

### 3. Die Energiewende

#### Das gibt es hier zu erfahren

- Ziele der Energiewende
- Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland
- Die Kosten der Energiewende
- Herausforderungen und Konflikte im Rahmen der Energiewende
- Energiewende im internationalen Kontext

Zur Energiewende scheint eine wertfreie Darstellung trotz einer Informationsflut im Internet fast unmöglich. Google verweist auf über 12 Mio. Ergebnisse zum Begriff Energiewende und unter diesen ist selbst mit gründlicher Recherche kaum ein Beitrag zu ermitteln, der die Energiewende in Deutschland ausführlich, verständlich und neutral beschreibt. Beiträge in Wikipedia oder anderen Verzeichnissen spiegeln zum Teil auch die Sichtweise der Autoren wider, während in anderen Beiträgen oft eine bestimmte Sichtweise bevorzugt wird oder es an übersichtlichen Informationen fehlt. Vor diesem Hintergrund ist das Vorhaben dieses Beitrags, die Energiewende möglichst ausgewogen zu beschreiben, ganz sicher nicht vor Fehlern gefeit. Wo Sichtweisen oder Kenntnisse der Redaktion mit einer Nähe zu Lausitzer Energiethemen besonders deutlich werden, kennzeichnen wir dies entsprechend.

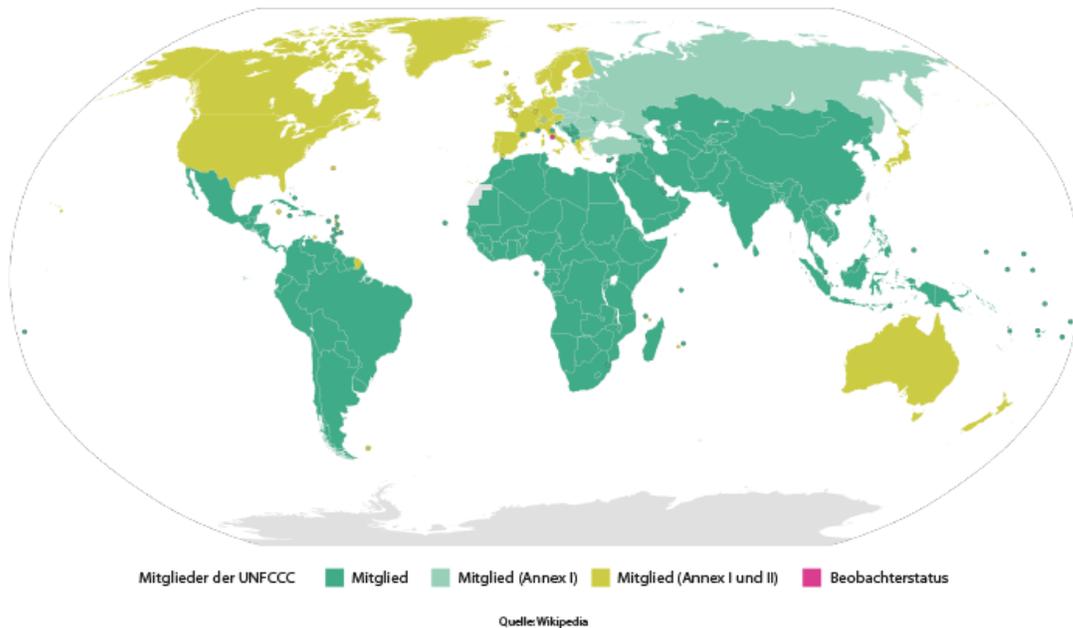
#### Die Energiewende – Begriffsklärung

Die Energiewende bedeutet nach heutigem Verständnis den Wechsel von fossilen Energieträgern zu regenerativen bzw. erneuerbaren Energieträgern. Zu den fossilen Energieträgern zählen Atom, Kohle, Erdgas bzw. Fracking-Gas und Öl. Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen Wasser, Wind, Sonne und Biomasse – letztere entspricht der Gewinnung von Energie aus pflanzlichen Substanzen.

Die Geschichte der Energiewende reicht weit zurück, wenn man sie unter dem Aspekt des Wechsels von fossiler zu erneuerbarer Energie betrachtet. Hier gab es erste Versuche bzw. Projekte bereits im 19. Jahrhundert. Für diese Beitragsserie grenzen wir die Energiewende zum besseren Verständnis aber deutlich ein: Hier beschreiben wir die Energiewende, die infolge der Bemühungen um einen globalen Klimaschutz und eine Verringerung der Erderwärmung in den 1990er-Jahren begann. Da die Energiewende in vielen Ländern unterschiedlich umgesetzt und diskutiert wird, beschreiben wir zudem nur die deutsche Energiewende – und versuchen abschließend, sie in einen internationalen Kontext einzuordnen.

Die Geschichte der heute viel diskutierten Energiewende ist also sehr jung. Sie fußt auf der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC), die 1992 von 154 Staaten unterzeichnet und verabschiedet wurde. Das Vertragswerk soll die menschlich verursachte Störung des Klimasystems eindämmen und die globale Erwärmung verlangsamen, es trat 1994 in Kraft. Die unterzeichnenden Länder sind je nach Entwicklungsstand in Gruppen eingeteilt worden, für die unterschiedliche Ziele definiert wurden. Bis heute haben 197 Staaten die Klimarahmenkonvention unterzeichnet. Sie wird auf regelmäßig stattfindenden Konferenzen mit neuen Vereinbarungen aktualisiert. Bekannt und oft in Medien aufgeführt sind z.B. das Kyoto-Protokoll und das Pariser Abkommen. Ziele sind in den Vereinbarungen teils konkret mit Emissionsminderungen, teils sehr allgemein formuliert. Ein Beispiel dafür ist die Begrenzung der Erderwärmung auf unter 1,5°C bzw. auf unter 2°C.

## Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen



Die Grundlage für die Energiewende – das ist für die Bewertung von Beiträgen und die eigene Meinungsbildung von zentraler Bedeutung – bildet die Vermeidung von klimawirksamen, menschlich verursachten Treibhausgasen, dabei wird meist allgemein von Emissionen gesprochen. Es geht im Kern um die Vermeidung vor allem von CO<sub>2</sub> und Methan zur Eindämmung des Treibhauseffekts, den wir in Beitrag 1. ausführlich dargestellt haben. Die deutsche Energiewende ist allerdings durch ein zusätzliches Ziel gekennzeichnet. Nachdem sich im März 2011 der Reaktorunfall im japanischen Atomkraftwerk Fukushima ereignete, beschloss Deutschland den Ausstieg aus der Atomkraft. Weltweit haben dies drei weitere Länder (Schweiz, Belgien, Spanien) beschlossen, wobei Deutschlands Atomausstieg am schnellsten erfolgen soll. Deutschland hat seine Energiewende in verschiedenen Gesetzen geregelt, die Ziele und Umsetzung vorgeben.

### Die Ziele der Energiewende

Im Rahmen der Energiewende hat Deutschland verschiedene Ziele definiert. Wichtigste Kernziele sind dabei der Ausbau der erneuerbaren Energie und die Erhöhung der Energieeffizienz, wodurch der Energiebedarf deutlich gesenkt werden soll. Ausführlich gestalten sich die Ziele nach dem Energiekonzept vom September 2010 und den Beschlüssen zur Beschleunigung der Energiewende vom Sommer 2011 wie folgt:

- Ausstieg aus der Kernenergie bis Ende 2022
- Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 Prozent, bis 2030 um 55 Prozent, bis 2040 um 70 Prozent und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent (gegenüber dem Basisjahr 1990).
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2020 auf 18

Prozent, bis 2030 auf 30 Prozent, bis 2040 auf 45 Prozent und bis 2050 auf 60 Prozent.

- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch auf 35 Prozent bis 2020, auf 50 Prozent bis 2030, auf 65 Prozent bis 2040 und auf 80 Prozent bis 2050.
- Reduktion des Primärenergieverbrauchs bis 2020 um 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent.
- Verbesserung der Energieproduktivität auf 2,1 Prozent pro Jahr in Bezug auf den Endenergieverbrauch.
- Reduktion des Stromverbrauchs bis 2020 um 10 Prozent und bis 2050 um 25 Prozent (gegenüber 2008).
- Reduktion des Wärmebedarfs in Gebäuden bis 2020 um 20 Prozent und Reduktion ihres Primärenergiebedarfs um 80 Prozent bis 2050. Die Sanierungsrate für Gebäude soll von ein auf zwei Prozent verdoppelt werden.

Auch wenn die grundlegenden Ziele der Energiewende hier vereinfacht und übersichtlich aufgezählt wurden, sind sie aufgrund der verwendeten Fachbegriffe für Viele schwer verständlich. Sie sind aber die Grundlage für eine Betrachtung der Erfolge bzw. Probleme bei der Umsetzung der Energiewende. Zum besseren Verständnis erklären wir einige der in den Zielen verwendeten Begriffe deshalb genauer:

Bruttoendenergieverbrauch und Bruttostromverbrauch: Der Bruttostromverbrauch bezeichnet die gesamte Strommenge, die hierzulande verbraucht wird. „Brutto“ bedeutet, dass dabei auch die Strommengen enthalten sind, die gar nicht an der Steckdose beim Endverbraucher ankommen, sondern unter anderem beim Transport verloren gehen. Stromverluste in den Leitungen – sogenannte „Netzverluste“ – entstehen beispielsweise deswegen, weil der durchfließende Strom die Leitungen erwärmt und dabei Energie auf der Strecke bleibt. Zugleich geht auch dann Strom verloren, wenn Kraftwerke diesen selbst verbrauchen oder Pumpspeicher ihn zum Wasserpumpen einsetzen. Zieht man die Stromverluste beim Transport und den Kraftwerkseigenverbrauch vom Bruttostromverbrauch ab, spricht man vom „Nettostromverbrauch“ oder „Endenergieverbrauch“. Wichtig zur Unterscheidung: Strom ist nur ein Teil der Energie, die ein Land benötigt. Energie umfasst z.B. auch Verkehr und Wärme. Wichtig ist hier noch, dass der Bruttostromverbrauch die gesamte Strommenge umfasst, unabhängig davon, ob sie gerade benötigt wird. So wird überschüssig produzierter Strom z.B. bei viel Wind und Sonne hier ebenso berücksichtigt, auch wenn er nicht benötigt oder ins Ausland abgeführt wird.

Primärenergieverbrauch: Wenn aus einem Energieträger Strom, Wärme oder Antriebskraft (Verkehr) erzeugt wird, treten beim Prozess der Wandlung des Energieträgers in Energie, beim Betrieb der entsprechenden Anlagen und beim Transport der Energie zum Verbraucher Verluste auf. Am Ende kommt also nur ein Teil der Energie z.B. als Strom an, die zum Beginn im jeweiligen Energieträger steckt. Primärenergie beschreibt hingegen die gesamte Energie, die zum Beginn in einem Energieträger steckt. Der Primärenergieverbrauch ist demnach, meist auf ein Jahr gerechnet, die gesamte Energie aller verbrauchten Energieträger ohne Beachtung von Verlusten bei Erzeugung und Transport.

Endenergieverbrauch: Das ist nun einfach: der Endenergieverbrauch ist genau der Teil der Energie, der abzüglich der Verluste tatsächlich beim Endverbraucher – den Privathaushalten oder der Wirtschaft – ankommt. Er umfasst neben dem Strom auch Bereiche wie Verkehr und Wärme.

Energieproduktivität: Die Energieproduktivität gibt das Verhältnis von der Wertschöpfung eines Landes im Verhältnis zum Energieverbrauch wieder. Sie ist damit ein Maßstab für die Effizienz im Umgang mit Energieressourcen. Je höher sie ist, desto weniger Energie wird also für die Wertschöpfung benötigt und

desto besser steht das jeweilige Land beim effektiven Einsatz von Energie da.

Im Rahmen der Ziele der Energiewende wird vor allem über den Ausbau der erneuerbaren Energieträger gesprochen. Die Grundlage dafür liefert ein Gesetz, das im Jahr 2000 in Kraft trat. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt den Ausbau der erneuerbaren Energien als zentrale Säule der deutschen Energiewende. Es erteilt erneuerbaren Energien Vorfahrt ins Stromnetz und eine garantierte Einspeisevergütung für den produzierten Strom. Die Vergütung erfolgt unabhängig davon, ob dieser Strom gerade benötigt wird. Diese garantierte Einspeisevergütung wurde auf 20 Jahre festgeschrieben, was den Neubau von Energieanlagen im Bereich erneuerbarer Energie ab dem Jahr 2000 stark beförderte. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch ist so von rund sechs Prozent im Jahr 2000 auf rund 38 Prozent im Jahr 2018 gewachsen. Damit wurde die von der Bundesregierung definierte Zielmarke von 35 Prozent für das Jahr 2020 bereits vorzeitig übertroffen. Bis zum Jahr 2025 sollen 40 bis 45 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen. So sieht es das EEG nach seiner letzten Novellierung im Jahr 2014 vor. Mit rund 46 Prozent Anteil Erneuerbarer am Stromverbrauch wurde dieses Ziel bereits im Jahr 2019 übertroffen.

Beim Ausbau der erneuerbaren Energien hat Deutschland seine Ziele erfüllt, bei ihrem Anteil am Energieverbrauch ist es ebenso auf einem guten Weg – bei den weiteren Zielen sieht es weniger optimistisch aus. Sowohl bei der Senkung der Treibhausgasemissionen als auch bei der Energieeffizienz verfehlt Deutschland seine Ziele derzeit zum Teil deutlich.

## Enttäuschende Zwischenbilanz 2020

Ziele (Auszug)	Stand 1990	Stand 2010	Stand 2016	Ziel 2020	
Reduktion Treibhausgasemissionen gegenüber 1990	100 %	- 24,7 <sup>1)</sup>	- 27,6 % <sup>1)</sup>	- 40 %	
Anteil Erneuerbare am Bruttoendenergieverbrauch	< 3 %	11,1 % <sup>1)</sup>	14,8 % <sup>1)</sup>	18 %	
Anteil Erneuerbare am Bruttostromverbrauch	4 %	17 % <sup>2)</sup>	32,3 % <sup>2)</sup>	35 %	
Senkung des Primärenergieverbrauchs gegenüber 2008	100 % (2008)	- 1,4 % <sup>2)</sup>	- 6,9 % <sup>2)</sup>	- 20 %	
Senkung Stromverbrauch gegenüber 2008	100 % (2008)	- 0,6 % <sup>3)</sup>	- 3,8 % <sup>3)</sup>	- 10 %	

1) Quelle: Umweltbundesamt, Stand Frühjahr 2017

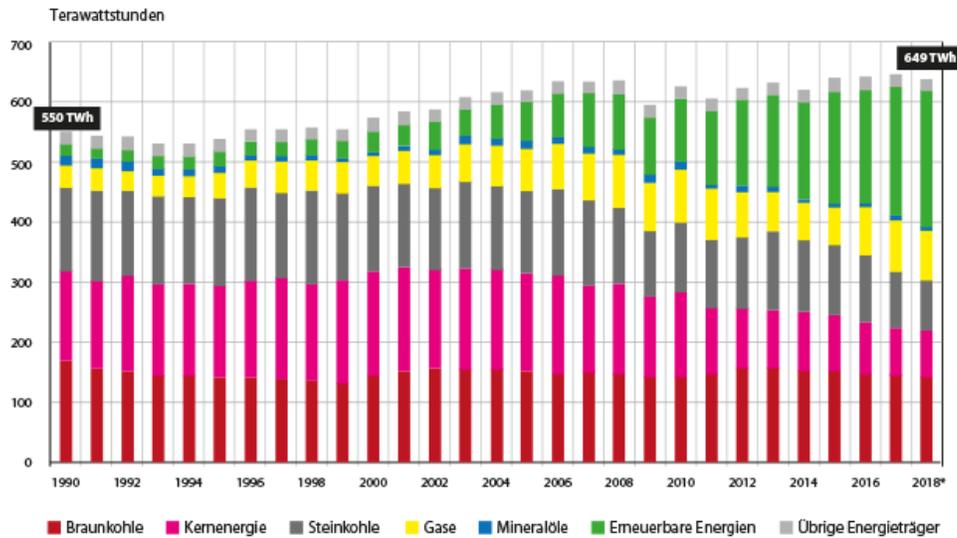
2) Quelle: BMWi, Zahlen und Fakten Energiedaten, Stand: 31.01.2017

3) Quelle: AG Energiebilanzen, Stand Februar 2017

### **Die Veränderungen im Mix der Energieträger**

Der Mix der Energieträger an der Bruttostromerzeugung hat sich in Deutschland insbesondere infolge des EEG stark verändert. Die entscheidenden Veränderungen sind das verstärkte Wachstum der Erneuerbaren seit 2010, die Reduktion des Anteils der Kernenergie seit 2011 und die Abnahme des Anteils der Steinkohle ab etwa 2016. Der Anteil der Braunkohle hat sich im Bereich elektrischer Energie seit 1990 nicht allzu stark verändert, er ist erst in den Jahren 2018 und 2019 um ca. ein Fünftel gesunken, weil einerseits erste Kraftwerkskapazitäten im Bereich der Braunkohle abgeschaltet wurden, andererseits das Jahr 2019 mit viel Wind und Sonne ein sehr gutes Jahr für erneuerbare Energieträger war. Im Jahr 2020 setzte sich dieser Trend fort, der durch den Einbruch der Wirtschaft infolge der Coronavirus-Pandemie zusätzlich verstärkt wurde. Die Reduktion der Braunkohleförderung der Neuen Bundesländer in der Nachwendezeit um über zwei Drittel (von ca. 300 Mio. Tonnen pro Jahr auf unter 100 Mio. Tonnen pro Jahr) hat kaum etwas mit der Stromerzeugung zu tun, sie schlägt sich eher im Bereich von Industrieprozessen und im Bereich der Gebäude/Wärme nieder. In vielen Haushalten und Unternehmen wurde zur politischen Wende noch mit Kohle geheizt, hier wurde nach der Deutschen Einheit intensiv umgerüstet bzw. zurückgebaut. Insofern weist der Anteil der Braunkohle im Bereich des Stromverbrauchs seit 1990 trotz Rückgang der Fördermenge bis 2018 nur vergleichsweise leichte Schwankungen auf. Die Entwicklung zeigt ebenso, dass der Bruttostromverbrauch um knapp ein Fünftel zugenommen hat. Das bedeutet, dass Deutschland infolge des Zubaus erneuerbarer Energieträger zunehmende Strommengen produziert. In Deutschland wurden bis 2018 insgesamt 30.518 Windkraftanlagen (Windräder) errichtet, davon 29.213 an Land und 1.305 im Meer. Windkraft hat heute einen Anteil von rund 25 % an der deutschen Stromproduktion. Im Jahr 2019 kam der Ausbau der Windkraft allerdings fast zum Erliegen. Warum das so ist, schildern Anmerkungen im Folgekapitel „Konflikte in der Energiewende“.

## Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern

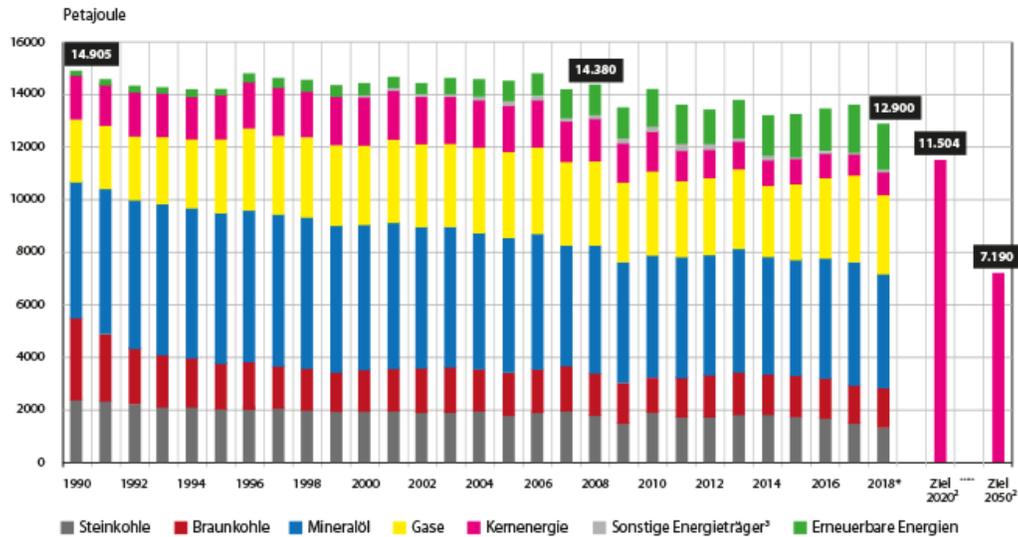


\* vorläufige Angaben, zum Teil geschätzt

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen,  
Sondertabelle Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2018 nach Energieträgern, Stand 12/2018

Die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs zeigt die Entwicklung für die gesamte Energie über den Strom hinaus. Hier wird deutlich, wie der Anteil der Braunkohle Anfang der 1990er-Jahre zügig abnimmt. Diese Übersicht enthält auch den Energieverbrauch im Verkehr (Mineralöle) und in der Industrie sowie den Gebäuden (z.B. Gase). Sie macht deutlich, dass erneuerbare Energie sich aktuell vor allem auf den Stromverbrauch auswirkt. Bei der Gesamtenergie fällt ihre Steigerung seit 2010 hingegen relativ gering aus. Das entspricht auch den verfehlten Zielen bei Emissionsminderungen in Sektoren außerhalb der Energiewirtschaft.

## Entwicklung des Primärenergieverbrauchs<sup>1</sup> in Deutschland nach Energieträgern mit politischen Zielen



<sup>1</sup> Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes

<sup>2</sup> Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung: Senkung des Primärenergieverbrauchs bis 2020 um 20% und bis 2050 um 50% (Basisjahr 2008)

<sup>3</sup> sonstige Energieträger: Grubengas, nicht-erneuerbare Abfälle und Abwärme sowie der Stromaustauschsaldo

\* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2017, Stand 07/2018; für 2017/2018-Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Primärenergieverbrauch, Stand 12/2018

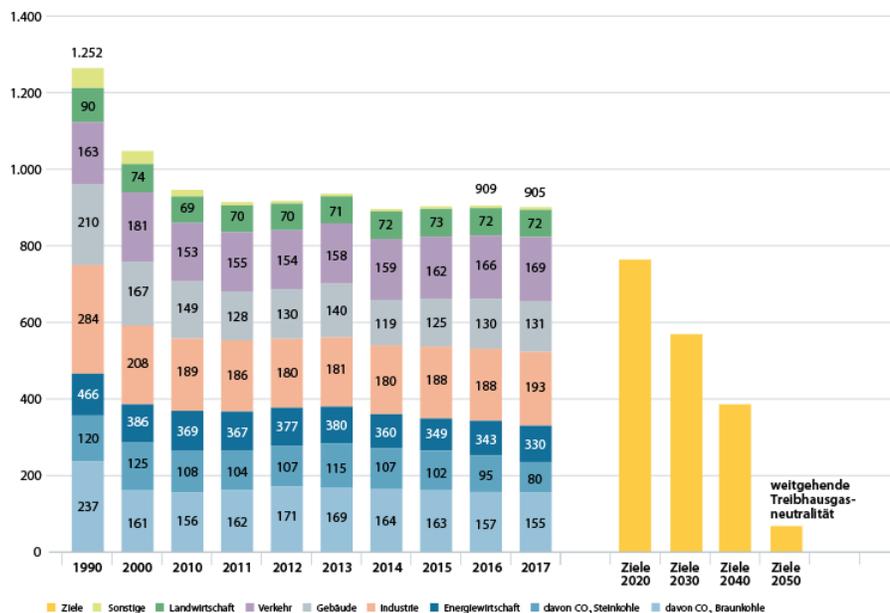
### Die Entwicklung der Emissionen

Die Energiewende dient vor allem dem Zweck der Emissionsminderung von Treibhausgasen. Das geschieht auf zwei Wegen. Zum einen, indem fossile und mit stärkeren Emissionen verbundene Energieträger durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. Zum anderen, indem grundsätzlich weniger Energie verbraucht wird bzw. mit Energie effizienter gewirtschaftet wird.

Betrachtet werden bei der Energiewende Emissionen in den Sektoren Energie, Wärme und Verkehr. Wir haben diese Bereiche zum besseren Verständnis in unserer Beitragsserie etwas ausführlicher gegliedert in Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr und Landwirtschaft. Das entspricht auch der politischen Diskussion, da genau in diesen Bereichen konkrete Maßnahmen zum Erreichen der Ziele der Energiewende führen sollen. Betrachten wir nochmals die Entwicklung der Emissionen in diesen Bereichen (siehe auch Beitrag 1.):

## Treibhausgasemission nach Sektoren in der Abgrenzung des Klimaschutzplans

in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente



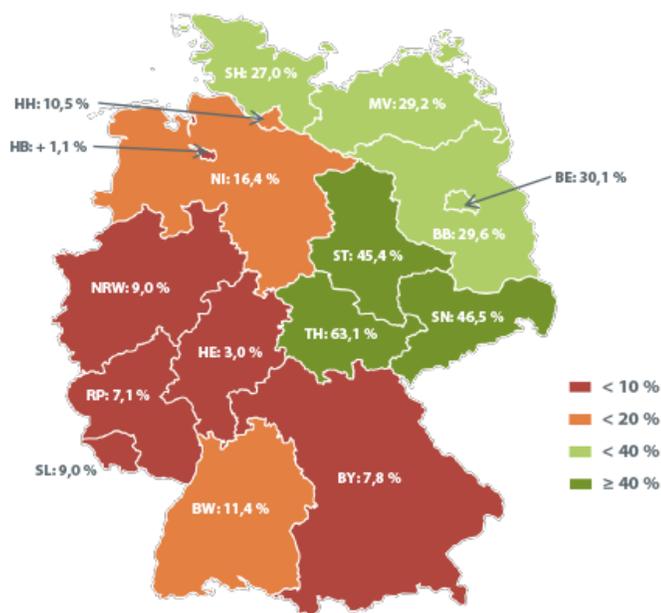
Über alle Sektoren hinweg hat Deutschland seine Treibhausgasemissionen bislang um 27,5 % senken können (Stand 31.12.2018, Zahlen für 2019 liegen noch nicht vor). Bis Ende 2020 sollten es ursprünglich 40 % sein. Dennoch könnte man bei bereits erreichten knapp 30 % meinen, Deutschland ist auf einem guten Weg. Wie sind diese Zahlen zu werten? Dafür ist es wichtig, sich die Entwicklung der Emissionen und der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen genau anzuschauen.

In den letzten zwölf Jahren ab 2006, konnten die Treibhausgasemissionen in Deutschland lediglich um ca. 7 % gesenkt werden. In dieser Zeit erfolgte aber der Großteil des Zubaus an erneuerbaren Energieträgern. Warum sind dennoch von 1990 bis Anfang der 2000-er Jahre fast drei Mal mehr Emissionen gemindert worden als in etwa dem gleichen Zeitraum danach? Hierzu können zwei Erklärungen herangezogen werden.

*Der Zusammenbruch der DDR:* Entscheidend ist bei der Betrachtung der erreichten Ziele zur Energiewende der Vergleichszeitraum. Dieser wurde auf das Jahr 1990 festgelegt. Im Oktober 1990 erfolgte die Deutsche Einheit, also der Beitritt der ehemaligen DDR zur Bundesrepublik Deutschland. Das Gebiet der Neuen Bundesländer verfügte 1990 über die Wirtschafts- und Bevölkerungsstruktur der vormaligen DDR. Insofern wurden in diesem Jahr auch entsprechende Emissionen verursacht. Ab Anfang der 1990er-Jahre bis zum Beginn der 2000-er Jahre erstreckte sich dann ein Strukturbruch vor allem in den industriellen Zentren der südlichen Neuen Bundesländer, also Südbrandenburg, Sachsen, Thüringen und Teile Sachsen-Anhalts. So gingen allein in der Lausitz von geschätzt 100.000 Arbeitsplätzen in der Energiewirtschaft (betrachtet man Bergbau und Kraftwerke gemeinsam) gut 90.000 verloren, mit der Textilindustrie und der Glasindustrie verschwanden ganze Branchen. In den Nachwendejahren verließen fast 1,4 Mio. Bürger ihre ostdeutschen Bundesländer, meist Richtung Westen. In der Lausitz haben einige Städte seit der Deutschen Einheit über die Hälfte ihrer Bevölkerung verloren. 1990 wurden allein in der

Lausitz rund 170 Mio. Tonnen Braunkohle gefördert, heute sind es noch knapp 60 Mio. Tonnen, Tendenz weiter abnehmend. Der Zusammenbruch einerseits und die Effizienzsteigerung der verbliebenen Betriebe in der Industrie und der Energiewirtschaft in Ostdeutschland andererseits sorgten im Nachwendezahrzehnt für eine erhebliche Minderung an Emissionen. Das wird deutlich sichtbar, wenn man die Minderung der Emissionen im Vergleich zum Basisjahr 1990 nach Bundesländern betrachtet: Sie reichen von Minderungen in den Neuen Bundesländern wie Thüringen mit 63,1 % über Sachsen mit 46,5 % oder Brandenburg mit knapp 30 % (hier wird die stärkere Wirkung im industriellen Süden durch den ländlichen Norden gedämpft) bis zu kaum spürbaren Veränderungen wie in Hessen mit gerade einmal 3 %. Kurzum: den Großteil der bis heute erreichten CO<sub>2</sub>-Reduktionen verursachte der wirtschaftliche Niedergang des Ostens. Seit 2010 liegt die zusätzliche Minderung an Emissionen zwischen 3 und 4 %. Vor diesem Hintergrund wird ersichtlich, dass weitere Minderungen in den künftigen Jahren mit den bislang verfolgten Maßnahmen zumindest schwierig umsetzbar erscheinen.

## CO<sub>2</sub>-Reduktion in Deutschland



Quelle: UBA, Nationaler Inventarbericht, Mai 2016; eigene Berechnung auf Basis der Länderergebnisse des Jahres 2012

Um die Emissionsminderungen in den einzelnen Bereichen besser zu verstehen, betrachten wir noch einmal die fünf entscheidenden Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr und Landwirtschaft.

**Energiewirtschaft:** In der Energiewirtschaft wurden die Emissionen von 466 Mio. Tonnen im Jahr 1990 auf 330 Mio. Tonnen im Jahr 2017 verringert, das entspricht knapp 30 %. Bei allen Sektoren werden die Emissionen übrigens in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten gemessen, das bedeutet, dass Emissionen anderer Treibhausgase wie Methan einfach in CO<sub>2</sub> umgerechnet werden, um die Bereiche anhand einer einfachen Zahl vergleichbar zu machen. In der Energiewirtschaft ist der Trend im Nachwendezahrzehnt deutlich erkennbar, im Zeitraum seit 2010 wurden trotz Zunahme der Erneuerbaren in der

Energiewirtschaft nur weitere gut 8 % an Emissionen eingespart. Das hat auch einen Grund, der sich in wenigen Jahren noch deutlicher niederschlagen könnte. Im Jahr 2010 betrug der Anteil emissionsfreier Kernenergie an der Stromerzeugung in Deutschland noch über 22 %. Im Jahr 2018 waren es zehn Prozent weniger – spätestens im Jahr 2022 verabschieden sich die restlichen zwölf bis 13 Prozent durch den Kernkraftausstieg aus dem deutschen Energiesystem. Sie müssen durch einen anderen Energieträger ersetzt werden. Da Kernenergie grundlastfähigen Strom liefert (siehe Beitrag 2.), wird sie im Jahr 2022 zumindest zeitweise durch grundlastfähige Energie ersetzt werden müssen. Zusätzliche Kapazitäten grundlastfähiger Energie mit den erforderlichen Eigenschaften für ein stabiles Stromnetz wird es in dieser Kurzfristigkeit fast nur durch fossile Energieträger geben. Insofern können die Emissionen bei reiner Betrachtung auf die Energiewirtschaft dann wieder steigen.

*Industrie:* In der Industrie wurden die Emissionen von 284 Mio. Tonnen im Jahr 1990 auf 193 Mio. Tonnen im Jahr 2017 verringert, das entspricht rund 32 %. Hier wird der Zusammenbruch der ehemaligen DDR am deutlichsten, denn seit 2010 haben die Emissionen im Bereich der Industrie sogar leicht zugenommen. Die gesamte Minderung erfolgte im Nachwendejahrzehnt.

*Gebäude:* Im Bereich Gebäude entstehen Emissionen vorwiegend durch Heizung und Warmwasser. Hier wurden die Emissionen von 210 Mio. Tonnen im Jahr 1990 auf 131 Mio. Tonnen im Jahr 2017 verringert, das entspricht einer Minderung um rund 38 %. Auch hier ist in den letzten Jahren nichts mehr passiert, seit 2014 geht der Trend sogar wieder leicht nach oben. Der immense Rückgang bis etwa 2005 ist zum einen dem massiven Rückbau von Plattenbauten und weiteren Wohnhäusern in den neuen Bundesländern und zum anderen vielen Investitionen in Maßnahmen zur Dämmung von Gebäuden und zur Umrüstung im Bereich der Gebäudetechnik, insbesondere der Modernisierung von Heizungsanlagen und deren Umstellung von Kohle auf andere Energieträger, zu verdanken. Durch massive Neubauprogramme vor allem in den Städten nimmt Wohnraum seit Jahren wieder zu, wodurch in diesem Bereich mit zunehmendem Wohnraum auch wieder steigende Emissionen zu verzeichnen sein werden.

*Verkehr:* Der Verkehr ist das größte Sorgenkind der Energiewende. Hier haben die Emissionen im Vergleichszeitraum seit 1990 sogar zugenommen, um knapp 4 % von 163 Mio. Tonnen im Jahr 1990 auf 169 Mio. Tonnen im Jahr 2017. Deutschland hat immense Probleme bei der Umsetzung der Verkehrswende, insbesondere bei der Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene – sowohl im Personenverkehr als auch im Güterverkehr. Zudem ist in diesem Bereich gut zu sehen, wie es um den persönlichen Beitrag der Deutschen steht. Der Automarkt wird von schweren SUV und stark motorisierten Modellen beherrscht, die entsprechend stark im Kraftstoffverbrauch und Ausstoß von Emissionen sind. Im Jahr 2018 wurden mit 933.505 SUV bzw. Geländewagen so viele Offroader wie noch nie in Deutschland zugelassen, im Jahr 2019 waren es in diesem Bereich bereits im November sogar über 1 Mio. Neuzulassungen. Im Vergleich dazu betrug die Zahl neu zugelassener Elektroautos in 2018 nur 36.062 Fahrzeuge. Inzwischen steigen die Neuzulassungen bei Elektroautos, im ersten Halbjahr 2019 waren es bereits über 30.000 neue Elektroautos, das Wachstum fällt im Vergleich zu den Neuzulassungen in anderen Bereichen aber nach wie vor deutlich zu gering aus.

*Landwirtschaft:* Die Landwirtschaft hat ebenso nur in den 1990er-Jahren für einen geringfügigen Rückgang an Emissionen gesorgt, von 1990 mit 90 Mio. Tonnen auf 72 Mio. Tonnen im Jahr 2017 sind es zwar 20 % im gesamten Betrachtungszeitraum, aber hier hat sich seit 2000 kaum noch etwas getan. In der Landwirtschaft entstehen Emissionen vor allem durch Methan, das Kühe und andere Pflanzenfresser in Größenordnungen ausstoßen. Zum anderen entstehen Emissionen verstärkt durch Düngung,

insbesondere im Bereich großer Flächen mit Monokulturen, die oft für Stromerzeugung aus Biomasse, zur Herstellung von Kraftstoffen (Bio-Diesel) oder zur Produktion von Futtermitteln für die Tierhaltung genutzt werden. Insbesondere das ausgestoßene Methan stellt eine Herausforderung für die Energiewende dar. Methan ist deutlich klimawirksamer als CO<sub>2</sub>. In den ersten zehn bis 20 Jahren seiner Verweildauer in der Atmosphäre ist es fast 90mal klimaschädlicher als CO<sub>2</sub>. Hier schlägt sich insbesondere der Fleischkonsum der Deutschen nieder, der mit 60 Kilogramm pro Kopf auf relativ hohem Niveau stagniert.

Im Jahr 2020 wird Deutschland aufgrund des wirtschaftlichen Einbruchs infolge der Coronavirus-Pandemie Emissionen in sämtlichen Sektoren mindern. Inzwischen gilt sogar das Erreichen des Klimaziels bei den Emissionsminderungen für 2020 als erreichbar. Allerdings sollte dieser durch eine Krise verursachte Minderungseffekt erst im Vergleich mit den Folgejahren bewertet werden, in denen die Wirtschaft wieder zu einem Normalbetrieb finden dürfte und ein Aufholeffekt entsprechende Mehremissionen verursachen könnte. Aus diesem Grund gehen wir auf diese ganz aktuellen Zahlen in dieser Beitragsserie nicht ein.

*Betrachtet man die Entwicklung der Emissionen insbesondere seit 2010 genau, ist die Bilanz ernüchternd. Die Energiewende hat von 2000 bis zum Jahr 2017 bereits rund 200 Milliarden an Kosten verursacht, mit stark zunehmender Steigerungstendenz. In diesem Zeitraum hat sich am Ausstoß der Emissionen in Deutschland aber kaum etwas verändert. Die Minderungen sind insgesamt vor allem auf den industriellen Zusammenbruch der ehemaligen DDR zurückzuführen. Der starke Ausbau der Erneuerbaren in den vergangenen Jahren scheint im Gesamtbild keine deutlichen Klimaeffekte zu erzielen, im Bereich der Energieeffizienz scheinen die Maßnahmen ebenso eher wenig Wirkung zu entfalten. Der Zeitraum, in dem massiv in die deutsche Energiewende investiert wurde, scheint im Ergebnis die Emissionen nicht deutlich zu beeinflussen und nicht den erhofften Beitrag zum Klimaschutz leisten zu können.*

### **Die Kosten der Energiewende**

Die Kosten der Energiewende lassen sich in ihrer Entwicklung schwer abschätzen. Berechnungen der Gesamtkosten vom Start bis in das Jahr 2050 reichen von 1.000 bis zu rund 4.500 Milliarden Euro. Aktuelle Schätzungen für das inzwischen diskutierte Ziel, 2050 bei den Emissionen eine Null zu erreichen, gehen bis zu über 7.000 Milliarden an Kosten. Ein Gutachten des Düsseldorfer Instituts für Wettbewerbsökonomie (DICE) hatte im Jahr 2016 laut einer Studie die Kosten der Energiewende bis 2025 mit rund 520 Milliarden Euro berechnet. Am stärksten wirkte sich in der Berechnung die Umlage zur Finanzierung der Erneuerbaren Energien aus, die sogenannte EEG-Umlage. Sie wird von jedem Stromverbraucher entrichtet und finanziert die gesetzlich garantierte Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Der Ausbau der Strom- und Verteilernetze schlug mit 55,3 Milliarden Euro zu Buche. Die Studie legte erstmals eine Kostenschätzung vor, die sämtliche Kosten der Energiewende im Stromsektor berücksichtigte, dazu zählen neben den direkten Kosten zur Förderung der erneuerbaren Energien auch indirekte Folgekosten, wie zum Beispiel für den Ausbau der Übertragungs- und Verteilungsnetze (die Bereiche Verkehr, Landwirtschaft und Wärme waren hier also noch nicht enthalten). Seitdem haben sich die Kostenschätzungen deutlich erhöht, sie fallen z.B. in folgenden Bereichen an:

- EEG-Umlage durch weiteren Zubau erneuerbarer Energieträger, inzwischen pro Jahr rund 30

Milliarden Euro mit zunehmender Tendenz

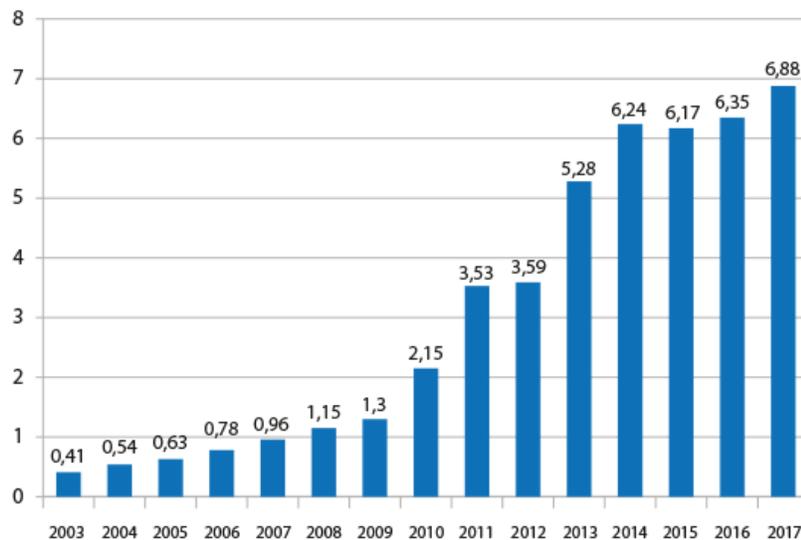
- der Ausbau des Übertragungsnetzes, das den Strom aus dem windreichen Norden in den industriell- und bevölkerungsstarken Süden bringen soll, wird bis 2030 mit rund 50 Milliarden Euro beziffert, aktuelle Angaben gehen aufgrund von Verzögerungen und höheren Planungskosten einerseits und beschleunigtem Ausbau der Erneuerbaren andererseits von deutlich höheren Kosten aus
- Kosten für Maßnahmen zur Stabilisierung der Stromnetze: Durch den zunehmend schwankenden Strommix im Stromnetz nehmen die Kosten für dessen Betrieb deutlich zu, die Eingriffe sind inzwischen auch auf ein jährlich anfallendes Kostenvolumen im knappen Milliardenbereich gestiegen
- Entwicklung und Bau von Speichern: Hierüber wird derzeit wenig gesprochen. Perspektivisch braucht das deutsche Stromsystem durch den Verzicht auf Atomstrom und die zunehmende Stilllegung von Kohlekraftwerken eine Alternative, um erneuerbare Energie zu bevorraten, wenn einmal über längere Zeit Wind und Sonne ausbleiben. Das gilt zumindest, wenn Zukäufe von Strom aus Kohle oder Atom aus dem Ausland vermieden werden sollen, was dem Zweck der deutschen Energiewende, Emissionen einzusparen und auf die als riskant eingestufte Kernenergie zu verzichten, entgegenstehen würde. Zudem sind gerade bei lang anhaltenden Wetterlagen mit wenig Sonne und Wind in der Regel auch die Nachbarländer betroffen, diese müssen also ihre eigene Stromversorgung absichern und können Deutschland in solchen sogenannten „kalten Dunkelflauten“ evtl. keinen überschüssigen Strom zur Verfügung stellen. Die Kosten für den Bau der notwendigen, ausreichenden Energiespeicher, damit Deutschland sich sicher und selbst versorgen kann, dürften die bislang bekannten Kosten für EEG-Umlagen, Netzausbau etc. nach aktuellen Schätzungen bei weitem übertreffen.
- Kosten für Forschung und Entwicklung: Hier ist keinerlei Statistik zu finden, die Ausgaben für Institute, Forschungsprojekte etc. sind mit der zeitlichen Dimension schwer zu beziffern. Das Deutsche Klima Konsortium ([www.deutsches-klima-konsortium.de](http://www.deutsches-klima-konsortium.de)) umfasst mit 24 Instituten oder Zentren einen Teil der Einrichtungen, die mit staatlicher Unterstützung und Drittmitteln aus der Wirtschaft zum Thema forschen.
- Kosten für die Strukturentwicklung der Regionen, die infolge der politisch beschlossenen Energiewende (Kohleausstieg) neue Wirtschaftsstrukturen aufbauen müssen, erste Bundesmittel belaufen sich für Kohlereviere im Zeitraum bis 2038 auf rund 40 Milliarden Euro, mit ergänzenden Maßnahmen darf man von deutlich höheren Kosten ausgehen
- Weitere Kosten für Maßnahmen zur Förderung des Klimaschutzes in der Gesellschaft, so haben Die Grünen bereits einen Klimafonds in Höhe von 100 Milliarden Euro gefordert, um Klimaschutzprojekte stärker und schneller zu fördern.

Die Liste der Kostenpositionen ließe sich noch um viele weitere Punkte erweitern. Inzwischen haben auch die Bundesländer mit Schwerpunkt in der Automobilindustrie auf immensen Geldbedarf beim Umbau dieser Industrie auf e-Mobilität aufmerksam gemacht. Hier geht es um deutlich mehr Arbeitsplätze und Kosteneffekte als in den Kohleregionen. All das verdeutlicht aber bereits im kurzen Überblick, dass die Energiewende in viele Bereiche der Gesellschaft hineinwirkt. Zudem treten – wie bei vielen anderen Projekten auch – meist Kostensteigerungen auf. Im Herbst 2018 rügte der

Bundesrechnungshof das Kostenmanagement der Energiewende durch die Bundesregierung. Der Bundesrechnungshof ist das Kontrollorgan für Geldausgaben und Wirtschaftlichkeit der Bundesregierung. Er hatte der Bundesregierung bereits 2016 bescheinigt, keine Übersicht über die Kosten der Energiewende zu haben. Im Bericht aus dem Jahr 2018 fiel die Kritik noch härter aus. Sie legt einen generellen Kontrollverlust nahe. Neben der Kostenexplosion rügte der Bundesrechnungshof gleichzeitig das Fehlen aussagekräftiger Daten und Effekte im Rahmen der Energiewende. (Quelle: 2018 Sonderbericht - Koordination und Steuerung zur Umsetzung der Energiewende durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, <https://www.bundesrechnungshof.de/de/veroeffentlichungen/produkte/sonderberichte/2018/energiewende>).

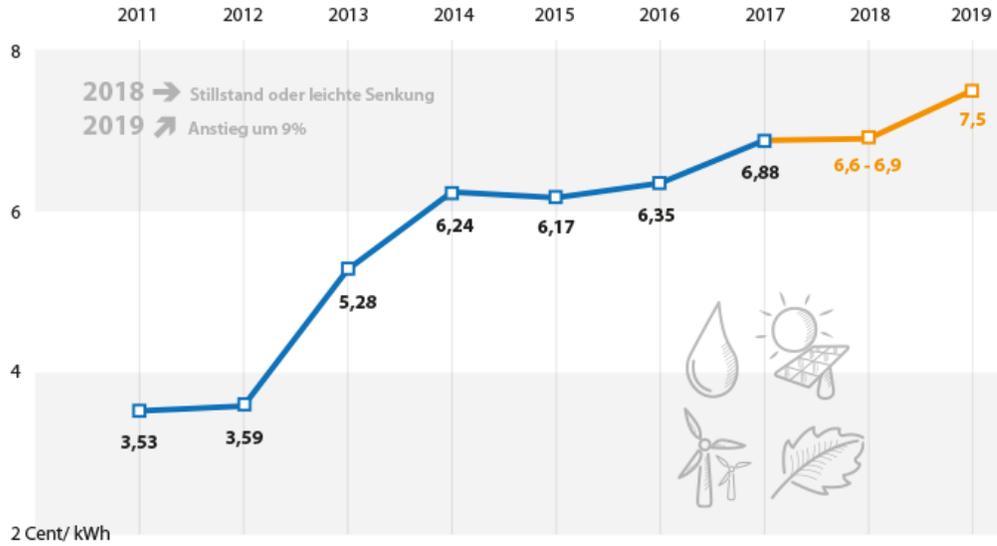
Bei der Konstruktion der Energiewende bleibt die Bundesregierung dem bisherigen Weg dennoch treu. Der Ausbau erneuerbarer Energieträger soll forciert, die Netze ausgebaut und Deutschland zum Vorreiter der Elektromobilität werden. Am gleichzeitigen Atom- und Kohleausstieg wird festgehalten, derzeit ein beschleunigter Kohleausstieg diskutiert.

Entwicklung der EEG Umlage in ct/KWh



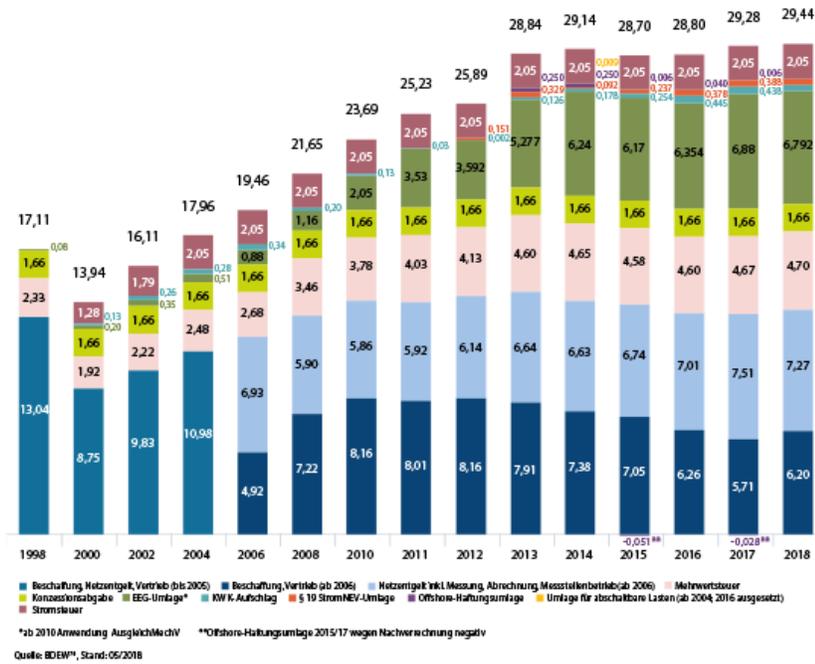
# Prognose für die EEG-Umlage 2018 und 2019

EEG-Umlage für Haushalts- und Gewerbekunden in Deutschland



Quelle: Strom-Report, Agora Energiewende

## Strompreise für private Haushalte (Jahresstromverbrauch 3.500 kWh) in ct/kWh

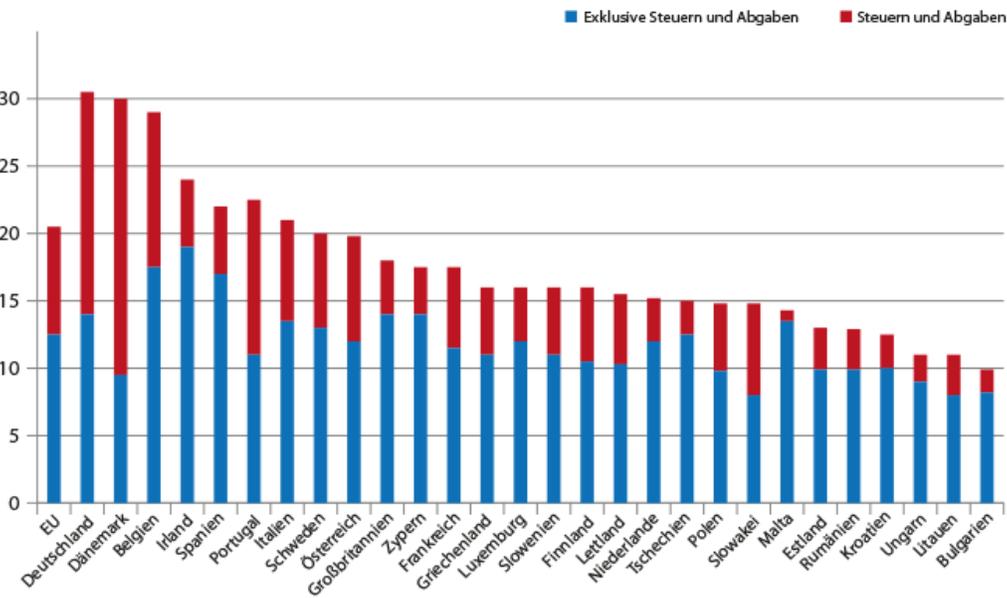


## Letztverbraucherausgaben für Strom in Milliarden Euro

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Gesamtausgaben (in Mrd. Euro)	65,6	68,6	69,4	76,7	76,0	75,3	74,1
Staatlich induzierte Elemente	21,9	27,9	28,4	35,6	37,9	37,1	38,4
Davon:							
Mehrwertsteuer	4,7	4,9	5,1	5,6	5,7	5,8	5,7
Stromsteuer	6,4	7,2	7,0	7,0	6,6	6,6	6,6
Konzessionsabgabe	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
EEG-Umlage	8,3	13,4	14,0	19,8	22,3	22,0	22,7
Umlage nach KWKG	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,3
Offshore-Haftungsumlage und Umlage für abschaltbare Lasten	0,0	0,0	0,0	0,7	0,8	0,0	0,2
Staatlich regulierte Elemente	16,9	17,6	19,0	21,2	21,4	21,4	22,3
Davon:							
Netzentgelte Übertragungsnetz	2,2	2,2	2,6	3,0	3,1	3,5	3,8
Netzentgelte Verteilnetz	14,7	15,4	16,4	18,2	18,3	17,9	18,5
Marktgetriebene Elemente	26,8	23,1	22,0	19,8	16,6	16,8	13,4
Davon:							
Marktwert EEG-Strom	3,5	4,4	4,8	4,2	4,1	4,7	4,3
Erzeugung und Vertrieb	23,3	18,6	17,2	15,6	12,5	12,1	9,1

Quelle: BMM<sup>10</sup> sowie Berechnungen und Schätzungen der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ auf Basis von SBA und ÖNB (2017). Den Berechnungen der Gesamtausgaben liegen die Erlöse aus dem Stromabsatz abzüglich Steuererleichterungen aus nachträglichen Entlastungsverfahren zugrunde. Die Mehrwertsteuer wird aufgrund der Möglichkeit zum Vorsteuerabzug für Unternehmen nur für private Haushalte ausgewiesen.

## Durchschnittlicher Strompreis für Haushalte pro 100 kWh in der 2ten Hälfte 2017 (in €)



Quelle: Eurostat, Mai 2018

*Die Übersichten zur Entwicklung der EEG-Umlage und zur Entwicklung der Strompreise verdeutlichen die Finanzierung der Energiewende durch die Verbraucher und Unternehmen. Die Strompreise für private Haushalte haben sich seit 2000 mehr als verdoppelt, Deutschland verfügt in diesem Bereich über die höchsten Strompreise in Europa. Zum Jahreswechsel 2019/2020 haben wiederum rund 400 Versorger in Deutschland die Strompreise um durchschnittlich 4-5% erhöht. Die von den Verbrauchern zu entrichtende EEG-Umlage steigerte sich bis 2016 auf über 22 Milliarden Euro, künftig wird sie knapp 30 Milliarden Euro pro Jahr betragen.*

### **Herausforderungen für die Energiewende**

Bei der Energiewende geht es um die Minderung von Emissionen bzw. Treibhausgasen. Im Abschnitt zu den Sektoren hat sich gezeigt, dass in vielen Bereichen in den letzten zehn Jahren trotz vieler Investitionen in die Energiewende bei diesem zentralen Ziel nur wenige Effekte erzielt werden konnten. Doch wie sieht das in der Zukunft aus, werden sich die Emissionen durch zusätzliche Maßnahmen nun schneller verringern lassen? Einige Entwicklungen stellen die Energiewende vor zusätzliche Herausforderungen:

*Digitalisierung:* Die Digitalisierung erfasst immer mehr Lebensbereiche, die Anzahl elektrischer Geräte in Haushalten und der Wirtschaft nimmt weiter zu. Die Digitalisierung ist bei allem Fortschritt und trotz Effizienzsteigerungen selber auch ein Stromfresser (Betrieb von Steuergeräten, notwendige Serverleistungen etc.). So schätzt man allein Emissionen aus Smartphones und Tablets (mit Blick auf benötigte Rohstoffe, Produktion der Geräte, späteren Betrieb) bei der weiteren dynamischen Entwicklung dieses Marktes bis 2040 auf einen Anteil an den globalen Emissionen, der in etwa der Hälfte des Weltverkehrs entspricht. Wenn man bedenkt, dass Smartphones erst seit zehn Jahren eine nennenswerte Entwicklung genommen haben, wird die Dynamik der Digitalisierung deutlich. Die Digitalisierung von Wirtschaft und Privathaushalten kann einerseits zu mehr Effizienz bei Strom- bzw. Energieverbrauch führen, sie wird aber andererseits ebenso mehr Strom verbrauchen.

*Elektroautos & Co.:* Die Umstellung von Verbrennungsmotoren auf elektrische Antriebe soll neben Autos auch andere Verkehre erreichen. Immer mehr Züge sollen elektrisch statt mit Diesel fahren, auch LKWs und Flugzeuge sollen perspektivisch elektrisch unterwegs sein. Dafür werden große Mengen an Strom benötigt. Zudem müssen die Stromnetze entsprechend belastbar sein, wenn Millionen Elektroautos – zumeist gleichzeitig in den Nachtstunden – Strom tanken. Insofern wird ein zunehmender Strombedarf im Rahmen dieser Entwicklung auch einen weiteren Ausbau der Stromnetze bis hin zu den Privathaushalten und Arbeitsorten erfordern.

*Atomausstieg:* Die größte Herausforderung dürfte der kurzfristig bevorstehende Atomausstieg darstellen. Mit ihm fallen ca. 12 bis 13% CO<sub>2</sub>-freier und grundlastfähiger Energieerzeugung bereits bis Ende 2022 weg. Die Entwicklung der letzten zehn Jahre zeigt, dass diese Energiemenge nicht durch erneuerbare Energieträger ausgeglichen werden kann, da diese (noch) nicht grundlastfähig sind und sehr schwankend anfallen (das belegen auch die nach wie vor notwendigen Laufzeitstunden der konventionellen Kernkraftwerke). Es entstehen also sehr kurzfristig zusätzliche Emissionen einerseits für einen fossilen Energieträger, der den Ausstieg der Atomenergie ab 2022 größtenteils ausgleichen muss, andererseits schon aktuell und in den kommenden Jahren durch den damit verbundenen Aufbau neuer

Energieanlagen.

*Industrieland:* Deutschland ist eine Industrienation und verfügt im Gegensatz zu vielen anderen Ländern seit über zehn Jahren über eine ungebremschte Konjunktur. Sie sorgt für ein gesellschaftliches Vermögen, für unseren Wohlstand – und somit auch für die Investitionsmöglichkeiten in die Energiewende. Aufgrund der Energiewende verfügt Deutschland derzeit über die höchsten Strompreise für Privathaushalte und die zweithöchsten für die Wirtschaft in Europa. Seit Mitte 2019 deutet sich nun eine Rezession an, Ende 2019 wurde das vierte Quartal mit wirtschaftlichem Abschwung in Deutschland vermeldet. Die Energiewende muss insofern ermöglichen, die Industrie auch künftig sicher mit Energie zu versorgen und andererseits die Preise so zu gestalten, dass die Industrie international auch in wirtschaftlich schwierigen Zeiten wettbewerbsfähig bleibt.

### **Konflikte im Rahmen der Energiewende**

Die Energiewende erfordert insbesondere durch den Ausbau der erneuerbaren Energieträger viele Baumaßnahmen. Zum einen sollen Windkraftanlagen und Solarparks gebaut werden, zum anderen müssen die Stromnetze ausgebaut werden. Die Genehmigungs- und Planungsverfahren sind in beiden Bereichen sehr aufwändig und müssen in Deutschland auf viele Beteiligte Rücksicht nehmen. Nach Angaben von Initiativen ist allein die Anzahl von Bürgerinitiativen gegen Windkraftanlagen deutschlandweit auf ca. 1.000 zu schätzen (siehe Bundesinitiative für vernünftige Energiepolitik unter [www.vernunftkraft.de](http://www.vernunftkraft.de)). Egal, wo ein Windpark entsteht, entsteht meist auch eine Bürgerinitiative dagegen. Das führt zur Verzögerung des Ausbaus. Gleiches betrifft den Ausbau der Stromnetze. Um diese Probleme zu umgehen, hat man sich dabei in Deutschland vielerorts für die deutlich kostenintensivere Verwendung von Erdkabeln entschieden. In beiden Bereichen, beim Ausbau der Netze und der Anlagen für erneuerbare Energie, steht die Energiewende vor folgenden Problemen:

*Ausbau der Stromnetze:* 7.700 Kilometer neue Stromleitungen sind in Deutschland geplant. Davon befinden sich 4.600 Kilometer in Planungsverfahren und nur 1.800 Kilometer sind genehmigt. Von den genehmigten Leitungen wurden laut aktuellem Jahresbericht der Bundesnetzagentur Stand drittes Quartal 2018 gerade einmal 950 Kilometer gebaut. Im gesamten Jahr 2017 waren es gerade einmal 30 Kilometer. Der Ausbau der Netze kommt durch die Verzögerungen im Planungs- und Genehmigungsprozess sowie den lokalen Widerstand der Bevölkerung kaum voran.

*Ausbau erneuerbarer Energieträger:* Hier sind derzeit zwei Entwicklungen zu beobachten. Zum einen nimmt der lokale Widerstand mit langen Klagewegen durch Bürgerinitiativen weiter zu. Zum anderen bekommen die Betreiber insbesondere von Windkraftanlagen zunehmend wirtschaftliche Probleme, da sie Ausbauziele nicht umsetzen können und andererseits viele Anlagen zeitnah aus der ersten, 20-jährigen Förderperiode der EEG-Umlage fallen. Sinkende Einspeisevergütung und zunehmender Aufwand beim Neubau von Energieanlagen haben dazu geführt, dass inzwischen viele Ausschreibungen zum Aufbau von Windkraftanlagen ohne Bewerber bleiben – die Unternehmen sich also erst gar nicht um den Bau möglicher, neuer Windkraftanlagen bewerben. Erste Unternehmen der Branche haben derart große Probleme, dass sie schließen. Im Land Brandenburg wurde im Jahr 2019 der Bau neuer Windkraftanlagen durch eine ausgesetzte Landesplanung fast unmöglich. Vestas, größter Hersteller von Windkraftanlagen in der Lausitz, hat im Jahr 2019 bereits 500 Arbeitsplätze gestrichen.

### **Aktuelle Ideen und Maßnahmen**

Damit Deutschland seine Klimaziele erreichen kann, will die Bundesregierung verschiedene Maßnahmen forcieren. Diese konzentrieren sich auf folgende Bereiche:

*Stromnetzausbau:* Der Ausbau der Stromnetze soll durch vereinfachte Planungs- und Genehmigungsverfahren beschleunigt werden. Inwieweit sich dadurch gesetzliche Regelungen und der lokale Widerstand der Bürger umgehen lassen, ist noch unklar.

*Ausbau erneuerbarer Energieträger:* Der Ausbau der erneuerbaren Energien soll vom heutigen Anteil von gut 46 % am Brutto-Inlands-Stromverbrauch auf das im aktuellen Koalitionsvertrag formulierte Ziel von 65 % im Jahr 2030 steigen.

*Energiespeicher:* Um die Schwankungen von Strom aus Wind und Sonne ausgleichen zu können, soll das deutsche Stromnetz flexibler reagieren können. Dazu sollen Speichermöglichkeiten geschaffen werden, die Wind- und Sonnenstrom dann speichern, wenn er über Bedarf anfällt – und wieder ins Stromnetz einspeisen, wenn er benötigt wird. Beim Speicherthema kann in verschiedenen Veröffentlichungen der Eindruck entstehen, dass man bereits auf einem guten Weg ist. Das Thema Speicher steckt derzeit aber allenfalls in den Kinderschuhen. Die einzigen Anlagen, die Strom in Größenordnungen speichern können, sind Pumpspeicherkraftwerke. Sie verfügen in Deutschland über eine sehr begrenzte Kapazität und arbeiten derzeit aufgrund gesetzlicher Regelungen unwirtschaftlich. Sonstige Speicheranlagen werden derzeit erforscht bzw. in kleinem Maßstab erprobt. Aktuell sollen dazu viele Modellprojekte starten, in denen meist von Wasserstoff oder H<sub>2</sub> die Rede ist. In diesen soll überschüssiger Strom aus Wind und Solar in Wasserstoff umgewandelt werden, der dann bei Bedarf wieder Energie freigeben kann. Bis aus diesen Modellprojekten großtechnische Lösungen erwachsen, ist es aber noch ein weiter Weg. Bei solchen Prozessen rechnet man eher in Jahrzehnten als in Jahren.

Mit seinen aktuellen und absehbaren Speichermöglichkeiten könnte sich Deutschland lediglich für ein paar Minuten mit Strom versorgen. Es wird also noch ein gutes Jahrzehnt vergehen, bis wir wissen, ob bzw. wie Speicher in großem Maßstab einsetz- und finanzierbar sind.

*Intelligente Netze:* Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien soll ein Wechsel von zentralen hin zu dezentralen Stromerzeugungsnetzen mit kleineren Photovoltaik- oder Biogasanlagen stattfinden. Die Folge ist eine komplexere Versorgungsstruktur. Ausgleichen sollen das intelligente Netze, so genannte Smart Grids, die Stromerzeuger, Speicher, Verbraucher und das Stromnetz mit modernsten Techniken steuern und verbinden. Diese Lösungen sind allerdings auf kleine Bereiche ausgelegt und benötigen für den Strombedarf der Städte oder der Industrie ein Höchstmaß an umgesetzter Digitalisierung in allen Haushalten und allen Industriebetrieben, in denen der überwiegende Großteil des Stroms benötigt wird. Dazu sind immense Investitionen und sicher auch viele Jahre Zeit erforderlich.

*Energiesparen in allen Lebensbereichen:* Durch die Erforschung und Entwicklung neuer Technologien soll in allen Lebensbereichen Energie eingespart werden. Dieses Feld ist sehr breit und beinhaltet auch den sogenannten „persönlichen Beitrag“. Denn jeder kann auch selbst durch sein Verhalten Energie sparen, ob durch Vermeidung von Standby bei Elektrogeräten oder Verzicht auf unnötige Autofahrten und Flüge sowie Investition in moderne Haushaltsgeräte und Gebäudetechnik.

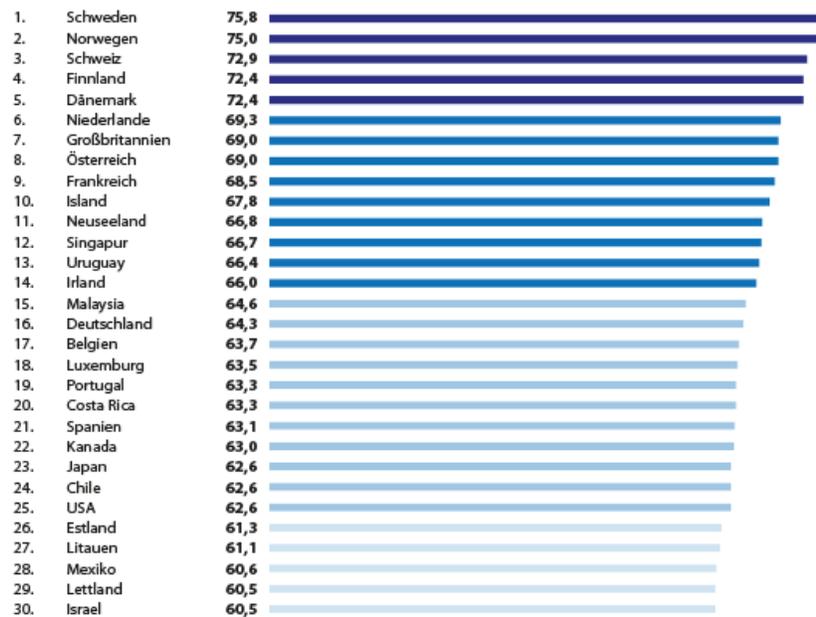
### **Energiewende im internationalen Kontext**

Die Energiewende wird im Rahmen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen international sehr unterschiedlich umgesetzt. Um den Fortschritt der Umsetzung vergleichbar zu machen, hat die Unternehmensberatung McKinsey & Company zusammen mit dem Weltwirtschaftsforum den Status der

Energiewende in 114 Ländern anhand von 40 Indikatoren ermittelt. Der sogenannte Energiewende-Index weist ein Ranking der Länder aus, bei dem Deutschland zuletzt sukzessive zurückfiel. Im zuletzt ermittelten Ranking (Stand März 2018) liegt Deutschland trotz weltweit führender Ausgaben in die Energiewende in der Gesamtwertung nach Ländern wie Uruguay oder Malaysia auf Platz 16. Führend sind Schweden, Norwegen und die Schweiz.

## Energiewende-Index

Ranking nach Indexpunkten



Quelle: World Economic Forum

Es ist im Rahmen dieser Beitragsserie nicht möglich, die globalen Bestrebungen zur Energiewende umfassend abzubilden. Betrachten wir die deutsche Energiewende im internationalen Kontext, so lässt sich heute auf keinen Fall das oft verbreitete Bild von Deutschland als Vorreiter bestätigen.

Im McKinsey-Ranking zum Energiewende-Index wird Kernenergie beispielsweise als klimafreundlich gewertet, hier macht sich der Ausstieg Deutschlands aus der Kernkraft ebenso in einem Abstieg im Ranking bemerkbar. Lediglich drei weitere Länder steigen parallel zu Deutschland, aber deutlich vorsichtiger und mit einem längeren Zeithorizont, aus der Kernenergie aus. Insbesondere bei der globalen Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird deutlich, welchen Beitrag Deutschland leisten kann. Seit 1990 haben die Emissionen weltweit um 55 % zugenommen, Tendenz weiter steigend. Viele Entwicklungsländer vor allem im bevölkerungsreichen Asien wollen sich erst noch einen Wohlstand erarbeiten und bauen eine Industrie auf, die Energie benötigt. Nach Schätzungen sind eine Milliarde Menschen weltweit noch ohne Zugang zu Elektrizität. Für den Auf- und Ausbau von Energiesystemen wird dabei vor allem auf grundlastfähige Energieträger zurückgegriffen, die die Emissionen weiter steigern. Man geht heute davon aus, dass die weltweiten Emissionen bis 2030 noch einmal um 15 bis 20 % zunehmen werden. Die Entwicklung macht deutlich, warum Klimaschutz ein globales Thema ist und nur im internationalen Kontext gelöst werden kann.

**Fazit**

Die deutsche Energiewende kommt trotz immenser Investitionen seit gut zehn Jahren kaum voran. Die überwiegenden Einsparungen an Emissionen wurden durch den industriellen Zusammenbruch der ehemaligen DDR realisiert. In einzelnen Bereichen wie dem Verkehr nehmen die Emissionen sogar zu. Die Entwicklung der Emissionen als zentraler Gegenstand der Energiewende legt nahe, dass Deutschland seine Maßnahmen überdenkt. Welche Aspekte mit Blick auf Versorgungssicherheit, Klimaschutz und Akzeptanz dazu betrachtet werden können, behandeln die folgenden Beiträge.