduktionsziel bis 2020. Die Maßnahmen reichen von der Einführung einer CO₂-Bepreisung über den Neubau von 1 Mio. Ladepunkten für Elektroautos bis 2030 bis hin zum Aufbau einer Batteriezellfertigung in Deutschland. Das Klimaschutzprogramm 2030 sollte bis zum Jahresende 2019 verabschiedet werden. Den ausführlichen Arbeitsplan – das Klimaschutzprogramm 2030 – hat das Kabinett auch am 9. Oktober 2019 beschlossen. Allerdings müssen die einzelnen Maßnahmen nun Schritt für Schritt mit Gesetzen und Förderprogrammen umgesetzt werden. Das kann, wie bei der CO₂-Bepreisung zu sehen war, Zeit in Anspruch nehmen.

Das Klimaschutzprogramm 2030 finden Sie hier:

Neu als Datei zur Verfügung stellen!

<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1>

Europa und die Welt

Globale Abkommen sind recht allgemein formuliert. Das von 195 Ländern ratifizierte Pariser Abkommen umfasst einen globalen Aktionsplan, der die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C begrenzen und den Anstieg möglichst auf 1,5 °C begrenzen soll. Wie genau dieses Ziel zu erreichen ist, wird in einzelnen und unterschiedlich ehrgeizigen Plänen der beigetretenen Länder geregelt. Die EU und ihre noch 28 Mitgliedstaaten haben sich zu einer Reduktion von sieben wichtigen Treibhausgasen um 20 Prozent bis 2020 bekannt, als Bezugsjahr wird meist das Jahr 1990 verwendet. Hauptsächliche Ziele auf EU-Ebene sind:

- Minderung der Treibhausgas-Emissionen um 20 Prozent bzw. um 30 Prozent, falls andere Industrieländer vergleichbare Ziele vereinbaren
- Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien auf 20 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs
- Steigerung der Energieeffizienz um 20 Prozent im Vergleich zu einer Entwicklung ohne weitere Effizienzanstrengungen

Im Juni 2018 hat sich die EU zudem folgende Zwischenziele für das Jahr 2030 gesetzt:

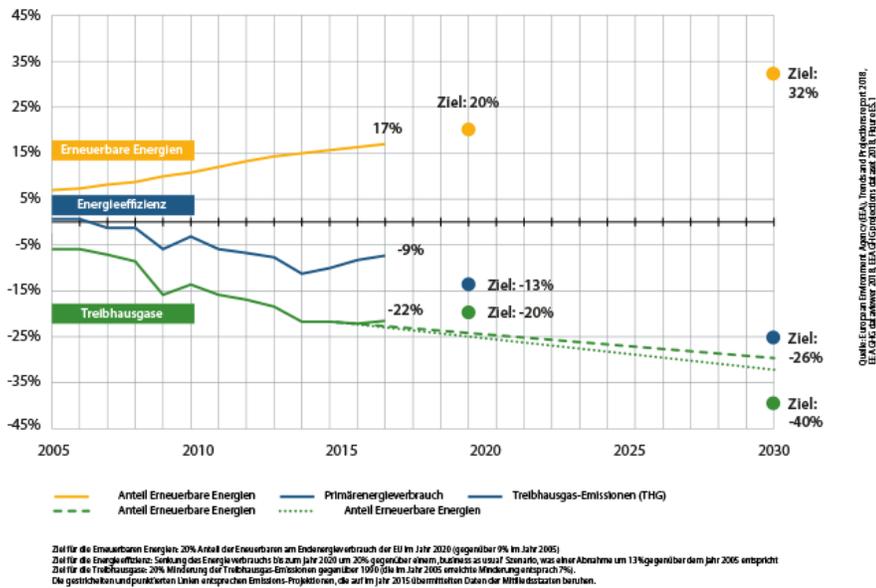
- Minderung der EU-internen Treibhausgas-Emissionen bis 2030 um mindestens 40 Prozent im Vergleich zu 1990
- Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien auf 30 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs
- Steigerung der Energieeffizienz um 32,5 Prozent im Vergleich zu einer Entwicklung ohne weitere Effizienzanstrengungen

Eine detaillierte Beschreibung der EU-Klimaziele finden Sie hier:

<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>

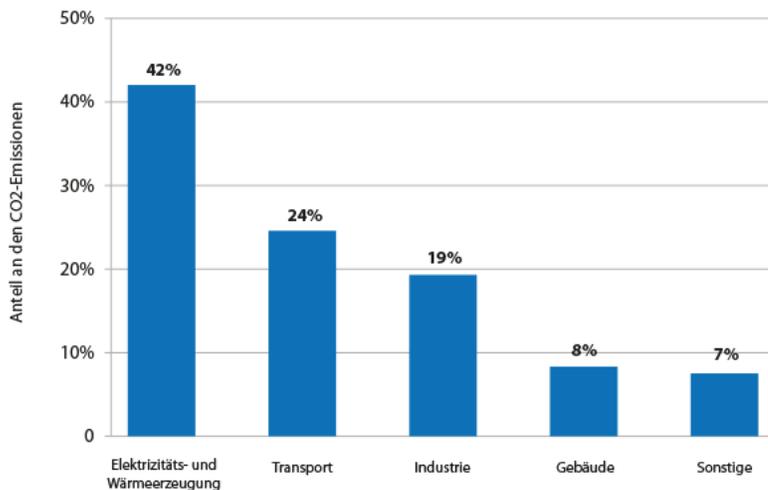
Die Klimaziele auf EU-Ebene waren bis 2020 mit eher überschaubaren Anstrengungen erreichbar. Für die Folgeziele in 2030 und 2050 müssen die Ambitionen allerdings erheblich zunehmen. So müssten bei der Minderung der beabsichtigten Treibhausgasemissionen aktuelle Bemühungen mit dem Faktor drei bis sieben (je nachdem, ob 80 Prozent Minderung oder bis 95 Prozent Minderung erreicht werden sollen) gesteigert werden. Ähnlich sieht es beim Ausbau der Erneuerbaren und bei der Energieeffizienz aus. Weltweit sieht es noch bescheidener aus: laut einer Studie im Vorfeld der UN-Klimakonferenz im Jahr 2018 im polnischen Kattowitz erfüllten nur 16 der 195 damals beigetretenen Länder zu diesem Zeitpunkt ihre Zusagen aus dem Pariser Abkommen tatsächlich. Die 16 Länder sind: Algerien, Äthiopien, Costa Rica, Guatemala, Indonesien, Japan, Kanada, Mazedonien, Malaysia, Montenegro, Norwegen, Papua-Neuguinea, Peru, Samoa, Singapur und Tonga.

Fortschritte der EU bei der Umsetzung der Klima- und Energieziele für 2020 und 2030



Auf EU-Ebene gibt es nach einer guten Entwicklung von 2005 bis 2015 bei Effizienz und Treibhausgasen seit einigen Jahren ebenso Probleme beim Erreichen von Verbesserungen wie in Deutschland, lediglich beim Ausbau der Erneuerbaren ist man auf einem guten Weg zu den Zielen.

Verteilung der energiebedingten CO2-Emissionen weltweit nach Sektor im Jahr 2016



Quelle: IEA © Statista 2019

Weltweit verursacht die Energiewirtschaft mit 42 % den größten Anteil der Treibhausgasemissionen.

Betrachtung

Deutschlands Minderungsziele bei den Treibhausgasemissionen sind im Vergleich zu den allgemeinen EU-Zielen sehr ehrgeizig formuliert. Die Ziele beruhen zudem auf Annahmen, die drei entscheidende Entwicklungen in der Folge unberücksichtigt ließen, die sich erst nach den Beschlüssen der Emissionsminderungen von 40 Prozent bis 2020 und 55 Prozent bis 2030 einstellen:

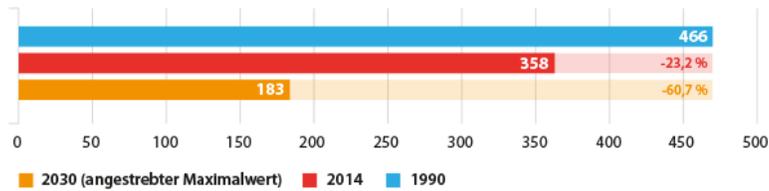
- Der Atomausstieg und damit der Wegfall von rund 20 Prozent quasi CO₂-freier Stromerzeugung
- Ein Jahrzehnt ungebremster Hochkonjunktur mit entsprechenden Effekten auf Emissionen in den Sektoren Industrie, Verkehr und Energie
- Den unerwarteten Zuwachs der Bevölkerung Deutschlands durch Zuwanderung und geburtenstarke Jahrgänge

Im Folgenden betrachten wir nun anhand der einzelnen Sektoren, wie die Bundesregierung ihre Ziele in den Jahren 2020, 2030 und 2050 dennoch erreichen möchte:

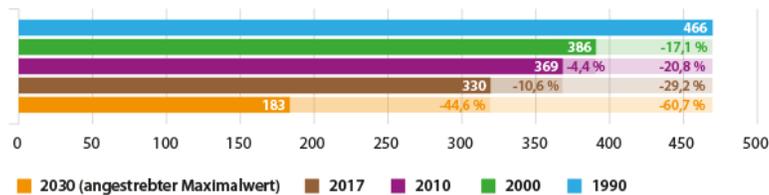
1.1. Energiewirtschaft

Um die Herausforderung in jedem Sektor zu veranschaulichen, stellen wir in je zwei Infografiken die Angaben des Klimaschutzplans 2050 für die einzelnen Sektoren deren etwas detaillierterer Entwicklung gegenüber. Wie auch sonst beginnen wir mit der Energiewirtschaft, da sie aktuell am stärksten diskutiert wird.

Angaben zum Sektor Energiewirtschaft im Klimaschutzplan 2050
(in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



Entwicklung der Energiewirtschaft im Detail
(in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



© BMU; Quelle: Bundesumweltministerium (2017), Klimaschutz in Zahlen 2017.

Die Emissionen der Energiewirtschaft sollen bis 2030 um 61 bis 62 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Die detaillierte Grafik lässt erkennen, dass die Reduktion vor allem im ersten Jahrzehnt stattgefunden hat, die Gründe dafür sind im Beitrag zur Energiewende ausführlich dargestellt. Die Ziele in diesem Sektor sollen mit folgenden Maßnahmen dennoch erreicht werden:

Maßnahmen

Die Maßnahmen in der Energiewirtschaft lassen sich grob in drei Bereiche einteilen: Kohleausstieg, Ausbau Erneuerbarer und Ausbau von Netzen und Speichern.

Kohleausstieg: Kohle sorgte im Jahr 2017 für rund 235 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen (Braunkohle = 155 Mio. Tonnen, Steinkohle = 80 Mio. Tonnen), das entspricht rund einem Viertel der Gesamtemissionen aller Sektoren. Mit dem Kohleausstieg lassen sich zügig CO₂-Emissionen reduzieren. Um den Kohleausstieg umsichtig zu gestalten, hat die Bundesregierung von der Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung (die sogenannte Kohlekommission) ein ausführliches Maßnahmenpaket erarbeiten lassen, in dessen Rahmen der Kohleausstieg als gesellschaftlicher Kompromiss auf spätestens das Jahresende 2038 festgelegt wurde. Der Kompromiss legt fest, wie die betroffenen Regionen unterstützt werden sollen und weist ebenso auf die notwendigen Maßnahmen bzw. Anpassungen im Bereich der Energiewende hin. In regelmäßigen Abständen soll vor 2038 überprüft werden, wie sich die betroffenen Regionen entwickelt haben und welche Fortschritte im Energiesystem erreicht wurden, wodurch sich das Ausstiegsdatum verändern kann.

Bei Kohle wird zwischen Braun- und Steinkohle unterschieden. *Braunkohle* besteht aus Kohlenstoff, Pflanzenresten, Wasser und anderen Bestandteilen. Sie ist vor erdgeschichtlich kürzerer Zeit entstanden und kann deshalb in offenen Tagebauen abgebaut werden. Dies geschieht in Deutschland hauptsächlich in drei Revieren, dem Lausitzer, Mitteldeutschen- und

Rheinischen Revier. 2017 wurden in Deutschland rund 171,3 Mio. t Braunkohle gefördert. *Steinkohle* ist im Gegensatz zu Braunkohle älter und kommt dementsprechend in tieferen Schichten der Erde vor. Sie besteht aus Kohlenstoff und Wasser wie Braunkohle, wobei jedoch der Kohlenstoff stärker komprimiert ist und Steinkohle somit einen höheren Wirkungsgrad als Braunkohle hat, sie verursacht in der Bilanz je Einheit auch mehr CO₂ Emissionen. Steinkohle wird in Deutschland seit Ende 2018 aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr gefördert und heute aus anderen Ländern importiert. Schon 2016 kamen rund 50 Mio. Tonnen Steinkohle aus Kolumbien.

Der Kohleausstieg erfolgt bereits seit 2016, insgesamt wurden bis Herbst 2019 Braunkohlekraftwerke bzw. Kraftwerksblöcke mit einer Leistung von 2.900 MW in die sogenannte Sicherheitsreserve geschickt. Ab dem Zeitpunkt des Einstiegs in die Reserve müssen diese Kraftwerke vier Jahre betriebsbereit gehalten werden, um auf evtl. Engpässe im deutschen Stromsystem reagieren zu können. Nach vier Jahren werden sie endgültig stillgelegt. Ab 2022 sollen dann bis 2038 sukzessive alle Kohlekraftwerke vom Netz gehen. Wann genau welche Kraftwerke stillgelegt werden sollen, wird im Rahmen der aktuellen Gesetzgebung in einem Kohleausstiegsgesetz definiert.

Ausbau Erneuerbare: Zu den erneuerbaren Energien zählen momentan Biomasse, Geothermie, Wasserkraft, Solarenergie und Windenergie. Deutschland liegt mit einem Anteil der Erneuerbaren Energien an der gesamten Nettostromerzeugung von rund 46% deutlich über dem weltweiten Durchschnitt (nähere Informationen zu Erneuerbaren und ihrer Entwicklungen finden Sie in den Beiträgen 1. und 3.). Der Anteil der einzelnen erneuerbaren Energieträger gestaltet sich wie folgt: Wasserkraft mit 3,8%, Biomasse mit 8,6% und Photovoltaik mit 9% haben zusammen ungefähr den gleichen Anteil wie Windkraft mit 24,6%. Erneuerbare Energieträger gelten als CO₂-frei, wobei zu deren Herstellung in der Produktion der Anlagen, beim Transport und Aufbau sowie dem abschließenden Rückbau samt Entsorgung wie bei allen Industrieanlagen Emissionen auftreten. Diese Emissionen werden den entsprechenden Sektoren wie Industrie und Verkehr zugerechnet. Der weitere Ausbau der Erneuerbaren ist parallel zum Kohleausstieg die zweite zentrale Maßnahme der Bundesregierung zur Emissionsminderung im Sektor Energiewirtschaft. Bis 2038 soll der Anteil der Erneuerbaren von aktuell rund 46 auf 65 Prozent am deutschen Strommix gesteigert werden.

Ausbau der Netze und Speicher: Einhergehend mit dem Ausbau der Erneuerbaren soll auch der Ausbau der Netze und Speicher erfolgen. So soll einerseits der erneuerbare Strom aus dem windreichen Norden in den industriell starken Süden transportiert werden, andererseits soll überschüssige Erzeugung z.B. aus Wind und Solar gespeichert und so genau dann zur Verfügung gestellt werden, wenn sie benötigt wird.

Weitere Maßnahmen: Im Klimaschutzprogramm 2030 werden zudem weitere Maßnahmen formuliert, die z.B. Erneuerbare wirtschaftlicher machen sollen und die Forschung und Entwicklung neuer Technologien z.B. bei Wasserstoff, Sektorkopplung und Energiespeichern voranbringen sollen.

Sichtweise Pro Lausitz & Bündnispartner im Redaktionsteam

Kohleausstieg: Der Kohleausstieg ist für die Bundesregierung ein attraktiver Hebel zum Senken von Treibhausgasemissionen. Im Vergleich zu Sektoren wie Verkehr, Gebäude oder Industrie können hier mit konkreten Einschränkungen, also Abschaltungen bzw. Stilllegungen von Kraftwerken bzw. Kraftwerksblöcken, vergleichsweise viele Emissionen eingespart werden, von

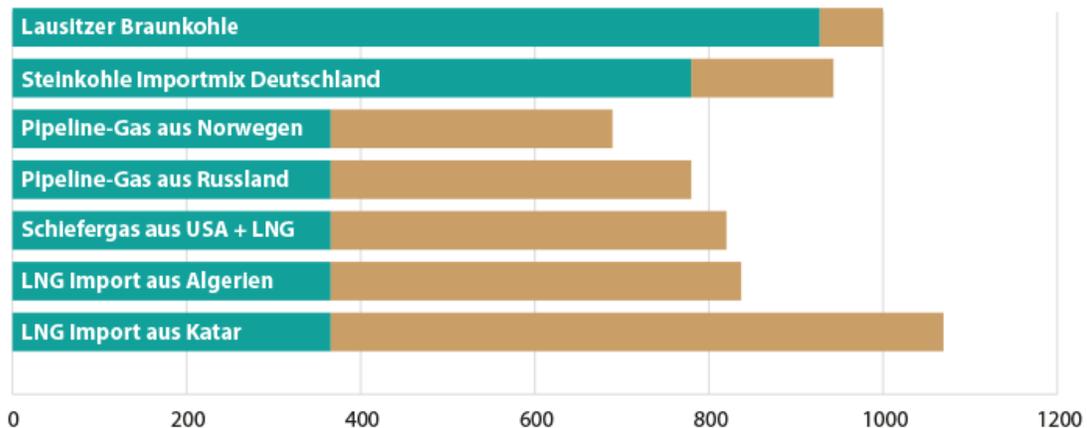
denen gleichzeitig vergleichsweise wenige Menschen negativ betroffen sind. Zwei Überlegungen können allerdings auch beim Kohleausstieg zum Nachdenken anregen, wenn wir dem zentralen Ziel des Klimaschutzes folgen, weltweit das Klima zu schützen und Treibhausgasemissionen zu mindern.

1. Kausalkette Kohle und Emissionen: Es geht beim Klimaschutz um die Minderung von Treibhausgasen, vor allem CO₂. Es ist richtig, dass CO₂ vor allem bei der Kohleverstromung entsteht. Da Klimawandel ein globales Phänomen ist, kann nur ein weltweiter Rückgang der Emissionen zielführend sein. Nimmt man das zusammen mit der Tatsache, dass Kohle nach aktuellen Erkenntnissen (siehe Weltenergiebericht der Internationalen Energie Agentur / IEA, www.iea.org/topics/world-energy-outlook) weltweit und unabhängig von einem Ausstieg Deutschlands zumindest in den nächsten 20 Jahren unvermindert zur Stromerzeugung genutzt wird und noch für ein halbes Jahrhundert eine bedeutende Rolle spielen wird, wird deutlich, dass Klimaschutz mit Blick auf die nächsten Jahrzehnte nur Erfolg haben kann, wenn Emissionen im Prozess der Kohleverstromung vermindert oder vermieden werden. Die Dimension veranschaulichen zwei Zahlen: in Deutschland sind derzeit Kohlekraftwerke mit einer Leistung von rund 40 GW installiert, allein in China werden es 2020 rund 1.100 GW Kohlekraft sein, Tendenz steigend. Eine Technologie, mit der das Treibhausgas CO₂ aus der Kohleverstromung herausgefiltert und unterirdisch eingelagert werden kann, wurde in Brandenburg erfolgreich erprobt. Sie wird mit CCS (carbon dioxide capture and storage) bezeichnet. Die Technologie funktioniert, das ist im Feldversuch für den Abscheidungsprozess des CO₂ aus der Kohleverstromung im Kraftwerk Schwarze Pumpe und für die unterirdische Einlagerung des CO₂ durch das Deutsche GeoForschungsZentrum Potsdam in der Pilotanlage im brandenburgischen Ketzin im erfolgreichen Praxisprojekt bestätigt worden. CCS wird in verschiedenen Ländern bereits praktiziert und weiter erforscht. Mit CCU (carbon dioxide capture and usage) geht man inzwischen einen weiteren Schritt und versucht, das CO₂ nach dem Abscheiden nicht mehr einzulagern, sondern direkt als Rohstoff für andere Prozesse zu nutzen. Ein CCS-Demonstrationskraftwerk sollte im Kraftwerk Schwarze Pumpe in der Lausitz entstehen, für Vorarbeiten hat das Lausitzer Energieunternehmen rund 200 Millionen Euro investiert. Da die Bundesregierung keine politische Regelung zur Einlagerung bzw. unterirdischen Speicherung von CO₂ umsetzen konnte, ist CCS in Deutschland im Gegensatz zu anderen Ländern nicht möglich. Bei der EU liegen für ein CCS-Referenzprojekt in Deutschland, wie es das Demonstrationskraftwerk in der Lausitz sein sollte, noch immer rund 3,5 Milliarden Euro bereit. Die Anwendung dieser Technologie könnte ad hoc Emissionen aus der Kohleverstromung einsparen, CCS könnte ebenso weltweit in den kommenden Jahrzehnten Emissionen aus der Kohleverstromung vermindern oder vermeiden. Ein weiteres Bündel an Technologien wurde in Deutschland, vornehmlich in der Lausitz, zur Steigerung des Wirkungsgrads der Kohlekraftwerke und zu deren Flexibilisierung gemeinsam durch die Energiewirtschaft mit Hochschulen und Forschungsinstituten entwickelt. Eine Steigerung des Wirkungsgrads ermöglicht mehr Leistung bei gleichen Emissionen, flexiblere Kraftwerke können im Stromnetz schneller Platz für erneuerbaren Strom machen. Auch diese Technologien mindern Treibhausgasemissionen. Gerade in Deutschland sind im Rahmen der Energiewende viele dieser Technologien entstanden, die Lausitz verfügt so über einen der weltweit modernsten Kraftwerksparks mit Lösungen für bessere Wirkungsgrade und mehr Flexibilität. Ernstgemeinter Klimaschutz könnte selbst beim festgelegten Kohleausstieg Deutschlands bis zum Jahresende 2038 noch fast zwei Jahrzehnte

diese Technologien weiter fördern und entwickeln und international in Anwendung bringen. Die Emission von Treibhausgasen in die Erdatmosphäre könnte weltweit ad hoc gemindert werden.

2. Kausalkette Kohle und Erdgas: Kohle sorgt heute in Deutschland für rund 30% der deutschen Stromversorgung. Ihr fortlaufender Rückgang erfordert Ersatz durch andere Energieträger. Hier kommen Erneuerbare auf absehbare Zeit nicht in Frage, da sie nicht speicherbar sind oder keinen sicheren Grundlaststrom liefern können (siehe hierzu ausführlich die Beiträge zum Stromsystem und zur Versorgungssicherheit). Da Deutschland bis Ende 2022 auch aus der Kernenergie aussteigt, ist als Ersatz für Kohle derzeit nur der fossile Energieträger Gas geeignet (siehe Beitrag Versorgungssicherheit). Gaskraftwerke bieten den Vorteil, dass sie kostengünstiger gebaut und flexibler betrieben werden können. Im Gegensatz zur Braunkohle muss Gas importiert werden, da Deutschland durch das Verbot des Frackings kaum über eigene Vorkommen verfügt. Als Lieferanten kommen vor allem Erdgas aus Russland oder Fracking Gas aus den USA bzw. weiteren Ländern infrage. Aktuell durch Deutschland noch in Größenordnungen bezogenes Gas aus Norwegen oder Holland wird künftig aufgrund der Erschöpfung der Vorkommen oder aufgrund fördertechnischer Entscheidungen stark zurückgehen. Um beim Klimaschutz zu bleiben, müssen wir also die Emission von Treibhausgasen bei diesen Energieträgern betrachten. In Deutschlands nationale Emissionsbilanz fließen dabei nur jene Emissionen ein, die beim Wandel eines Energieträgers, also bei seinem Verbrennungsprozess, in unserem Land entstehen. Vergleicht man hier Gas mit Braunkohle, so ist es mit rund zwei Dritteln weniger Emissionen in diesem Prozess deutlich klimafreundlicher. Nicht betrachtet wird bei dieser Rechnung aber die Vorkette. So wird Braunkohle in der Regel gleich neben dem Kraftwerk abgebaut und per Förderband oder Bahn ins Kraftwerk transportiert. Bei Gas hingegen entstehen bei Förderung, Transport, Komprimierung und Verlusten (sogenannten Leckagen) in der Vorkette erheblich mehr Emissionen. Zudem tritt bei Gas das im Vergleich zu CO₂ etwa 25 Mal klimaschädlichere Treibhausgas Methan aus. Bei Gas aus Russland und den USA ist das Verhältnis der Emissionen im Gesamtprozess inklusive Vorkette im Vergleich zur Braunkohle letztendlich bei ca. 80 zu 100. Betrachtet man nun zusätzliche Effekte des Ausstiegsszenarios, in dem Kohlekraftwerke in ihren Laufzeiten verkürzt werden und sich so notwendige Emissionen zur Errichtung der Kraftwerke auf eine kürzere Laufzeit verteilen und andererseits Gaskraftwerke neu gebaut werden, samt erforderlichen Emissionen für Materialien, Transport, Bau etc. in den kommenden Jahren, schlägt sich das ausgerechnet in dem entscheidenden Zeitraum der kommenden zwei Jahrzehnte zusätzlich auf die Treibhausgasemissionen nieder. Wenn die kommenden zwei Jahrzehnte für das Weltklima entscheidend sind, scheint ein Ersatz von Braunkohle durch Gas nicht plausibel. Steinkohle wird in Deutschland nicht mehr gefördert und heute per Schiff aus Asien, Afrika oder Südamerika bezogen. Somit verursacht sie in der Vorkette auch mehr Emissionen, was einen Ersatz der Steinkohle durch Gas plausibler macht.

Gas, die klimafreundliche Variante?



Quelle: Daten aus der GEMIS-Datenbank 4.94, Stand: März 2015 mit GWP20 für CH4 und N2O nach dem 5. Sachstandsbericht des IPCC von 2013

Der Ersatz von fossiler Kohle durch fossiles Gas bietet keine Lösung für das Weltklima, wenn man die vollständigen Emissionen betrachtet, die mit beiden Energieträgern verbunden sind. In der Grafik grün gekennzeichnet sind die Emissionen, die beim Prozess der Verbrennung entstehen, die zusätzlichen Emissionen der Vorkette sind mit braunen Balken ergänzt.

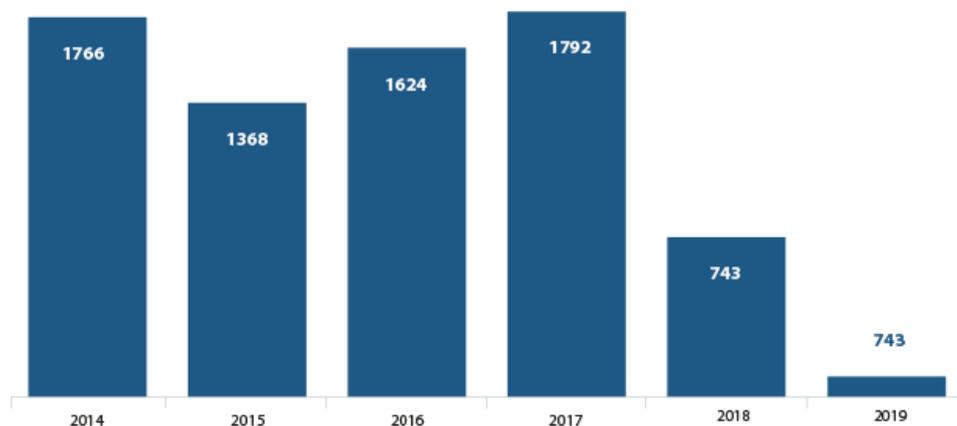
Eine Betrachtung erfolgt ebenso zu den zwei weiteren zentralen Maßnahmen. Abschließend folgen einige allgemeine Anmerkungen zum Sektor Energiewirtschaft.

Ausbau der Erneuerbaren: Den Ausbau erneuerbarer Energien sieht die Bundesregierung parallel zum Kohle- und Atomausstieg als Schlüssel für eine klimafreundliche Energieversorgung. Das setzt voraus, dass die erneuerbare Energie künftig Strom aus Atom und Kohle ersetzen kann. Erneuerbare Energie muss demnach in grundlastsichere Energie umgewandelt werden können. Die Bundespolitik konzentriert sich hierbei auf den Ausbau von Windkraft und Photovoltaik, da Deutschland für die weiteren Erneuerbaren wenig Potenzial aufweist (siehe Beitrag zum Stromsystem). Nachdem Deutschland zum Beginn der Energiewende die Solarindustrie stark förderte, die z.B. im Umfeld von Frankfurt (Oder) mit einigen Fabriken aufblühte (damals sprach man in Brandenburg vom „Solar Valley“), verschwand die Solarindustrie in den Folgejahren fast gänzlich aus Deutschland. Was heute in Deutschland installiert wird, produziert meist China. Eine ähnliche Entwicklung ist derzeit bei der Windkraft zu beobachten. Nachdem im Jahr 2018 für den weiteren Ausbau der Windkraft ein neues gesetzliches Verfahren zum Einsatz kam, ist der Ausbau fast zum Erliegen gekommen. Wurden 2017 noch knapp 1.800 neue Anlagen errichtet, waren es 2018 nur noch 743, 2019 halbierte sich der Neubau weiter auf nur noch 361 Anlagen (Quelle: © IWR 2020, Daten: Marktstammdatenregister/MaStR). In der Öffentlichkeit

wird meist von schwierigen Genehmigungsverfahren gesprochen. Der drastische Einbruch hat aber auch einen weiteren Grund: Per neuer gesetzlicher Regelung wird der Windkraftausbau seit 2018 über Ausschreibungsverfahren vollzogen, die Windkraft sollte dadurch näher an den Markt heran und aus der Subvention herausgeführt werden. Viele Windkraft-Anbieter haben sich in diesem Wettbewerb verkalkuliert und können die Anlagen nicht zu den angebotenen Preisen realisieren. Inzwischen schließen erste Unternehmen der Windkraftbranche, tausende Arbeitsplätze in Deutschland wurden bereits gestrichen. Wie seinerzeit in der Solarindustrie sieht sich die gesamte Branche in Deutschland vor großen Veränderungen. In wenigen Jahren fallen die ersten Windkraftanlagen aus der 20-jährigen Förderperiode, in der ihnen laut EEG eine Vergütung für eingespeisten Strom zugesichert wurde. Diese Anlagen werden dann voraussichtlich nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben sein und müssten durch neue Anlagen ersetzt werden. Parallel wird über eine Beteiligung der Bevölkerung und Kommunen am Gewinn von Windkraftanlagen diskutiert, was sie wirtschaftlich zusätzlich fordern würde. Die aktuelle Entwicklung der Windkraft in Deutschland zeigt immensen Handlungsbedarf auf, wenn die Bundespolitik am Ziel des Ausbaus Erneuerbarer festhalten möchte.

Windkraftanlagen in Deutschland

Neuinstallationen pro Jahr



Quelle: Bundesverband WindEnergie e.V., Handelsblatt

Der Ausbau der Windkraft in Deutschland hat sich 2018 mehr als halbiert und ist im Jahr 2019 fast zum Erliegen gekommen. Die deutsche Windkraft befindet sich in einer wirtschaftlichen Krise.

Ausbau der Netze und Speicher: Diese Klimaschutzmaßnahme ist eng mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien verflochten. Diese sind – außer in kleinen lokalen Lösungen – nicht

speicherbar. Der Ausbau der Netze ist für die Energieverteilung wichtig. So entsteht die meiste Windenergie im Norden Deutschlands, benötigte wird der Strom aber im industriell- und bevölkerungsstarken Süden. Von den erforderlichen 7.700 Kilometern Übertragungsnetz für die Stromtrassen aus dem Norden in den Süden sind aktuell rund 1.100 Kilometer gebaut. Nachdem im gesamten Jahr 2017 nur 30 Kilometer entstanden, sind im Zeitraum Sommer 2018 bis Sommer 2019 immerhin 150 Kilometer neu gebaut worden. Auch diese Jahresleistung zeigt, wie stark mit Blick auf 6.600 Kilometer „Lücke“ und den Kernkraftausstieg 2022 hier die Bemühungen zunehmen müssen. Bei Speichern blieben im vergangenen Jahrzehnt ebenso entscheidende Entwicklungen aus. Batterietechnik liefert keine großtechnischen Lösungen, selbst das Pilotprojekt „Big Battery“ in der Lausitz, hier soll einer der größten Batteriespeicher Europas entstehen, bietet mit 50 MW Leistung nur einen geringfügigen „Puffer“ zwischen Kraftwerk und Stromnetz. Hier könnte weder Solar- noch Windenergie in notwendigen Größenordnungen gespeichert werden. Als Speichertechnologie setzt man in Deutschland aktuell vor allem auf Wasserstoff. Künftig soll überschüssiger Strom aus Wind oder Solar in Kraftwerken per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt werden, der dann als Gas im gut ausgebauten Gasnetz verteilt und zur Verfügung gestellt werden könnte. Die ersten Pilotprojekte in vorerst überschaubaren Dimensionen sind derzeit in Planung (z.B. ein Wasserstoff-Referenzkraftwerk in Schwarze Pumpe in der Lausitz mit einer installierten Leistung von 50 MW), benötigen bis zur Umsetzung aber noch einige Jahre. Für die erfolgreiche Erprobung und Folgeprojekte mit größeren Kapazitäten bis zur benötigten Dimension für großtechnische Lösungen wird höchstwahrscheinlich mindestens ein Jahrzehnt vergehen. Bis dahin tragen Speicherlösungen in dezentralen und kleinen Einheiten (z.B. Solaranlage samt Speicher beim Einfamilienhaus) lediglich zu kleinen Effekten auf Emissionsminderungen bei.

Akzeptanz

Da die Energiewende sich in den vergangenen Jahren vor allem auf den Bereich Energiewirtschaft auswirkte – oft wird in diesem Zusammenhang von einer reinen Stromwende gesprochen – ist in diesem Bereich die zunehmende Bedeutung der Akzeptanz in Entscheidungsmodellen am besten zu erkennen. Dazu haben wir in Beitrag zum Stromsystem das ursprüngliche Dreieck für energiepolitische Entscheidungen um die Dimension „Akzeptanz“ zu einem Viereck erweitert. Akzeptanzprobleme gibt es hier in allen dargestellten Entwicklungen der Energiewirtschaft:

Kohleausstieg: In der Akzeptanz befürworteten deutsche Bürger den Kohleausstieg mit einer Mehrheit von 76%. Der Kohleausstieg ist als Methode gewollt, um die Klimaziele zu erfüllen und einen Klimawandel aufzuhalten. Technologische Lösungen zur Emissionsminderung aus Kohle sind in der Bevölkerung weitgehend unbekannt, ein Weg zur Emissionsminderung in der Kohleverstromung wird nicht diskutiert. Die CCS-Technologie scheiterte in Deutschland zuerst an mangelnder Akzeptanz bei der Bevölkerung in der Region, in der das CO₂ unterirdisch eingelagert werden sollte. Im Jahr 2012 scheiterte die CCS-Technologie am Widerstand der Bundespolitik bzw. der Bundesländer, da unter den Ländern kein Einvernehmen zu einer solidarischen Lösung für eine Speicherung des CO₂ in Deutschland herzustellen war. Kurz gesagt: Niemand wollte das vermeintliche „Problem“ bei sich – und die Bundesregierung versagte in dieser Debatte mit einer möglichen Gesetzesregelung.

Ausbau Erneuerbarer: Hier wird insbesondere im Bereich der Windkraft deutlich, wie stark Akzeptanz Entwicklungen beeinträchtigt. Fast überall, wo Windkraftanlagen geplant werden, entstehen Bürgerinitiativen gegen diese Anlagen. Über 1.000 Bürgerinitiativen von Windkraftgegnern sind auf der Plattform www.windwahn.com verzeichnet, als Ziel wird dort die Zahl von 2.170 Bürgerinitiativen in 20% aller Kommunen Deutschlands formuliert. Windkraftgegner organisieren sich zunehmend und verzögern vor Gericht Planungs- und Genehmigungsverfahren bzw. verhindern den Bau von Windkraftanlagen. Neben Lärm, Landschaftsbild und Entwertung von Grundstücken und Lebensqualität ist dabei oft ein Argument, dass die Gewinne Investoren andernorts zufließen, während die Bevölkerung vor Ort die Lasten trägt. Aktuell sollen Beteiligungsmodelle für die Bevölkerung bzw. die Kommunen für mehr Akzeptanz sorgen – eine Entwicklung, die mit den neuen Ausschreibungsverfahren und weniger finanziellem Spielraum bei den Windkraftbetreibern einhergehen würde.

Ausbau Netze und Speicher: Die einzigen bestehenden großtechnischen Speicher für das Energiesystem sind Pumpspeicherkraftwerke. Dort, wo deren Neubau angedacht war, regte sich bei der Bevölkerung und Umweltschützern meist großer Widerstand wegen Eingriffen in Natur und Lebensumfeld. Zuletzt wurde 2014 der Neubau eines Pumpspeicherwerks im Südschwarzwald mit einem intendierten Investitionsvolumen von 1,6 Mrd. Euro aufgegeben. Da sich das Grundprinzip bei der Batteriespeicherung seit über 100 Jahren nicht geändert hat und ein Innovationssprung nicht planbar ist, wird für die Zukunft vor allem auf großtechnische Anlagen wie Wasserstoffkraftwerke und auf intelligente dezentrale Lösungen sowie Kopplungen zwischen einzelnen Sektoren gesetzt – z.B., indem Windstrom im Wasserstoffkraftwerk zum Energieträger auch für Verkehr oder Gebäudewärme umgewandelt wird. Da es sich bei solchen Kraftwerken um Industrieanlagen in entsprechenden Industrieparks handelt, bestehen bei deren Errichtung nicht die üblichen Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung. Beim Netzausbau sieht das anders aus. So verzögern unzählige Klageverfahren – hier vorwiegend von Natur- und Umweltschützern, aber ebenso von Bürgerinitiativen und Kommunen – den Ausbau der Übertragungsnetze. Verschiedene Bundesländer, allen voran Bayern, erwirkten zudem den deutlich kostenintensiveren und aufwändigeren Ausbau mit Erdkabeln statt Überlandleitungen.

Zur Akzeptanz in diesem ersten Punkt eine kurze Ausführung, die auch für die Folgepunkte gilt: Deutschland steht vor dem Problem, dass Energiewende und Klimaschutz mit umwälzenden Veränderungen einhergehen sollen, aber kaum jemand persönlich beeinträchtigt werden möchte. In diesem Zusammenhang haben sich Begriffe herausgebildet, die man in Darstellungen gelegentlich als Symbolik vorfindet:

NIMBY: Dies steht für „Not in my backyard“, was so viel bedeutet wie „nicht in meinem Hinterhof“ oder „nicht in meinem Bereich“. Es beschreibt eine politische Position, die klarmacht, dass man Probleme bzw. Veränderungen in seinem unmittelbaren Umfeld nicht ertragen möchte.

NUMBY: Als Weiterentwicklung umfasst „Not under my backyard“ auch den nicht sichtbaren Bereich, quasi geht es neben dem Hinterhof und Umfeld auch um alles, was sich unter dem eigenen Bereich befindet.

BANANA: Dieser Begriff macht deutlich, wie stark Akzeptanzprobleme – und teils Technologiefeindlichkeit – in Deutschland inzwischen ausgeprägt sind. Built Absolutely Nothing Anywhere Near to Anybody – also: Baut absolut nichts, nirgendwo in Nähe zu irgendjemand.

Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit

Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit im Sektor Energiewirtschaft wurden in den Beiträgen zur Energiewende und Versorgungssicherheit bereits ausführlich dargestellt. Wie sich die Maßnahmen auf die Strompreise auswirken werden, ist derzeit nicht absehbar. Klar ist, dass Kohle und Atom als preisgünstige Energieträger zurückgehen, während der Ausbau Erneuerbarer offensichtlich deutlich nachhaltiger einer Subventionslösung bedarf, die genau wie der Aus- und Aufbau von Netzen und Speichern durch die Verbraucher finanziert werden muss. Die Strompreise werden vor diesem Hintergrund sicher weiter steigen. Zum Jahresbeginn 2020 sind die Strompreise durchschnittlich um 4 bis 5 Prozent gestiegen.

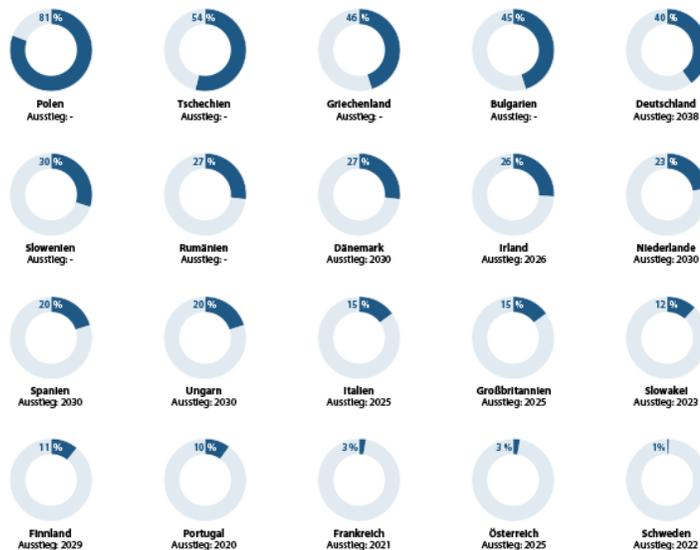
Globale Einordnung

Weltweit gesehen liegt der Anteil erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch bei rund 18%. Dabei hat Biomasse den größten Anteil mit 7,5%, da sie in Entwicklungsländern zum Heizen und Kochen verwendet wird. Moderne Biomasse (Kraftwerke), Solar- und Geothermie haben einen Anteil von 4,2%, Wasserkraft 3,6%, Windkraft und Photovoltaik 2% und Biokraftstoff rund 1%. Im Sektor Energiewirtschaft lag der Anteil Erneuerbarer 2018 weltweit bei 26,2%, wobei Wasserkraft mit 15,8% den deutlich größten Anteil hatte. Weltweit werden Erneuerbare ausgebaut, in vielen europäischen Ländern werden ebenso fossile Kraftwerkskapazitäten gemindert. Die internationale Staatengemeinschaft hat vereinbart, bis zum Ende des Jahrhunderts vollständig aus den fossilen Energieträgern auszusteigen. Zudem gab es einen Beschluss der EU-Energieversorgungsunternehmen, mit Ausnahme von Polen und Griechenland, ab 2020 keine neuen Kohlekraftwerke mehr zu bauen. Hinzu kommt die Initiative „Global Alliance to Power Past Coal“, welche erstmals auf der UN-Klimakonferenz in Bonn 2017 vorgestellt wurde und sich für einen weltweiten Kohleausstieg einsetzt. Auch Subventionen für die Kohlverstromung werden ab 2025 in allen EU-Staaten abgeschafft, das betrifft vor allem die Steinkohle.

Wenn die kommenden zwei Jahrzehnte für das Weltklima entscheidend sind, muss man sich allerdings zwingend den Emissionen aus der Kohlekraft zuwenden. Deutschland verfügt derzeit über eine installierte Leistung aus Kohle von rund 40 GW – in China sind es 2020 geplant rund 1.100 GW Kohlekraft bei jährlich insgesamt 9.500 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen. Bis 2030 wird China seine Emissionen auf (mindestens) 12.500 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen erhöhen, so sehen es die Sonderregelungen im Pariser Abkommen vor. Auch wenn Erneuerbare im Verhältnis stärker ausgebaut werden, wird die Kohlekraft in China wie fast im gesamten asiatischen Raum weiter zunehmen. Wie in China, so geht man in ganz Asien von einer Zunahme des Energiebedarfs von rund einem Drittel bis 2030 aus. Weltweit befinden sich nach einer von 29 Umwelt- und Klimaschutzorganisationen zusammengetragenen Datenlage rund 1.400 neue Kohlekraftwerke in Bau oder Planung. Vor allem Länder mit stark wachsender Industrie oder neuen industriellen Strukturen wie etwa Entwicklungsländer setzen auf Kohlekraft. Während Deutschland den Kohleausstieg plant, wird weltweit nach aktuellen Planungen zumindest in den kommenden zwei Jahrzehnten ausgebaut.

So abhängig ist Europa von der Kohle

Kohleanteil an der Stromerzeugung in ausgewählten Ländern Europas 2017

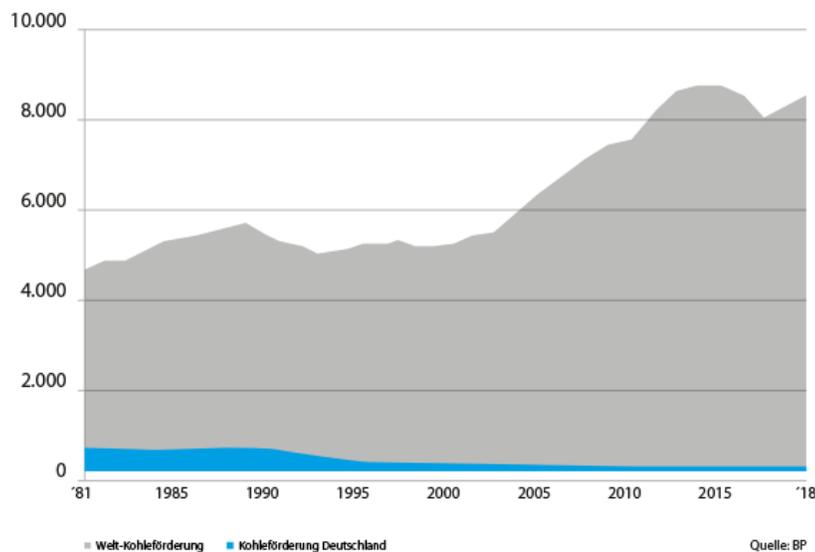


Quelle: Statista-Forschung

Deutschland zählt zu den Ländern Europas, in denen der Anteil der Kohle an der Stromerzeugung mit am stärksten ausgeprägt ist.

Weltweiter Kohle-Hunger steigt wieder

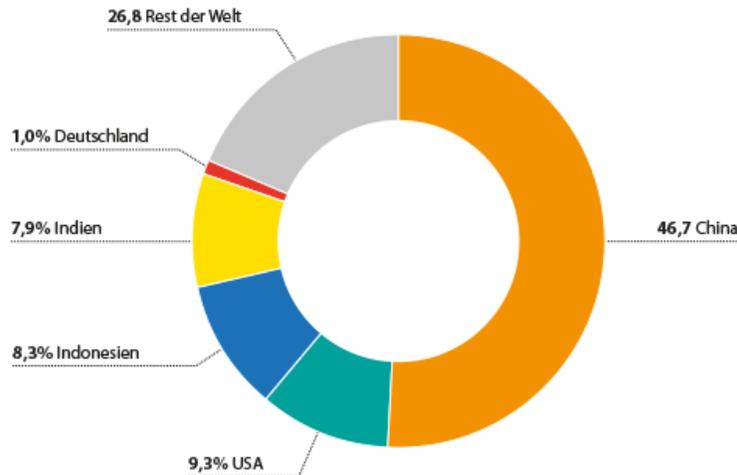
Kohleförderung weltweit und in Deutschland (in Mio. Tonnen)



Quelle: BP

Die weltweite Kohleförderung zeigt die deutliche Zunahme vor allem durch den Energiehunger Asiens und damit die global zunehmende Bedeutung von Kohle als Energieträger. Farblich dargestellt wird dazu im Vergleich Deutschlands Anteil, der weiter gemindert werden soll.

Anteil der Länder mit der weltweit größten Kohleförderung 2018



Quelle: BP

Über ein Dreiviertel der weltweiten Kohleförderung findet in Asien statt, Tendenz steigend.

Fazit

Deutschland geht mit seiner Energiewende aufgrund ungünstiger geologischer Gegebenheiten (fehlende Wasserkraft) und der Parallelität von Atom- und Kohleausstieg einen weltweit einzigartigen Weg, der auch mit den weltweit höchsten Kosten für zusätzliche Emissionsminderungen verbunden ist. In Deutschlands Stromsystem sind derzeit rund 200 GW Leistung installiert, Erneuerbare und fossile Energieträger teilen sich die installierte Leistung fast hälftig. Bei einer Höchstlast von rund 85 GW wird deutlich, dass Deutschland sich derzeit quasi zwei Stromsysteme leistet: ein fossiles als Sicherheit und ein erneuerbares für die Zukunft. Der Ausbau erneuerbarer Energieträger führt immer häufiger zur Reduktion der fossilen Energieträger und somit zur erwünschten Minderung von Treibhausgasemissionen. Dennoch müssen fossile Energieträger für die Versorgungssicherheit (siehe Beitrag zur Versorgungssicherheit) vorgehalten werden, solange Netze und Speicher die Verteilung und Grundlastsicherung der Erneuerbaren nicht gewährleisten können. Die Beiträge zum Stromsystem und zur Energiewende erklären, warum bis heute über die Hälfte des erzeugten Stroms aus fossiler und Kernenergie kommen. Der Anteil Erneuerbarer von rund 46% an der Stromerzeugung spiegelt nicht deren tatsächlichen Nutzen, der er auch nicht benötigten Strom enthält (siehe volatile Erzeugung und Gleichzeitigkeit von Nachfrage und Angebot). 2022 wird zudem Atomkraft als CO₂-neutraler und grundlastsicherer Energieträger ausscheiden. Damit fallen für rund 12 GW Atomstrom oder besser gerechnet rund 13 % des gesamten produzierten

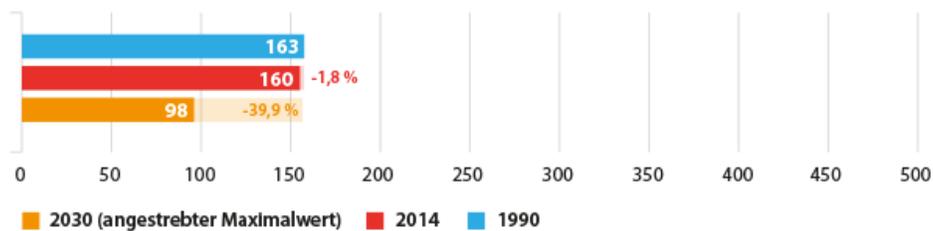
Stroms in Deutschland zusätzliche Treibhausgasemissionen an, da Atom wie Kohle vorerst nur durch fossiles Gas ersetzt werden können. Erneuerbare müssen also sehr schnell besser verteilt und speicherbar werden. Lösungen dazu sind noch nicht in Sicht, in den Jahren 2018 und 2019 ist der Windkraftausbau als zentrale Säule der Erneuerbaren zudem fast zum Erliegen gekommen.

Wenn die Energiewirtschaft ihren Beitrag zum Klimaschutz erfüllen soll, die Emissionen wie eingangs dargestellt (trotz Zunahme infolge des Atomausstiegs) um rund 44% gegenüber 2017 zu senken, scheint ein Nachdenken über den aktuellen Weg und alternative Möglichkeiten zumindest sinnvoll.

1.2. Verkehr

Der Verkehr ist der zweite Sektor, in dem die grundsätzlichen Maßnahmen ähnlich überschaubar wie in der Energiewirtschaft sind. Die Darstellung dieses wie der folgenden Sektoren erfolgt hier aber weniger umfangreich.

Angaben zum Sektor Verkehr im Klimaschutzplan 2050
(in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



Entwicklung der Verkehr im Detail
(in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



© BMU; Quelle: Bundesumweltministerium (2017), Klimaschutz in Zahlen 2017.

Die Emissionen im Sektor Verkehr sollen bis 2030 um rund 40 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Als optimales Ziel steht eigentlich eine Reduktion auf 95 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente in den Beschlüssen der Bundesregierung, eine Spanne bis zu den hier ausgewiesenen 98 Mio. Tonnen ist allerdings zulässig. Die detaillierte Grafik lässt bei diesem etwas milderen Ziel erkennen, warum der Verkehrssektor das wohl größte Sorgenkind in Sachen Klimaschutz und Energiewende ist. Er ist der einzige Sektor, in dem die Treibhausgasemissionen seit 1990 sogar

zugenommen haben. In einem guten Jahrzehnt soll nun die gesamte Reduktion erfolgen. Die Ziele in diesem Sektor sollen mit folgenden Maßnahmen dennoch erreicht werden:

Maßnahmen

Die Maßnahmen im Sektor Verkehr lassen sich grob in zwei Bereiche einteilen: Umstellung vom Verbrennungsmotor und fossilen Antriebsstoffen auf E-Mobilität sowie Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene. Weitere Maßnahmen werden im Überblick aufgeführt.

Umstellung auf E-Mobilität: Im Verkehr sollen Emissionen langfristig durch die Umstellung von Verbrennungsmotoren auf emissionsfreie- bzw. emissionsarme Antriebe vermindert werden. Hierzu hat die Bundesregierung vor allem Maßnahmen zur Umstellung auf E-Mobilität, vor allem auf Elektroautos, vorgesehen. Bis 2030 sollen 1 Mio. Ladepunkte für Elektroautos in Deutschland entstehen. Somit sollen die Rahmenbedingungen für den problemlosen Betrieb von Elektroautos entstehen. Parallel soll der Umstieg auf elektromobile PKW gefördert werden, bis 2030 sollen in Deutschland 7 bis 10 Mio. Elektroautos unterwegs sein. Pkw mit Elektro-, Hybrid- und Wasserstoff-/Brennstoffzellenantrieb unter 40.000 Euro Kaufpreis sollen per Kaufprämie gefördert werden. Elektroautos sollen nach Vorstellung der Bundesregierung auch zu einem weiteren Zweck des Klimaschutzes dienen: Sie sollen als Speicher im Stromnetz funktionieren. Nutzer könnten zu Zeiten mit viel Strom im Netz ihre Elektroautos billig laden und zu Zeiten, wo es an Strom mangelt, diesen wieder an das System abgeben.

Verlagerung von der Straße und aus der Luft auf die Schiene: Bund und Deutsche Bahn wollen bis 2030 das Schienennetz mit rund 86 Mrd. Euro erneuern. Dadurch soll sowohl der Personenverkehr als auch der Güterverkehr auf der Schiene deutlich gestärkt werden. Der Bund wird das Eigenkapital der Deutschen Bahn von 2020 bis 2030 jährlich mit 1 Mrd. Euro stärken, sich demnach mit 10 Mrd. Euro beteiligen. Bahnfahren, dies wurde bereits gesetzlich geregelt, wurde zum Jahresbeginn 2020 durch Senkung des Mehrwertsteuersatzes von 19 Prozent auf den ermäßigten Satz von 7 % billiger und für Passagiere so um rund 10 % günstiger, Fliegen wurde hingegen durch Erhöhung der Flugsteuer teurer, hier sollen künftig auch Dumpingpreise unterbunden werden.

Weitere Maßnahmen: Der öffentliche Nahverkehr soll ab 2021 mit jährlich 1 Mrd. Euro, ab 2025 mit jährlich 2 Mrd. Euro attraktiver gestaltet werden, das betrifft das schienengebundene Nahverkehrsnetz (z.B. Straßenbahnen) ebenso wie Busse mit elektrischen und wasserstoffbasierten Antrieben bzw. Biogasantrieb. In verschiedenen Modellprojekten soll im ÖPNV ein 365 Euro-Jahresticket eingeführt werden. Bis 2030 sollen zudem etwa ein Drittel der Fahrleistung im schweren Straßengüterverkehr durch CO₂-arme LKW erfolgen, also elektrisch oder auf Basis strombasierter Kraftstoffe. Digitalisierung, die Entwicklung emissionsarmer Kraftstoffe bzw. Biokraftstoffe und die Modernisierung der Binnenschifffahrt zählen zu den weiteren Maßnahmen.

Betrachtung

Die Betrachtung erfolgt hier nur zu den zwei zentralen Maßnahmen. Abschließend folgen einige allgemeine Anmerkungen zum Sektor Verkehr.

Umstellung auf E-Mobilität: In Deutschland waren zum 1.1.2019 rund 64,8 Mio. Fahrzeuge zugelassen, sie gliederten sich in 57,3 Millionen Kraftfahrzeuge (Kfz) und knapp 7,5 Millionen

Kfz-Anhänger. Der Bestand hat sich im Vergleich zum Vorjahr um rund 1,1 % erhöht, das bedeutet, dass allein in 2018 im Saldo (Neuzulassungen und Stilllegungen berücksichtigt) rund 650.000 Fahrzeuge mehr auf deutsche Straßen gekommen sind. Wichtig für die beabsichtigte Entwicklung ist hier der Blick auf die Antriebsarten, sie gliederten sich bei den Kraftfahrzeugen wie folgt:

- Benzin: 2.142.700
- Diesel: 1.111.130
- Elektro: 36.062
- Hybrid: 130.258

Zudem wurden 2018 erstmals fast eine Mio. SUV und Geländewagen zugelassen, die als besonders klimaschädlich gelten. Insofern kamen im Jahr 2018 auf ein verkauftes Elektroauto rund 28 SUV oder Geländewagen. Dabei stoßen diese Fahrzeuge deutlich mehr CO₂ aus, als Wagen der Mittelklasse. So erzeugen SUVs im Durchschnitt 134,1 Gramm CO₂ pro Kilometer, die PKWs der Mittelklasse dagegen nur 125,9 Gramm. Geländewagen verbrauchen durchschnittlich sogar 159,3 Gramm pro Kilometer. Der gesamte Bestand an Elektrofahrzeugen betrug zum 1.1.2019 rund 83.000 Fahrzeuge. Der LKW-Bestand in Deutschland liegt bei rund 3,1 Mio. Fahrzeugen, hier spielen Elektroantriebe noch gar keine Rolle. Daten für den grenzüberschreitenden Lastverkehr liegen aktuell bis 2017 vor, im Jahr 2017 nahm die Beförderungsleistung des Transitverkehrs in Deutschland um 6,4% im Vergleich zum Vorjahr zu – ein Trend, der sich bislang fortsetzen dürfte. Bislang werden Elektroautos durch die Verbraucher kaum nachgefragt, rund 70% der Elektroautos werden von Behörden, Firmen und Verbänden erworben, nur rund 30% von Privatpersonen. Hohe Preise und fehlende Ladeinfrastruktur werden als zentrale Hindernisse gesehen. Veränderungen im Konsumverhalten sind in solchen zentralen Investitionsentscheidungen sehr träge. Insofern muss die Bundespolitik hier sehr schnell die Rahmenbedingungen umstellen, um die ambitionierten Ziele erreichen zu können.

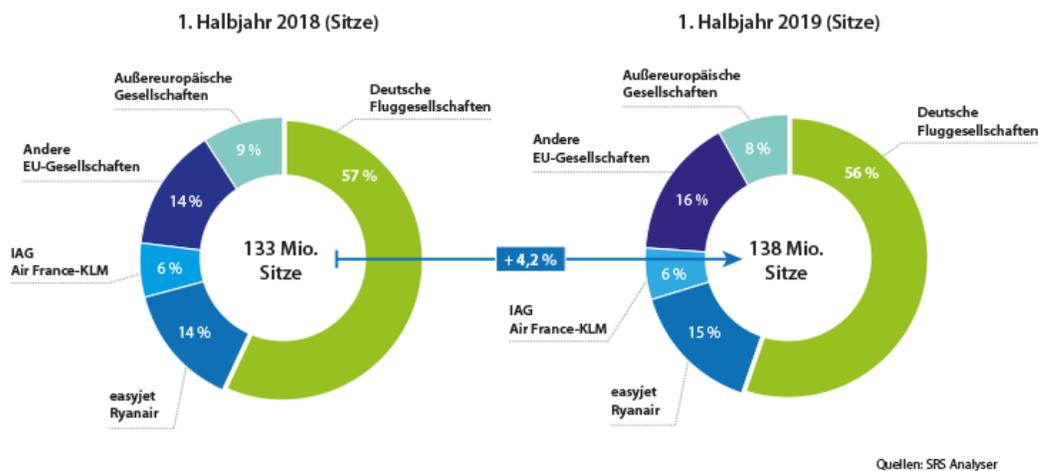
Ein zweiter wesentlicher Aspekt ist – ähnlich wie bei der Umstellung der Energiewirtschaft auf Erneuerbare mit der Förderung der Strukturentwicklung der betroffenen Kohleregionen – bei den Elektroautos die Umstellung der deutschen Autoindustrie. Dies betrachten wir näher beim Sektor Industrie.

Verlagerung von der Straße und aus der Luft auf die Schiene: Viele Gleise sind nach wie vor nicht elektrifiziert und erfordern den Einsatz von Dieselloks. Zudem benötigen Planungs- und Bauvorhaben in Deutschland oft viele Jahre bis zur Umsetzung. Für das Schienennetz soll hier mit einem Beschleunigungsgesetz mehr Geschwindigkeit ermöglicht werden. Das deutsche Schienennetz gilt als veraltet und überlastet, insofern ist dessen Erneuerung der richtige Schritt zur Verlagerung des Verkehrs auf die Schiene. Die Deutsche Bahn befördert pro Jahr rund 2,6 Mio. Zugreisende und 2,1 Mio. Busreisende, zudem 255 Mio. Tonnen im Güterverkehr. Diese Zahlen haben sich in den vergangenen Jahren nicht bedeutend verändert. Im Vergleich bewegt der Lastverkehr auf der Straße mit Inlandsverkehr und Transit zusammengenommen rund 3,7 Mrd. Tonnen, also die rund 15-fache Menge, Tendenz zunehmend. Allein ausländische Kraftfahrzeuge legen in Deutschland rund 47 Milliarden Kilometer zurück. Grund dafür ist die Globalisierung und somit der Handel und die Vernetzung über die Grenzen Deutschlands hinaus. Während die Schifffahrt einen Anteil von unter 10% und die Bahn von rund 20% hat, findet der

Rest des Transportverkehrs auf der Straße statt (abgesehen von Pipelines). Ein Grund, dass die umweltschädlichere Variante des Gütertransports die Oberhand hat, liegt in der Entwicklung dieses Teils des Handels nach den Krisenjahren 2008/09. Er hat sich damals einfach viel schneller erholt. Zudem verfügt jedes Land im Bereich Schientechnologie über andere Standards, das erfordert spezielle Aus- oder Umrüstungen der Züge, um die Systeme anderer Länder zu nutzen. Auch hier zeigt sich, dass Klimaschutz durch länderübergreifende und internationale Lösungen erfolgreicher werden kann. Aber auch im Inland gibt es Probleme, da sich der Güterverkehr das ohnehin begrenzte Schienennetz mit dem Personenverkehr und anderen Bahnen (z.B. Regionalbahnen) teilen muss. So bleiben LKWs das bevorzugte Transportmittel, was nicht nur zu höheren Emissionen führt, sondern auch den Verkehrsfluss ausbremst und so indirekt einen Beitrag zur weiteren Erhöhung von Emissionen leistet. Gerade im Stau kommt es zu unnötigen CO₂-Emissionen, da viele Motoren laufen, während sich das Fahrzeug nicht fortbewegt.

Der notwendige massive und schnelle Ausbau des Schienennetzes weist neben Zeit und Geld eine weitere Hürde auf: Sämtliche Bauleistungen müssen in aufwändigen Verfahren ausgeschrieben werden. Mit Blick auf Fachkräftemangel insbesondere im Bauwesen stellt auch die Umsetzung der Baumaßnahmen eine Herausforderung dar.

Angebotsentwicklung im Luftverkehr in Deutschland



Die Realität in Deutschland hat nichts mit der Diskussion über Flugscham zu tun: Im 1. Halbjahr 2019 wurde ein neuer Rekord bei Abflügen aus Deutschland verzeichnet.

Weitere Maßnahmen: Die Stärkung des ÖPNV und der Verzicht aufs Fliegen setzen eine nachhaltige Veränderung des Verbraucherverhaltens voraus. Das beste Beispiel liefert der Flugverkehr: Während im Jahr 2019 in den Medien beständig über Klimaschutzproteste und die

Klimaschädlichkeit auch des Flugverkehrs berichtet wird, zählten deutsche Flughäfen im ersten Halbjahr 2019 mit 117 Mio. an- und abreisenden Fluggästen einen Rekord, der Flugverkehr nahm im ersten Halbjahr 2019 um 4,2 % zu, im 1. Halbjahr 2018 waren es noch 2,4 %. Offensichtlich zeigt die Klimaschutzdebatte beim Flugverhalten deutscher Verbraucher keine Wirkung. Der Anteil der Passagiere im innerdeutschen Flugverkehr beträgt übrigens nur 10%, somit nutzt der überwiegende Großteil Flüge zu europäischen und interkontinentalen Zielen. Insofern kann das günstige Bahnticket lediglich auf das Verkehrsverhalten der innerdeutschen Fluggäste Einfluss nehmen. Wer aber von Berlin z.B. nach München oder Stuttgart möchte, zahlt beim Fliegen im Bereich normaler Preise (wir betrachten keine Dumpingpreise) weniger als für die Zugfahrt, benötigt nur die Hälfte der Zeit und ist mit deutlich höherer Wahrscheinlichkeit als bei der Bahn auch pünktlich am Ziel. Da dürfte selbst eine 10-prozentige Veränderung im Preisgefüge kaum etwas an der Entscheidung ändern – insofern ist sicher deutlich mehr Anstrengung notwendig, um Fluggäste auf die Schiene zu bewegen. Das ökologische Bewusstsein allein scheint nicht zu greifen, obwohl hinreichend bekannt ist, dass Fliegen pro Kopf die meisten Emissionen der üblichen Verkehrsmittel verursacht. Es sind rund 230 Gramm pro Kopf und Kilometer, also doppelt so viel wie beim PKW und ca. 5-mal mehr CO₂-Ausstoß wie bei Zügen. Gerade Kurzstreckenflüge sind besonders schädlich, da vor allem bei Start und Landung die meisten Emissionen erzeugt werden und durch die kürzere Distanz der Anteil pro Flugkilometer und Kopf teils deutlich steigt. Zudem wird beim Fliegen gesundheitsschädliches Ozon freigesetzt. Der lokale ÖPNV wird hingegen in vielen Regionen intensiv genutzt, hier können Investitionen schnell zusätzliche Potenziale heben. Ein Fahrgast im Bus ist auf 100 Kilometer für die Emission von nur 2kg CO₂-Äquivalenten verantwortlich, im PKW sind es hingegen 15kg. Ein gutes Beispiel für ein erfolgreiches Projekt der Verkehrswende liefert der Umbau des Cottbuser ÖPNV mit einem Verkehrsknoten am Hauptbahnhof, durch den Bus und Straßenbahn direkt mit der regionalen und überregionalen Schiene verknüpft wurden.

Auf ein kritisches Argument zur Umstellung des Verkehrs auf E-Mobilität wollen wir hier nur kurz eingehen, da es stark von künftigen Entwicklungen beeinflusst wird. So können jegliche Fahrzeuge nur den Strommix tanken, der in Deutschland verfügbar ist – und der besteht heute zu mehr als der Hälfte aus Kohle-, Gas- und Atomenergie. Laut einer ADAC-Studie aus dem Jahr 2019 sind Elektroautos bezüglich ihrer Verursachung von Treibhausgasemissionen aktuell erst nach acht Jahren besser als Benziner und erst nach 14 Jahren besser als Diesel (siehe <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/klimabilanz/>). Im Vergleich zu Diesel übersteigt der Zeitraum die Lebenserwartung vieler Autos. Das ist allerdings eine Momentaufnahme mit Blick auf den aktuellen Strommix, der sich mit Blick auf die Ausführungen in den bisherigen Beiträgen kaum sprunghaft ändern kann. Insofern ist die Klimawirksamkeit von einer Umstellung auf E-Mobilität direkt abhängig vom Strommix und den verwendeten Energieträgern des jeweiligen Landes.

Bislang bleibt das Auto mit Abstand das beliebteste Verkehrsmittel der Deutschen. Auch beim Verkehr zeigen sich erhebliche Akzeptanzprobleme bei der Umsetzung der Verkehrswende.

Akzeptanz

Die größte Herausforderung der Verkehrswende wird die Akzeptanz alternativer Antriebe durch private Verbraucher, insbesondere die Akzeptanz des Elektroautos. Diese Akzeptanz wird durch

den notwendigen Umbau der Autoindustrie überlagert. Ein Auto mit Verbrennungsmotor hat etwa 90 Mal mehr bewegliche Teile als ein Elektroauto. Ein Verbrennungsantrieb besteht aus rund 1.400 Teilen, ein Elektroantrieb nur aus 210. Was Ressourcen schont und Emissionen mindert, bedroht in der Autoindustrie und bei den Zulieferern eben jener beweglichen Teile für heutige Verbrennungsmotoren zehntausende Arbeitsplätze. Im Gegensatz zur Energiewirtschaft sind im Sektor Verkehr Mio. Verbraucher direkt betroffen. So bleibt der SUV seit Jahren das meistverkaufte Auto, weil es bei den Verbrauchern am beliebtesten ist. Niemand möchte sich für seine Kaufentscheidung ein schlechtes Gewissen aufbürden, entsprechend stark fallen Abwehrreaktionen aus. Bei weit über 90% Nutzern von Verbrennungsmotoren in Deutschland und vielen Mio. Nutzern von SUV, Geländewagen oder anderen Fahrzeugen mit großer Motorisierung gilt es, die Menschen beim Wandel mitzunehmen. Auch für die Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene muss sich das Nutzungsverhalten der Bevölkerung ändern. Verhaltensänderungen benötigen oft Zeit. Zudem haben viele Nutzer gerade in ländlichen Regionen keine Alternative zum PKW, da der ÖPNV in den vergangenen Jahren in ländlichen Gegenden immer stärker zurückgebaut wurde. Entscheidend wird auch sein, wie schnell und gut verfügbar eine Ladeinfrastruktur entsteht. Hierzu müssen Kommunen umfangreiche Arbeiten an den Verteilnetzen umsetzen, damit diese dem künftig steigenden Strombedarf in den Wohn- und Arbeitsquartieren gerecht werden können. Tübingens Bürgermeister erteilte hier z.B. kurz nach Veröffentlichung des Klimaschutzprogramms 2030 eine Absage, seine Stadt für die Elektromobilität zur Baustelle zu machen. Die Akzeptanz betrifft hier also auch Kommunen und Betreiber der Verteilnetze, die mit für die Infrastruktur der E-Mobilität sorgen müssen. Bei der Bahn ist entscheidend, wie schnell sich die Rahmenbedingungen ändern: Neues Schienennetz, pünktliche und nicht überfüllte Züge, eine nutzerfreundliche Taktung – das sind die Voraussetzungen für mehr Akzeptanz.

Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit

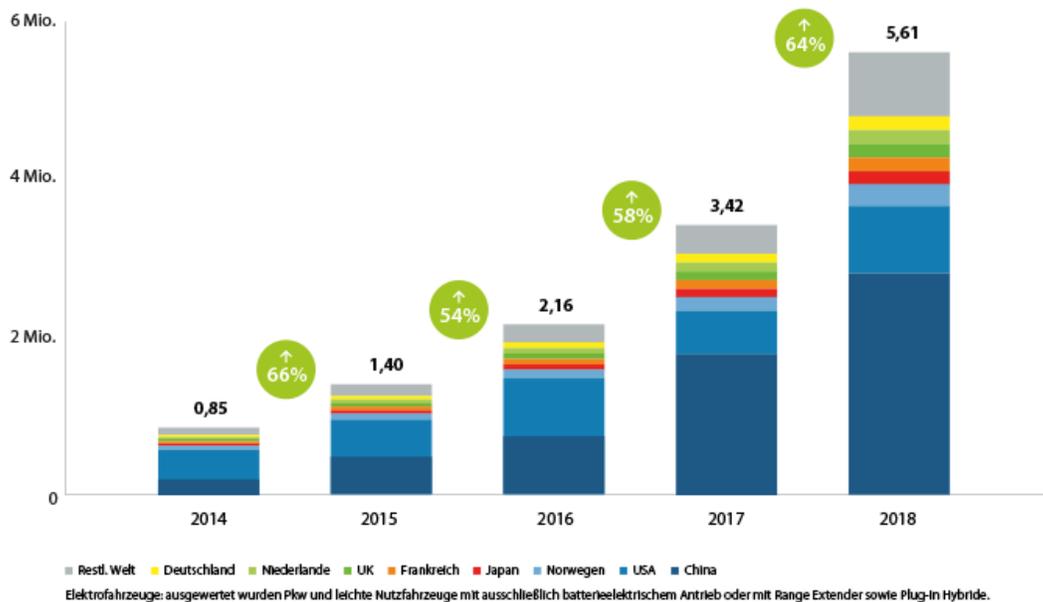
Deutschland setzt derzeit vor allem auf Elektroantrieb, aber auch die Wasserstofftechnologie soll im Verkehr künftig an Bedeutung zunehmen. Beiden Antriebsarten ist eines gemein: Sie benötigen im Gegensatz zu aktuellen Verbrennungsmotoren, die Kraftstoffe aus Mineralölen oder Gas verwenden, elektrische Energie. Elektroautos tanken Strom, beim Wasserstoff wird er zum Herstellungsprozess, der Elektrolyse, benötigt. Derzeit sind zur Herstellung von 1 Kilogramm Wasserstoff etwa 55 kWh elektrische Energie notwendig. Wenn künftig jedes sechste Auto einen Elektroantrieb haben soll, ein Drittel der LKW emissionsarme Antriebe, die Bahn gründlich erneuert und weiter elektrifiziert werden soll, bedarf der Verkehr großer Mengen elektrischer Energie. Punktuell werden Kopplungen an erneuerbare Erzeugung Lösungen bieten, im großen Maßstab wird diese Umstellung aber nur funktionieren, wenn Strom auch für den Verkehr jederzeit und sicher verfügbar ist. Zum Mehrbedarf an elektrischer Energie sind bislang keine Angaben zu finden, ebenso wenig zum Abgleich dieser Entwicklung auf die parallel durch Kohle- und Atomausstieg reduzierten Kapazitäten an sicherer elektrischer Energie im deutschen Stromsystem. Insofern wird die Absicherung des zusätzlichen Bedarfs im Verkehr neue Herausforderungen an die Versorgungssicherheit mit elektrischer Energie stellen. Wichtig ist hierbei, dass erneuerbare Antriebe nur dann das Klima entlasten, wenn der getankte Strom mit möglichst wenigen Emissionen verbunden ist. Wenn also Gas- oder Kohlekraft für den Elektroantrieb ausgebaut oder verlängert werden, konterkariert die Zunahme der Emissionen in der Energiewirtschaft deren Minderung im Verkehr.

Auch bei der Bezahlbarkeit kann die Umstellung im Verkehr ähnlich wie in der Energiewirtschaft mit Preissteigerungen verbunden sein. Elektroautos sind heute deutlich teurer als Autos mit Verbrennungsmotor, dabei ist die Batterie am teuersten. Das kann sich ändern, wenn Elektroautos in großen Stückzahlen in Serie produziert werden. Andererseits ist die Installation der Ladeinfrastruktur von 1 Mio. Ladepunkten mit enormen Investitionen verbunden – Normalladepunkte kosten durchschnittlich etwa 5.000 Euro, bei Schnellladepunkten können es je nach Technologie zwischen 10 und 30.000 Euro sein.

Globale Einordnung

Elektroautos gewinnen weltweit erst seit wenigen Jahren an Bedeutung. Stand Jahresbeginn 2019 wird von einem weltweiten Bestand von 5,6 Mio. Kraftfahrzeugen ausgegangen, fast die Hälfte davon sind in China zugelassen. Lediglich in Norwegen mit einem Anteil von ca. 39% und in den Niederlanden mit einem Anteil von rund 10% erreichen Elektroautos bereits signifikante Marktanteile. Grundlagen in beiden Ländern sind besondere Anreize (Fördergelder bzw. finanzielle Zuschüsse) für Verbraucher und eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur. Man geht heute von einem weltweiten Autobestand von rund 1,4 Mrd. Stück aus, das zeigt, dass die Verkehrswende auch global noch ganz am Anfang steht.

Bestand an Elektrofahrzeugen zum 31.12 des Jahres in Mio.



Von weltweit rund 1,4 bis 1,5 Mrd. Fahrzeugen betrug der Anteil von Elektrofahrzeugen mit 5,6 Mio Elektroautos rund 0,4 %.

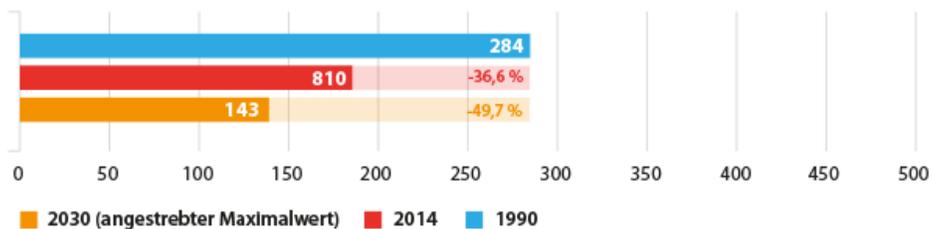
Fazit

Die Verkehrswende betrifft im Gegensatz zur Energiewende fast alle Bürgerinnen und Bürger. Sie betrifft zudem große Industrieunternehmen in den Autoländern und mit der Automobilbranche ein entscheidendes Rückgrat der Industrienation Deutschland. Beim Thema Auto und Verkehr ist deshalb mit deutlich mehr Akzeptanzproblemen zu rechnen als bei der Energiewende in der Energiewirtschaft. Dass der Sektor seit 1990 keinerlei Beitrag zum Klimaschutz geleistet hat, bestätigt dies. Die im Klimaschutzprogramm 2030 vorgeschlagenen Maßnahmen der Bundesregierung scheinen vor allem mit Blick auf den engen Zeithorizont von nur einem Jahrzehnt sehr ambitioniert. Es wird sich zeigen, ob sie im Prozess der politischen Debatte mit Bundesländern wie Bayern Bestand haben, was für einen erfolgreichen Klimaschutz notwendig wäre. Wenn der Verkehr nicht liefert und seine Emissionen wie geplant mindert, kann diese Größenordnung von anderen Sektoren nicht geschultert werden.

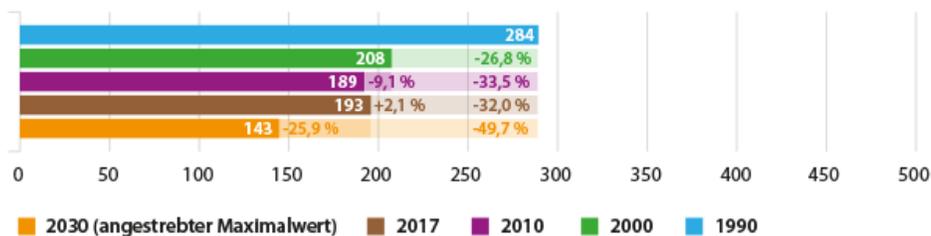
1.3. Industrie

Obwohl die Industrie nach der Energiewirtschaft der Bereich mit den zweithöchsten Emissionen ist, betrachten wir sie aufgrund der herausragenden Bedeutung der Verkehrswende erst an dritter Stelle.

Angaben zum Sektor Industrie im Klimaschutzplan 2050
(in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



Entwicklung der Industrie im Detail
(in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



© BMU; Quelle: Bundesumweltministerium (2017), Klimaschutz In Zahlen 2017.

Die Emissionen im Sektor Industrie sollen bis 2030 um rund 50 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Während man in der Grafik mit den nur drei Angaben aus dem

Klimaschutzprogramm der Bundesregierung vermuten würde, dass Deutschland bei dieser Zielerreichung keine Probleme haben sollte, weist die detaillierte Grafik auf die besondere Herausforderung auch im Bereich der Industrie hin. Während im ersten Jahrzehnt über ein Viertel der Emissionsreduktionen erfolgte, ist seit 2010 fast nichts mehr passiert. Die Gründe dafür werden in den vorherigen Beiträgen geschildert.

Die Ziele in diesem Sektor sollen mit folgenden Maßnahmen dennoch erreicht werden:

Maßnahmen

Die Maßnahmen in der Industrie lassen sich grob in zwei Bereiche einteilen: Energie- und Ressourceneffizienz sowie Ausbau Erneuerbarer. Weitere Maßnahmen werden im Überblick aufgeführt.

Energie- und Ressourceneffizienz: Mittels umfangreicher Investitionen in Forschung und Entwicklung sollen klimawirksame industrielle Prozessemissionen gemindert werden. Hierzu soll auch die bei der Energiewirtschaft bereits angesprochene Kreislaufführung von Kohlenstoff (CCU) berücksichtigt werden – das bedeutet, CO₂ soll aus industriellen Prozessemissionen herausgefiltert und dann als Roh- bzw. Ausgangsstoff für andere Prozesse weiterverwendet werden. Darüber hinaus sollen Energieeffizienzmaßnahmen, wie die Nutzung bestehender Abwärmepotenziale, zur Reduktion von Treibhausgasen beitragen. Knapp 70 Prozent des Endenergiebedarfs der Industrie entfällt derzeit auf Brennstoffe. Dementsprechend hoch sind anfallende Wärme- und damit auch Abwärmemengen. Sie sollen künftig z.B. in der Industrie und in Wohngebieten genutzt werden. Energie- und Ressourceneffizienz in der Industrie soll vor allem durch verschiedene Förderprogramme erreicht werden, dazu zählt auch Know-how durch Beratung und Information, Förderung sowie Fortbildung und Berufsausbildung. Große Unternehmen sollen zu einem Energieaudit und zu Energiemanagementsystemen verpflichtet werden und Maßnahmen daraus beschleunigt umsetzen. Hier baut man vorerst noch auf eine Selbstverpflichtung der Industrie.

Ausbau Erneuerbarer: Dies bezieht sich vor allem auf die Automobilindustrie. So soll die Ansiedlung einer Batteriezellproduktion als wichtiger Voraussetzung für Elektromobilität gefördert werden, ebenso sollen Unternehmen der Automobilbranche von den Autoherstellern bis zu den Zulieferern bei den Veränderungen ihrer Branche hin zu erneuerbaren Antrieben unterstützt werden.

Betrachtung

Die Industrie ist Basis des Wohlstands in Deutschland. Während infolge der weltweiten Wirtschaftskrise der Jahre 2008/2009 viele Länder in wirtschaftliche Probleme gerieten, erholte sich Deutschland aufgrund seines starken Mittelstands und der Industrielandschaft schnell. Es folgten zehn Jahre ungebremste Hochkonjunktur. Das erklärt, warum seit 2010 kaum ein Rückgang in den Emissionen des Sektors Industrie zu beobachten war. Der Rückgang der Emissionen im Bereich der Industrie entfällt somit fast vollständig auf die 1990er-Jahre und somit den Zusammenbruch der Industrie auf dem Gebiet der ehemaligen DDR. An der Energie- und Ressourceneffizienz sollte die Industrie in Deutschland ohnehin interessiert sein, da Ausgaben für Energie ein wichtiger Bestandteil der Produktionskosten und somit des Wettbewerbs sind – und Deutschland auch im Bereich der Wirtschaft in Europa und global gesehen mit die höchsten Energiepreise aufweist. Der hier bereits gelebte Ansatz, vor allem

über Forschung und Entwicklung technologische Lösungen zu erreichen, wäre in dieser Offenheit sicher für alle Sektoren zielführend. Die Frage wird sein, wie sehr man die energieintensive Industrie in Deutschland, die meist aufgrund der Wettbewerbsfähigkeit auf Ausnahmeregelungen von den hohen Energiepreisen bauen darf, zu Optimierungen bewegen kann. Andererseits ist Deutschland gerade im Bereich der Prozessautomatisierung und somit in Sachen Effizienz sehr stark entwickelt. Es bleibt also offen, welche Potenziale in der Industrie tatsächlich zu heben sind. Auch hier scheint die Zeit, bezogen auf nur ein Jahrzehnt für die Minderung eines Viertels der Gesamtemissionen in diesem Sektor, die größte Herausforderung. Festgelegt wurde dieses Ziel bereits im Klimaschutzpaket 2050 Ende 2016, schon zu diesem Zeitpunkt wurde von einer Forschungs- und Entwicklungsoffensive gesprochen. Einrichtungen wie ein Institut für CO₂-arme Industrieprozesse an der BTU Cottbus–Senftenberg werden jetzt aber erst angekündigt und eingerichtet, sie benötigen drei bis vier Jahre zu ihrem Aufbau, können dann erst Forschung und Entwicklung entfalten, die Ergebnisse kommen oft erst Jahre später zum Tragen. Insofern scheint der Zeithorizont tatsächlich sehr knapp bemessen.

Die Besonderheit an der Industrie ist, dass die hier erzeugten Emissionen nicht zu 100% beseitigt werden können, da sie in dem Prozess der Energiebereitstellung entstehen. In diesem Prozess müssen hohe Temperaturen erzeugt werden, um zum Beispiel Metalle zu schmelzen oder chemische Reaktionen zu bewirken. Andere Industrien haben besondere Anforderungen an einen qualitativ gleichmäßigen Stromfluss. All das gewährleisten derzeit nur sichere und genau regelbare fossile Energieträger. Zudem fallen in vielen Industrieprozessen zusätzliche, unvermeidbare CO₂-Emissionen an, etwa bei chemischen Prozessen sowie in der Stahl- oder Zementindustrie. Man bezeichnet sie als prozessbedingte Emissionen und sie sind auch durch verbesserte Energieeffizienz nicht zu vermeiden. Insgesamt gibt es vier Wege, um in Industrieprozessen Emissionen zu vermindern:

- Steigerung der Energieeffizienz
- Recycling
- Umstellung auf CO₂-arme Prozesse
- Abscheiden und Speichern von CO₂ (CCS) bzw. Weiterverwenden des CO₂ (CCU)

Interessant ist, dass für die Industrie auch in den bundespolitischen Maßnahmen CCU als wichtige Maßnahme zur Minderung der Emissionen angesehen wird. Diese Maßnahme könnte ebenso in der Energiewirtschaft zum Klimaschutz beitragen. Hier scheint schwer verständlich, warum man die Potenziale von CCS und CCU auf den Sektor Industrie beschränkt, wo sie Emissionen auch in anderen Bereichen schnell verringern könnten. CCS scheint dabei auch unter Klimaforschern als wichtiges Instrument zur Minderung von Emissionen gesehen zu werden. Schon 2011 wies Hans Joachim Schellnhuber, damaliger Direktor des Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und Berater der Bundesregierung auf die Bedeutung dieser Technologie für den Klimaschutz hin: „Wissenschaftliche Szenarien zeigen: Wird auf CCS von vornherein verzichtet, so wird es erheblich teurer, gefährlichen Klimawandels zu vermeiden“. Global gelten CCS und CCU heute als zentrale Schlüssel zum Erreichen der Klimaziele. Auch der WWF bezeichnet CCS als einen der zentralen Hebel zur Reduktion von Industrie-Emissionen. Deutschland hat sich 2012 aus dieser Technologie verabschiedet, seinerzeit ging es um die Energiewirtschaft. Um den Kreislauf der Weiterverwendung des CO₂ erweitert, könnte sie künftig sowohl in der Industrie als auch der Energiewirtschaft schnell große Potenziale zur

Minderung von Emissionen ermöglichen. Prozessen entzogenes CO₂ kann z.B. für Kohlensäure in Mineralwasser, die Herstellung von EE-Gas oder als Dünger für Energiepflanzen wie Algen genutzt werden.

Es bleibt zu hoffen, dass man in diesem wie den anderen Sektoren mit Erfolgen ehrlich umgeht. Seit Jahresbeginn 2019 trübt sich die Konjunktur ein, im Herbst 2019 wurde nach dem dritten aufeinanderfolgenden Quartal mit Minuswachstum erstmals von einer Rezession in Deutschland gesprochen. Einzelne Industrien bekommen Probleme, die Windkraftbranche ist in Deutschland eingebrochen. Niemand kann vorhersagen, wie die Automobilbranche die Umstellung auf erneuerbare Antriebe meistert oder ob bei weiteren Steigerungen der Strompreise Abwanderungstendenzen der energieintensiven Industrie ins Ausland zunehmen. Wenn eine Rezession der Eckpfeiler für eine Reduktion der Emissionen aus dem Sektor Industrie wäre, hätte Deutschland auch für einen nachhaltigen Klimaschutz verloren, da der aus der Industrie resultierende Wohlstand auch die Grundlage für aktuelle und künftige Investitionen in den Klimaschutz bildet. Insofern kann eine Minderung der Emissionen in diesem Sektor nur bei gleichbleibender Wertschöpfung der Industrie als Erfolg gewertet werden.

Akzeptanz

Die Akzeptanz in der Industrie hat vor allem zwei Ebenen: Die Inhaber- bzw. Managementebene und die der Beschäftigten. Während die erste Ebene vor allem gewinnorientiert arbeitet, dominiert in der zweiten Ebene die Arbeitsplatzsicherheit. Viele Unternehmen Deutschlands stehen aufgrund ihrer starken Exportorientierung im internationalen Wettbewerb. Der internationale Wettbewerb betrifft aber nicht nur große Unternehmen bzw. Konzerne, sondern auch viele mittelständische Unternehmen, die auch für viele Leistungen in Deutschland im Wettbewerb mit Unternehmen aus Europa und darüber hinaus stehen. Klimaschutzmaßnahmen werden nur dann Akzeptanz auf der Managementebene finden, wenn sie die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen nicht gefährden und sie im internationalen Wettbewerb nicht zu stark benachteiligen. Ressourcen- und Energieeffizienz können zudem Arbeitsplätze beeinträchtigen. Ein Musterbeispiel für den Ausbau Erneuerbarer durch die Industrie samt einhergehender Ressourceneffizienz ist der bereits im Sektor Verkehr beschriebene Umbruch der Automobilbranche hin zum Elektroauto. Hier werden künftig viele Arbeitsschritte entfallen, was bei über 800.000 Beschäftigten in der Automobilbranche, Gewerkschaften und betroffenen Regionen zu deutlich größeren Akzeptanzproblemen als die bereits seit Jahren diskutierte Energiewende in der Energiewirtschaft führen könnte. Insofern ist der Ansatz der Klimaschutzmaßnahmen in der Industrie, über Entwicklung, Forschung und Förderung Verbesserungen zu erreichen, sicher der richtige. Im Ergebnis können die Unternehmen durch bessere Effizienz evtl. Investitionen in den Klimaschutz wirtschaftlich darstellen und Arbeitsplätze durch einen Wettbewerbsvorteil auch im global anstehenden Umbruch generieren. Hierbei ist die globale Einordnung zu beachten.

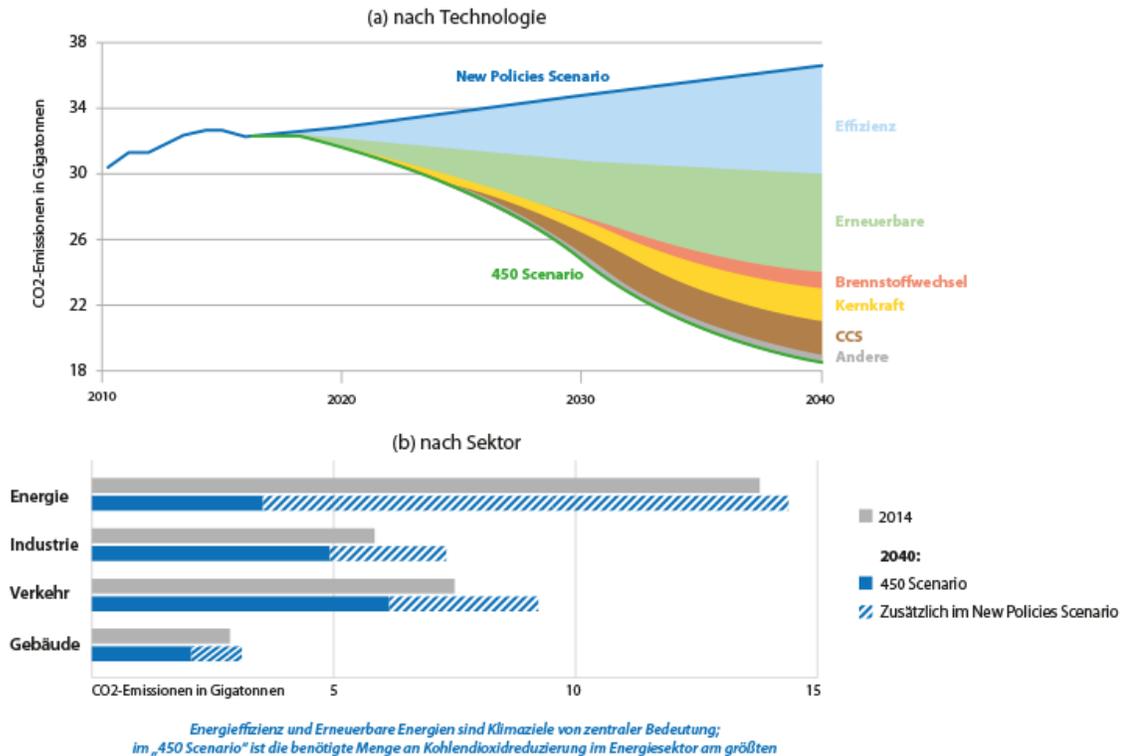
Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit

Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft ist eine wichtige Stellschraube für die Versorgungssicherheit im Rahmen der Energiewende. Während Digitalisierung und Verkehrswende auf einen zunehmenden Bedarf an elektrischer Energie und somit der Stromerzeugung hinweisen, kann der Bedarf durch mehr Effizienz in der Wirtschaft gesenkt

werden. Die bessere Nutzung von Abwärme und weiteren Abprodukten aus Industrieprozessen unterstützen sowohl die Versorgungssicherheit als auch die Bezahlbarkeit.

Globale Einordnung

Reduzierungen der globalen CO₂-Emissionen in „New Policies Scenario“ und „450 Szenario“



Die Internationale Energie Agentur (IEA) präsentierte in ihrem jährlichen Ausblick auf die Weltenergie (World Energy Outlook) die Entwicklung der weltweiten CO₂-Emissionen bei Fortführung der aktuellen Klimapolitiken und stellte dies dem 450 Szenario gegenüber, das sie zur Erfüllung des Pariser Abkommens für notwendig hält. Hier ist zu sehen, wie schnell dazu Emissionen gemindert werden müssten und welche Bereiche wesentliche Beiträge leisten könnten.

Energieeffizienz wird global eine Schlüsselrolle zum Erreichen der Klimaziele zugeschrieben. Energieeffizienz in Unternehmen könnte laut Angaben der Internationalen Energie Agentur (IEA) mehr als ein Drittel zur Minderung der energiebedingten Treibhausgasemissionen beitragen. Die Grafik zeigt, dass die Steigerung der Energieeffizienz 37% zur Minderung der energiebedingten Treibhausgasemissionen beitragen kann. Damit kommt ihr mehr Potenzial als dem Ausbau der Erneuerbaren Energien mit geschätzt 34% Emissions-Minderungspotenzial zu. Der politische Nachholbedarf ist bei der Energieeffizienz allerdings sehr groß, da das Thema trotz aller Bekenntnisse („Efficiency First“) jahrelang stiefmütterlich behandelt wurde. Ohne ein schnelles und intensives Engagement bei der Energieeffizienz könnte die globale Energienachfrage nach Angaben der IEA bis 2040 durch ein deutliches Bevölkerungswachstum (geschätzt +1,7 Mrd. Menschen) um ein Viertel steigen, Treibhausgasemissionen steigen entsprechend im Verhältnis.

Aktuelle Reports der IEA verdeutlichen, dass die bisherigen Bemühungen der Regierungen nicht ausreichen, um einen nachhaltigen Entwicklungspfad bei der Energieeffizienz einzuschlagen. Betrachtet man den Ende 2016 verabschiedeten Klimaschutzplan 2050 Deutschlands, in dem Energieeffizienz mit einer breit angelegten Offensive in Forschung und Entwicklung vorangetrieben werden sollte, so passt eine aktuelle Berechnung der IEA nicht zu diesem bundespolitischen Vorhaben: Die USA und China stellten 2018 erstmals mehr Mittel für Forschung und Entwicklung im Energiebereich bereit als Europa. Sinkende Ausgaben in der EU gefährden nach Angaben der IEA Klimaziele und -strategien. 2018 sind Europas Forschungsausgaben im Energiesektor erheblich zurückgegangen. Nach Berechnungen der IEA fielen die Ausgaben der Gemeinschaft und ihrer Mitgliedsstaaten für Forschung und Entwicklung (F&E) gegenüber 2017 um rund 7 Prozent auf 7,34 Milliarden Dollar.

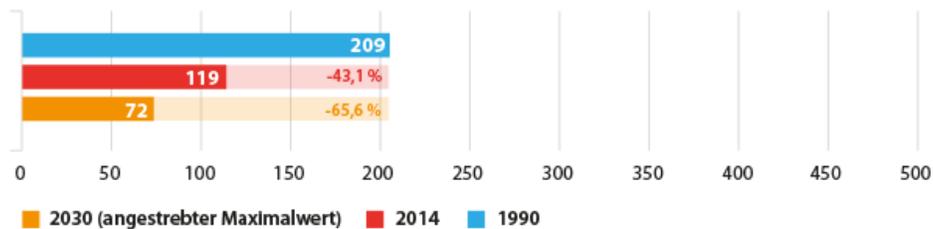
Fazit

Energieeffizienz ist in der öffentlichen Debatte ein weniger diskutiertes Thema. Da hier der Hebel zur Minderung von Treibhausgasemissionen und somit zum Erreichen der Klimaziele sogar größer als durch den Ausbau der Erneuerbaren ist, scheint das Thema deutlich mehr Beachtung zu verdienen. Energieeffizienz betrifft neben der Industrie insbesondere den Bereich Gebäude und Wärme und ist über diese beiden Sektoren hinweg zu betrachten. Für den globalen Klimaschutz könnte auch Deutschland dem internationalen Bekenntnis „Effizienz zuerst/Efficiency First“ folgen und den seit Jahren formulierten und im Klimaschutzprogramm 2030 ausgeführten Vorhaben konkret messbare Strategien für mehr Effizienz und Minderung von Treibhausgasemissionen folgen lassen.

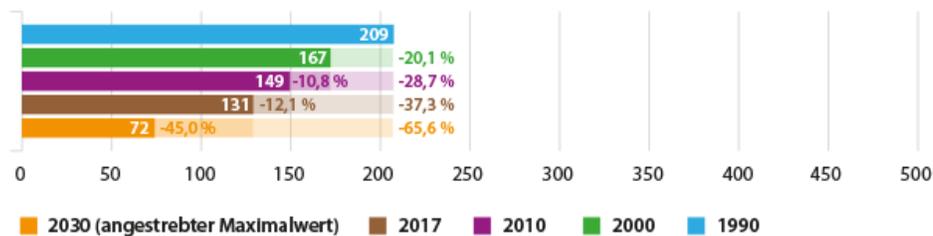
1.4. Gebäude und Wärme

Für den Sektor Gebäude und Wärme sind im Verhältnis gesehen die stärksten Emissionsminderungen aller Sektoren geplant. Trotz des um ca. ein Drittel geringeren Ausgangsniveaus im Vergleich zur Industrie sollen hier fast genauso viele Emissionen wie im Industriesektor eingespart werden.

Angaben zum Sektor Gebäude und Wärme im Klimaschutzplan 2050 (in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



Entwicklung der Gebäude und Wärme im Detail (in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



© BMU; Quelle: Bundesumweltministerium (2017), Klimaschutz in Zahlen 2017.

Der Gebäudesektor ist für rund 14% der CO₂-Emissionen in Deutschland unmittelbar verantwortlich, das entspricht rund 120 Mio. Tonnen pro Jahr. Die Emissionen im Sektor Gebäude und Wärme sollen bis 2030 um rund 65 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Während man auch hier in der Grafik mit den nur drei Angaben aus dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung vermuten würde, dass Deutschland bei dieser Zielerreichung keine Probleme haben sollte, weist die detaillierte Grafik im Bereich Gebäude und Wärme ebenso auf besondere Herausforderungen hin. Während im ersten Jahrzehnt ein Fünftel der Emissionsreduktionen erfolgte, hat sich der Minderungstrend seit dem Jahr 2000 halbiert. Die Bemühungen müssten in diesem Sektor vervierfacht werden, um das Ziel für das Jahr 2030 zu erreichen. Dazu hat die Bundesregierung folgenden Maßnahmen beschlossen:

Maßnahmen

Im Bereich der Gebäude soll bis 2050 ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden, dazu dienen Maßnahmen vor allem in drei Bereichen: anspruchsvolle Neubaustandards, langfristige Sanierungsstrategien für den Gebäudebestand sowie die schrittweise Abkehr von fossilen Heizungssystemen. Weitere Maßnahmen werden im Überblick aufgeführt.

Sanierung Gebäudebestand: Zentrale Maßnahmen in diesem Sektor sind insbesondere Heizungstausch, aber auch der Einbau neuer Fenster oder die Dämmung von Dächern und Außenwänden. Bestandsgebäude sollen bis zum Jahr 2050 durch Energieeffizienzmaßnahmen und eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien derart saniert werden, dass sie dem

Anspruch eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands genügen. Eine Förderung für „Energetische Stadtsanierung“ verbindet umfassende Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude (mittelbar) und der Versorgungsinfrastruktur (Wärme/Kälte/Wasser/Abwasser) und soll speziell Kommunen unterstützen.

Neubaustandards: Für Neubauten soll der ab 2021 geltende Niedrigstenergiegebäudestandard schrittweise weiterentwickelt werden, um mittelfristig einen nahezu klimaneutralen Neubaustandard zu erreichen. Das betrifft vor allem die Neuinstallation von Heizsystemen, die erneuerbare Energien effizient nutzen. Dazu sollen geeignete Anreize zur Nutzung und Errichtung von Gebäuden geprüft werden, die mehr Energie erzeugen, als für den Betrieb erforderlich ist.

Heizungssysteme: Hierbei geht es vor allem um den Austausch von Ölheizungen. Dazu sollen Wohnungsinhaber durch eine „Austauschprämie“ mit einer attraktiven Förderung motiviert werden.

Weitere Maßnahmen: Zudem soll die Beratung, Information und Öffentlichkeitsarbeit rund um Energie im Gebäudebereich verbessert werden. Gebäude des Bundes sollen besonders effizient sein und eine Vorbildwirkung entfalten.

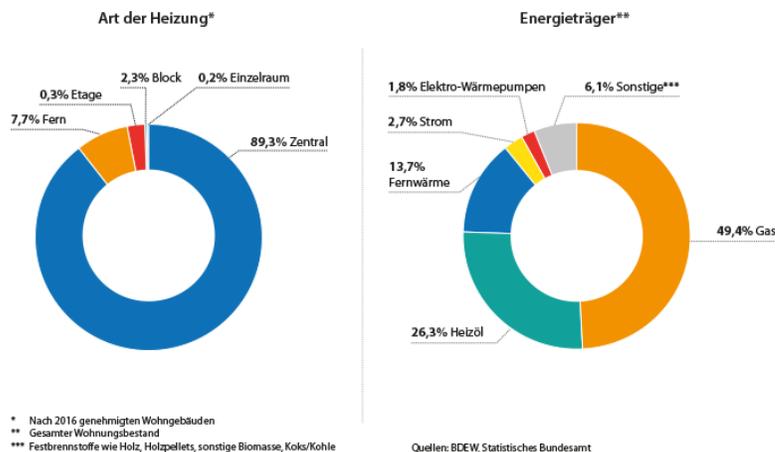
Betrachtung

Laut Klimaschutzprogramm 2050 geht man bei unveränderter Fortführung bestehender Programme bei Gebäuden von einer „sowieso“-Minderung um ein Viertel der aktuellen CO₂-Emissionen aus. Das allein würde eine Verdopplung des Trends der letzten zwei Jahrzehnte bedeuten – und das trotz derzeit umfassender Neubauprogramme für Wohnungen bzw. Gebäude in Deutschland. Allein von 2010 bis 2018 haben Wohngebäude in Deutschland von 18,2 Mio. auf 19,1 Mio. um fast 1 Million zugenommen. In Deutschland sind im Jahr 2018 rund 267.000 neue Wohnungen entstanden. Das Soll der Bundesregierung liegt bei 1,5 Millionen neuer Wohnungen in der aktuellen Legislaturperiode, dafür müssten pro Jahr 375.000 Wohnungen neu gebaut werden. Experten fordern angesichts des Wohnungsmangels in den Städten und Ballungsgebieten sogar mindestens 400.000 neue Wohnungen pro Jahr. Zudem werden Wohnflächen durchschnittlich größer. Mehr Wohnungen und mehr Wohnfläche gehen auch mit mehr Bedarf an Heizung und Warmwasser einher – dieser Trend sollte eine wichtige Rahmenbedingung für die Planung der Maßnahmen sein. Es ist erstaunlich, dass die Bundesregierung allein beim Fortgang bestehender Maßnahmen eine Verdopplung des bestehenden Effekts auf Emissionsminderungen ohne aktuell forcierte Maßnahmen unterstellt. Neben der Gebäudesanierung ist die Umrüstung der Heizungssysteme weg vom Öl eine zentrale Maßnahme, um Emissionen zu senken. Knapp ein Viertel der Haushalte heizte die Wohnung 2018 immer noch mit Öl. Wie das Statistische Bundesamt (Destatis) mitteilt, hat sich von 2014 bis 2018 bezüglich des Heizverhaltens wenig geändert: Auch im Jahr 2018 sorgen überwiegend die fossilen Energieträger Gas und Öl in deutschen Privathaushalten für Raumwärme und warmes Wasser. In jeder zweiten Wohnung (52 %) wird das Heizsystem mit Erdgas betrieben. Knapp ein Viertel der Privathaushalte in Deutschland nutzen Öl für die Beheizung der Räume. Im Vergleich zum Jahr 2014 ist der Anteil der Ölheizungen um 2,3 Prozentpunkte auf 23,5 % gesunken. Auch für die Warmwasserversorgung kommen noch in 20 % der Wohnungen Ölheizungen zum Einsatz. Die Auswertungen zeigen, dass 2018 bundesweit 8,7 Millionen von 36,9 Millionen Wohnungen mit Öl beheizt wurden. Allerdings gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern und Regierungsbezirken. Die Anteile der mit Öl

beheizten Wohnungen an den gesamten bewohnten Wohnungen variieren zwischen weniger als 10 und mehr als 50 %. Spitzenreiter ist Niederbayern, hier wird in jeder zweiten Wohnung mit Öl geheizt. Entsprechend stark profitiert Niederbayern vom Zuschuss für den Tausch von Ölheizungen.

Wie die Deutschen heizen

Art der Heizung und zum Heizen genutzte Energieträger in Deutschland 2016



Mehr als ein Dreiviertel der Wohnräume Deutschlands werden aktuell mit fossilen Energieträgern beheizt.

Akzeptanz

Besonders in Ballungsräumen nehmen Wohnraumprobleme zu. Knapper Wohnraum und steigende Mieten zählen dort zu den größten gesellschaftlichen Herausforderungen. Bei Sanierungen, Neubauten und Investitionen in Heizsysteme ist vor diesem Hintergrund sowohl für Mieter als auch Vermieter der Kostenfaktor und dessen Umlage ein wichtiges Akzeptanzmerkmal. Wenn Mieter oder Vermieter für klimaneutralen Wohnraum zur Kasse gebeten werden, wenn Klimaschutz also konkrete finanzielle Nachteile verursacht, dann schwindet auch die Bereitschaft zu solchen Maßnahmen. In den Ballungsräumen, insbesondere in den Großstädten, ist die Befürwortung für Klimaschutz mit Blick auf Proteste und Wahlergebnisse deutlich stärker ausgeprägt. Im Gegensatz zu den Sektoren Energie, Industrie, Verkehr und Landwirtschaft sind die Großstädter im Sektor Gebäude deutlicher betroffen, in diesem Sektor müssen vor allem die bevölkerungsstarken Ballungsräume liefern. Die Akzeptanz sollte hier stärker ausgeprägt sein. Wenn aktuelle Wohnungsprobleme aber von Kostensteigerungen für den Klimaschutz überlagert werden, kann sich die Akzeptanz für Klimaschutzmaßnahmen durch nachhaltige, direkte Betroffenheit verändern.

Zudem wird die Förderung neuer Heizsysteme als Ersatz für Ölheizungen gerade im Bereich von Eigenheimen Akzeptanzprobleme aufwerfen. Hier zahlt am Ende der Steuerzahler die Aufwertung privater Immobilien. Insofern werden geringfügige Einkommen genauso belastet wie hohe Einkommen – das ist auch bei allen anderen mit Steuergeld finanzierten Klimaschutzmaßnahmen der Fall. Gerade im Fall der Förderung für private Heizsysteme, die

zuerst auch als Abwrackprämie in die Diskussion eingebracht wurde, scheint die Akzeptanz in der breiten Bevölkerung aber zumindest fraglich, wenn sie denn ausreichend informiert würde.

Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit

Neben Öl spielt der fossile Energieträger Gas eine weitere Hauptrolle in der Versorgung der Wohngebäude mit Wärme. So werden parallel auch viele Wohngebäude von Gas auf elektrische Versorgung umgestellt – sowohl in der Heizung, als auch in der Küche (Elektro- statt Gasherd) und der Warmwasseraufbereitung. Oft werden Öl- und Gassysteme durch moderne Lösungen ersetzt, die elektrische Energie benötigen. Dies weist auch bei der Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen in Gebäuden auf einen Mehrbedarf an sicherer und jederzeit verfügbarer elektrischer Energie hin. Auch wenn die Effizienzsteigerung insgesamt zu einer deutlichen Abnahme des Energiebedarfs führen soll, wird dies durch eine teilweise Zunahme des Bedarfs an elektrischer Energie die Versorgungssicherheit insgesamt kaum positiv beeinflussen. Auf Probleme beim Aspekt Bezahlbarkeit haben wir in der Akzeptanz hingewiesen – hier ist die Frage, wer am Ende welche Kosten trägt und wie groß die Bereitschaft zu diesen Maßnahmen ist, die für viele unmittelbar in höheren Ausgaben spürbar werden.

Globale Einordnung

Gebäude sorgten im Jahr 2016 weltweit für etwa 8% der gesamten CO₂-Emissionen. Dabei wird in vielen Regionen der Welt noch mit Kohle geheizt. Inwieweit andere Länder hier bereits über gute Lösungen verfügen und wo Deutschland im internationalen Maßstab steht, ist bei einer ersten Recherche schwer auszumachen. Hier wird gegebenenfalls ergänzt. In jedem Fall scheint klar, dass die „Wärmewende“ im Vergleich zur Energie- und Verkehrswende und im Vergleich zum „Effizienz zuerst“ in der Industrie sowohl national als auch global eher weniger im Fokus steht.

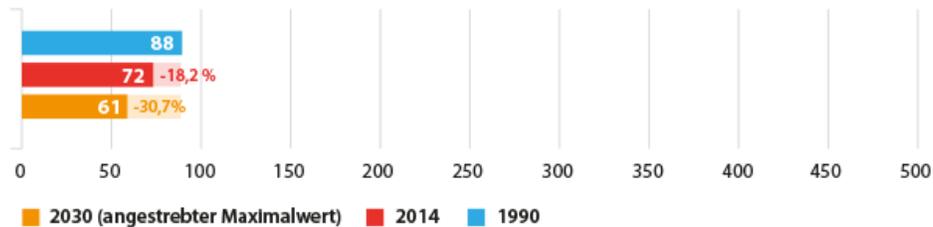
Fazit

Der Bereich Gebäude soll trotz verhältnismäßig geringerer Emissionen überdurchschnittlich stark an der Minderung der Emissionen bis 2030 beteiligt werden. Vor dem Hintergrund aktueller Wohnungsbauprogramme und bislang viel zu langsamer Umsetzung der Maßnahmen bei Sanierungen im Bestand und der Modernisierung von Heizungssystemen scheint fraglich, wie aktuell geplante Maßnahmen hier für die notwendige Beschleunigung und Intensität sorgen können. Immerhin soll dieser Bereich seine heutigen jährlichen Treibhausgasemissionen bis 2030 um mehr als 50 Mio. Tonnen mindern – und auch hier gilt, dass andere Sektoren evtl. Fehlbeträge kompensieren müssten.

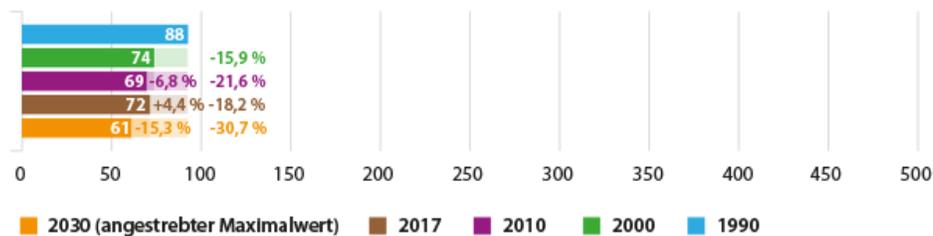
1.5. Landwirtschaft

Die Landwirtschaft soll den vergleichsweise geringsten Beitrag zur Minderung der Emissionen liefern, sowohl anteilig als auch in absoluten Zahlen.

Angaben zum Sektor Landwirtschaft im Klimaschutzplan 2050 (in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



Entwicklung der Landwirtschaft im Detail (in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten)



© BMU; Quelle: Bundesumweltministerium (2017), Klimaschutz in Zahlen 2017.

Die Landwirtschaft ist für rund 8 % der CO₂-Emissionen in Deutschland unmittelbar verantwortlich, das entspricht derzeit rund 70 Mio. Tonnen. Die Emissionen im Sektor Landwirtschaft sollen bis 2030 um rund 30 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Während man auch hier in der Grafik mit den nur drei Angaben aus dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung vermuten würde, dass Deutschland bei dieser Zielerreichung keine Probleme haben sollte, weist die detaillierte Grafik auch in diesem Bereich auf besondere Herausforderungen hin. Im letzten Jahrzehnt haben die Emissionen hier sogar leicht zugenommen, insgesamt sind sie in den letzten 20 Jahren in etwa stabil geblieben. Um hier die Kehrtwende einzuleiten, hat die Bundesregierung einen Mix verschiedener Maßnahmen beschlossen:

Maßnahmen

Im Bereich der Landwirtschaft sollen Emissionen vor allem im Bereich der Düngung gemindert werden, ansonsten werden die Potenziale in der Landwirtschaft grundsätzlich als beschränkt angesehen.

Düngung und Böden: Durch weitere rechtliche Änderungen sollen Stickstoffüberschüsse sowie Ammoniak- und Lachgasemissionen bei der Düngung weiter gemindert werden. Zudem soll die Ausbringung und Lagerung von Düngern emissionsärmer umgesetzt werden. Dauergrünland soll erhalten und das Potenzial von Ackerland verbessert werden, als CO₂-Speicher zu funktionieren. Das betrifft z.B. die Pflanzung von Hecken oder Alleen vor allem an den Feldrändern.

Ausbau Ökolandbau: Ökologisch und nachhaltig bewirtschaftete Flächen sollen ausgebaut und gefördert werden.

Tierhaltung: Emissionsminderungen in der Tierhaltung und Tiernahrung sollen durch eine am Tierwohl ausgerichtete Haltung ermöglicht werden.

Weitere Maßnahmen: Auch in der Landwirtschaft soll die Energieeffizienz erhöht werden. Moore sollen besonders geschützt werden, da sie bei Entwässerung bedeutende Treibhausgasemittenten sind. Sie sollen wie Wälder nachhaltig bewirtschaftet und erhalten werden, da sie CO₂ speichern und somit als sogenannte CO₂-Senken dienen (siehe nachfolgende Bemerkungen in 2.1. zu Alternativen für den Klimaschutz). Auch in der Vermeidung der Lebensmittelverschwendung wird ein Hebel zur Minderung der Emissionen in der Landwirtschaft gesehen.

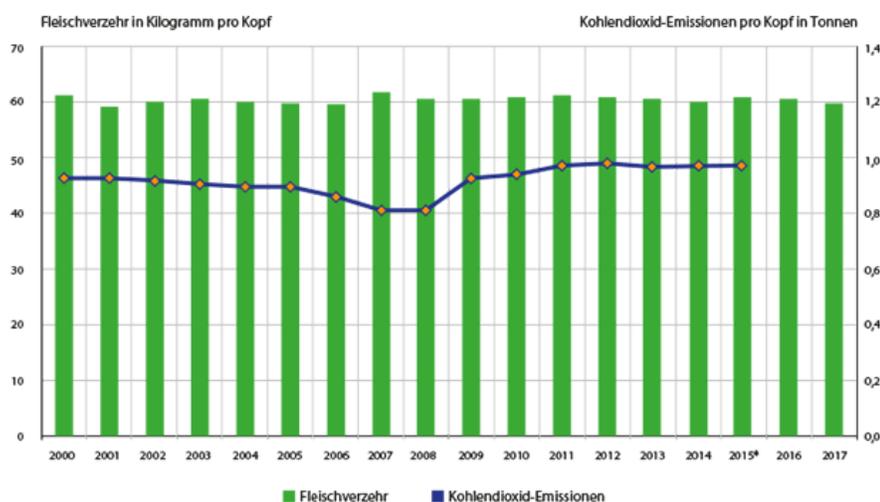
Im Ergebnis sollen in der Landwirtschaft verschiedene kleinere Maßnahmen zum Ziel führen. Zentral stehen dabei die Bereiche Dünger und Tierhaltung, in denen der Großteil der Emissionen entsteht.

Betrachtung

Die Landwirtschaft ist nach dem Verkehr der Sektor mit den verhältnismäßig wenigstens Einsparungen an CO₂ seit 1990, mit heute etwa 20% weniger CO₂-Emissionen. Es handelt sich hier um Umrechnungen der zum größten Teil tatsächlichen emittierten Gase **Lachgas** und **Methan**. Sie entstehen bei der Tierhaltung und der **Bearbeitung von Böden**, zum Beispiel durch Düngemittel. Allerdings stehen deutsche Agrarbetriebe ebenso wie die Wirtschaft im internationalen Wettbewerb und steigende Produktionskosten durch veränderte Rahmenbedingungen beim Düngen oder der Tierhaltung schlagen sich sofort auf die Wirtschaftlichkeit nieder. Das Eindämmen der Massentierhaltung führt zum Ausstoß von weniger Methan, aber auch zu erhöhten Preisen der Fleischprodukte. Der Fleischkonsum hat sich in Deutschland in den letzten 20 Jahren nur unwesentlich verändert und beträgt relativ stabil ca. 60 Kilogramm pro Kopf und Jahr. Die Verminderung und Verteuerung der Produktion in Deutschland würde unweigerlich dazu führen, dass Fleisch zu günstigeren Preisen aus dem Ausland eingeführt wird. Dies ließe sich durch internationale Handelsgesetze auch nicht unterbinden. Insofern benachteiligen nationale Sonderregelungen auch die in Deutschland ansässige Landwirtschaft.

Zudem wird in der Landwirtschaft nach wie vor auf die Erzeugung von Biomasse und Biokraftstoffe gesetzt, letztere sollen weiter ausgebaut werden. Ebenso wie der Anbau von Futterpflanzen führen Energiepflanzen zu Monokulturen, die Böden besonders belasten. Auch hier stellt sich die Frage, wie Grünstreifen, Fruchtwechsel, Humusanreicherung der Böden und mehr Ökologie mit der Wirtschaftlichkeit im internationalen Wettbewerb einhergehen können.

Fleischverzehr und Kohlendioxid-Emissionen der Ernährung



* Kohlendioxid-Emissionen: vorläufige Daten

Quelle: Bundesverband der Deutschen Fleischindustrie e. V. (BVDF), Geschäftsberichte (mehrere Jahrgänge); Statistisches Bundesamt 2014, 2016, 2018, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Tabellenband „Nachhaltiger Konsum“, Teil C, interne Mitteilung 07/2018

Der Fleischverzehr der Deutschen stagniert seit Jahren auf hohem Niveau, er geht mit der Emission ebenso stabiler Treibhausgasemissionen einher.

Akzeptanz

Die letzten Anmerkungen in der Betrachtung zeigen auch bereits bestehende Akzeptanzprobleme auf. Landwirte in Deutschland haben kein Verständnis für nationale Sonderregeln, die landwirtschaftliche Produkte aus dem Ausland bevorteilen. Deutschland darf entsprechende Klimaschutzmaßnahmen aufgrund internationaler Regelungen auch nicht in jedem Fall fördern, sodass Landwirte auch aus eigener Kraft in den Klimaschutz investieren müssten. Parallel leiden verschiedene Bereiche der Landwirtschaft unter den veränderten Wetterbedingungen, die vor allem in den vergangenen zwei Jahren in verschiedenen Bereichen Ernten minderten, Böden belasteten und die Produktion von Futtermitteln erschwerten und sich dadurch auch auf die Tierhaltung auswirkten. Für Bereiche der Landwirtschaft bestehen schlichtweg existenzielle Sorgen, in denen für zusätzliche Herausforderungen kaum Verständnis aufgebracht werden kann. Erste Beschlüsse zu Veränderungen in den Rahmenbedingungen für Landwirte, die aufgrund des Klimaschutzes diskutiert werden, führten bereits zu Demonstrationen mit tausenden Landwirten, die sich aus ganz Deutschland per Traktor auf den Weg nach Berlin machten. Die Initiative „Land schafft Verbindung – Deutschland“ bündelt den Unmut deutscher Bauern und ruft zu deutschlandweiten Protesten auf (siehe <https://www.facebook.com/LsVDeutschland/>).

Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit

Für die Versorgungssicherheit ist die Landwirtschaft von Bedeutung. Biomasse ist in Deutschland der wichtigste, sicher verfügbare erneuerbare Energieträger. Der Anteil der

Biomasse am Strommix in Deutschland betrug 2018 rund 8 %. Sie ist für die Zukunft der Erneuerbaren so wichtig, weil sie im Vergleich zur volatil anfallenden Windkraft und Photovoltaik schon heute rund um die Uhr und sicher zur Verfügung steht. Eine Verminderung der Biomasse würde insofern sofort zur Abnahme der Versorgungssicherheit führen. Bei der Bezahlbarkeit werden sich die Klimaschutzmaßnahmen hin zu Ökologie und Nachhaltigkeit in höheren Preisen für landwirtschaftliche Produkte auswirken. Hier wird sich zeigen, ob deutsche Verbraucher bereit sind, für mehr Klimaschutz auch mehr zu bezahlen und dennoch einheimische Produkte zu konsumieren – oder ob sie dann auf billigere Produkte aus dem Ausland zurückgreifen. Eine wichtige Rolle kommt hier auch dem Handel zu, der letztendlich entscheidet, was in die Regale kommt – es wird sich zeigen, ob auch der Handel künftig nach Gewinnmaximierung oder Nachhaltigkeit strebt. Nach heutigen Grundsätzen geben auch Handelsketten in der Regel dem Merkmal Wirtschaftlichkeit und insofern Bezahlbarkeit Vorrang.

Globale Einordnung

Die Landwirtschaft steht durch das weitere Wachstum der Weltbevölkerung global vor großen Herausforderungen. Der Fleischkonsum nimmt mit dem Wachstum der Weltbevölkerung weiter zu, ebenso der Bedarf an Nahrungsmitteln. Laut Welthungerhilfe hungern weltweit 821,6 Millionen Menschen, 2 Milliarden leiden an Mangelernährung. Das ist meist ein Verteilungsproblem, aber auch eine globale Anforderung an die landwirtschaftliche Produktion. Zudem steigt durch Alternativen im Bereich der Energiepflanzen für Biomasseerzeugung und des zunehmenden Bedarfs an Futtermitteln der Nutzungsdruck auf Agrarflächen weltweit. Das wiederum erschwert nachhaltige und ökologische Modelle, insbesondere in Entwicklungsländern mit großen Flächenpotenzialen.

Fazit

Die Landwirtschaft steht trotz vergleichsweise kleinem Beitrag vor der großen Hürde, Klimaschutz mit Wirtschaftlichkeit zu vereinbaren. Eine Verteuerung der deutschen Produkte werden Verbraucher unter Umständen nicht spüren, da als Alternative ausreichend landwirtschaftliche Produkte aus dem Ausland zur Verfügung stehen werden. Insofern muss für die Landwirte ein Weg gefunden werden, der nationale Lösungen mit Wirtschaftlichkeit und internationalem Wettbewerb vereinbar macht.

1.6. CO₂-Bepreisung

Bis hier sind wir der bislang üblichen Gliederung der Beiträge nach Sektoren treu geblieben. Mit dem Klimaschutzplan 2050 und insbesondere dem Klimaschutzprogramm 2030 ist allerdings eine zentrale Klimaschutzmaßnahme hinzugekommen, die sektorenübergreifend Bereiche der Gesellschaft betrifft. Erstmals wird eine CO₂-Bepreisung eingeführt. Wir werden diese Maßnahme, die durch die Bundesregierung erst noch genau in Gesetzen und detaillierten Auswirkungen beschrieben und definiert werden muss, hier mit grundsätzlichen Wirkungen umreißen. Dieser Bereich wird später entsprechend ergänzt.

Im Klimaschutzplan 2050 wurden bereits übergreifende Maßnahmen formuliert, dazu zählte die Prüfung, wie das Steuer- und Abgabensystem zur Erreichung der Klimaschutzziele

weiterentwickelt werden kann. Dadurch sollen ökonomische Anreize für CO₂-Verursacher gestärkt – oder anders formuliert, klimaschädliches Verhalten bestraft werden. Ein Preis für CO₂ soll dazu beitragen, die Umweltbelastung zu senken und in Richtung nachhaltiger Produktions- und Konsumweisen steuern. Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 wurde dies vor allem im neuen Instrument der CO₂-Bepreisung umgesetzt. Da Energiewirtschaft und Industrie für CO₂-Emissionen bereits über das Europäische Emissionshandelssystem (ETS) einen Preis je emittierter CO₂-Tonne entrichten (aktuell ca. 25 Euro je Tonne, Tendenz steigend), sollen ab 2021 auch die Sektoren Verkehr, Wärme und die Energie- und Industrieanlagen außerhalb des EU-Emissionshandelssystems einen CO₂-Preis über ein nationales Emissionshandelssystem (nEHS) zahlen. Ursprünglich sollte nach Vorschlag der Bundesregierung ab 2021 ein CO₂-Preis in Höhe von 10 Euro je Tonne CO₂ eingeführt werden, der sich im Folgejahr auf 20 Euro und bis 2025 dann stufenweise auf 35 Euro erhöht. Der Preis wurde insbesondere von Umweltverbänden als wirkungslos und deutlich zu gering eingeschätzt, Fridays for Future forderten beispielsweise einen CO₂-Preis von 180 Euro je Tonne. Bund und Länder einigten sich im Vermittlungsausschuss daraufhin, den CO₂-Preis ab Januar 2021 auf zunächst 25 Euro festzulegen. Danach steigt der Preis in Fünf-Euro-Schritten bis zu 55 Euro im Jahr 2025 an. Für das Jahr 2026 soll ein Preiskorridor von mindestens 55 und höchstens 65 Euro gelten.

Ab 2026 soll zudem eine maximale Emissionsmenge festgelegt werden, die von Jahr zu Jahr geringer wird. Sie ergibt sich aus den im Klimaschutzplan 2050 und den in EU-Vorgaben festgelegten Emissionsbudgets für die deutschen Sektoren, die nicht am europäischen Emissionshandel teilnehmen. Unternehmen müssen die Zertifikate ab 2026 dann per Auktion erwerben, sie werden in einem Korridor zwischen einem Mindestpreis von 55 Euro pro Tonne CO₂ und einem Höchstpreis von 65 Euro pro Tonne CO₂ gehandelt werden. Die Unternehmen legen diesen CO₂-Preis dann entsprechend auf Produkte um, wodurch z.B. Antriebsstoffe wie Benzin und Diesel teurer werden. Alle zusätzlichen Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung kommen den in den Sektoren ausgeführten Klimaschutzmaßnahmen zugute oder werden den Bürgern als Entlastung zurückgegeben.

Damit soll erstmals ein CO₂-Preis eingeführt werden, der die wesentlichen Emissionsbereiche der Gesellschaft außerhalb der Energiewirtschaft und der Großindustrie betrifft. Dadurch wird klimaschädliches Verhalten direkt bei den Verbrauchern bestraft bzw. nachhaltiges Verhalten entsprechend belohnt. Da viele Verbraucher eine unverhältnismäßige Belastung erfahren würden – wie z.B. Berufspendler aus dem ländlichen Raum, die für die tägliche Fahrt zur Arbeit auf keine ÖPNV-Anbindung zurückgreifen können und ab 2021 mit höheren Kosten an der Tankstelle belastet wären oder Mieter einer Wohnung mit Öl- bzw. Gasheizung – sollen gleichzeitig Entlastungen für die Verbraucher eingeführt werden. Dazu gehören:

- schrittweise Senkung der Stromkosten
- Anhebung der Entfernungspauschale für Fernpendler
- Erhöhung des Wohngelds bei steigenden Heizkosten

Zur Akzeptanz und globalen Einordnung der CO₂-Bepreisung folgen Ergänzungen, wenn die genaue Ausgestaltung gesetzlich geregelt ist. Einen Hinweis auf die Akzeptanz kann aber ein Blick in die jüngere Geschichte Frankreichs geben. Dort löste die Einführung einer Öko-Steuer

auf Sprit die sogenannten „Gelbwesten-Proteste“ aus. Sie gingen von Franzosen in Peripherien und ländlichen Gebieten aus, die auf ihr Auto angewiesen sind – vor allem, weil Zugverbindungen und öffentliche Verkehrsmittel dort rar sind. Das ist in einigen ländlichen Regionen Deutschlands nicht anders. Diese Menschen fühlten sich in Frankreich bereits abgehängt, litten unter steigenden Lebenshaltungskosten, die Arbeitslosigkeit war hoch. Hohe Arbeitslosigkeit ist in Deutschland nicht zu verzeichnen, die anderen Rahmenbedingungen findet man aber in einigen Regionen sowohl der neuen als auch der alten Bundesländer vor. Insofern ist die CO₂-Bepreisung eine Maßnahme, die Mio. Menschen betrifft und die Akzeptanz für einen persönlichen Beitrag zum Klimaschutz auf die Probe stellen wird.

1.7. Einzelmaßnahmen außerhalb der Sektoren

Die Klimaschutzziele Deutschlands sollen darüber hinaus durch weitere Einzelmaßnahmen erreicht werden, die keinem der Sektoren eindeutig zugeordnet werden können. Sie werden hier kurz beschrieben:

Forschung und Innovation: In diesem Punkt geht es allgemein um Forschung, Entwicklung und neue Technologien für den Klimaschutz.

Green IT: Die Digitalisierung erfordert stark steigende Rechnerkapazitäten, die für steigende Emissionen sorgen. Green IT soll für erhebliche Fortschritte in der Digital- und Leistungselektronik sorgen und somit Effizienz steigern und Emissionen mindern.

Wasserstoff-Offensive: Wasserstoff soll künftig eine wichtige Rolle zukommen. Er soll z.B. aus Photovoltaik oder Windkraft gewonnen und dann als Energieträger für Verkehr, Gebäude oder Industrie bereitgestellt werden. Mittels Investitionen in Forschung und Innovation soll Deutschland bei dieser Technologie Vorreiter werden. Die Bundesregierung wollte dazu noch bis Ende 2019 eine Wasserstoffstrategie vorlegen. Sie wird hier verlinkt, sobald sie tatsächlich beschlossen und veröffentlicht wurde. Für die Entwicklung neuer klimafreundlicher Wasserstofftechnologien stehen bereits 300 Millionen Euro bis 2023 allein aus dem Klimafonds bereit.

Batteriezellfertigung: Die Batteriezellförderung der Bundesregierung von rund 1 Mrd. Euro soll zu industriellen Batteriezellfertigungen an mehreren Standorten in Deutschland führen und somit die E-Mobilität unterstützen.

CO₂-Speicherung und Nutzung: Hierüber soll die Forschung und Entwicklung von Technologien und Prozessen gefördert werden, die unvermeidbare Emissionen aus Industrieprozessen in einem Kreislauf für andere Prozesse nutzbar machen und somit Emissionen mindern bzw. vermeiden.

Weitere Maßnahmen: Zudem soll der Mittelstand bei Innovation und Beschäftigung zu Klimaschutzthemen unterstützt werden, das Planungsrecht insbesondere zur Entwicklung des Zugverkehrs soll beschleunigt werden sowie Förderstrukturen vereinfacht und eine auf Nachhaltigkeit bedachte Finanzwirtschaft entwickelt werden – dadurch sollen z.B. klimafreundliche Ideen und Innovationen einfacher finanzierbar werden.

Die gesamten Maßnahmen für die Sektoren, die CO₂-Bepreisung und zusätzliche Maßnahmen sollen in einem umfangreichen Informationsportal transparent dargestellt werden. Die Bundesregierung geht derzeit von einem ersten Finanzierungsvolumen für die kommenden

Jahre bis einschließlich 1923 in Höhe von rund 54 Mrd. Euro aus. Somit erhält das Klimaschutzvorhaben der Bundesregierung über die Kosten der Energiewende hinaus einen weiteren Preis.

2. Alternative Klimaschutzmaßnahmen

Bislang folgen wir der global und in Deutschland geführten Klimaschutzdebatte und konzentrieren uns auf die Reduktion von Treibhausgasen innerhalb der jeweiligen Landesgrenzen. Sowohl Energiewende, als auch Verkehrswende, Wärmewende und alle hier bislang beschriebenen Maßnahmen verfolgen dieses Ziel. Um den Blick für Klimaschutz über das thematisch und national verengte aktuelle politische Management zu öffnen, wagen wir mit Blick auf die globale Wirkung des Klimas einen Blick über den Tellerrand aktueller Klimaschutzmaßnahmen hinaus. Fünf Ideen könnten dabei besonders der jungen Generation und Klimaschützern Transparenz sowie Potenziale für neue Forderungen mit evtl. höherer Effizienz für eine positive Klimawirkung eröffnen.

2.1. Aufnahme von CO₂-Senken in Klimabilanzen

In den Klimaschutzmaßnahmen betrachten wir fast ausschließlich Maßnahmen mit dem Ziel, weniger Treibhausgasemissionen in die Atmosphäre abzugeben. Lediglich am Rande spielen erste Technologien eine Rolle, die der Atmosphäre CO₂ entziehen, um daraus z.B. synthetischen Kraftstoff herzustellen. Komplett unbeachtet blieb in den vergangenen Jahrzehnten die Rolle der Wälder als natürliche CO₂-Speicher. Im Klimaschutzplan 2050 wurde erstmals formuliert, dass Landnutzung und Forstwirtschaft die Leistungen als CO₂-Senken verbessern sollen. Dazu, so wurde es Ende 2016 formuliert, wird eine Ausweitung der Waldfläche in Deutschland samt nachhaltiger Waldbewirtschaftung, der Erhalt von Dauergrünland und der Schutz von Moorböden angestrebt. Aktuell hat Deutschland mit dem Wald infolge des Klimawandels eher ein Sorgenkind mehr.

Natürliche CO₂-Senken: Seit dem ersten Klimaabkommen der internationalen Staatengemeinschaft 1992 in Rio de Janeiro wurde ein grundlegender Fehler nie korrigiert. Sämtliche Klimaabkommen lassen seitdem die Wirkung von CO₂-Senken, also natürlichen CO₂-Speichern wie Wald oder Grünland, unberücksichtigt. Wer massiv Wald vernichtet, schadet dem Klima nachhaltig. Die jeweilige nationale Klimabilanz wird aber nicht verschlechtert. Damit werden reale Klimawirkungen von weitreichender Bedeutung überhaupt nicht beachtet. Betrachten wir Deutschland: Laut 3. Bundeswaldinventur aus dem Jahr 2012 entlastet der Wald in Deutschland die Atmosphäre jährlich um rund 52 Mio. Tonnen CO₂. Als Faustformel gilt: Ein Hektar Wald speichert hierzulande pro Jahr über alle Altersklassen hinweg ca. 13 Tonnen CO₂. Eine nachhaltige Ausweitung der Waldfläche hat somit den gleichen Effekt wie die nachhaltige Minderung der Emissionen in einem der Sektoren. Noch deutlicher wird die Wirkung beim Blick auf den Regenwald: Regenwald wächst deutlich schneller als unser deutscher Wald und speichert dadurch auch deutlich mehr CO₂. Allein der brasilianische Amazonas-Regenwald bindet pro Jahr etwa 380 Millionen Tonnen CO₂. Schätzungen zufolge sind in der dortigen Biomasse und im Boden 150 bis 200 Milliarden Tonnen CO₂ gespeichert. Allein in der Biomasse der Regenwälder Amazoniens steckt so viel Kohlenstoff, wie die gesamte Menschheit in 10

Jahren verbrennt. Durch Brandrodung wird nicht nur die Fläche der Regenwälder und somit ein nachhaltiger, natürlicher CO₂-Speicher vermindert, sondern auch der in der Biomasse gespeicherte Kohlenstoff als CO₂ freigesetzt. Mit jedem abgebrannten Hektar tropischen Regenwalds schätzt man die freigesetzten CO₂-Emissionen auf etwa 220 Tonnen. 13,4 Millionen Quadratkilometer der Erde sind von tropischen Regenwäldern bedeckt. Schätzungen zufolge werden jährlich etwa 6.000.000 Hektar tropische Regenwälder zerstört, der Großteil durch Brandrodungen. Das entspricht zwischen 600 Mio. bis 1 Mrd. Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr. Im brasilianischen Teil Amazoniens schrumpften die tropischen Regenwälder bis ins Jahr 2005 sehr stark, in den Folgejahren sank die jährlich zerstörte Fläche bis auf weniger als 500.000 Hektar im Jahr 2012. Seither geht es wieder bergauf. Allein im Juli 2019 wurden am Amazonas geschätzt 225.500 Hektar Regenwald zerstört. Die Brandrodung der tropischen Regenwälder trägt seit Jahren insgesamt zwischen 10 und 20 Prozent zum weltweiten Treibhauseffekt bei. Der Brand der Kathedrale von Notre-Dame im Jahr 2019 löste schnell mehr Betroffenheit aus, als der Brand 100.000er Hektar tropischen Regenwalds in Brasilien kurz danach. Auch das zeigt, wie wenig das Bewusstsein über Wälder als nachhaltige CO₂-Senken und Brandrodungen als zentrale Treibhausgasemittenten ausgeprägt ist. Sie sorgen jährlich für mehr CO₂-Emissionen als Deutschland insgesamt. Ein weiteres gutes Beispiel liefert Paraguay. Hier hat die Regierung vor Kurzem beschlossen, zugunsten der Tierhaltung und Fleischproduktion vorwiegend für China und Chile in den kommenden Jahren 5 Mio. Hektar Wald in Weideland umzuwandeln.

Informationen zum Speicherverhalten von Bäumen, Wurzeln und Böden gibt es hier: <https://www.wald.de/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/>.

CO₂-Senken und Klimaschutz: Die Freisetzung von CO₂ durch Waldvernichtung in Form von Brandrodung und die nachhaltige Vernichtung von Waldfläche als CO₂-Senken sollten ebenso wie Treibhausgasemissionen Eingang in nationale Klimabilanzen finden.

2.2. Globale Emissionseffekte in Klimabilanzen

Die Konstruktion internationaler Klimaschutzankommen scheint durch die Formulierung staatlicher Zielkorridore ein länderübergreifendes bzw. globales Denken und Handeln zu verhindern. Wenn Klimaschutz als wichtige Aufgabe der Menschheit und globale Herausforderung gesehen wird, ist das wenig plausibel. Aktuelle Regelungen machen auch für Länder wie Deutschland das Engagement zu bedeutenden Emissionsminderungen in anderen Staaten nicht anrechenbar, entsprechend gering ist die Motivation. Wenn Deutschland z.B. Kraftwerke in Asien oder Afrika mit modernen Technologien ausstatten und so dort beträchtliche Emissionen mindern würde, hätte das für die deutsche Klimabilanz keinerlei Auswirkung. Da Klimaschutz und somit die Minderung von Emissionen nur im globalen Maßstab zum Erfolg führen kann, wäre die Anrechnung von Emissionsminderungen auch in ausländischen Staaten auf die Klimabilanz des jeweiligen Landes ein Schritt, der dem Weltklima evtl. deutlich schneller und effektiver helfen könnte. Insbesondere hochentwickelte Industrieländer wie Deutschland könnten dann Emissionsminderungen genau dort unterstützen, wo sie am effektivsten möglich sind. Im Ergebnis würden global gesehen mit gleichem Mitteleinsatz deutlich stärkere Effekte bei der Minderung von Treibhausgasemissionen möglich werden – und für viele ausländische Staaten z.B. in Afrika oder Asien käme ein solches Engagement einer zusätzlichen Entwicklungshilfe gleich. Zudem wären Anrechnungen bei der Internationalisierung innovativer Technologien denkbar, sodass ein Land mit der Investition in Forschung und Entwicklung durch Technologieexport an den globalen Emissionsminderungen „beteiligt“ wird.

Statt Strafzahlungen bei der Nichterfüllung internationaler Abkommen könnten so auch Gutschriften bei deren Übererfüllung für eine besondere Motivation zur Entwicklung klimawirksamer Technologien für die Welt führen. Klimaschutz würde tatsächlich zum Gegenstand globaler Kooperation, nationale Sonderwege würden an Attraktivität verlieren.

2.3. Effizienz und Effektivität

Dieser Gedankengang führt das Modell globaler Anrechnung und effizienter Mittelverwendung für den Klimaschutz fort. Bei den Ausführungen zu den einzelnen Sektoren wurde deutlich auf Deutschlands Hürden in vielen Bereichen verwiesen, wenn Deutschland seine für 2030 und 2050 formulierten Klimaschutzziele ohne De-Industrialisierung, Wohlstandsverlust bzw. soziales Ungleichgewicht und inneren Unfrieden erreichen möchte. In einigen Sektoren scheint mit Blick auf Entwicklungen des vergangenen Jahrzehnts fraglich, wie die angekündigten Maßnahmen im kommenden Jahrzehnt die beabsichtigte, deutliche Wirkung auf Emissionsminderungen entfalten sollen.

Eine Alternative zur Klimapolitik der Bundesregierung mit vielen Einzelmaßnahmen in der Energiewende, Verkehrswende, Wärmewende, CO₂-Bepreisung etc. könnte das übliche Marktprinzip aus Effektivität und Effizienz sein, wobei wir wieder dem Grundprinzip im Klimaschutz folgen, dass Klimaschutz gleichbedeutend mit der Minderung von Treibhausgasemissionen ist:

Effektivität: Maßnahmen werden in der Priorität so ergriffen, wie sie nachhaltig den gewünschten Effekt, also die Minderung von CO₂-Emissionen gegenüber dem aktuellen Stand, am besten erfüllen. Priorität haben demnach die Maßnahmen mit den nachhaltig stärksten Effekten auf Emissionsminderungen.

Effizienz: Mittel für Emissionsminderungen werden zudem danach ausgerichtet, dass pro eingesetzter Einheit (Zeit oder Geld) das maximale Ergebnis erreicht wird. Maßnahmen, die pro Euro bzw. Stunde nachhaltig die meisten Emissionen einsparen, werden entsprechend zuerst umgesetzt.

Wer sich mit Produktivität und Zeitmanagement beschäftigt, wird recht schnell über das Pareto Prinzip bzw. die 80/20-Regel stolpern. Sie besagt, dass man rund 80 Prozent des gewünschten Ergebnisses oft mit nur rund 20 Prozent des Einsatzes erreichen kann, während die letzten 20 Prozent des Ergebnisses wiederum für 80 Prozent des Einsatzes stehen. Übersetzt bedeutet dies, dass es sich oftmals nicht lohnt, mit erheblicher Anstrengung an einem 100-Prozent-Ergebnis zu arbeiten. Schaut man auf Deutschlands Vorhaben beim Klimaschutz, bis 2050 weitgehend klimaneutral zu sein und dennoch eine der führenden Industrienationen zu bleiben, sind Parallelen zu diesem Prinzip deutlich erkennbar. Je näher man in den einzelnen Sektoren dem als optimal angestrebten Zustand der Nullemission von Treibhausgasen kommt, desto teurer wird jedes weitere Prozent Minderung im Vergleich zum vorherigen Prozent. Die Kosten steigen dabei nicht linear, sondern exponentiell. Eine Studie des Bundesverbands der Deutschen Industrie berechnete im Jahr 2018 für das Ziel, bis 2050 die Emissionen in Deutschland um 80% gegenüber 1990 zu mindern, zusätzliche Investitionen von rund 1.500 Mrd. Euro, beim aktuell diskutierten Ziel von 95% und weitgehender Klimaneutralität wären es laut dieser Studie 2.300 Mrd. Euro – andere Berechnungen reichen bei absoluter Klimaneutralität (also 100%) bis zu 7.500 Mrd. Euro. Das entspräche mehr als dem Zweifachen des aktuellen Bruttoinlandsproduktes Deutschlands.

Schauen wir auf ein Beispiel beim Klimaschutz, so gibt es in Bereichen wie der Gebäudeisolierung nach Schätzungen sogar Maßnahmen, in denen man mit 10% Aufwand 90% des Ergebnisses erreichen kann. Statt ein ganzes Dach zu erneuern, kann die Dämmung des Dachbodens ausreichen. Auch bei Gebäuden nehmen die Kosten für zusätzliche Energieeinsparungen mit jedem höheren Gebäudestandard überproportional zu. Ein Beitrag des Klimaschutzprogramms 2030 zur Emissionsminderung im Rahmen der Wärmewende wird in einer weiteren Erhöhung der Gebäudestandards gesehen. Förderinstrumente des Bundes sind derzeit meist auf größere Maßnahmen statt Effizienz ausgerichtet. Dies bestätigt eine Studie des Deutschen Verbandes für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung (DV) gemeinsam mit Mieterbund und dem Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW). Sie kommt zur Kernaussage: „Zurzeit wird das am stärksten gefördert, was am teuersten ist. Das ist grober Unfug. Es müsste das gefördert werden, was tatsächlich am meisten CO₂ vermeidet.“

In einigen Bereichen ist Klimaschutz auch durch soziale Kosten teuer. Der Kohleausstieg kostet durch die zusätzliche Unterstützung für die betroffenen Regionen 40 Mrd. Euro mehr, Schätzungen gehen von tatsächlichen Kosten bis zu 80 Mrd. Euro aus. Der Umbau der Autoindustrie wird ebenso mit Transferleistungen an die Bundesländer mit Automobilproduktion verbunden sein. Deshalb könnte es ineffizient sein, Mittel darauf zu verwenden, in Deutschland den maximalen Effekt zu erzielen. Dem Pareto Prinzip folgend könnte es sinnvoll sein, durch Globalisierung des deutschen Klimaschutzes andernorts mit 20 Prozent Mitteleinsatz auf 80 Prozent der Wirkung zu kommen und so weltweit deutlich mehr Emissionen zu mindern. Dabei können Maßnahmen in anderen Ländern nicht nur effizienter, sondern auch viel effektiver sein.

Die deutsche Energiewende hat bis heute schon Kosten zwischen 150 und 250 Mrd. Euro verursacht, Schätzungen gehen hier weit auseinander. Bis 2025 schätzte der BDI die Kosten auf 520 Mrd. Euro, zu diesem Zeitpunkt waren die 40 Mrd. Euro für die Strukturentwicklung der Kohlereviere und die 54 Mrd. Euro für das Klimaschutzprogramm 2030 noch nicht enthalten. Das zeigt, welche immensen Investitionen schon in den kommenden Jahren stattfinden, ohne dass Effizienz und Effektivität Priorität genießen. Deutschlands Weg der Energiewende gilt weltweit als der teuerste, trotz ausbleibender deutlicher Klimaeffekte. Bei den weiteren Maßnahmen sollte gerade die junge Generation darauf achten, dass die Politik Effizienz und Effektivität stärkere Bedeutung einräumt, denn in 30 Jahren werden heutige junge Generationen sowohl die Folgen des Klimawandels als auch evtl. volkswirtschaftlicher Fehlentwicklungen schultern müssen.

2.4. Technologieoffenheit für CO₂-Entzug

Die im vorherigen Gedanken aufgeführten Kostenschätzungen der BDI-Studie setzen richtige Entscheidungen zum richtigen Zeitpunkt und einen optimalen Mitteleinsatz für die bestehenden Klimaschutzmaßnahmen durch den Bund voraus. Ist das nicht gegeben, können Kosten und Risiken erheblich steigen oder das Ziel sogar unerreichbar werden lassen. Als Beispiel wird die aktuelle Fehlsteuerung beim verzögerten Netzausbau im Rahmen der Umsetzung der Energiewende angeführt. Derzeit konzentrieren sich fast alle Maßnahmen ausschließlich auf

CO₂-Vermeidung. In der Wissenschaft wird darauf hingewiesen, dass zur Minderung der Treibhausgasemissionen und Bremsung des Klimawandels wie durch die internationale Staatengemeinschaft beschlossen, der Atmosphäre bis 2050 jährlich 10 Mrd. Tonnen CO₂ entzogen werden müssten – das ist eine Frage neuer Technologien. Eine Investition in solche Technologien findet aktuell allenfalls am Rande statt. Firmen, die der Atmosphäre CO₂ entziehen und beispielsweise synthetische Kraftstoffe herstellen, werden in Deutschland so z.B. nicht für ihren CO₂-Entzug und -Kreislauf belohnt, vielmehr werden auch sie anhand des Verbrennungsvorgangs bewertet, bei dem das der Atmosphäre zuvor entzogene CO₂ wieder in selbige gelangt. Sie haben also keinen Vorteil gegenüber fossilen Kraftstoffen, die zusätzliches CO₂ in die Atmosphäre abgeben, sind in der Herstellung aber teurer. Auf solche und weitere Technologien, die mit dem Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre arbeiten, könnte ein deutlicher Fokus gelegt werden – wie das bereits im „natürlichen“ Sinn bei den Wäldern als CO₂-Senken ausgeführt wurde.

2.5. Vorketten in Klimabilanzen aufnehmen

Mit einem Blick aufs Weltklima und ebenso für den internationalen Vergleich der Klimabilanzen könnte es zudem ein Weg zu mehr Transparenz und der Abbildung tatsächlicher Klimaschäden sein, Treibhausgasemissionen fair zu verteilen und auszuweisen. Ein Land, das für andere Länder Strom oder Waren herstellt und exportiert, sollte auch die Emissionen in entsprechende Bilanzen dieser Länder exportieren dürfen. Gleichzeitig sollten Energieträger im fairen „Klimawettbewerb“ stehen, indem ihre Gesamtemissionen einschließlich der Vorkette aus Förderung und Transport bei dem Land in die Klimabilanz eingerechnet werden, in dem sie in Energie gewandelt und verbraucht werden. Dadurch würden alle Länder angehalten, auch Förderung und Transport zu optimieren und Technologien für Emissionsminderungen in diesen Bereichen zu entwickeln. Zudem würden Energieträger mit ihrer realen Klimawirksamkeit vergleichbar.

3. Klimaschutz in weiteren Bereichen

Bislang folgen wir in dieser Beitragsserie der Maxime Klimaschutz = Minderung von Treibhausgasemissionen. In fast allen in Deutschland geführten Debatten wird dabei Prognosen der Klimaforschung bzw. Klimafolgenforschung gefolgt. Wie im einführenden Beitrag zu Emissionen dargestellt, gibt es in der Wissenschaft weitgehend Einigkeit darüber, dass Treibhausgase zur Erderwärmung führen und zu vermeiden sind. Es gibt ebenso weitgehend Einigkeit, dass menschengemachte Treibhausgasemissionen einen Beitrag leisten. Wie stark dieser Beitrag und damit der menschliche Einfluss sind, dazu gibt es unterschiedliche Ansichten. In einigen Bereichen der Wissenschaft gibt es zu dieser Diskussion keine Positionierung, da sie sich mit anderen Themen auseinandersetzen. Wenn umfassend über Klimaschutzmaßnahmen gesprochen wird, ist es wichtig, auch diese Bereiche zu betrachten.

3.1. Anpassung an den Klimawandel

Selbst wenn Deutschland und die EU ihre ambitionierten Klimaziele erreichen, werden die Temperaturen infolge des Klimawandels steigen und sich die Lebensbedingungen verändern. Deshalb ist es wichtig, vorsorglich Strategien für eine Anpassung an diese veränderten

Bedingungen zu entwickeln. Klimapolitik muss deshalb neben der Vermeidung von Treibhausgasen parallel ebenso intensiv die Anpassung an Folgen des Klimawandels berücksichtigen. Anpassungsstrategien können von einer Umstellung der Landwirtschaft auf neue Nutzpflanzen und eine andere Bodenbewirtschaftung über Vermeidung hitzebedingter Todesfälle, die Vorsorge vor eingeschleppten Krankheiten durch exotische Stechmücken bis zu Schutzsystemen vor starker UV-Strahlung oder Hitzewarnsystemen reichen.

Bereits in den 1990er-Jahren haben sich die internationale Staatengemeinschaft und auch Deutschland dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Angriff zu nehmen. Im Jahr 2005 hat Deutschland sich zur Erarbeitung einer eigenen Anpassungsstrategie an den Klimawandel verpflichtet und diese am 17. Dezember 2008 im Bundeskabinett beschlossen.

In der Strategie sollen Klimafolgen und Handlungsoptionen für verschiedene Regionen definiert werden, es soll ein bundesweiter Handlungsrahmen entstehen, um Risiken für die Bevölkerung, für die natürlichen Lebensräume und die Volkswirtschaft vorzubeugen. Hierzu wurde auch das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) beim Umweltbundesamt eingerichtet. Drei Jahre später, im Sommer 2011, ist mit verschiedenen Akteuren der Länder ein Aktionsplan Anpassung erarbeitet worden.

Obwohl die Bundesregierung die Anpassungsstrategie als zweite wichtige Säule neben der Minderung der Emissionen beschreibt, wird sie in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen. Hier wird eine Aufklärung der Gesellschaft zunehmend wichtig, um heute bestehende Unsicherheiten und Zukunftsängste soweit wie möglich zu mindern oder zu beseitigen. Ein entsprechendes Informationsangebot zum Stand der Forschung und zu entsprechenden Maßnahmenplänen ist im Gegensatz zu den hier bislang dargestellten Klimaschutzmaßnahmen leider noch nicht in aller Breite zu finden. Für weitere Informationen verweisen wir auf die Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes:

Die Zusammenfassung der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ finden Sie hier

<https://www.kleine-klimaschule.de/files/Inhalt/Lektionen/Lektion5/PDFs/DeutscheAnpassungsstrategieKlimawandel.pdf>

Die Deutsche Anpassungsstrategie wird hier ausführlich mit allen Handlungsfeldern dargestellt:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-auf-bundesebene/deutsche-anpassungsstrategie>

3.2. Erforschung des natürlichen Klimawandels

Noch deutlicher in den Hintergrund ist die Erforschung des natürlichen Klimawandels getreten. Hierbei ist wichtig zu verstehen, dass es den klassischen „Klimaforscher“ kaum gibt, da Wissenschaftlicher unterschiedlichster Ausrichtungen an unterschiedlichen Details forschen, die in verschiedene Bereiche der Klimaforschung hineinspielen. So können sich z.B. Geowissenschaftler, Physiker oder Meteorologen mit Teilaspekten der Klimawissenschaften beschäftigen.

Sowohl für den Bereich der Zukunftsprognosen als auch für Anpassungsstrategien ist die weitere Erforschung des natürlichen Klimawandels von Bedeutung. Sie kann auf der Grundlage

von Erkenntnissen aus der Erdgeschichte auch wichtige Hinweise für die Zukunft geben und steht insofern in keinerlei Widerspruch zu den zentral verfolgten Säulen Emissionsminderung und Anpassung an den Klimawandel, sondern eher in Partnerschaft als drittes wichtiges Forschungsfeld zum gesamten Themenkomplex.

In Deutschland werden seit Jahren Forschungen „zum menschlichen Einfluss auf das Klima“ und zur Entwicklung von „Klima-Modellen“, wie sie dem Ansatz der Minderung der CO₂-Emissionen entsprechen, deutlich stärker berichtet und gefördert. Auf Forschungen zur „natürlichen Variabilität des Klimas“ und zur „Paläoklimatologie“ trifft das immer weniger zu. Paläoklimatologie umfasst soviel wie die Rekonstruktion der Klimageschichte unserer Erde und die Entschlüsselung von Klimawandel-Ereignissen anhand vergangener Datenreihen.

Der renommierte Kommunikationswissenschaftler Prof. Hans Mathias Kepplinger folgerte in seiner Arbeit eine „Mediatisierung der Wissenschaft“, also eine Bevorteilung einzelner Forschungsrichtungen durch besondere finanzielle Förderung zugunsten von Forschungen zum menschlichen Einfluss auf das Klima und zu Klima-Modellen. Für umfassendes Wissen über den Klimaschutz und mögliche Zusammenhänge sowie Gestaltungshinweise bei Klimawandel-Ereignissen sollte die Gesellschaft hingegen ein deutliches Interesse haben, auch diese dritte Säule der Wissenschaft mit möglichen Beiträgen zur Erklärung des Klimawandels wieder mehr in den Fokus zu rücken.

Eine Darstellung der besprochenen Studie zur Vernachlässigung der Forschung zum natürlichen Klimawandel finden Sie hier: https://www.kepplinger.de/files/images/FOMA_2008-1_Jahrgang24.pdf

4. Ausblick

Da dieser Beitrag fortlaufend ergänzt wird, bleibt zum Abschluss ein Fazit aus. Sicher ist zu sehen, dass Klimaschutz in Deutschland ein extrem komplexes Thema ist, das weder mit einfachen Forderungen, noch mit einfachen Antworten auskommt. Klimaschutz betrifft die gesamte Gesellschaft und muss auch von der gesamten Gesellschaft mitgetragen werden. Überforderungen von Teilen der Gesellschaft, seien es Fleischkonsumenten oder Autofahrer, können die Akzeptanz und Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen gefährden, verzögern oder in Teilen unmöglich machen. Die Energiewende hat mit Problemen beim Netzausbau, beim Ausbau der Erneuerbaren, beim Kohleausstieg und beim aktuellen Zusammenbruch der Windkraftbranche hier erste Hinweise gegeben. Da künftige Generationen nicht nur den Klimawandel, sondern auch die volkswirtschaftlichen Effekte der Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf Wohlstand und Lebensverhältnisse schultern müssen, ist eine umfassende Betrachtung und Meinungsbildung zu diesem Themenkomplex so bedeutend. Als zentrale Herausforderung unserer Gesellschaft ist Klimaschutz auch das teuerste Projekt und wird die Zukunft junger Generationen bei Erfolg und Misserfolg gleichermaßen stark prägen.

Die ausführliche Darstellung aktuell von der Bundespolitik geplanter Maßnahmen und Gedankenanstöße, was Klimaschutz noch bedeuten kann, können bei der Meinungsbildung helfen und im besten Fall zu differenzierten Gesprächen und Forderungen mit Bezug auf die Klimapolitik Deutschlands beitragen. Wer heute Nullemissionen bis 2030 fordert, der könnte die Gesellschaft überfordern und spalten, der würde dem Klimaschutz eher einen Bärendienst erweisen. Es wird am Ende nur ein Weg funktionieren, den die Gesellschaft in der Breite mittragen kann, da sie auch in der Breite betroffen und Teil der Entwicklung sein muss.

Mit diesem Beitrag ist dieser fünfteilige Einstieg zu den Themen Energiewende und Klimaschutz in Deutschland abgeschlossen.