



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



Klimaschutz in Zahlen

Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik
Ausgabe 2018

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin
E-Mail: service@bmu.bund.de · Internet: www.bmu.de

Redaktion

BMU, Arbeitsgruppe IK III 1,
Mareike Welke, Martin Weiß, Till Tibbe

Text

Caterina Salb, Sarah Gül, Charlotte Cuntz, Yannick Monschauer, Josef Weishäupl (Ecofys)

Gestaltung

www.digitale-gestaltung.de, Holger Ebeling

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main

Bildnachweise

Titelseite: Fotolia.com, Anton Balazh
Seite 6: BMU, Sascha Hilgers · Seite 10: Fotolia.com, Oleksandr Dibrova · Seite 18: Fotolia.com, Nikolai Sorokin
Seite 26: Fotolia.com, elcovalana · Seite 52: Fotolia.com, nito

Stand

Mai 2018

1. Auflage

3.500 Exemplare

Bestellung dieser Publikation

Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09 · 18132 Rostock
Tel.: 030/18 272 272 1 · Fax: 030/18 10 272 272 1
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: www.bmu.de/publikationen

Hinweis

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.

Klimaschutz in Zahlen

Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik
Ausgabe 2018

Inhalt

Vorwort.....	6
1. Zusammenfassung.....	8
2. Warum setzt sich Deutschland für eine aktive Klimapolitik ein?	10
2.1 Globale Verantwortung als Zukunftschance	10
2.2 Klimawandelfolgen	14
2.3 Anpassung an den Klimawandel.....	16
3. Was sind die aktuellen Klimaschutzziele und -instrumente?	18
3.1 Internationale Klimaschutzpolitik.....	18
3.2 Europäische Klimaschutzpolitik	19
SCHLAGLICHT 2018: Klimaziele und Klimapolitik der EU	22
3.3 Deutsche Klimaschutzpolitik.....	24
4. Wie entwickeln sich die Emissionen in Deutschland?	26
4.1 Emissionen in Deutschland – gestern, heute und morgen	26
4.2 Energiewirtschaft	29
4.3 Industrie	34
4.4 Verkehr	38
4.5 Private Haushalte	42
4.6 Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	44

4.7 Abfall- und Kreislaufwirtschaft	46
4.8 Landwirtschaft	48
4.9 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)	50
5. Was bedeutet Klimaschutz für Wirtschaft und Gesellschaft?	52
5.1 Arbeitsplätze	52
5.2 Investitionen.....	54
5.3 Innovation	56
5.4 Energiesicherheit	57
5.5 Förderung für den Klimaschutz	58
5.6 Nachhaltiger Konsum	60
6. Glossar.....	61
7. Abkürzungsverzeichnis	64
8. Endnoten.....	67
9. Literaturverzeichnis	68



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

mit dem Abkommen von Paris hat die internationale Staatengemeinschaft beschlossen, dem Klimawandel engagiert entgegenzuwirken. Staaten, nichtstaatliche Akteure, Städte und Kommunen kooperieren intensiv für eine klimafreundliche Wirtschaft und Gesellschaft. Diese Dynamik war im November 2017 auf der 23. Weltklimakonferenz in Bonn deutlich zu spüren. Das Signal aus Bonn lautet: Wir sorgen gemeinsam dafür, dass das Übereinkommen von Paris erfolgreich umgesetzt wird.

Das gilt auch für die europäische Ebene. Hier haben wir im letzten Jahr das Emissionshandelssystem reformiert. Außerdem haben wir für die Sektoren außerhalb des Emissionshandels, wie Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft, das Klimaschutzziel für 2030 auf die europäischen Mitgliedsstaaten verteilt. Jetzt wird es darum gehen, eine langfristige Klimaschutzstrategie in der Europäischen Union zu formulieren.

Die Bundesregierung orientiert sich am globalen Leitbild der Treibhausgasneutralität und an den europäischen Klimaschutzzielen. Mit dem Klimaschutzplan 2050 hat sie bereits 2016 eine langfristige Strategie

beschlossen, die eine weitgehende Treibhausgasneutralität bis zur Mitte des Jahrhunderts zum Ziel hat. Der Klimaschutzplan enthält Leitbilder für das Jahr 2050 sowie Meilensteine und strategische Maßnahmen bis zum Jahr 2030. Dabei wurden erstmals konkrete Minderungsziele für alle Sektoren – Energie, Gebäude, Mobilität, Industrie und Landwirtschaft – vereinbart.

Der Klimaschutzplan gibt Orientierung für den erfolgreichen Übergang in eine moderne, treibhausgasneutrale Gesellschaft. Allerdings ist noch nicht festgelegt, auf welchen Wegen und mit welchen Instrumenten dieser gestaltet wird. Klar ist, dass es auch Effekte auf soziale Strukturen, Wirtschaft, Ausbildung und Beschäftigung, Wohnen, Mobilität und Konsum geben wird. Klimaschutz ist also auch ein soziales, wirtschaftliches und industriepolitisches Thema. Daher macht es Mut, dass sich immer mehr Unternehmen und Wirtschaftsverbände aktiv mit Klimaschutz befassen. Sie alle haben verstanden, dass Klimaschutz hohe Schadenskosten vermeiden kann. Vor allem aber, dass er Anreiz für Innovationen bietet, neue Chancen eröffnet und Unternehmen fit für den globalen Wettbewerb macht.

2018 erarbeitet die Bundesregierung ein Maßnahmenprogramm zum Klimaschutzplan, um sicherzustellen, dass wir bis 2030 die Treibhausgasemissionen um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 mindern. Außerdem haben CDU, CSU und SPD vereinbart, in dieser Legislaturperiode ein Klimaschutzgesetz zu verabschieden, das die Einhaltung der Klimaschutzziele gewährleistet. Das Maßnahmenprogramm werden wir wo notwendig rechtlich verbindlich ausgestalten.

Wichtig ist aber auch, dass wir die Gesellschaft mitnehmen, indem wir Klimaschutzpolitik im Dialog gestalten und soziale Verträglichkeit von Anfang an im Blick halten. Dieses Ziel verfolgt auch die Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Regionalentwicklung, die sich mit einem Ausstiegspfad aus der Kohleverstromung befasst und Perspektiven für die Menschen in betroffenen Regionen entwickeln wird. Auch der Klimaschutzplan 2050 ist Resultat eines umfassenden Dialogs mit Ländern, Kommunen, Verbänden sowie Bürgerinnen und Bürgern. Wir verstehen den Klimaschutzplan als lebendes Dokument, das wir evaluieren und weiterentwickeln werden.

Zahlen und Fakten sind wichtige Grundlagen für politische Entscheidungen. Für den Klimaschutz sind dies beispielsweise die jährlichen Daten zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen, zum Energieverbrauch, zum Ausbau erneuerbarer Energien oder zum Anteil von Elektroautos auf unseren Straßen. Die vorliegende Broschüre präsentiert und erläutert Informationen rund um den Klimaschutz und vermittelt einen Eindruck der vielfältigen deutschen Klimapolitik.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen und Nachschlagen!

Svenja Schulze



Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

1. Zusammenfassung



Warum setzt sich Deutschland für eine aktive Klimapolitik ein?

Als eine der größten Volkswirtschaften der Welt hat Deutschland seit Beginn der Industrialisierung fast **fünf Prozent** zur globalen Erderwärmung beigetragen. Die jährlichen **Pro-Kopf-CO₂-Emissionen** sind in **Deutschland** mit **rund 9,6 Tonnen** aktuell noch ungefähr doppelt so hoch wie der internationale Durchschnitt von **4,8 Tonnen pro Kopf**.

Der Weltklimarat warnt, dass eine **Erderwärmung** um **mehr als 2 °C** bis 2100 im Vergleich zum vorindustriellen Niveau **schwerwiegende Folgen** haben kann. Ohne eine Begrenzung der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen könnte die Durchschnittstemperatur jedoch um **4 °C oder mehr** ansteigen.

Die **Zahl extremer Wetterereignisse** in Deutschland hat sich in den letzten 50 Jahren **mehr als verdoppelt**. Bis Ende des 21. Jahrhunderts können sich die jährlichen Schäden durch Überschwemmungen und Hochwasser in Deutschland im Vergleich zum Zeitraum 1961 bis 2000 **verdoppeln bis verdreifachen**.



Was sind die aktuellen Klimaschutzziele und -instrumente?

196 Länder und die EU haben die **Klimarahmenkonvention** der Vereinten Nationen (UNFCCC) **ratifiziert**. Im „Übereinkommen von Paris“ (Pariser Abkommen) im Rahmen der UNFCCC hat sich die Weltgemeinschaft 2015 verpflichtet, die **Erderwärmung** bis Ende des Jahrhunderts deutlich **unter 2 °C** und möglichst **unter 1,5 °C** gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten.

Als **Beitrag zu dem Pariser Abkommen** haben sich die **EU-Mitgliedsstaaten** verpflichtet, **bis 2030** gemeinsam eine **Treibhausgasemissionsreduktion** von **mindestens 40 Prozent** verglichen mit 1990 zu erreichen. Die EU arbeitet derzeit an einer Weiterentwicklung ihrer Klima- und Energiepolitik, um dieses Ziel zu erreichen. **Bis 2050** soll der EU-weite Treibhausgasausstoß um **80 bis 95 Prozent** gegenüber 1990 verringert werden.

Im **Klimaschutzplan 2050** hat Deutschland klimapolitische Meilensteine definiert: Bis Mitte des Jahrhunderts soll Deutschland weitgehend **treibhausgasneutral** werden. Bis 2050 soll der **Anteil der erneuerbaren Energien** am Endenergieverbrauch auf **60 Prozent** steigen und der **Primärenergieverbrauch** um **50 Prozent** gegenüber 2008 sinken.

Der Klimaschutzplan 2050 legt **erstmalig** auch **Ziele für die einzelnen Sektoren** fest. Zur Senkung der Treibhausgasemissionen um **mindestens 55 Prozent** in allen Wirtschaftszweigen **bis 2030** gegenüber 1990 wurden **Zielkorridore** für die Sektoren bis 2030 vereinbart.



Wie entwickeln sich die Emissionen in Deutschland?

Der deutsche Treibhausgasausstoß von **905 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten** im Jahr 2016 bedeutet eine **Reduktion** um **27,3 Prozent** gegenüber dem Niveau von 1990.

Mit knapp **37,8 Prozent** hatte die **Energiewirtschaft** auch 2016 den **größten Anteil** an den deutschen Gesamtemissionen.

Die Emissionen des **Industriesektors** sind für über **20 Prozent** des deutschen Treibhausgasausstoßes verantwortlich. Der europäische Emissionshandel deckt einen Großteil der Treibhausgasemissionen aus dem Energie- sowie dem Industriesektor ab.

Der **Verkehrssektor** verursacht knapp **18 Prozent** der Emissionen in Deutschland. 2016 überstiegen die Gesamtemissionen des Verkehrssektors erstmals seit 2004 das Niveau von 1990.

Private Haushalte sind für **zehn Prozent** der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich. Zwischen 1990 und 2016 konnten die Emissionen bereits um fast **31 Prozent reduziert** werden.

Die Treibhausgasemissionen im **Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD)** betragen **vier Prozent** der Gesamtemissionen und sind seit 1990 um mehr als **50 Prozent gesunken**.

Der stärkste Emissionsrückgang seit 1990 konnte mit **fast 73 Prozent** in der **Abfallwirtschaft** (**ein Prozent** der Treibhausgasemissionen) verzeichnet werden. Deutschland ist durch **Verwertung und Recycling** schon heute Vorreiter bei der Umsetzung einer klima- und ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft.

Der Anteil der **Landwirtschaft** an den deutschen Emissionen lag 2016 bei knapp **acht Prozent**. Zwischen 1990 und 2016 konnte der Treibhausgasausstoß in der Landwirtschaft um rund **20 Prozent reduziert** werden.

Der Sektor **Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft** konnte die deutschen Emissionen im Jahr 2016 netto um **14,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente** reduzieren. Durch die intensive Bewirtschaftung von Böden speichern diese jedoch nur halb so viele Treibhausgase wie noch 1990.



Was bedeutet Klimaschutz für Wirtschaft und Gesellschaft?

Der Klimaschutz bietet **über eine Million Arbeitsplätze** in Deutschland, allein in der Erneuerbare-Energien-Branche waren es 2016 rund 338.700.

Mehr als 16 Milliarden Euro wurden 2017 in Deutschland in den **Ausbau erneuerbarer Energien** investiert, vor allem in Windkraft und Photovoltaik.

Für das Jahr 2025 wird prognostiziert, dass durch die fortschreitende **Digitalisierung 50 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente** eingespart werden können.

Im Jahr 2015 wurden **fossile Energieträger** im Wert von rund **57 Milliarden Euro importiert**. Im Vorjahr (2014) waren es noch rund 81 Milliarden Euro.

Zur Förderung des Klimaschutzes hat das Bundesumweltministerium Klimafinanzierungsprogramme ins Leben gerufen. Im Jahr 2017 beliefen sich die Ausgaben der **Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI)** auf **356 Millionen Euro** und die der **Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)** auf **135 Millionen Euro**. Die 2016 neu aufgesetzte **Europäische Klimaschutzinitiative (EUKI)** verausgabte **6,3 Millionen Euro** im Jahr 2017.

Diverse Initiativen zur **Kennzeichnung von Produkten** erleichtern den Verbrauchern die **Entscheidung für klima- und umweltfreundliche Produkte**. Mit ihrer Kaufentscheidung können sie aktiv zum Klimaschutz beitragen.



2. Warum setzt sich Deutschland für eine aktive Klimapolitik ein?

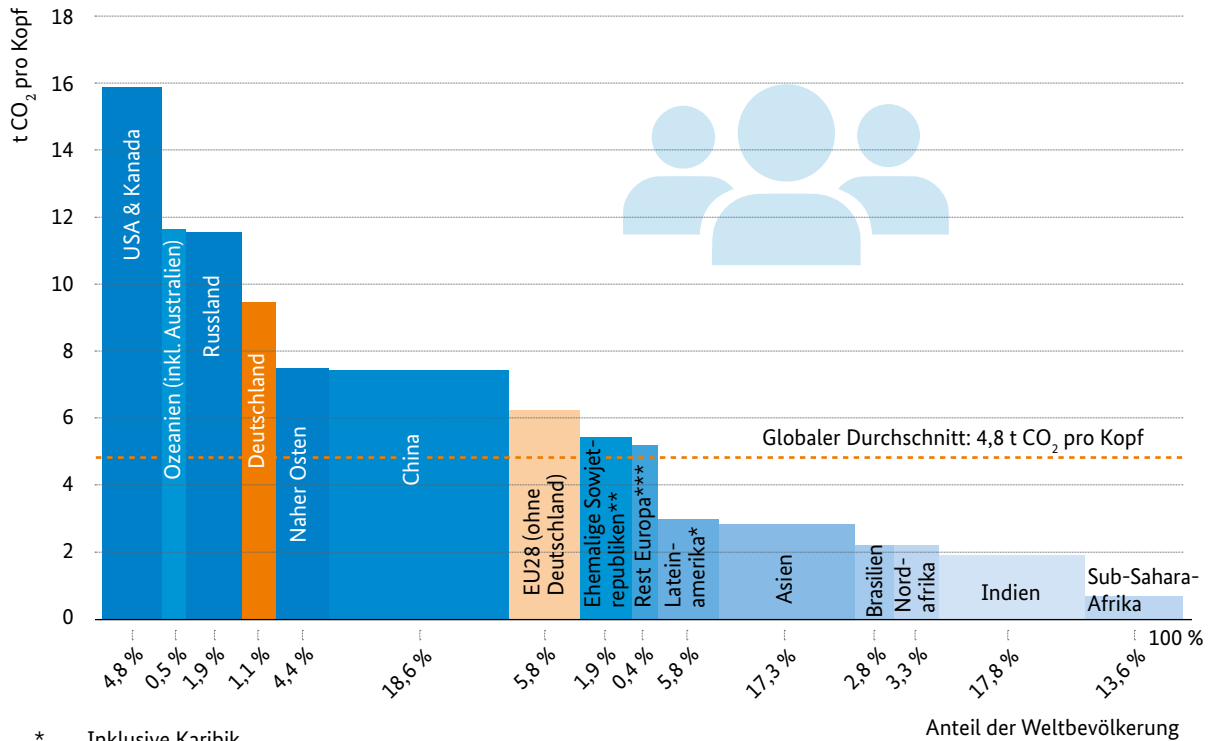
2.1 Globale Verantwortung als Zukunftschance

Als eine der größten Volkswirtschaften der Welt hat Deutschland seit Beginn der Industrialisierung am Anfang des 19. Jahrhunderts fast fünf Prozent zur globalen Erderwärmung beigetragen,¹ obwohl die deutsche Bevölkerung aktuell nur rund ein Prozent der Weltbevölkerung ausmacht. Zwar sind die starken Emissionsanstiege von Treibhausgasen (siehe Glossar) in den letzten Jahrzehnten – von rund 35 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalenten (siehe Glossar) im Jahr 1990 auf knapp 39 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2000 und schließlich 49 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2015² – bei Zurechnung der Emissionen zu ihren Ursprungsländern auf die

wirtschaftlich aufstrebenden Schwellenländer zurückzuführen. Dennoch sind die Industriestaaten durch die starke fossile Energienutzung in den letzten beiden Jahrhunderten historisch und aktuell zentrale Mitverursacher des Klimawandels. Die Industriestaaten tragen somit eine große Verantwortung für dessen Begrenzung, sowohl gegenüber der globalen Staatengemeinschaft und den ärmeren Ländern des globalen Südens als auch gegenüber zukünftigen Generationen.

Die jährlichen Pro-Kopf-CO₂-Emissionen Deutschlands sind mit rund 9,6 Tonnen noch ungefähr doppelt so hoch wie der internationale Durchschnitt von 4,8 Tonnen (2016) (Abbildung 01). Um die völkerrechtlich verbindliche 2 °C-Obergrenze (siehe Kapitel 3.1) bis Ende des Jahrhunderts einzuhalten, müssten die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen weltweit auf deutlich unter

Abb. 01: Pro-Kopf-CO₂-Emissionen international nach Anteilen an der Weltbevölkerung 2016



* Inklusive Karibik
 ** Ohne Russland; Estland, Lettland und Litauen sind bei EU28 eingerechnet
 *** Rest Europa umfasst Norwegen, Schweiz, Island und die Balkanstaaten
 Rundungsbedingt summieren sich die Anteile an der Weltbevölkerung nicht auf 100 %.

Quelle: Eigene Darstellung nach EDGAR (2017); Weltbank (2018)

zwei Tonnen pro Jahr gesenkt werden. Obwohl in China absolut gesehen derzeit mit über elf Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalenten die meisten Treibhausgasemissionen ausgestoßen werden (Abbildung 02), liegen die dortigen Pro-Kopf-Emissionen mit 7,6 Tonnen CO₂ weiterhin unter denen vieler OECD-Staaten und Deutschlands. Die Gegenüberstellung von Abbildung 01 und Abbildung 02 zeigt, dass die Situation in China beispielhaft für viele Schwellenländer, beispielsweise Indien oder Brasilien, ist.

tionen vorantreibt und neue Wertschöpfungsketten für klimafreundliche Technologien und Arbeitsplätze in Deutschland sowie neue Exportmärkte schafft. International kann Klimaschutz zudem die Solidarität innerhalb der Staatengemeinschaft stärken und klimawandelbedingte Fluchtursachen bekämpfen. Kapitel 5 geht ausführlicher auf die positiven wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen des Klimaschutzes ein.

Die Dekarbonisierung (siehe Glossar) in Deutschland modernisiert auch die Wirtschaft. Als Beitrag zum globalen Klimaschutz und um die deutsche Wirtschaft zukunftsfähig zu gestalten, sollen in Deutschland alle Wirtschaftssektoren bis 2050 nahezu vollständig dekarbonisiert werden. Klimaschutz ist eine Chance für die Modernisierung der Industrie, da er Innova-

Abb. 02: Treibhausgasemissionen 2015 im internationalen Vergleich (ohne LULUCF*)

	In Mio. t CO ₂ -Äquivalente	Anteil an Welt gesamt
China**	11.518,2	23,5 %
USA	6.586,7	13,4 %
EU28	4.308,0	8,8 %
Deutschland	906,8	1,9 %
Großbritannien	506,8	1,0 %
Frankreich	463,7	0,9 %
Polen	385,8	0,8 %
Spanien	335,7	0,7 %
Schweden	53,7	0,1 %
Indien**	3.010,8	6,1 %
Russland	2.651,2	5,4 %
Japan	1.322,6	2,7 %
Brasilien**	1.071,0	2,2 %
Australien	533,3	1,1 %
Äthiopien**	119,8	0,2 %
Andere	17.878,4	36,5 %
Welt gesamt**	49.000,0	

* LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)
 ** Schätzung Climate Action Tracker (CAT)

Quellen: UNFCCC (2016); CAT (2017); Weltbank (2018); UBA (2018a)

Seit 1990 hat die deutsche Klimapolitik erhebliche Fortschritte erzielt:

- Bis 2017 wurden die jährlichen Treibhausgasemissionen um schätzungsweise 27,7 Prozent reduziert.³
- Der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch (siehe Glossar) wurde mit heute 13,1 Prozent verzehnfacht.⁴
- Der Primärenergieverbrauch pro Kopf wurde um knapp zehn Prozent gesenkt.⁵

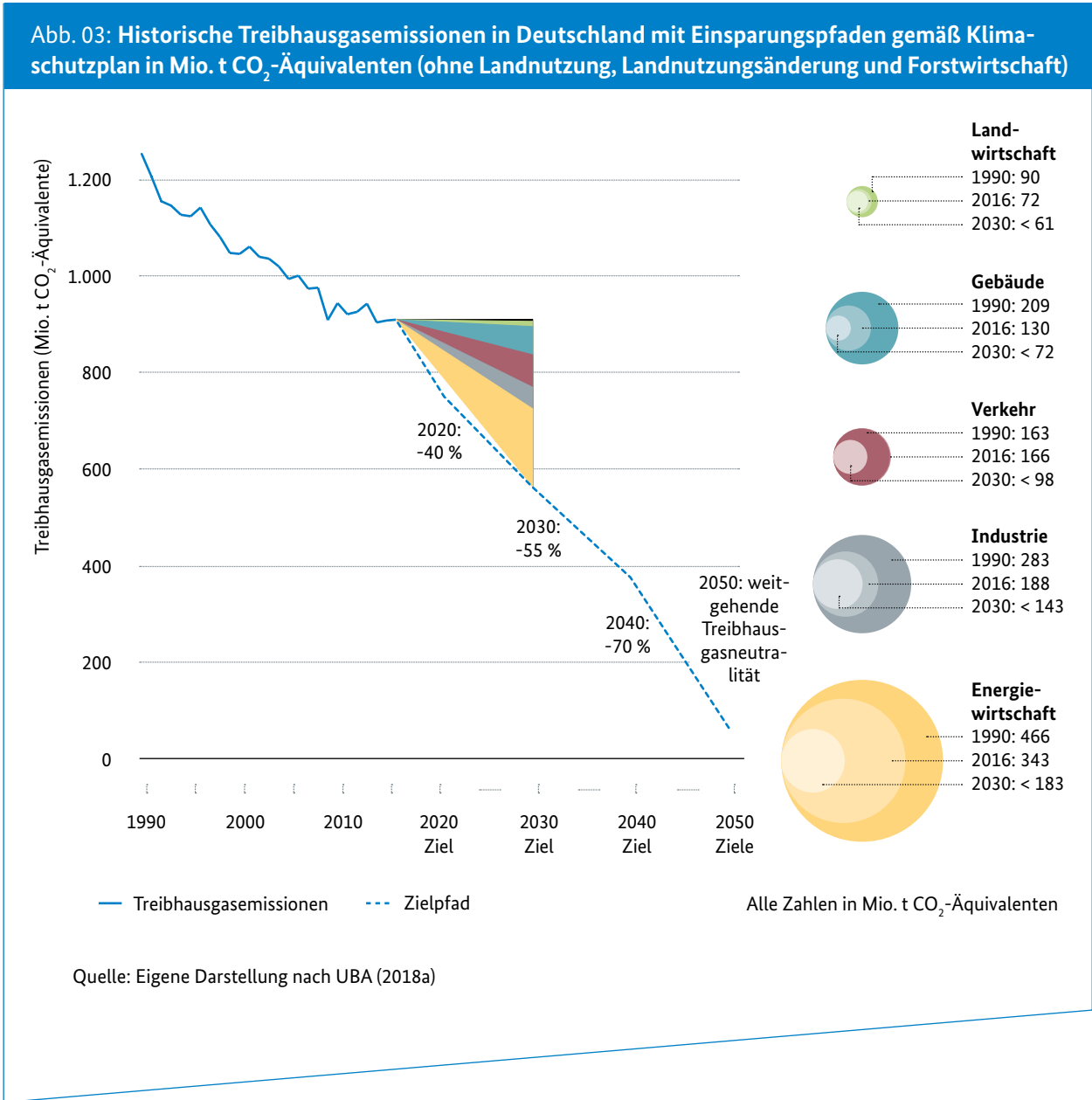
Der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung beschreibt Schritte für alle Sektoren auf dem Weg der Dekarbonisierung. Abbildung 03 zeigt die historischen Emissionen Deutschlands seit 1990 sowie den durch das Pariser Abkommen vorgezeichneten Dekarbonisierungspfad. Es ist aufgeschlüsselt, welchen Beitrag die verschiedenen Sektoren bis 2030 zur Emissionsminderung leisten sollen. Weitere Details zur deutschen Klimaschutzpolitik werden in Kapitel 3.3 dargestellt.

Klimafinanzierung

Deutschland unterstützt Entwicklungs- und Schwellenländer bei der Finanzierung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen sowie von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Im Jahr 2016 hat Deutschland Haushaltsmittel in Höhe von rund 3,4 Milliarden Euro für die internationale Klimafinanzierung bereitgestellt. Dies entspricht einer Steigerung von rund 25 Prozent im Vergleich zum Vorjahr (rund 2,7 Milliarden Euro). Zusätzlich wurden über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und die Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (DEG) rund 5,2 Milliarden Euro aus Kapitalmitteln zugesagt.

Der Schwerpunkt der deutschen Klimafinanzierung liegt auf der bilateralen Zusammenarbeit, das heißt der direkten Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern (mehr als 80 Prozent der Klimafinanzierungsmittel im Jahr 2016). Ein wichtiges Instrument hierfür ist die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI; siehe Glossar) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), die bereits über 500 Projekte weltweit unterstützt hat (siehe auch Kapitel 5.5). Eine bedeutende Rolle in der Klimafinanzierung nimmt auch die bilaterale Zusammenarbeit des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) ein. Ein weiterer Teil der verfügbaren Haushaltsmittel wird in internationale Fonds und Fazilitäten, zum Beispiel in den Grünen Klimafonds, den Anpassungsfonds und die Globale Umweltfazilität (GEF), eingezahlt. Darüber hinaus spielt auch die Zusammenarbeit mit multilateralen Entwicklungsbanken eine zentrale Rolle bei der Klimafinanzierung.

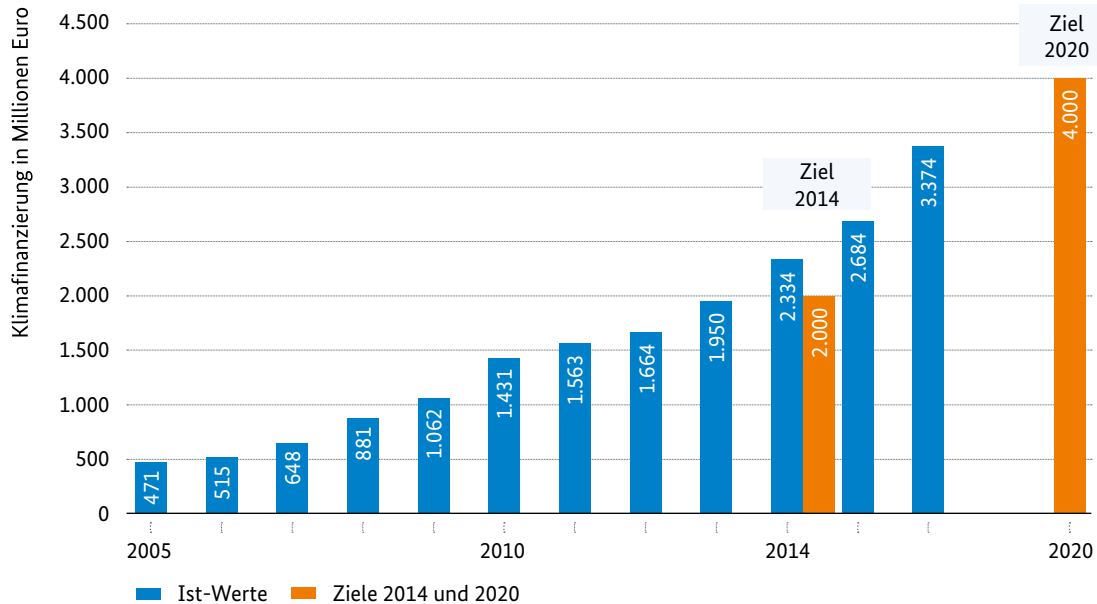
Die Bundesregierung strebt an, die für die internationale Klimafinanzierung eingesetzten Haushaltsmittel bis 2020 auf vier Milliarden Euro jährlich zu erhöhen. Seit 2005 hat Deutschland seinen finanziellen



Beitrag zur Klimafinanzierung versiebenfacht (Abbildung 04). Weitere Beiträge sollen auch zukünftig durch öffentliche Kredite (über KfW und DEG) sowie durch die Mobilisierung privater Mittel geleistet werden.

Damit trägt Deutschland zum Ziel der Industriestaaten bei, ab 2020 mindestens 100 Milliarden US-Dollar jährlich für Klimafinanzierung in Entwicklungsländern bereitzustellen.

Abb. 04: Deutsche Klimafinanzierung aus deutschen Haushaltsmitteln 2005–2016



Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Klimawandelfolgen

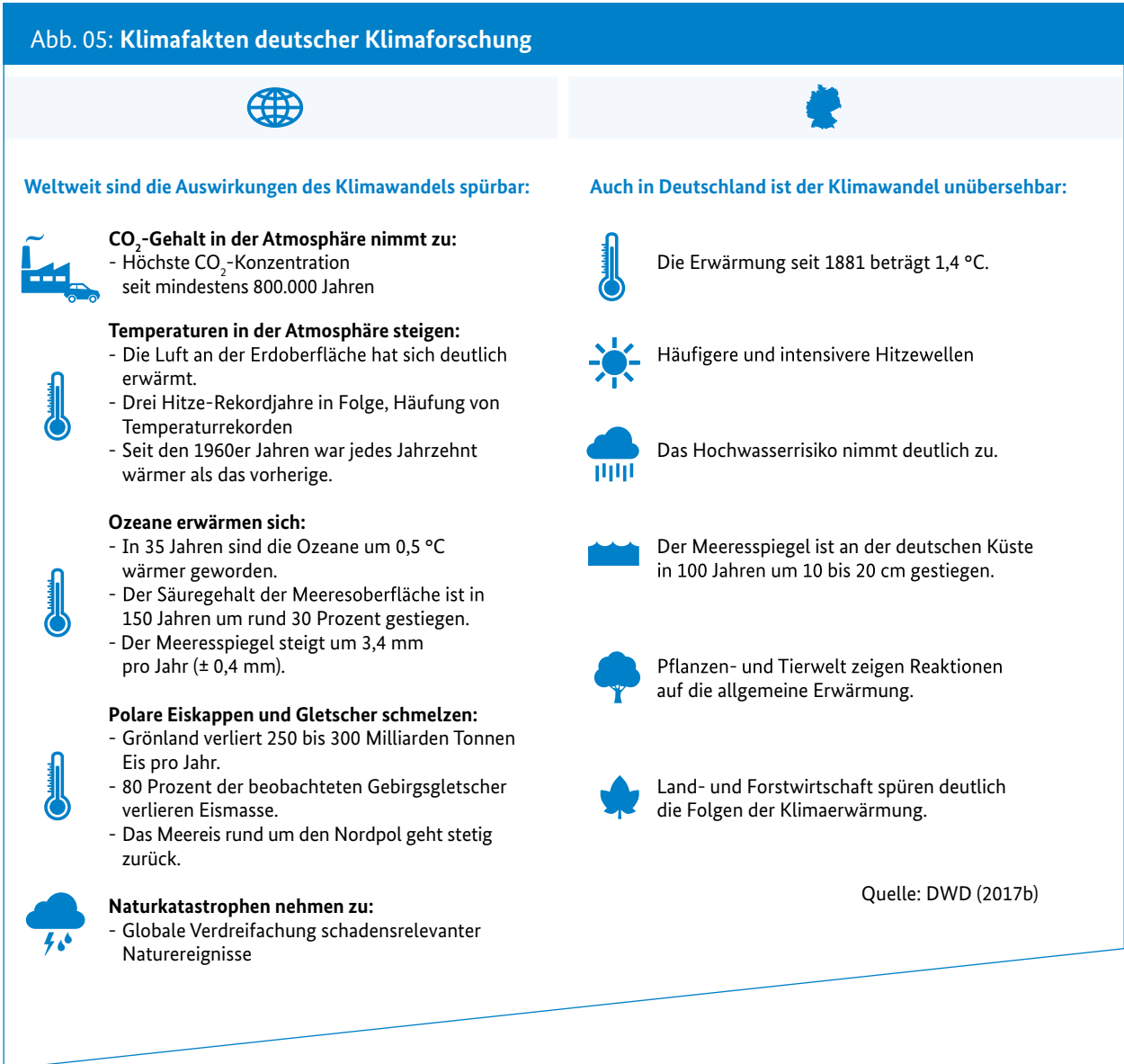
Die weltweite Durchschnittstemperatur ist im vergangenen Jahrhundert um etwa 1 °C gestiegen. Global fielen sechzehn der siebzehn wärmsten Jahre seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen in die letzten beiden Jahrzehnte. Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change; kurz IPCC; siehe Glossar) hat auch in seinem fünften (und bislang aktuellsten) Sachstandsbericht wissenschaftlich belastbar dargestellt, dass „die Erwärmung des Klimasystems [...] eindeutig“⁶ ist und die Verbrennung von fossilen Energieträgern durch den Menschen seit der industriellen Revolution einen nennenswerten Beitrag zu diesem Temperaturanstieg und damit zum Klimawandel geleistet hat.

Der Weltklimarat warnt, dass eine Erwärmung um mehr als 2 °C verheerende Folgen haben kann. Ohne Maßnahmen zur Begrenzung der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen könnte sich die Erderwärmung

bis 2100 auf 4 °C oder mehr belaufen. In diesem Fall würden beispielsweise kleine Inselstaaten und Küstenregionen ihre Existenzgrundlage verlieren. Weiterhin würden sogenannte Kipppunkte eintreten, das heißt, die durch den Klimawandel ausgelösten Veränderungsprozesse könnten sich verselbstständigen und nicht mehr umkehrbar sein. Dazu gehört beispielsweise das Auftauen von Permafrostböden, was wiederum die Erderwärmung weiter verstärken würde.

„Die Winter werden kürzer, sie werden nasser.“
Dr. Paul Becker, Vizepräsident des Deutschen Wetterdienstes

Klimawandel und -folgen sind auch in Deutschland bereits heute spürbar. Das Jahr 2017 gehörte mit einer Durchschnittstemperatur von 9,6 °C in Deutschland zu den acht wärmsten Jahren seit 1881.⁷



Insgesamt hat sich die Zahl extremer Wetterereignisse in den vergangenen fünfzig Jahren in Deutschland mehr als verdreifacht. Auch das Jahr 2017 war geprägt von Extremwetterereignissen wie den Herbstorkanen „Xavier“ und „Herwart“, die Menschenleben forderten. Der März 2017 war in Deutschland der wärmste Märzmonat seit Messbeginn 1881 und auch der Oktober gehörte zu den wärmsten der bisher erfassten.

Die Niederschlagsverhältnisse werden sich ändern. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) erwartet, dass es im Osten Deutschlands ganzjährig deutlich trockener wird, während es allerorts insbesondere im Sommer

häufiger zu kurzen Regenfällen mit enorm hohen Wassermengen auf kleinem Raum kommen kann, was eine Herausforderung für Siedlungsentwässerung, Flutschutzsysteme und die gesamte Wasserwirtschaft darstellt. Im Sommer können Hitzewellen zunehmen. Hier leidet insbesondere die Gesundheit der Menschen in den Ballungsgebieten. Eine enge Bebauung heizt die Umgebung zusätzlich auf und kann bei älteren Menschen, Kranken und kleinen Kindern zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Eine Übersicht über die weltweiten Klimawandelfakten und erste Auswirkungen in Deutschland gibt Abbildung 05.

Der Klimawandel hat Auswirkungen auf die regionale Ausbreitung von Tieren und Pflanzen. Die steigenden Durchschnittstemperaturen und Regenfälle können die biologische Vielfalt in Deutschland gefährden. Neben der Bedrohung beheimateter Arten durch Veränderungen im Klima oder daraus resultierend in ihrem Habitat kommen auch neue Herausforderungen durch invasive Arten hinzu: Tierarten aus wärmeren Regionen, die früher selten oder gar nicht in Deutschland beheimatet waren, können einheimische Ökosysteme ins Ungleichgewicht bringen. Ein prominentes Beispiel sind asiatische Mückenarten, die Denguefieber und andere tropische Krankheiten übertragen können. Unabwendbare Veränderungen des Klimas haben auch unmittelbare Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Hitze wirkt direkt auf die Häufigkeit von Krankheiten und die Globalstrahlung beeinflusst bodennahe Ozonbildung sowie UV-Strahlung.

2.3 Anpassung an den Klimawandel

Der Weltklimarat geht davon aus, dass die Klimawandelfolgen sich noch verstärken, trotz internationaler Bemühungen, Emissionen zu reduzieren. Bis Ende dieses Jahrhunderts könnten sich die jährlichen Schäden durch Überschwemmungen und Hochwasser in Deutschland im Vergleich zum Zeitraum 1961 bis 2000 verdoppeln bis verdreifachen.⁸ Deshalb hat Klimapolitik zwei Grundpfeiler: Während einerseits durch die Reduzierung von Treibhausgasemissionen ein Temperaturanstieg jenseits von 2 °C vermieden werden soll, werden andererseits Schutz- und Anpassungsmaßnahmen ergriffen, um die negativen Auswirkungen des Klimawandels für Wirtschaft und Gesellschaft so gering wie möglich zu halten. Eine Übersicht bietet Abbildung 06.

Deutschland hat Maßnahmen ergriffen, um die Auswirkungen des Klimawandels beherrschbar zu machen. Ziel ist es, die Anpassungsfähigkeit natürlicher, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Systeme zu erhalten oder zu verstärken, sodass die negativen Auswirkungen des Klimawandels weniger belastend für Wirtschaft und Gesellschaft ausfallen. Beispiele sind die Renaturierung von Flussbetten zur besseren Bewältigung von Hochwassern oder die Schaffung von grünen Korridoren in Städten, um die besondere Hitzeentwicklung an heißen Sommertagen („Urban

Abb. 06: Herausforderungen in Deutschland mit Blick auf thematische/regionale Verwundbarkeit



Hitzebelastung in Verdichtungsräumen

Handlungsbedarf: Belastung menschlicher Gesundheit im Freien, in Gebäuden und Bauwerken.

Wo: Ballungsgebiete in heute schon warmen Regionen (werden sich weiter ausdehnen).



Wassernutzung (in ferner Zukunft auch Sommertrockenheit)

Handlungsbedarf: Boden, Wald und Forstwirtschaft sowie Energiewirtschaft.

Wo: Regionen mit warmem und trockenerem Klima in Ostdeutschland und dem Rhein-Einzugsgebiet.



Starkregen und Sturzfluten: Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen

Handlungsbedarf: Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt, Küsten und Meeresschutz, Bauwesen, Verkehr, Verkehrsinfrastruktur sowie Industrie und Gewerbe.

Wo: Ballungszentren im Nordwestdeutschen Tiefland, Mittelgebirge und südwestdeutscher Raum.



Flussüberschwemmungen: Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen

Handlungsbedarf: Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt, Küsten und Meeresschutz, Bauwesen, Verkehr, Verkehrsinfrastruktur sowie Industrie und Gewerbe.

Wo: Ballungsräume in Flusstälern des Norddeutschen Tieflands, aber auch Einzugsgebiete des Rheins und der Donau.



Schäden an Küsten: Meeresspiegelanstieg, erhöhter Seegang, steigende Sturmflutgefahr

Handlungsbedarf: Küsten- und Meeresschutz, Bauwesen, Verkehr, Verkehrsinfrastruktur sowie Industrie und Gewerbe.

Wo: Küstengebiete.



Veränderte Arten beziehungsweise natürliche Entwicklungsphasen

Handlungsbedarf: Menschliche Gesundheit, Boden, biologische Vielfalt, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft, Fischerei.

Wo: Meere und ländliche Räume.

Quelle: BMUB (2016)

Heat Island Effect“) zu vermindern. Investitionen in „grüne Infrastruktur“, wie zum Beispiel die Wiederherstellung von Flussauen zum Flutschutz, machen Standorte gleichzeitig auch attraktiver und sind meist kostengünstiger als die Behebung von Flutschäden im Nachhinein.

Bereits 2008 hat die Bundesregierung die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen. Diese definiert die zentralen Ziele und Handlungsoptionen im Bereich Anpassung, die dann 2011 im Aktionsprogramm Anpassung I mit konkreten Maßnahmen unterlegt wurden. Das Aktionsprogramm betrachtet die verschiedenen Handlungsebenen und Akteursgruppen, von den Bürgern über Kommunen und Landesregierungen bis hin zu nationalen und internationalen Organisationen. Im Dezember 2015 hat die Bundesregierung den Ersten Fortschrittsbericht zur DAS vorgelegt und mit ihm rund 140 Anpassungsmaßnahmen verbindlich vereinbart.⁹

Darüber hinaus arbeitet die Bundesregierung daran, Wetterdaten und Daten zu Klimafolgen und -anpassung zu verbessern. Mit Blick auf die Vorsorge stellt sie die Frage: Wo ist Deutschland vom Klimawandel zukünftig betroffen und mit Blick auf negative Klimafolgen verwundbar? Es geht darum, negative Klimafolgen in Form von wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Schäden durch frühzeitiges Handeln zu vermeiden. Dazu gilt es die Betroffenheit Deutschlands durch den Klimawandel regional und thematisch differenziert dazustellen, denn Anpassung findet in erster Linie auf lokaler oder regionaler Ebene statt.

Der Fortschrittsbericht zur DAS zeigt, dass Klimawandelanpassung ein Bestandteil der Planungs- und Entscheidungsprozesse geworden ist und in den verschiedenen Handlungsfeldern wie Landwirtschaft, Stadt- und Raumplanung sowie in sektorenübergreifenden Vorhaben zunehmend verankert wird. Dieser Ansatz des „Mainstreamings“ in die verschiedenen Fachbereiche wird weiter verfolgt.

Klimawandelanpassung wird bei Planungs- und Entscheidungsprozessen in verschiedenen Sektoren, etwa der Landwirtschaft, berücksichtigt.

Auch international ist Anpassung von großer Bedeutung. Insbesondere Entwicklungsländer haben das Thema auf den Weltklimakonferenzen (siehe Kapitel 3.1) der letzten Jahre hoch auf die Agenda gehoben. Die Finanzierung für Anpassungsmaßnahmen ist Teil des „Übereinkommens von Paris“ (Pariser Abkommen) aus dem Jahr 2015 geworden. Auf der 23. Weltklimakonferenz in Bonn Ende 2017 wurde beschlossen, dass der Anpassungsfonds der Umsetzung des Pariser Abkommens dienen soll. Dies ist insbesondere für verletzte Inselstaaten und Entwicklungsländer von Bedeutung.

„Auch in Deutschland werden wir künftig, aber auch heute schon, mit den Folgen des Klimawandels zu kämpfen haben. Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt müssen sich anpassen.“ Rita Schwarzelühr-Sutter, Parlamentarische Staatssekretärin im BMU



3. Was sind die aktuellen Klimaschutzziele und -instrumente?

3.1 Internationale Klimaschutzpolitik

196 Länder und die EU haben die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) ratifiziert. Damit sind fast alle Länder der Erde Mitglied. Die Konvention hat das Ziel, die Treibhausgasemissionen weltweit auf einem Niveau zu stabilisieren, das einen gefährlichen Klimawandel vermeidet. Seit 1995 werden jährlich und in wechselnden Gastgeberländern Konferenzen der Vertragsstaaten abgehalten, die sogenannten „Weltklimakonferenzen“ oder auch „Conferences of the Parties (COP)“.

Das Kyoto-Protokoll war der erste rechtlich bindende internationale Klimavertrag mit quantifizierten

Emissionsreduktionsverpflichtungen. Es wurde auf der dritten Weltklimakonferenz 1997 in Kyoto (Japan) unterzeichnet und trat 2005 in Kraft. Ein Teil der Industriestaaten, darunter alle EU-Mitgliedsstaaten, verpflichteten sich darin zu verbindlichen Emissionsreduktionszielen bis 2012 und in einer zweiten Phase bis 2020. Im letzten Jahrzehnt lag der Fokus der internationalen Klimapolitik darauf, ein Nachfolgeabkommen für das Kyoto-Protokoll für die Zeit ab 2020 zu verhandeln. Dies gelang schließlich im Jahr 2015 mit dem Abschluss des Pariser Abkommens auf der 21. Weltklimakonferenz in Paris.

Im Rahmen des Pariser Abkommens hat sich die Weltgemeinschaft verpflichtet, die Erderwärmung bis Ende des 21. Jahrhunderts deutlich unter 2 °C und möglichst unter 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu

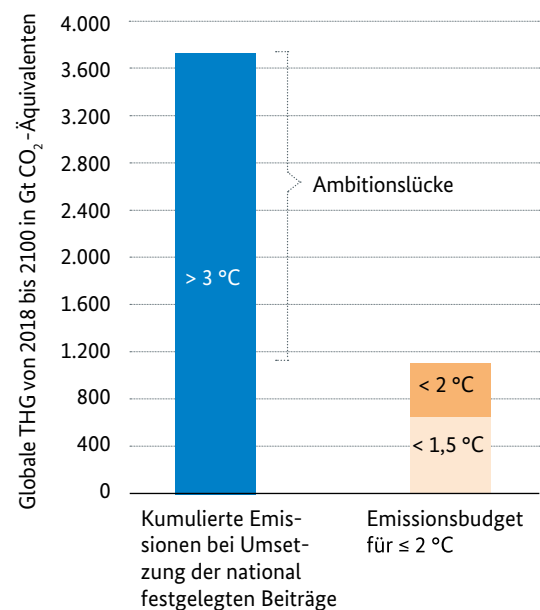
halten. Das Abkommen markiert durch die Einbindung aller Industrie- und Entwicklungsländer einen historischen Durchbruch in der internationalen Klimapolitik – das Kyoto-Protokoll verpflichtete nur einen Teil der Industriestaaten zu Emissionsminderungen. Das Pariser Abkommen trat weniger als ein Jahr nach der Pariser Klimakonferenz in Kraft. Bis heute wurde das Abkommen von 175 Staaten und der EU ratifiziert.¹⁰ Dies zeigt den Willen der Staatengemeinschaft, sich gemeinsam und ohne weitere Verzögerungen für den globalen Klimaschutz einzusetzen.

Die Umsetzung des Pariser Abkommens schreitet voran.

Auf den Klimakonferenzen in Marrakesch 2016 und in Bonn 2017 wurden erste Meilensteine in der Ausgestaltung des Arbeitsprogramms zur Umsetzung des Abkommens erreicht. Die Staaten Deutschland, Frankreich, Benin, Mexiko, Kanada, Tschechien und die USA – noch unter der Obama-Regierung – haben im Rahmen des Abkommens bereits langfristige Dekarbonisierungsstrategien vorgelegt. In mittelfristiger Perspektive ist die Umsetzung der national festgelegten Beiträge (Nationally Determined Contributions; NDCs) zum Pariser Abkommen von besonderer Bedeutung. In diesen formulieren die Staaten, welchen Beitrag zum globalen Klimaschutz und zur Anpassung sie im Rahmen des Abkommens mittelfristig, beispielsweise bis 2030, leisten werden. Im Hinblick auf die eingereichten NDCs besteht allerdings noch eine große Lücke zwischen den bisher geplanten und den notwendigen Emissionsminderungen (Abbildung 07): Von den 176 Vertragsparteien, die das Pariser Abkommen bisher ratifiziert haben, haben 170 NDCs eingereicht, aber bislang haben nur sieben Staaten in ihren NDCs Klimaschutzziele verankert, die mit der 2 °C-Obergrenze kompatibel sind.

Während der deutschen Präsidentschaft über die Gruppe der zwanzig wichtigsten Industrie- und Schwellenländer (G20) im Jahr 2017 wurde die Verpflichtung zur Dekarbonisierung noch einmal bekräftigt. Ziel der deutschen Präsidentschaft war es unter anderem zu zeigen, dass Klimaschutz und Wirtschaftswachstum ineinandergreifen. Themenschwerpunkte waren daher geeignete Investitionsfelder für erneuerbare Energien (siehe Glossar), Energieeffizienz (siehe Glossar) sowie der Abbau von Subventionen für fossile Energieträger und das Umlenken von Finanzströmen in kohlenstoffarme und klimaresiliente Infrastruktur. Auf dem Gipfeltreffen der G20-Staats- und Regierungschefs am 7. und 8. Juli 2017 wurde schließlich der „Aktionsplan der G20 von Hamburg zu Klima und Energie für Wachstum“ verabschiedet.

Abb. 07: Lücke zwischen geplanten nationalen Klimaschutzbeiträgen und verbleibendem Emissionsbudget gemäß Pariser Abkommen



Quelle: Eigene Darstellung nach CAT (2017)

Der Aktionsplan ist ein klares Bekenntnis zur Umsetzung des Pariser Abkommens und verknüpft Energie und Klima eng miteinander. Alle G20-Staaten haben sich zu diesem Plan bekannt, mit Ausnahme der USA, die angekündigt haben, wieder aus dem Pariser Abkommen auszusteigen.

3.2 Europäische Klimaschutzpolitik

Die Europäische Union (EU) ist eine treibende Kraft in den internationalen Klimaverhandlungen. Sie reichte bereits im März 2015 ihren „national festgelegten Beitrag“ zum Pariser Abkommen bei den Vereinten Nationen ein. Alle EU-Mitgliedsstaaten verpflichten sich darin, bis 2030 die gesamten europäischen Emissionen um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Dieses Ziel ist in das langfristige Klimaschutzziel der EU eingebettet, den EU-weiten Treibhausgasausstoß bis 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 zu verringern.

Ein zentrales Instrument zur Erreichung des 2030-Klimaschutzziels der EU ist der europäische Emissionshandel (EU-ETS; siehe Glossar). Rund 40 Prozent der europäischen Treibhausgasemissionen stammen von großen Emittenten aus dem Energie- und Industriesektor. Das EU-ETS verpflichtet energieintensive Industrieunternehmen sowie Energieunternehmen dazu, handelbare Emissionsrechte (Zertifikate) in Höhe der von ihnen verursachten Treibhausgasemissionen zu erwerben. Die Treibhausgasemissionen in diesen Sektoren sollen damit um 21 Prozent bis 2020 und um 43 Prozent bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 2005 reduziert werden. Seit einigen Jahren gibt es jedoch einen Überschuss an Zertifikaten im Markt, der unter anderem auf die Wirtschafts- und Finanzkrise und die entsprechend geringere Produktionsleistung in der EU zurückzuführen ist. Die finanziellen Anreize für Unternehmen, selbst Emissionen durch Klimaschutzinvestitionen zu mindern, sind daher im Moment gering. Damit der EU-ETS wieder genügend Minderungsanreize schafft, hat die Europäische Kommission 2015 einen Vorschlag für eine umfassende Reform des EU-ETS vorgelegt. Im November 2017 haben sich der Rat der Europäischen Union und das Europäische Parlament darauf aufbauend schließlich auf ein konkretes Reformpaket für den Zeitraum von 2021 bis 2030 geeinigt. Mit der beschlossenen Reform werden die Überschüsse im Markt schneller und nachhaltiger abgebaut; außerdem wird dem Zusammenspiel von nationaler und europäischer Klimapolitik Rechnung getragen.

Für Sektoren, die nicht vom EU-ETS abgedeckt sind, gibt es ein separates Klimaschutzziel. Dieses gilt für alle Aktivitäten außerhalb des Emissionshandels (vor allem die Sektoren Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft), mit Ausnahme des außereuropäischen Flugverkehrs sowie der Abgabe und Aufnahme von CO₂ durch Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land-Use Change and Forestry; LULUCF).

Die Sektoren außerhalb des Emissionshandels verursachen gemeinsam circa 60 Prozent der EU-weiten Treibhausgasemissionen.

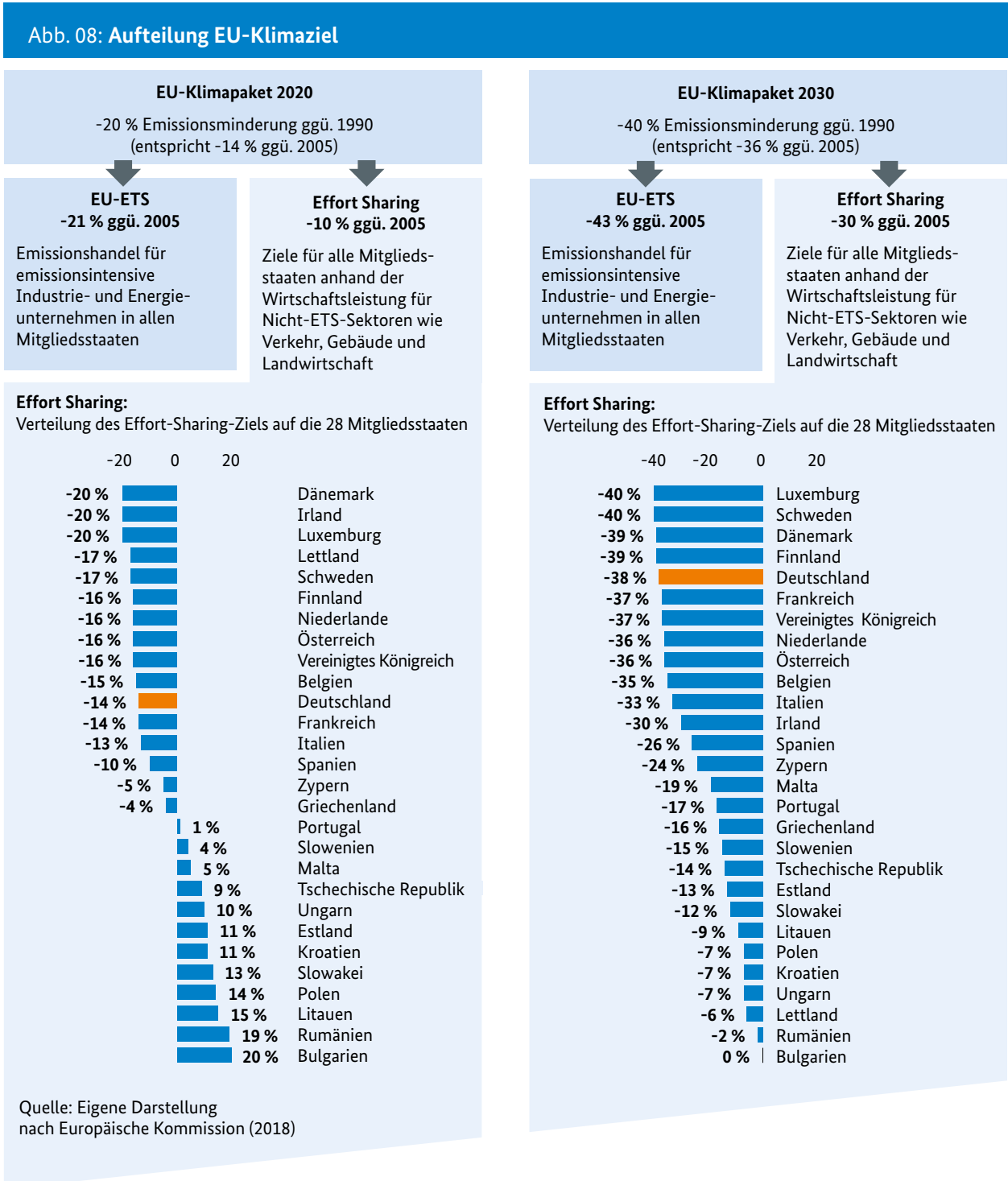
Die EU-Mitgliedsstaaten haben sich verpflichtet, ihren Treibhausgasausstoß in diesen Bereichen bis 2020 um zehn Prozent und bis 2030 um durchschnittlich 30 Prozent im Vergleich zu 2005 zu verringern. Die sogenannte

„Lastenteilungsentscheidung“ (Effort Sharing Decision; ESD; siehe Glossar) der EU bricht dieses Ziel für den Zeitraum 2013 bis 2020 auf die einzelnen Mitgliedsstaaten herunter, ohne weitere sektorale Vorgaben zu machen. Die Europäische Kommission hat im Juli 2016 einen Gesetzesvorschlag für den Folgezeitraum 2021 bis 2030 vorgelegt (Effort Sharing Regulation; ESR; siehe Glossar), der im Januar 2018 sowohl von den Mitgliedsstaaten als auch vom Europäischen Parlament mit einigen Änderungen akzeptiert wurde. Die ESR sieht nationale Ziele bis 2030 zwischen null (für Bulgarien mit dem geringsten Bruttoinlandsprodukt [BIP] pro Kopf) und 40 Prozent (für Luxemburg und Schweden mit den höchsten BIPs pro Kopf) Treibhausgasminderung gegenüber 2005 vor (Abbildung 08). Für Deutschland beträgt das Reduktionsziel 38 Prozent. Die ESR beinhaltet erweiterte Flexibilitätsoptionen, damit diese Ziele auf gerechte und kosteneffiziente Weise erreicht werden können.

Die Kommission hat außerdem eine Verordnung für den Sektor LULUCF (2016) vorgeschlagen, um Emissionen und Aufnahme von CO₂ durch diese Landflächen in den EU-Klimaschutzrahmen bis 2030 zu integrieren. Auch dieser Legislativvorschlag wurde Anfang 2018 mit Änderungen akzeptiert. Er enthält Regeln, nach denen Fort- und Rückschritte beim Klimaschutz in diesem Sektor identifiziert und bilanziert werden müssen. Im Wesentlichen sollen die Mitgliedsstaaten sicherstellen, dass die Klimabilanz durch menschliche Einflüsse nicht verschlechtert wird.

Das EU-Klimaschutzziel für 2030 wird von einem Erneuerbare-Energien- und einem Energieeffizienzziel flankiert. Erneuerbare Energien sollen bis 2030 mindestens 27 Prozent des Endenergieverbrauchs der EU decken (20 Prozent bis 2020). Der Primärenergieverbrauch soll bis 2030 um mindestens 27 Prozent gesenkt werden, im Vergleich zu einer Entwicklung ohne Energieeffizienzmaßnahmen (20 Prozent bis 2020). Ende 2016 hat die Kommission den Mitgliedsstaaten einen Gesetzesvorschlag vorgelegt, der eine Anhebung dieses Ziels auf 30 Prozent vorsieht. Das Europäische Parlament schlägt sogar eine Anhebung auf 35 Prozent vor.

Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie ist das wesentliche Instrument der EU zur Erreichung des Erneuerbare-Energien-Ziels bis 2020. Sie gibt vor, in welchem Maße die einzelnen EU-Mitgliedsstaaten den Anteil der erneuerbaren Energien an ihrem Endenergieverbrauch ausbauen müssen. Maßgebend hierfür ist die Pro-Kopf-Wirtschaftsleistung.



Analog dazu wird die Steigerung der Energieeffizienz bis 2020 über die Energieeffizienzrichtlinie geregelt. Sie verpflichtet die Mitgliedsstaaten, Maßnahmen zu ergreifen, die die Energieeffizienz in allen Bereichen des Energiesektors (Erzeugung, Versorgung und

Verbrauch) verbessert. Die Gebäudeeffizienzrichtlinie schreibt darüber hinaus vor, dass alle neuen Gebäude ab 2021 Niedrigstenergiegebäude sein müssen. Diese drei Richtlinien werden aktuell als Teil des „Winterpakets“ überarbeitet (siehe Schlaglicht).

SCHLAGLICHT 2018: Klimaziele und Klima- politik der EU

Erreichen der 2030-Klima- und Energieziele: Entscheidende Weichen werden gestellt

Die Klimapolitik genießt hohe Priorität in der EU. Dies machte der Europäische Rat mit der frühzeitigen Einreichung eines ambitionierten EU-NDC deutlich. 2009 wurde das Klima- und Energiepaket erarbeitet. Um die 2030-Ziele zu erreichen, sind jedoch weitere Maßnahmen erforderlich. Die EU arbeitet daher momentan an einer umfassenden Weiterentwicklung ihrer Klima- und Energiepolitik. Zentrale Bestandteile sind die Reform des EU-ETS, die Weiterentwicklung der Lastenteilungsentscheidung und die Einführung einer LULUCF-Verordnung (siehe Kapitel 3.2).

Die Europäische Kommission hat im Februar 2015 die Strategie für eine Energieunion mit einer zukunftsorientierten Klimaschutzstrategie vorgelegt. Dies ist ein wichtiger Schritt zur gemeinsamen Betrachtung von klima- und energiepolitischen Zielen und damit einer integrierten europäischen Klima- und Energiepolitik. Die Strategie umfasst fünf Dimensionen: Energiesicherheit, integrierter Energiebinnenmarkt, Energieeffizienz, Dekarbonisierung sowie Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit.

Das „Winterpaket“ der Kommission vom November 2016 formuliert weitere Maßnahmen, um die Klima- und Energieziele zu erreichen. Es ist ein zentrales Ergebnis der Energieunion. Das Maßnahmenpaket mit dem Namen „Saubere Energie für alle Europäer“ besteht aus acht Gesetzesvorschlägen zur Sicherung der Gas- und Stromversorgung, zu Energieeffizienz und zu erneuerbaren Energien sowie einer Regulierung zur Umsetzung der Energieunion. Es beinhaltet unter anderem die Neufassung der Erneuerbare-Energien-, Energieeffizienz- und Gebäudeeffizienzrichtlinien.

Zur Erreichung des Erneuerbare-Energien-Ziels werden Regelungsanpassungen angestrebt, unter anderem für kosteneffiziente und marktorientierte

Fördersysteme. Eine weitere vorgeschlagene Maßnahme ist die Verpflichtung, den Anteil erneuerbarer Energien und CO₂-armer Kraftstoffe sowie fortschrittlicher Bio-Treibstoffe, die nicht aus Nahrungs- oder Futtermittelpflanzen erzeugt sind, an den genutzten Kraftstoffen im Verkehrssektor bis 2030 zu steigern. Im Bereich Energieeffizienz kündigte die Kommission im Hinblick auf das vorgeschlagene 30-Prozent-Ziel bis 2030 unter anderem eine neue Finanzierungsinitiative („Smart Finance for Smart Buildings“) an, die vermehrt private Investitionen im Bereich Energieeffizienz im Wohngebäudesektor mobilisieren soll. Diese Initiative wird seit Februar 2018 durch die Europäische Investitionsbank (EIB) umgesetzt.

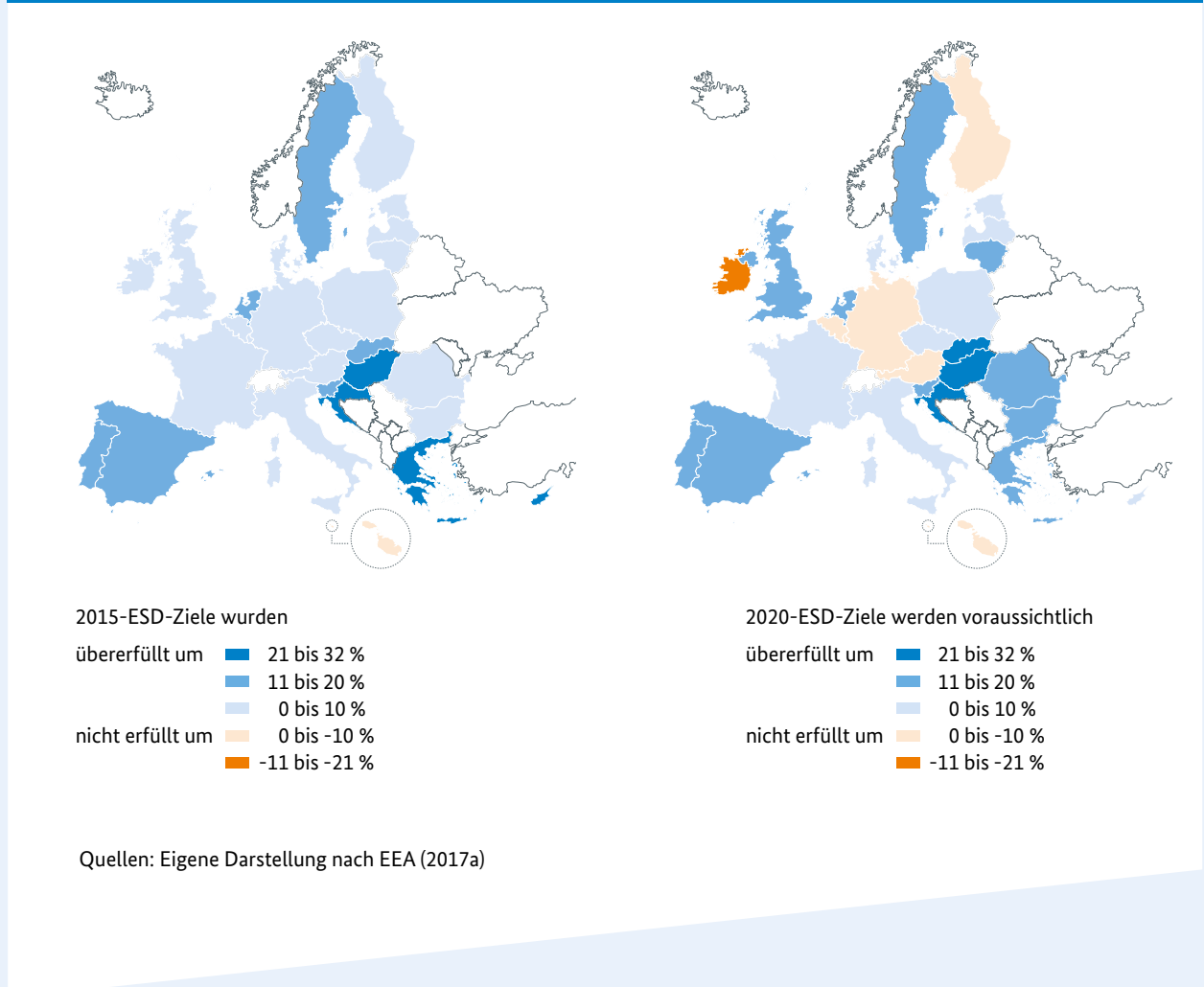
Kritik am aktuellen Entwurf des Winterpakets bezieht sich vor allem auf den Wegfall des Einspeisevorrangs für erneuerbare Energien sowie das nicht ausreichend ambitionierte Energieeffizienzziel. Das Europäische Parlament votierte Anfang 2018 für eine Anhebung des Erneuerbare-Energien-Ziels und des Energieeffizienzziels auf 35 Prozent. Es ist geplant, dass die insgesamt acht Rechtsakte des Winterpakets bis zum Ende des Jahres 2018 zwischen Europäischem Parlament und dem Rat der Europäischen Union abgestimmt und beschlossen werden.

Erreichen des 2020-Klimaziels: Unterschiedliche Ergebnisse auf nationaler Ebene

Nicht alle Mitgliedsstaaten erreichen die vorgesehenen Klimaschutzziele. Nach der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls und der Einführung des EU-Klimapakets 2008 zeichnete sich bereits 2015 ab, dass das 2020-Klimaziel auf EU-Ebene insgesamt deutlich übererfüllt wird. Auf nationaler Ebene hingegen zeigt sich bei der Emissionsreduktion in den Nicht-ETS-Sektoren, dass sich die Fortschritte zwischen den EU-Mitgliedsstaaten zum Teil stark unterscheiden. Viele Mitgliedsstaaten werden aller Voraussicht nach ihre

*„Die beschlossene Gesetzgebung zur Stärkung des EU-ETS und zur Erreichung unserer Klimaziele zeigt, dass Europa einmal mehr Vorreiter im Bereich Klimaschutz ist.“
Miguel Arias Cañete, EU-Kommissar für Klimapolitik und Energie*

Abb. 09: Fortschritte der EU-Mitgliedsstaaten bei der Reduzierung von Treibhausgasen im Hinblick auf die Klimaziele 2020



nationalen Klimaziele, so wie sie in der Lastenteilungsentscheidung vorgesehen waren, deutlich übererfüllen. Diejenigen Länder, die das Ziel nicht erreichen, werden zur Einhaltung der rechtlichen Anforderungen auf Flexibilitätsregelungen wie zum Beispiel die Nutzung von Überschüssen aus früheren Jahren oder den Einkauf von Emissionsrechten aus anderen Mitgliedsstaaten zurückgreifen müssen.

Abbildung 09 zeigt, dass **Deutschland zu den Ländern gehört, die das 2020-Klimaziel für die Nicht-ETS-Sektoren ohne zusätzliche dringende Maßnahmen voraussichtlich nicht erreichen werden**. Deutschland zählt aufgrund seines relativ hohen BIP pro Kopf zu den Mitgliedsstaaten

mit einem überdurchschnittlich hohen 2020-Ziel. Andere Länder mit noch höheren Zielen wie Schweden oder Dänemark haben diese jedoch erreicht. Ein Teil der bis 2020 voraussichtlich nicht zu erreichenden Minderungen kann Deutschland durch Verrechnung mit der Übererfüllung der Ziele in den Vorjahren ausgleichen. Zusätzlich kann die Bundesregierung Emissionszertifikate von anderen EU-Staaten kaufen, um die legale Verpflichtung auch bei einem stärkeren Überschreiten der Emissionsvorgaben einzuhalten. Bis 2030 besteht in jedem Fall noch deutlicher Handlungsbedarf auf deutscher Ebene, um die dann weiter erhöhten Treibhausgasreduzierungsziele im Rahmen der Lastenteilung (siehe auch Abbildung 08) zu erreichen.

3.3 Deutsche Klimaschutzpolitik

Die deutsche Klimapolitik beruht auf den europäischen und internationalen Klimaschutzziele. Mit dem Energiekonzept von 2010 und dem im November 2016 beschlossenen Klimaschutzplan 2050 wurden Ziele und Zwischenziele zur Reduktion der Treibhaus-

gasemissionen, zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz bis 2050 festgeschrieben:

- Bis 2050 soll in Deutschland, entsprechend dem Pariser Abkommen, weitgehende Treibhausgasneutralität (siehe Glossar) erreicht werden (Minderung der Emissionen um 55 Prozent bis 2030 und 70 Prozent bis 2040).

Abb. 10: Übersicht über Energie- und Klimaziele der Bundesregierung bis 2050

	Status quo*	Ziele			
		2020	2030	2040	2050
Treibhausgasemissionen					
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	27,7 % (2017)	mind. -40 %	mind. -55 %	mind. -70 %	weitgehend treibhausgasneutral
Erneuerbare Energien					
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	14,8 % (2016)	18 %	30 %	45 %	60 %
Anteil am Bruttostromverbrauch	36,2 % (2017)	mind. 35 %	mind. 50 % EEG 2025: 40 bis 45 %	mind. 65 % EEG 2035: 55 bis 60 %	mind. 80 %
Anteil am Wärmeverbrauch	12,9 % (2017)	14 %			
Anteil im Verkehrsbereich	5,2 % (2017)	10 %**			
Effizienz und Verbrauch					
Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-5,8 % (2017)	-20 %	→		-50 %
Endenergieproduktivität (2008–2050)			2,1 % pro Jahr (2008–2050)		
Bruttostromverbrauch (gegenüber 2008)	-3 % (2017)	-10 %	→		-25 %
Primärenergiebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-15,9 % (2015)		→		-80 %
Wärmebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-11,1 % (2015)	-20 %			
Endenergieverbrauch Verkehr (gegenüber 2005)	1,3 % (2015)	-10 %	-15 bis -20 %	→	-40 %

* Aktuellste verfügbare Zahlen, Stand: April 2018 ** Ziel gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG

Quellen: BMWi (2016a); AGEE-Stat (2018, Stand: Februar 2018)

- Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch soll bis 2050 auf 60 Prozent steigen (30 Prozent bis 2030, 45 Prozent bis 2040).
- Der Primärenergieverbrauch soll bis 2050 um 50 Prozent gegenüber 2008 gesenkt werden.

Eine Übersicht über die Ziele ist in Abbildung 10 dargestellt.

Der Klimaschutzplan 2050 legt erstmalig auch Ziele für die einzelnen Sektoren fest. Der am 14. November 2016 beschlossene Klimaschutzplan 2050 weist den Weg in eine weitgehend treibhausgasneutrale Wirtschaft bis zum Jahr 2050. Um die Treibhausgasemissionen in allen Wirtschaftszweigen bis 2030 gegenüber 1990 um mindestens 55 Prozent zu senken, wurden Zielkorridore für die einzelnen Sektoren bis 2030 vereinbart, die jeweils die spezifischen Gegebenheiten berücksichtigen. Pro Sektor formuliert der Klimaschutzplan Leitbilder für das Jahr 2050 sowie Meilensteine und strategische Maßnahmen für das Jahr 2030.

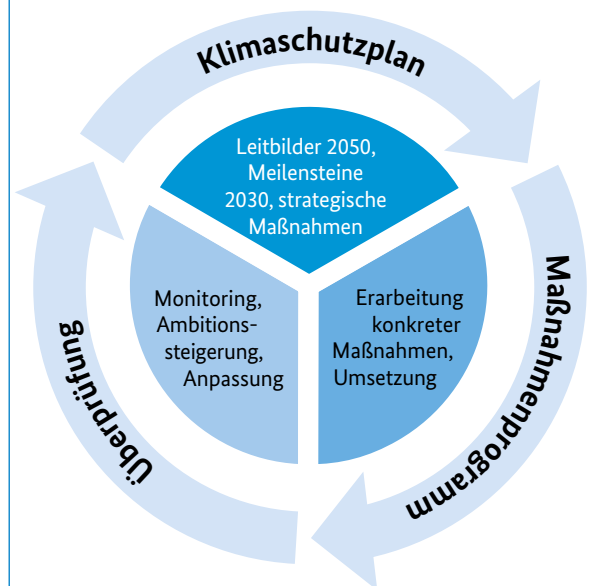
Der Klimaschutzplan wird mithilfe eines fortlaufenden Maßnahmenprogramms sowie durch Überprüfung und Fortschreibung des Plans alle fünf Jahre kontinuierlich weiterentwickelt (Abbildung 11). Die Fortschreibung des Klimaschutzplans beinhaltet die Möglichkeit, das Ambitionsniveau zu erhöhen. Die Zwischenziele, Meilensteine und eingeschlagenen Transformationspfade werden hinsichtlich ihrer Konsistenz mit der Zielerreichung kontinuierlich überprüft und bei Bedarf angepasst. So können auch zukünftige technische, gesellschaftliche, politische, soziale und ökonomische Entwicklungen und Veränderungen sowie neue wissenschaftliche Ergebnisse einbezogen werden. Dieser Prozess soll durch einen gesellschaftlichen Dialog unter Beteiligung der Länder, Kommunen, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Bürgerinnen und Bürger begleitet werden.



Sektorziele für THG-Emissionsreduktionen bis 2030 (gegenüber 1990)

- **Energiewirtschaft:** 61 bis 62 Prozent
- **Gebäudebereich:** 66 bis 67 Prozent
- **Verkehr:** 40 bis 42 Prozent
- **Industrie:** 49 bis 51 Prozent
- **Landwirtschaft:** 31 bis 34 Prozent
- **Landnutzung und Forstwirtschaft:** Der Sektor wird nicht in die Bewertung der Zielerfüllung einbezogen. Maßnahmen zum Erhalt und zur Verbesserung des CO₂-Speicherungs potenzials des Waldes werden aber dennoch betont.

Abb. 11: Klimaschutzplan Weiterentwicklungsprozess



Quelle: Eigene Darstellung



4. Wie entwickeln sich die Emissionen in Deutschland?

4.1 Emissionen in Deutschland – gestern, heute und morgen

Zwischen 1990 und 2017 sind die Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Schätzungen des Umweltbundesamts (UBA) um circa 27,7 Prozent gesenkt worden (1990 bis 2016: -27,3 Prozent). Der Treibhausgasausstoß im vergangenen Jahr wird damit auf knapp 905 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente beziffert – 4,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente weniger als im Vorjahr. 1990 betrug er noch 1.252 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente.

Die Klimaschutzpolitischen Maßnahmen auf deutscher und europäischer Ebene haben einen maßgeblichen

Anteil an dem Emissionsrückgang, vor allem seit Mitte der 1990er Jahre. Zudem führte der wirtschaftliche Umbruch in den neuen Bundesländern zu einem starken Emissionsrückgang in den frühen 1990er Jahren. Auch Schwankungen des witterungsbedingten Heizbedarfs und der Konjunktur, wie zum Beispiel infolge der Finanzkrise 2009, beeinflussen die Emissionsentwicklung zum Teil erheblich. Während die Emissionen beispielsweise im Energiebereich weiterhin zurückgingen, stiegen sie im Verkehrssektor sowie in der Industrie 2017 sogar an.

Trotz des erfolgreichen Ausbaus der erneuerbaren Energien stammt ein großer Teil der Stromproduktion weiterhin aus mit fossilen Brennstoffen befeuerten Kraftwerken. Als Folge der weiterhin erheblichen Überkapazitäten in diesem Kraftwerkssegment sind die deutschen Stromexporte seit 2009

i

Luftschadstoffe

Ein Ziel der deutschen Klimaschutzpolitik ist die nachhaltige Reduzierung der Luftbelastungen. Die Belastung der Luft, zum Beispiel durch Feinstaub (Partikelgröße PM10 und PM2,5), hat unter anderem negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Die Luftqualität hat sich ab 1990 verbessert, zunächst aufgrund von nationalen Initiativen und dann durch internationale Übereinkommen. Zur Verbesserung hat maßgeblich der Wechsel von festen hin zu flüssigen und gasförmigen Brennstoffen beigetragen.

Die industrielle Transformation in ostdeutschen Bundesländern nach der Wende bewirkte, dass ein Großteil der Minderung von Luftschadstoffen in den Jahren nach 1990 stattfand. In den letzten zehn Jahren haben sich die Emissionen nicht mehr stark verändert. Die Rückgänge sind unterschiedlich verlaufen: Während der Ausstoß von Schwefeldioxid im Vergleich zu 1990 um 95 Prozent reduziert werden konnte, gab es kaum Emissionsminderung von Ammoniak, das hauptsächlich in der Landwirtschaft entsteht.

um 50 Prozent gestiegen. Hinzu kommen niedrige Preise für Steinkohle auf dem Weltmarkt und für heimische Braunkohle sowie der anhaltend geringe CO₂-Preis im EU-ETS. Dieser Preis ist derzeit nicht ausreichend, um eine Transformation in Richtung eines emissionsärmeren Kraftwerksparks zu bewirken. Der eingeleitete Ausstieg aus der Kernenergie führt zudem dazu, dass mit fossilen Brennstoffen befeuerte Kraftwerke voraussichtlich später vom Netz gehen werden als zunächst angenommen. Diese Faktoren tragen maßgeblich dazu bei, dass Treibhausgasemissionen nicht im Einklang mit den beschlossenen Klimazielen reduziert werden.

Die Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40 Prozent gegenüber 1990 wird nach aktuellen Schätzungen nicht bis 2020 erreicht werden. 2014 hat die

Bundesregierung das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 mit dem Ziel verabschiedet, die sich bereits abzeichnende Lücke bis 2020 zu schließen. Die aktuellen Entwicklungen legen nahe, dass zusätzlich zu den im Aktionsprogramm beschlossenen Maßnahmen weitere Anstrengungen nötig sind, um das 40-Prozent-Ziel zu erreichen.

Die Bundesregierung will bis Mitte des Jahrhunderts die weitgehende Treibhausgasneutralität erreichen. Der Klimaschutzplan 2050 sieht dafür spezifische Zielkorridore für die Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) und Land- und Abfallwirtschaft vor, da diese Sektoren unterschiedliche Voraussetzungen und Anteile an den Gesamtemissionen haben (Abbildung 12). Die Emissionen werden in dieser Broschüre nach ihrem Ursprungssektor bilanziert („Quellprinzip“; siehe Glossar). Energie, Industrie und Verkehr emittierten 2016 zusammen 76,7 Prozent aller Treibhausgase in Deutschland. In Abbildung 13 werden die Treibhausgasemissionen zudem nach Gasen aufgeschlüsselt.

Das International Resource Panel hat berechnet, dass ambitionierter Klimaschutz gekoppelt mit Ressourceneffizienz dazu führen kann, 63 Prozent der Treibhausgasemissionen und 28 Prozent des Ressourcenverbrauchs pro Kopf bis 2050 einzusparen (jeweils im Vergleich zu 2015), während die globale Wirtschaft im gleichen Zeitraum um 1,5 Prozent wächst.¹¹ Positive (Neben-) Effekte von Klimaschutz auf Wirtschaft und Gesellschaft sind in Kapitel 5 dieser Broschüre dargestellt.

„Beim Ausbau der erneuerbaren Energien haben wir bereits viel erreicht. Im Verkehrsbereich geht die Entwicklung leider immer noch in die falsche Richtung. Für Klimaschutz und saubere Luft brauchen wir eine grundlegende Verkehrswende.“

Svenja Schulze, Bundesumweltministerin

Abb. 12: Entwicklung der Treibhausgase nach Sektoren (ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)**

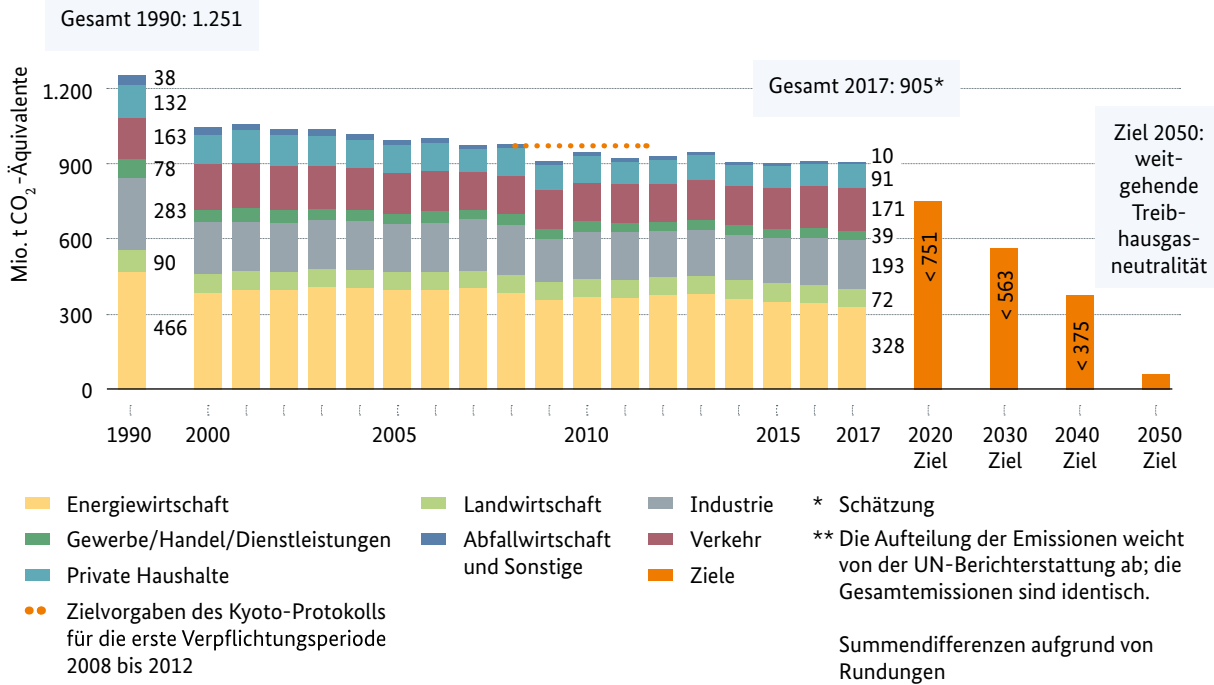
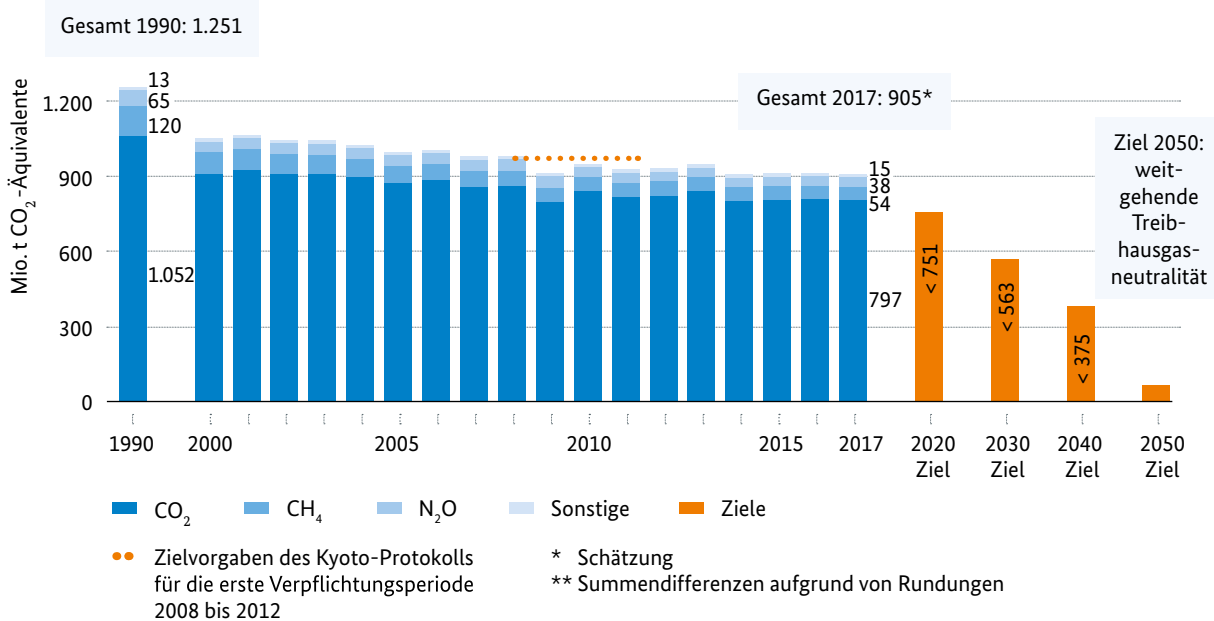


Abb. 13: Emissionsentwicklung nach Treibhausgasen**



4.2 Energiewirtschaft

Emissionstrends

Der Sektor Energiewirtschaft hatte 2016 mit 37,8 Prozent erneut den größten Anteil an den Treibhausgasemissionen in Deutschland. Verantwortlich dafür ist vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung zur Bereitstellung von Strom und Wärme. Über vier Fünftel der Emissionen in der Energiewirtschaft entstehen beim Verbrennen von Braun- und Steinkohle (Abbildung 15).

Die nahezu vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung in Deutschland bis 2050 wird durch den Ausbau erneuerbarer Energien, die Steigerung der Energieeffizienz und die schrittweise Abkehr der Verbrennung fossiler Brennstoffe vorangetrieben. 2017 konnten so die Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft im Vergleich zu 1990 schätzungsweise um 29,6 Prozent gesenkt werden (Abbildung 14). Maßgeblichen Anteil daran hat die Modernisierung und Umstrukturierung des Energie- und Industriesektors in den neuen Bundesländern.

Die Bilanzierung der Emissionen in Deutschland weist dem Energiesektor eine besondere Rolle zu, da sich dort auch ein verringerter Energieverbrauch in anderen Sektoren positiv widerspiegelt. Wie oben beschrieben, werden dem Energiesektor im Sinne des Quellprinzips sämtliche Emissionen aus der Strom- und Fernwärmeherstellung zugerechnet, auch wenn der Strom oder die Wärme zum Beispiel in privaten Haushalten (siehe Kapitel 4.5) oder im Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD, siehe Kapitel 4.6) verbraucht werden.

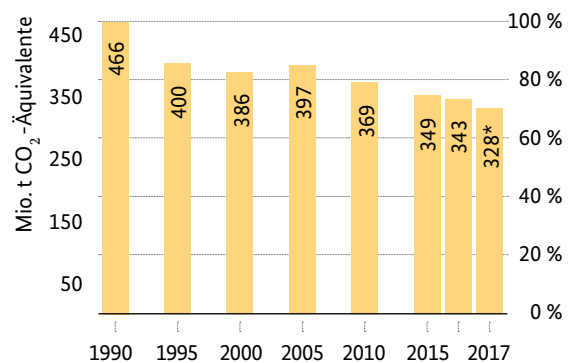
Aktuelle politische Maßnahmen

Das im Klimaschutzplan 2050 vereinbarte Sektorziel für die Energiewirtschaft sieht vor, dass die Emissionen des Sektors bis 2030 um 61 bis 62 Prozent gegenüber 1990 sinken. Der weitere Ausbau erneuerbarer Energien, der schrittweise Rückgang der fossilen Energieversorgung sowie zunehmende Energieeffizienz sind die wichtigsten Hebel zur Zielerreichung.

Der Anteil erneuerbarer Energien an der deutschen Bruttostromerzeugung stieg 2017 auf 33,3 Prozent

(entspricht 36 Prozent des Bruttostromverbrauchs; siehe Glossar). Dabei entfielen 49 Prozent auf Windenergie, 21 Prozent auf Biomasse und 18 Prozent auf Photovoltaik (Abbildung 16). 2017 konnten durch den bisherigen Ausbau der erneuerbaren Energien mit fast 138 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten fast siebenmal mehr Treibhausgasemissionen in der Stromerzeugung vermieden werden als 1990 (Abbildung 17).

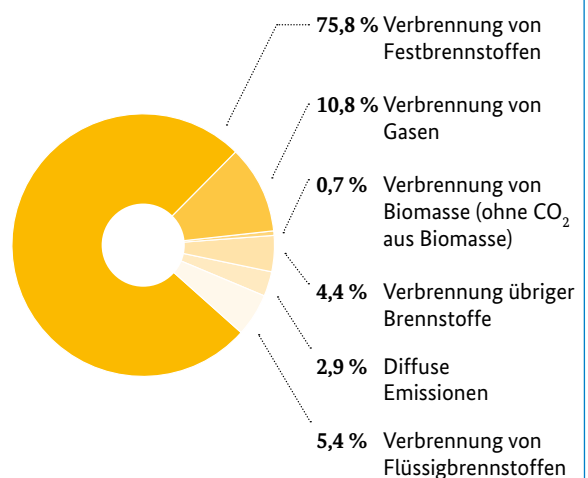
Abb. 14: Emissionsentwicklung Energiewirtschaft



* Schätzung

Quelle: UBA (2018a); Schätzung 2017 basierend auf Pressemitteilung 09/2018

Abb. 15: Emissionsquellen Energiewirtschaft 2016 (ohne CO₂ aus Biomasse)

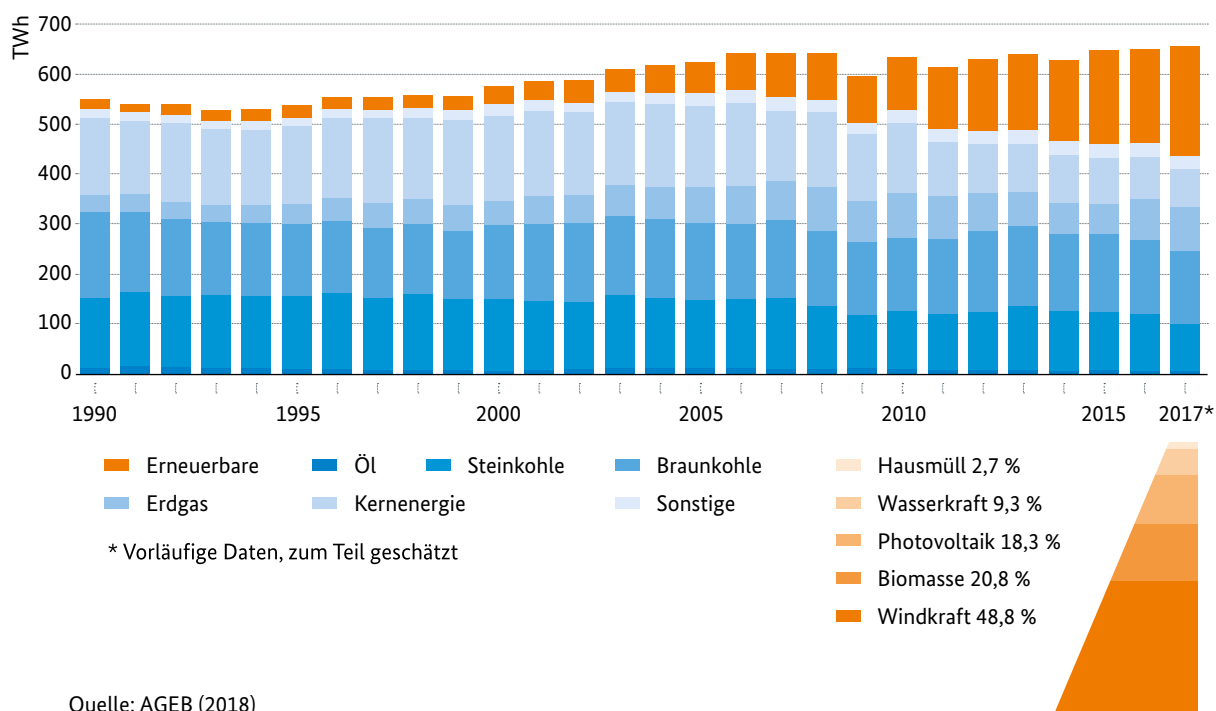


Quelle: UBA (2018a)

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG; siehe Glossar) hat vor allem durch die Einführung von Fördersystemen den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland entscheidend vorangebracht. Marktbasiertere Anreize wie Einspeisevergütung (siehe Glossar) und Direktvermarktung (siehe Glossar) haben seit der Einführung des EEG im Jahr 2000 die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik- und Windkraftanlagen gefördert. Fortschritte in der Entwicklung von Technologien ließen die Investitionskosten deutlich sinken: Zum Beispiel sanken die Investitionskosten je installiertem Kilowatt von Windenergieanlagen an Land allein in den Jahren 2012 bis 2015 um durchschnittlich fast sieben Prozent (genauer: zwischen zwei und elf Prozent, in den Leistungsklassen von zwei bis vier Megawatt und einer Nabenhöhe über 100 Meter).¹² Diese Entwicklung macht Wind- und Solarenergie zunehmend unabhängiger von staatlicher Förderung.

Die EEG-Novelle 2017 hat die Grundlage für die Durchführung von Ausschreibungen (siehe Glossar) für Windenergie an Land und auf See sowie für Photovoltaik ab einer Leistung von 750 Kilowatt und Biomasse über 150 Kilowatt geschaffen. Damit wird die Höhe der finanziellen Förderung für die einzelnen Technologien wettbewerbsfähig ermittelt. Die Ergebnisse der ersten Ausschreibungsrunden 2017 für Windenergie an Land und Photovoltaik deuten darauf hin, dass die teilnehmenden Anlagenbetreiber ihre Kosten bereits nach wenigen Runden deutlich reduziert haben. Bei der ersten Ausschreibung von Wind auf See Ende 2017 haben drei der vier bezuschlagten Projekte komplett auf eine Förderung verzichtet; das vierte bot eine Förderung von sechs Cent pro Kilowattstunde, sodass mit 0,44 Cent pro Kilowattstunde ein deutlich niedrigerer durchschnittlicher gewichteter Zuschlagswert erreicht wurde als erwartet. Die Ergebnisse zeigen, dass klimafreundliche

Abb. 16: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern



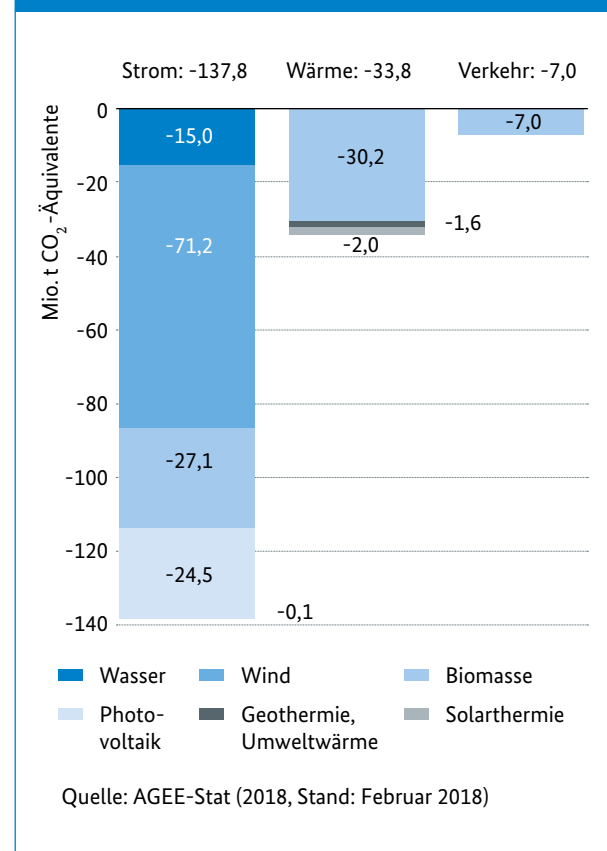
Energieversorgung eine wirtschaftliche Alternative zu fossilen Kraftwerken geworden ist, ganz ohne staatliche Förderung. Neben Kostensenkungen sollen Ausschreibungen dazu führen, dass der im EEG definierte Ausbaukorridor auf breiter Akteursbasis erreicht wird. Deshalb wurde im Ausschreibungsdesign auf die besonderen Bedarfe von Bürgerenergieprojekten geachtet.

Erneuerbare Energien werden in Zukunft auch stärker im Verkehrs- und Wärmesektor eingesetzt.

Eine weitreichende Elektrifizierung dieser Sektoren ist notwendig, um das Ziel der langfristigen Treibhausgasneutralität zu erreichen. Der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien ist vor allem von den Kosten im Vergleich zu anderen Energieträgern wie fossilen Brennstoffen abhängig. Die Einsatzreihenfolge von Kraftwerken zur Deckung der Stromnachfrage wird im heutigen Energiesystem durch deren jeweilige Grenzkosten, also ihre variablen Kosten zur Erzeugung einer weiteren Einheit Strom, bestimmt („Merit Order“). Erneuerbare Energien stehen in der Merit Order ganz vorne, da die Erzeugung einer zusätzlichen Einheit Strom aus Wind- oder Solarenergie keine zusätzlichen variablen Kosten verursacht. Dies ist für fossile Brennstoffe nicht der Fall. Die Bepreisung von CO₂-Emissionen soll zusätzlich bewirken, dass sich die Grenzkosten der fossilen Stromerzeugung unter Berücksichtigung ihrer externen Umweltkosten (siehe Glossar) erhöhen. Aufgrund des derzeit niedrigen CO₂-Preises im EU-ETS ist der gewünschte Effekt jedoch bislang nicht mit voller Wirkung eingetreten. Die Bundesregierung hat sich daher im Dezember 2017 auf dem Pariser Klimagipfel „One Planet Summit“ gemeinsam mit anderen europäischen Ländern zur Prüfung und Einführung eines wirksamen CO₂-Preises in relevanten Sektoren bekannt.

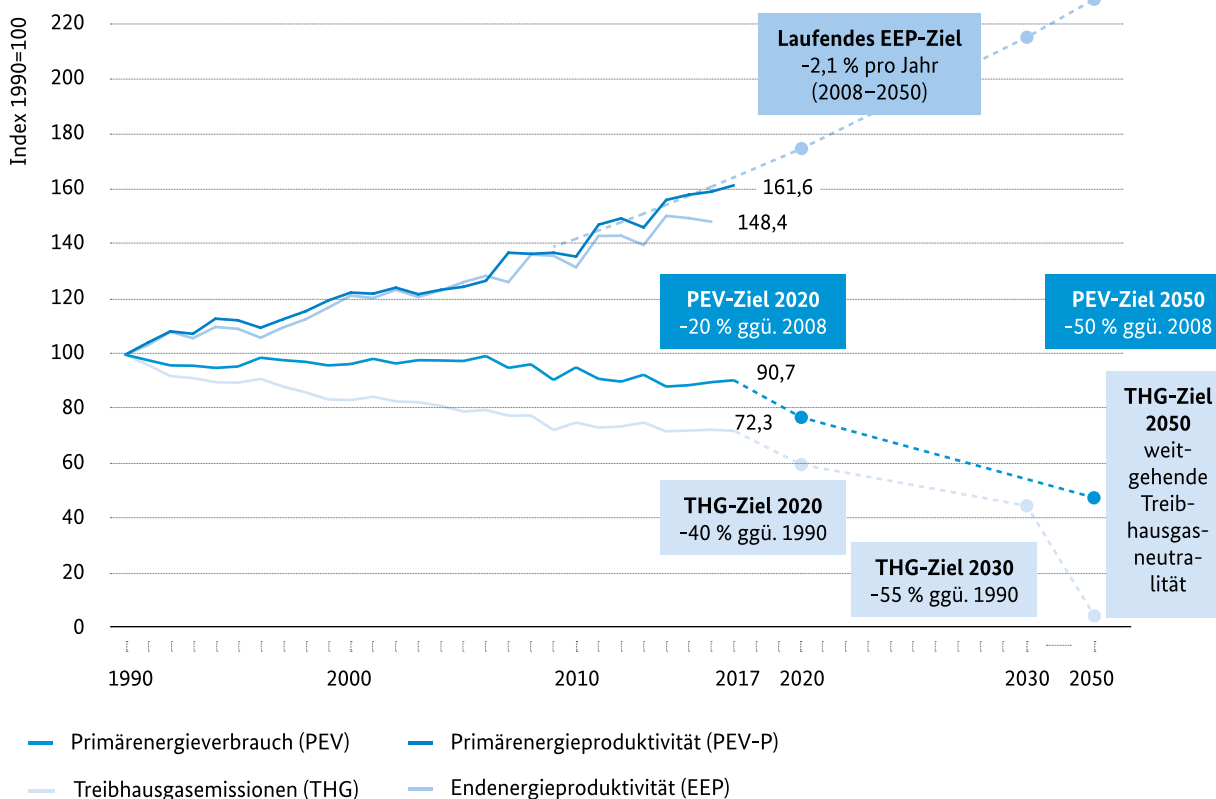
Stärkere Sektorenkopplung wird die Stromnachfrage zunehmend beeinflussen. Sektorenkopplung bedeutet, den Energiebedarf der einzelnen Wirtschaftssektoren und das zur Verfügung stehende Angebot möglichst optimal miteinander zu verzahnen. Sie umfasst alle Bereiche der Energieumwandlung und -nachfrage, wie Brenn- und Kraftstoffe, Strom und Wärme. Der Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien wird ebenso steigen wie die Notwendigkeit, die Energieeffizienz deutlich zu erhöhen. Die zunehmende Verzahnung der Sektoren schafft neue Möglichkeiten. So können Batterien von Elektrofahrzeugen und (effizient

Abb. 17: Vermiedene Treibhausgase 2017



betriebene) Wärme-/Kältespeicher als steuerbare Lasten im Stromsystem dienen. So kann der volatil erzeugte Strom aus Wind- und Solarenergie gespeichert und bedarfsgerecht in das Stromnetz eingespeist werden oder zur Wärmebereitstellung dienen. Alternativ können temporär anfallende überschüssige Strommengen auch in Wasserstoff oder Methan (siehe Glossar) umgewandelt („Power-to-Gas“) und so in Industrieprozessen genutzt oder langfristig gespeichert werden. Zu beachten ist hierbei allerdings, dass mit einer Umwandlung teils erhebliche energetische Verluste verbunden sein können. Erneuerbare Energien sollten daher, wo technisch und wirtschaftlich möglich, direkt eingesetzt werden. Die Stabilisierung der Stromversorgung und die Integration erneuerbarer Energien in die industrielle Wertschöpfungskette tragen zu einer wirtschaftlichen und nachhaltigen Energieversorgung bei.

Abb. 18: Entkopplung Wirtschaftswachstum, Treibhausgasemissionen und Energieproduktivität



Quelle: Eigene Darstellung nach UBA (2018c)

Das Stromnetz wird für steigende Anteile volatiler erneuerbarer Energie ausgelegt. Volatilität heißt, dass die Verfügbarkeit von Wind- und Solarstrom von Windstärke beziehungsweise Sonneneinstrahlung abhängt. Durch das Strommarktgesetz soll die Stromversorgung in Deutschland kostengünstig und verlässlich bleiben. Für einen stärkeren Ausbau erneuerbarer Energien muss gleichzeitig das Stromnetz weiter ausgebaut werden, um vor allem im Norden erzeugten Strom aus Windenergie in den Süden zu transportieren. Der notwendige Netzausbau muss daher weiter beschleunigt und die Nutzung des bestehenden Stromnetzes optimiert werden. Erneuerbare Energien sollen künftig auch verstärkt zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen. Bisher sind es vor allem konventionelle Kraftwerke, die bei unvorhergesehenen Ereignissen kurzfristig Leistung zur Verfügung

stellen beziehungsweise vom Netz nehmen und damit sogenannte Regelleistung erbringen. Durch die Öffnung der Regelleistungsmärkte für erneuerbare Energien sollen beispielsweise Windparkbetreiber eingebunden werden, um den Einsatz fossiler Kraftwerke zu reduzieren.

CO₂-arme Gaskraftwerke sind als Übergangstechnologie weiterhin notwendig. Die Nutzung fossiler Energie aus Braun- und Steinkohle soll weiter abnehmen. Moderne, hocheffiziente und schnell regelbare Gaskraftwerke können jedoch mittelfristig zur Stabilisierung des Strommarkts genutzt werden, da sie flexibel einsetzbar sind. Gleichzeitig verursachen sie deutlich geringere Emissionen als Braun- und Steinkohlekraftwerke. Mithilfe der Förderung von Kraft-Wärme-Kopplungs (KWK)-Anlagen (siehe Glossar), die gleichzeitig Strom und Wärme produzieren,

soll der Verbrauch von fossilen Brennstoffen zusätzlich verringert werden. Dies betrifft vor allem Investitionen in flexible KWK, möglichst unter Einbindung von erneuerbaren Energien und Abwärme, damit KWK an die künftig weitgehend durch erneuerbare Energien bestimmte Energieversorgung angepasst wird.

Die Abkehr von der Stromerzeugung aus Kohle ist für die Dekarbonisierung notwendig. Der Anteil von Stein- und Braunkohle am deutschen Strommix ist zwischen 1990 und 2017 um lediglich elf Prozent beziehungsweise knapp neun Prozent gesunken. Vor allem in den letzten zehn Jahren hat sich der Anteil im Schnitt kaum verändert. Durch die lange Tradition von Kohlestrom (Steinkohleabbau im Ruhrgebiet sowie Braunkohleförderung vor allem im rheinischen und mitteldeutschen Revier und in der Lausitz) deckt dieser weiterhin knapp zwei Fünftel der deutschen Bruttostromerzeugung. Die Abkehr vom Kohlestrom muss im Dialog mit den beteiligten Akteuren aus Wirtschaft, Regionen und Gewerkschaften stattfinden. Damit soll erreicht werden, dass Strukturbrüche in den betroffenen Kohlerevieren vermieden und für diese Regionen neue industriepolitische Perspektiven entwickelt werden.

Einsparungen von 12,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten sollen durch die Überführung von 13 Prozent der emissionsintensiven Braunkohlekapazitäten in eine „Sicherheitsbereitschaft“ mit anschließender endgültiger Stilllegung erzielt werden. Dies entspricht rund der Hälfte des im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 beschlossenen zusätzlichen Beitrags der Energiewirtschaft. Am 1. Oktober 2016 wurde das Braunkohlekraftwerk Buschhaus als erstes Kraftwerk für vier Jahre vorläufig stillgelegt und damit in die Sicherheitsbereitschaft überführt. Im Oktober 2017 gingen weitere Braunkohleblöcke in Frimmersdorf in die Sicherheitsbereitschaft.

Gleichzeitig ist auf der Nachfrageseite die Steigerung der Energieeffizienz essenziell. Neben sauberer Stromerzeugung kann so auch insgesamt weniger Strom benötigt werden. Das ist gerade auch vor dem Hintergrund der zunehmenden Verstromung anderer Sektoren von Bedeutung. Zur Messung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz dient die Energieproduktivität (siehe Glossar), das heißt das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt (BIP) zu Energieverbrauch. Steigende Energieproduktivität (durchschnittliche jährliche Wachstumsrate 1990 bis 2015: 1,7 Prozent) hat in Deutschland dazu geführt, dass Wirtschaftswachs-

tum und Energieverbrauch entkoppelt werden konnten, das heißt sich gegenläufig entwickelt haben. Die Wirtschaftsleistung (BIP) ist seit 1990 um mehr als 50 Prozent gestiegen, während der Energieeinsatz im gleichen Zeitraum sogar gesunken ist. Die Energieproduktivität hat sich so zwischen 1990 und 2017 um mehr als 60 Prozent erhöht. Das Ziel ist, die Energieproduktivität bezogen auf den Endenergieverbrauch bis 2050 jährlich um 2,1 Prozent pro Jahr zu erhöhen (Abbildung 18).

Für die Bundesregierung gilt der Grundsatz „Efficiency First“. Nur mit einer Steigerung der Energieeffizienz kann die Nachfrage ausreichend begrenzt und der Ausbau erneuerbarer Energien ressourcenschonend und naturverträglich umgesetzt werden. Das Grünbuch Energieeffizienz des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat im Sommer 2016 die Diskussion zur strategischen Ausrichtung der Effizienzpolitik der Bundesregierung angestoßen. Die Energieeffizienzmaßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz und des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) wurden weitestgehend begonnen beziehungsweise umgesetzt. Mit diesen Maßnahmen sollen bis 2020 zusätzliche Energieeinsparungen von rund 390 bis 460 Petajoule Primärenergieverbrauch erzielt werden.¹³ Dies entspricht Treibhausgas-Einsparungen in Höhe von rund 25 bis 30 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten.



Zusammensetzung der Emissionen des Energiesektors

Die Emissionen in der Energiewirtschaft stammen nicht nur aus der Stromerzeugung. Auch die Wärmeerzeugung aus Kraftwerken sowie ungekoppelte Wärmeerzeugung tragen maßgeblich zum Treibhausgasausstoß des Sektors bei. Zudem werden der Energiewirtschaft Emissionen aus dem Pipelinetransport fossiler Brennstoffe sowie sogenannte diffuse Emissionen aus Brennstoffen zugerechnet. Diese entstehen zum Beispiel durch die Freisetzung von Grubengas aus stillgelegten Bergwerken.

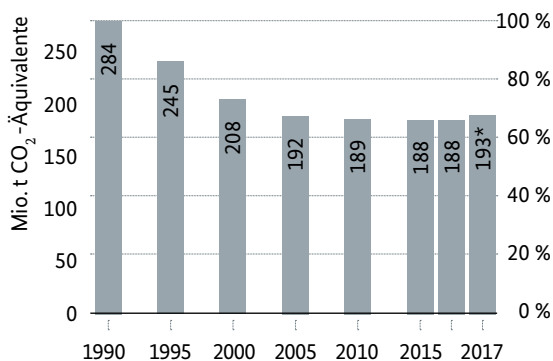
4.3 Industrie

Emissionstrends

Der Industriesektor war 2016 für 20,7 Prozent der Gesamtemissionen verantwortlich. Der Sektor ist damit die zweitgrößte Emissionsquelle in Deutschland. Die Emissionen entstehen vor allem in der Metallindustrie (zum Beispiel Eisen und Stahl), der Herstellung mineralischer Produkte (zum Beispiel Zement) und der chemischen Industrie mit der Herstellung von Grundchemikalien. Neben den direkten Treibhausgasemissionen entstehen indirekte Emissionen durch Fremdstrom- und Fernwärmebezug. Zusammen mit der selbst produzierten und verbrauchten Energie des Industriesektors ergibt sich dadurch der in Abbildung 21 aufgeschlüsselte Endenergieverbrauch. Die indirekten Emissionen werden im Energiesektor bilanziert. Energieeffizienz in der Industrie wirkt sich daher auch positiv auf die Emissionsbilanz der Energiewirtschaft aus. Zwei Drittel der Gesamtemissionen des Sektors entstehen durch die Nutzung von Energie (Industriefeuerung), während industrielle Produktionsprozesse für ein Drittel der Emissionen verantwortlich sind (Abbildung 20).

In den letzten 15 Jahren sind die Emissionen im Industriesektor abgesehen von konjunkturbedingten Schwankungen nur leicht zurückgegangen (Abbildung 19). Durch konjunkturelle Entwicklungen in der energieintensiven Industrie befanden sich die Emissionen 2007 auf einem zwischenzeitlichen Hoch. So stieg beispielsweise die Rohstahlproduktion zwischen 2005 und 2007 um neun Prozent an.¹⁴ Die Nachfrage nach Produkten der energieintensiven Industrie nahm durch die Wirtschaftskrise kurzfristig ab und ließ die Emissionen 2009 vergleichsweise stark sinken. Innerhalb des Industriesektors ist seit Längerem ein Strukturwandel hin zu weniger energieintensiven Produkten zu beobachten. Zudem sanken die Emissionen der energieintensiven Eisen- und Stahlindustrie im Jahr 2016 mit 2,1 Prozent deutlich im Vergleich zum Vorjahr. Dies liegt insbesondere an der rückläufigen und weniger emissionsintensiven Rohstahlerzeugung. Die verstärkte Nutzung elektronischer Medien und der damit verbundene Absatzrückgang an Papier für Zeitungen und Zeitschriften sorgten neben einer steigenden Energieeffizienz in der Papier- und Zellstoffindustrie für sinkende Emissionen. In anderen Industriezweigen stiegen Produktion und damit auch Emissionen, beispielsweise in der mineralverarbeitenden, chemischen und der Nicht-eisenmetallindustrie sowie in den Raffinerien.¹⁵

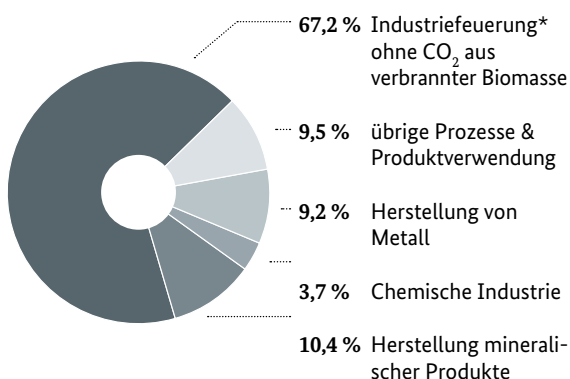
Abb. 19: Emissionsentwicklung Industrie



* Schätzung

Quelle: UBA (2018a); Schätzung 2017 basierend auf Pressemitteilung 09/2018

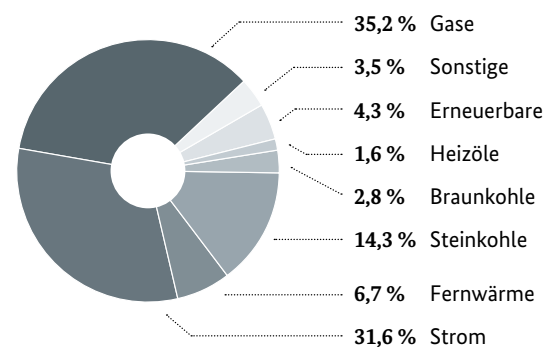
Abb. 20: Emissionsquellen Industrie 2016



Quelle: UBA (2018a)

* Verbrennungsprozesse, beispielsweise aus der Befuerung von Drehrohröfen

Abb. 21: Endenergieverbrauch Industrie 2016



Quelle: BMWi (2018, Stand: Januar 2018)

In Zukunft ist mit einem Rückgang des Energiebedarfs und der Emissionen in der Grundstoffindustrie zu rechnen. Dies ist ähnlich wie bei anderen energieintensiven Industrien zum Teil darauf zurückzuführen, dass die Produktion zunehmend in Rohstoffländer verlagert wird.

Aktuelle politische Maßnahmen

Bis 2030 sollen die im Industriesektor bilanzierten Emissionen laut Klimaschutzplan um 49 bis 51 Prozent gegenüber 1990 sinken. Einsparungen bei der Energienutzung und Investitionen in effizientere sowie neuartige Produktionsprozesse sind zentrale Wege zur Erreichung dieses Sektorziels. Insbesondere in der emissionsintensiven Grundstoffindustrie, aber auch in anderen Industriesektoren haben Produktionsanlagen in der Regel eine Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten. Um ambitionierte Emissionsminderungen bei der Energienutzung sowie bei Produktionsprozessen zu erreichen, ist daher frühzeitiges Handeln erforderlich, damit Kapitalentwertung sowie Lock-in-Effekte vermieden werden.

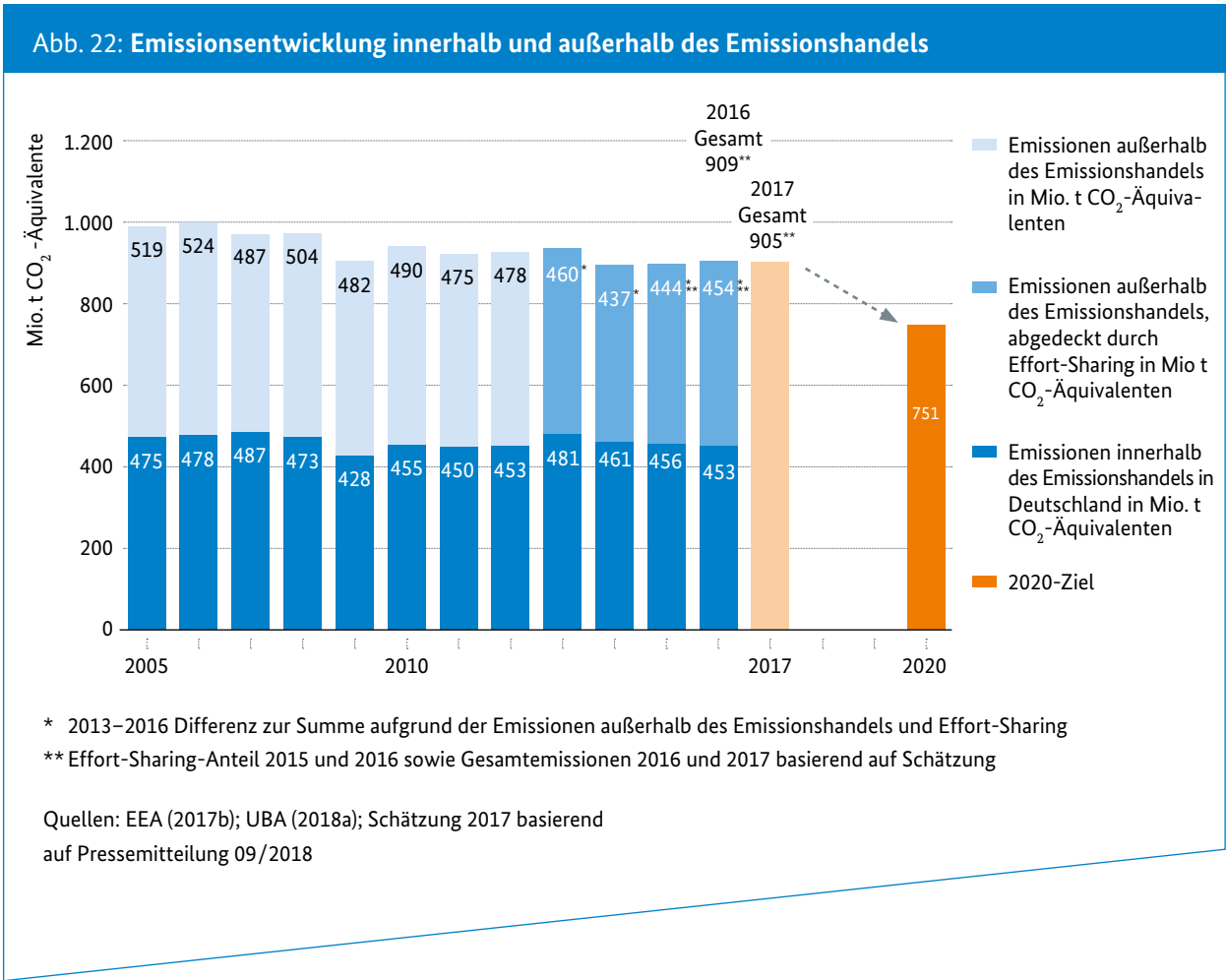
Energie- und klimapolitische Maßnahmen berücksichtigen die Wahrung der Wettbewerbsfähigkeit der energieintensiven Unternehmen. Der EU-ETS deckt etwa die Hälfte der deutschen Emissionen ab (Abbildung 22). Emissionshandlungspflichtige Industrieunternehmen müssen ihre Treibhausgasemissionen berichten und entsprechend Zertifikate abgeben. Besonders im internationalen Wettbewerb stehende Unternehmen erhalten übergangsweise eine kostenlose Zuteilung von Zertifikaten. Betriebe energieintensiver Industrien profitieren zudem von gesetzlichen Ausnahmeregelungen, um ihre durch den hohen Energieverbrauch entstehenden Kosten zu begrenzen, unabhängig davon, ob sie emissionshandlungspflichtig sind. Sie erhalten Ermäßigungen oder Kompensationen für staatlich induzierte Preisbestandteile (EEG- und KWK-Umlage, Energie- und Stromsteuer, Netzentgelte). Damit soll die Attraktivität Deutschlands als Produktionsstandort gewahrt und Carbon Leakage (siehe Glossar), also die Verlagerung von Produktion und Emissionen ins Ausland, verhindert werden. In der Regel werden die durch die Ermäßigung entstehenden Kosten auf mittelständische Unternehmen und Haushalte umgelegt. Der Spitzenausgleich stellt eine weitere Ausnahmeregelung dar, nach der energieintensiven Unternehmen des produzierenden

Gewerbes ein Teil der entrichteten Strom- und Energiesteuern erstattet wird, wenn das produzierende Gewerbe als Ganzes Anforderungen an die Entwicklung der Energieintensität erfüllt.

Die Europäische Energieeffizienzrichtlinie (EED) schreibt verpflichtende Energieaudits nach EN 16247-1 oder die Einführung von zertifizierten Energiemanagementsystemen nach ISO 50001 für große Unternehmen vor. Sie wurde in Deutschland durch die Novellierung des Energiedienstleistungsgesetzes (EDL-G) umgesetzt. Danach werden auch Umweltmanagementsysteme nach der europäischen EMAS-Verordnung anerkannt. Neueste Studien zeigen, dass Unternehmen, die sich für ein Energiemanagementsystem statt eines Energieaudits entscheiden, wesentlich mehr Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen und damit nachhaltige Erfolge bei der Steigerung der energetischen Leistung und anderer Indikatoren erzielen. Durch organisatorische Maßnahmen nach Einführung eines Energiemanagements können Betriebe rund zehn Prozent ihrer Energiekosten sparen.

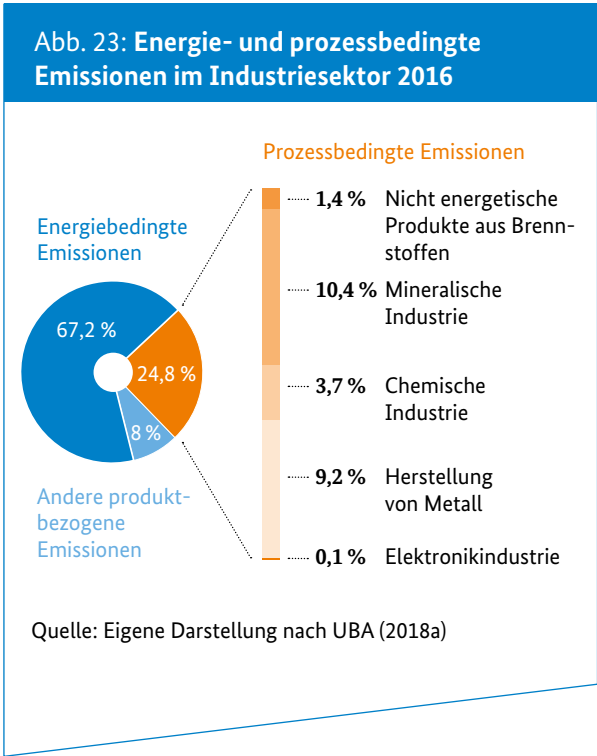
Weitere Regelungen im Industriesektor sind zum Beispiel Verwendungsverbote wie die EU-Verordnung über fluorierte Treibhausgase (F-Gase; siehe Glossar), um die Emissionen dieser besonders klimaschädlichen Treibhausgase bis 2030 um 70 Prozent gegenüber 1990 zu verringern. Das in Deutschland am häufigsten verwendete Kältemittel Tetrafluorethan trägt zum Beispiel in einem Zeithorizont von 100 Jahren 1.430 Mal stärker zum Treibhauseffekt bei als CO₂.¹⁶ Deutsche Unternehmen verwendeten 2016 rund vier Prozent weniger F-Gase als im Vorjahr, jedoch stiegen die freigesetzten Emissionen um rund acht Prozent gegenüber 2015.¹⁷ Dies liegt daran, dass F-Gase teilweise in geschlossene Systeme gefüllt werden und daher auch noch produzierte Mengen aus den Vorjahren freigesetzt werden können.

Die Bundesregierung unterstützt die Industrie bei der Finanzierung von Klimaschutzmaßnahmen. Die Förderprogramme der KfW Entwicklungsbank sowie weitere Förderrichtlinien des Bundes schaffen Anreize für Investitionen in höhere Energieproduktivität und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien. Die Fördermittel dienen zudem dem Abbau von finanziellen Hemmnissen, da unternehmerische Investitionsentscheidungen sich häufig an kurzen Amortisationszeiten von zwei bis drei Jahren orientieren. Die



2016 eingeführte wettbewerbliche Ausschreibung zu Stromeffizienz („STEPup!“) des BMWi soll zusätzliche Potenziale in Unternehmen erschließen, die perspektivisch auch den Wärmebereich umfassen sollen. Unternehmen sollen so zu Stromeffizienzmaßnahmen mit gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis, aber auch zu Investitionen mit längeren Amortisationszeiten (drei Jahre und mehr) motiviert werden.

Seit 2002 wird Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in Deutschland gefördert. Bei der KWK wird Wärme, die bei der Herstellung von Strom oder durch Industrieprozesse entsteht, als Wärmeenergie weiter genutzt. Die Höhe der Förderung wird seit 2017 durch Ausschreibungen von mehr als einem bis einschließlich 50 Megawatt ermittelt. Das hohe Wettbewerbsniveau in der ersten Runde im Dezember 2017 führte zu einem durchschnittlichen Zuschlagswert von 4,05 Cent pro Kilowattstunde. Dadurch konzentriert sich die Förderung auf besonders wirtschaftliche Projekte und kann weitere Potenziale zur Kostensenkung erschließen.¹⁸



Industrielle Abwärme soll künftig stärker genutzt werden. Studien gehen davon aus, dass in Deutschland jährlich bis zu 200 Terawattstunden industrielle Abwärme ungenutzt verpuffen, obwohl vielfältige und praxistaugliche Technologien der Abwärmenutzung zur Verfügung stehen. Unter Berücksichtigung des Prinzips „Efficiency First“ sollte Abwärme stufenweise nach ihrem Energiegehalt genutzt werden. Während Trocknungsprozesse oder Stromerzeugung höhere Abwärmemperaturen erfordern, reichen niedrigere Temperaturen aus, um Gebäude zu heizen. Auch der direkte Einsatz von erneuerbaren Energien in der Industrie kann zur Deckung des verbleibenden Energiebedarfs und damit zu weiteren Emissionseinsparungen beitragen.

Forschungsförderung ermöglicht die Erschließung weiterer Emissionsminderungen in der Industrie. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Kopernikusprojekt „Power-to-X“ setzt beispielsweise auf einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien im Industriesektor, indem diese flexibel für chemische Grundstoffe oder als Wärme für die industrielle Produktion eingesetzt werden. Das BMBF unterstützt unter anderem im Rahmen der Maßnahme „CO₂Plus“ bereits innovative Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich der CO₂-Nutzung. Die Forschungsinitiative „EnEff:Industrie“ fördert darüber hinaus die Entwicklung und Optimierung von energieeffizienten und innovativen Konzepten, Prozessen, Verfahren und Technologien für industrielle sowie gewerbliche Anwendungen.

Das BMU unterstützt in dem Forschungsvorhaben „EnPI-Connect“ die Weiterentwicklung und praktische Erprobung von Energieeffizienzkennzahlen zum Nachweis der verbesserten Ressourceneffizienz. Der Klimaschutzplan 2050 sieht zudem ein auf die Minderung treibhausrelevanter, industrieller Prozessemissionen ausgerichtetes Forschungs- und Entwicklungsprogramm der Bundesregierung vor.

Die Hightech-Strategie der Bundesregierung baut auf eine stärkere Einbeziehung verschiedener Stakeholder. Im Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ fördert das BMBF dabei Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft mit über 470 Millionen Euro. Diese sollen gemeinsam forschen und entwickeln, um durch die zunehmende digitale Vernetzung von Wirtschaftsbereichen Logistik- und Produktionsprozesse zu optimieren. Auch das Potenzial des klimafreundlichen und umweltschonenden Ressourceneinsatzes entlang der Wertschöpfungskette kann noch besser ausgeschöpft werden. Die aktuelle Version des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess II) betrachtet daher Material- und Energieeffizienz zusammen.

i

Prozessemissionen

Industrielle Prozesse verursachen etwa ein Viertel der Emissionen des Sektors (Abbildung 23). Prozessemissionen entstehen in bestimmten Produktionsabläufen durch chemische Reaktionen und ihre Minderung ist anspruchsvoll. Neue Technologien und Verfahren könnten künftig Optionen bieten, besonders emissionsintensive Prozesse zu ersetzen und damit Emissionen zu vermeiden. Eine gesteigerte Materialeffizienz kann ebenfalls einen Beitrag zum Klimaschutz leisten: Wenn emissionsintensive Grundstoffe effizienter entlang der Wertschöpfungskette eingesetzt werden, können die teilweise erheblichen Treibhausgasemissionen aus der Förderung, dem Transport, der Aufbereitung und dem Einsatz in der Produktion reduziert werden. Dies gilt auch für die Verwendung von Grundstoffen in Waren und Gütern sowie deren Entsorgung und das Recycling von Rohstoffen. Eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz und folglich der Emissionsminderung ist eine branchenübergreifende Verschränkung von Stoffströmen: Schlacke aus der Eisen- und Metallherstellung kann beispielsweise für Baustoffe im Gebäudesektor verwendet werden. Innovationen der Materialwissenschaft können zudem emissionsintensive Materialien ersetzen.

Mittels Beratungs- und Netzwerkinitiativen sollen der Austausch und die Anwendung von Wissen in Unternehmen beschleunigt werden. Ein Schwerpunkt soll auf der Qualifizierung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) liegen. Die Implementierung bestehender Maßnahmen wie die Verbreitung von Energie- und Umweltmanagementsystemen, insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen, wird vorangetrieben. Beispiele für existierende Vernetzung von Unternehmen sind die „Lernenden Energieeffizienz-Netzwerke“ (LEEN) der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI; siehe Glossar) sowie aktuell die „Initiative Energieeffizienz-Netzwerke“ des NAPE.

4.4 Verkehr

Emissionstrends

2016 sind die absoluten Emissionen im Verkehrssektor erneut angestiegen und liegen sogar über denen des Jahres 1990. Mit einem Anteil von 18,2 Prozent am Treibhausgasausstoß ist der Verkehr weiterhin der drittgrößte Verursacher von Emissionen in Deutschland (Abbildung 25). 96 Prozent der Emissionen werden im Straßenverkehr verursacht. Die restlichen Emissionen stammen aus der Kraftstoffverbrennung auf Schienen (durch Dieselloks), Wasserwegen sowie im nationalen Luftverkehr (Abbildung 26). Der im Schienen- und Straßenverkehr genutzte Strom wird im Energiesektor erfasst, was vor allem wegen der steigenden Bedeutung der Elektromobilität zu berücksichtigen ist. Hier nicht eingerechnet ist der internationale Luft- und Seeverkehr.

In Bezug auf den Endenergieverbrauch steht der Verkehrssektor mit einem Anteil von fast 30 Prozent an erster Stelle.¹⁹ Dies liegt am weiterhin hohen Mineralölverbrauch (Abbildung 27): Der Anteil der neu zugelassenen Personenkraftwagen (Pkw) mit Benzin- und Dieselmotoren ist seit 2006 nur geringfügig gesunken und liegt derzeit bei 97 Prozent.²⁰ Vor allem der Anteil der Diesel-Pkws hat, nach einem kurzzeitigen Rückgang 2009 als Folge der Abwrackprämie, zwischenzeitlich wieder deutlich zugelegt. Infolge des „Dieselskandals“ und angesichts drohender Fahrverbote sind die Absatzzahlen 2017 jedoch wieder gesunken (Abbildung 24).

Insgesamt setzt sich der Trend zu größeren und schwereren Pkws fort, auch wenn die Effizienz bei neuen Pkws in den letzten Jahren deutlich verbessert werden konnte. Die Messungen von CO₂-Emissionen der Pkws auf dem Prüfstand unterscheiden sich jedoch erheblich von denen unter Realbedingungen.

Abb. 24: Pkw-Neuzulassungen in den letzten 10 Jahren nach ausgewählten Kraftstoffarten in Deutschland

	Benzin	Diesel	Flüssiggas (LPG)*	Erdgas (CNG)*	Elektro**	Hybrid	Insgesamt
2007	1.622.276	1.501.566	5.419	11.208	8	7.591	3.148.163
2008	1.695.972	1.361.457	14.175	11.896	36	6.464	3.090.040
2009	2.608.767	1.168.633	11.083	10.062	162	8.374	3.807.175
2010	1.669.927	1.221.938	8.154	4.982	541	10.661	2.916.260
2011	1.651.637	1.495.966	4.873	6.283	2.154	12.622	3.173.634
2012	1.555.241	1.486.119	11.465	5.215	3.364	21.030	3.082.504
2013	1.502.784	1.403.113	6.257	7.835	6.051	24.963	2.952.431
2014	1.533.726	1.452.565	6.234	8.194	13.049	22.908	3.036.773
2015	1.611.389	1.538.451	4.716	5.285	23.464	22.529	3.206.042
2016	1.746.308	1.539.596	2.990	3.240	25.154	34.252	3.351.607
2017	1.986.488	1.336.776	4.400	3.723	54.492	55.239	3.441.118
2017: Wachstum gegenüber 2016 in %	13,8 %	-13,2 %	47,2 %	14,9 %	116,6 %	61,3 %	2,7 %
2017: Anteil an Neuzulassungen in %	57,7 %	38,8 %	0,1 %	0,1 %	1,6 %	1,6 %	100,0 %

* Einschließlich bivalent

** Einschließlich Plug-in-Hybrid

Quelle: KBA (2018)

Nach dem sogenannten „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ (NEFZ, gültig seit 1992) ermittelte Laborwerte weisen zwischen 2000 und 2016 einen Rückgang der CO₂-Emissionen pro Kilometer von neu zugelassenen Pkws in Europa um mehr als 30 Prozent aus (Abbildung 28). In der Praxis jedoch fällt die Minderung mit etwa neun Prozent deutlich geringer aus. 2016 lagen die realen spezifischen CO₂-Emissionen sogar fast zwei Fünftel über den Laborwerten. Daher gilt für neue Typgenehmigungen seit dem 1. September 2017 der neue, realistischere Prüfzyklus „Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure“ (WLTP) der Vereinten Nationen.

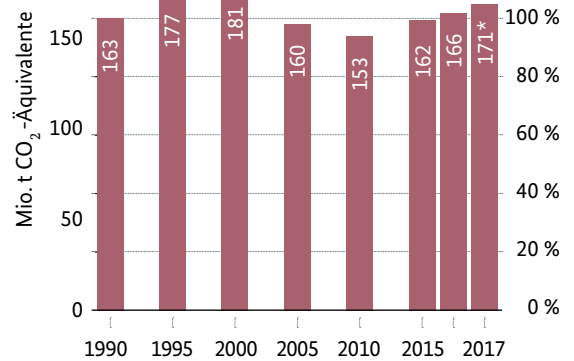
Gleichzeitig verzeichnen Elektro- und Hybridfahrzeuge sichtlich höhere Wachstumsraten. Der Anteil alternativer Antriebe am gesamtdeutschen Pkw-Bestand lag zum 1. Januar 2018 bei 1,7 Prozent beziehungsweise 798.030 Stück. Im Vergleich zum Vorjahr wuchs der Bestand an alternativen Antrieben um insgesamt 8,5 Prozent, wobei Elektro-Pkws (+58,3 Prozent), Hybrid-Pkws (+43,1 Prozent) und Plug-in-Hybride (siehe Glossar) (+111,8 Prozent) besonders hohe Wachstumsraten erzielten. Der Anteil alternativer Antriebe an den Neuzulassungen lag 2017 bereits bei 3,4 Prozent (Abbildung 24). Durch den Einsatz von Biokraftstoffen (siehe Glossar) im Verkehrssektor konnten 2017 voraussichtlich sieben Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart werden.

Die Gesamtemissionen des Verkehrssektors überstiegen 2016 erstmals seit 2004 das Niveau von 1990, und zwar um etwas mehr als ein Prozent (Abbildung 25). Dies liegt insbesondere daran, dass Effizienzgewinne durch eine stetig zunehmende Verkehrsleistung konterkariert werden. So sind die Emissionen der Nutzfahrzeuge (Lkws und Busse) seit 1990 um rund 50 Prozent gestiegen, da heute deutlich mehr Lkws auf deutschen Straßen unterwegs sind.

Aktuelle politische Maßnahmen

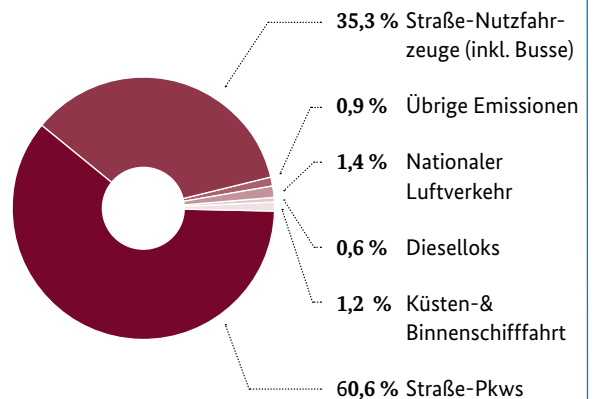
Mit dem Klimaschutzplan 2050 hat die Bundesregierung eine Minderung der Verkehrsemissionen bis 2030 um 40 bis 42 Prozent gegenüber 1990 beschlossen (Sektorziel). Dabei setzt sie auf eine gesteigerte Energieeffizienz von Kraftfahrzeugen, alternative Antriebe und Kraftstoffe, mehr öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), Schienenverkehr sowie Rad- und

Abb. 25: Emissionsentwicklung Verkehr



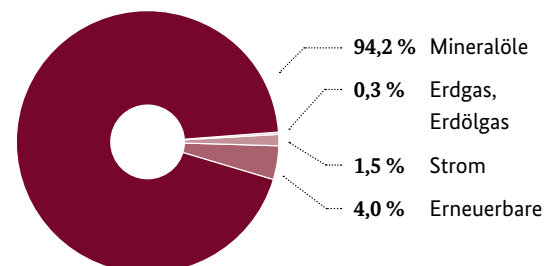
* Schätzung
Quelle: UBA (2018a); Schätzung 2017 basierend auf Pressemitteilung 09/2018

Abb. 26: Emissionsquellen Verkehr 2016 (ohne CO₂ aus Biokraftstoffen)

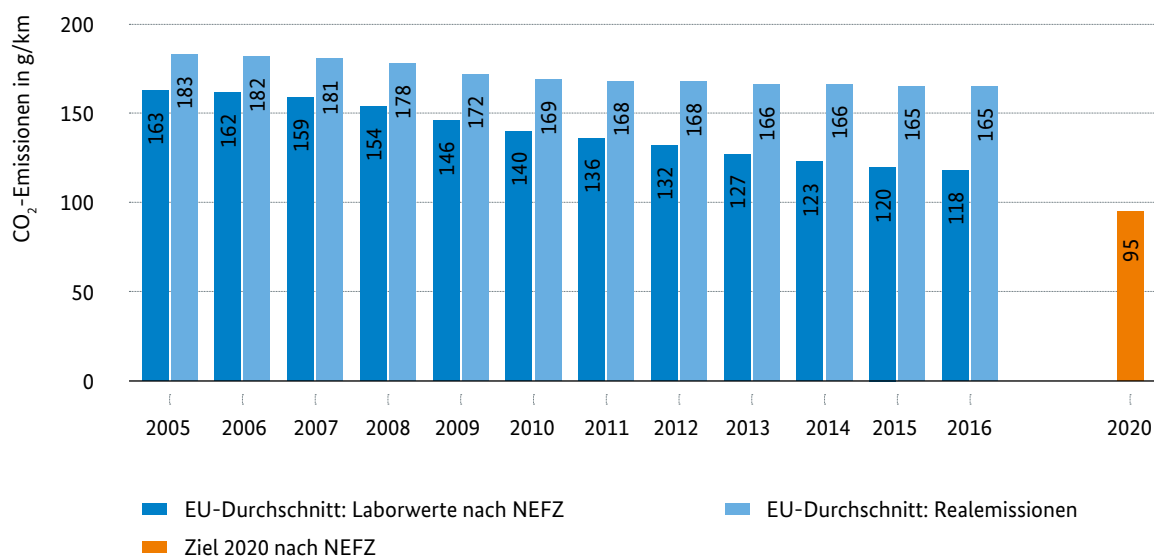


Quelle: UBA (2018a)

Abb. 27: Struktur des Endenergieverbrauchs im Verkehr 2016*



* Vorläufige Angaben
Quelle: AGEB (2017)

Abb. 28: CO₂-Emissionen von neu zugelassenen Autos in Europa – Laborwerte und Realität

Quelle: ICCT (2017)

Fußverkehr. Auch eine zunehmende Verknüpfung der Verkehrsträger, Sharing-Modelle, Digitalisierung sowie eine verkehrsvermeidende Siedlungs- und Verkehrsplanung sollen zu diesem Ziel beitragen.

Um die Klimafolgen des Straßenverkehrs zu begrenzen, müssen die Pkw-Emissionen deutlich sinken. Seit 2012 durften zunehmende Anteile der Pkw-Neuwagenflotte eines Herstellers nicht mehr als durchschnittlich 130 Gramm CO₂ pro Kilometer ausstoßen, gemessen auf Basis des NEFZ-Prüfzyklus. Zudem wurde ein Zielwert von 95 Gramm CO₂ pro Kilometer im Schnitt für die gesamte Neuwagenflotte ab 2021 festgelegt. Bei leichten Nutzfahrzeugen (bis 3,5 Tonnen Gesamtgewicht) sollen 147 Gramm CO₂ pro Kilometer bis 2020 erreicht werden. Für Pkws und leichte Nutzfahrzeuge sollen die Zielwerte basierend auf dem WLTP-Prüfzyklus als prozentuale Minderungsziele bis 2025 und 2030 fortgeschrieben werden. Die Bundesregierung setzt sich auch dafür ein, dass CO₂-Grenzwerte für schwere Nutzfahrzeuge auf EU-Ebene erlassen werden.

Ab 2019 sollen erstmals vergleichbare CO₂-Werte für neu produzierte und zugelassene Lastkraftwagen (Lkw) ermittelt und ausgewiesen werden.

Emissionen sollen insbesondere durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen gemindert werden, die besonders energieeffizient sind, die Nutzung aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms ermöglichen und zudem gesundheitsschädliche Luftschadstoffe vermeiden. Der direkte Einsatz von Strom in Pkws erfordert zum Beispiel deutlich weniger elektrische Energie als die Herstellung strombasierter synthetischer Kraftstoffe durch Power-to-Gas- oder Power-to-Liquid-Technologien (Power-to-X, PtX). So kann ein rein elektrisch angetriebener Pkw bei gleichem Stromeinsatz rein rechnerisch mehr als die sechsfache Strecke zurücklegen als ein mit PtX betriebenes Fahrzeug.²¹ Dies liegt daran, dass sowohl die Herstellung von PtX-Kraftstoffen als auch die Umwandlung von chemischer Energie in Bewegungsenergie im Verbrennungsmotor zu hohen Verlusten führt.

Damit die Klimaschutzziele erreicht werden, muss der zum Laden sowie zur Batterieproduktion genutzte Strom verstärkt aus erneuerbaren Energiequellen kommen. Eine Analyse des BMU zeigt, dass Elektrofahrzeuge schon heute – unter Berücksichtigung des aktuellen Strommixes und unter Einrechnung aller anderen Emissionen, zum Beispiel aus der Fahrzeugherstellung (einschließlich Batterien), 16 bis 27 Prozent weniger Treibhausgase verursachen als Diesel beziehungsweise Benzinfahrzeuge.²² Durch die Energiewende bei der Stromerzeugung wird der Vorteil 2025 voraussichtlich auf 32 bis 42 Prozent wachsen.

Zur Erhöhung der Elektromobilität auf Deutschlands Straßen sind weitere Anstrengungen notwendig.

2014 wurde das Elektromobilitätsgesetz verabschiedet. Außerdem fördert der Bund den Kauf von Plug-in-Hybriden und rein elektrischen Fahrzeugen durch eine zeitlich befristete Kaufprämie (Umweltpreis). Die Nachfrage nach der staatlichen Förderung für E-Autos ist zuletzt gestiegen. Seit ihrem Start im Juli 2016 bis Anfang 2018 wurden rund 51.000 Zuschussanträge für Elektroautos und Plug-in-Hybride gestellt. Parallel wird der Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur vorangetrieben. Diese besteht derzeit aus etwa 25.000 Anschlüssen an rund 8.500 Ladestationen in Deutschland.²³ Weitere Anreize für ein klimafreundliches Verkehrsverhalten könnten gesetzt werden, indem die den Verkehr betreffenden Abgaben und Umlagen schrittweise und aufkommensneutral umgestaltet werden. Dadurch könnte ein klimafreundlicheres Verkehrsverhalten zu einem spürbaren finanziellen Vorteil für die Bürgerinnen und Bürger und Unternehmen führen.²⁴

Zwischen 2010 und 2030 wird derzeit ein Zuwachs des Schienengüterverkehrs in Höhe von 43 Prozent prognostiziert. Zielgerichtete Investitionen in das Schienennetz sollen dafür sorgen, dass dieser Zuwachs übertroffen wird.

Beim schweren Straßengüterverkehr sind die Elektrifizierung und die damit verbundene Nutzung erneuerbarer Energien besonders anspruchsvoll. Um neue Potenziale zu erkunden, werden Forschungsprojekte und Alltagstests zu Oberleitungs-Lkws gefördert.

Der ÖPNV sowie der Rad- und Fußverkehr leisten ebenfalls Beiträge zum Klimaschutz – vor allem aber für die Luftreinhaltung und für mehr Lebensqualität in

Städten. Dazu fördert das BMU auch einen emissionsärmeren Lieferverkehr sowie die Elektrifizierung des ÖPNV durch Zuschüsse für die Anschaffung von Elektro- und Hybridbussen. Der Personenverkehr kann zudem durch intermodale (verkehrsträgerübergreifende) Angebote und neue Mobilitätskonzepte wie Carsharing und Leihfahrräder klimafreundlicher gestaltet werden. Zur Förderung des Radverkehrs erhalten Kommunen über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) Unterstützung bei der Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur. Zudem fördert die Bundesregierung mit dem Bundeswettbewerb „Klimaschutz durch Radverkehr“ Modellprojekte wie zum Beispiel Fahrradparkplätze. Elektrofahrräder gewinnen an Bedeutung. Nach aktuellen Schätzungen sind mehr als drei Millionen Pedelecs und E-Bikes auf deutschen Radwegen unterwegs – mit einem Zuwachs von über zehn Prozent im Jahr 2017.²⁵

Eine „Stadt und Region der kurzen Wege“ kann Verkehr vermeiden und Platz zum Wohnen, zur Erholung und für umweltfreundliche Mobilität schaffen. Eine planmäßige, integrierte Stadtentwicklung kann durch kürzere Entfernungen zwischen Wohnung und zentralen Dienstleistungen (zum Beispiel Arbeiten, Lernen, Einkaufen) eine Verlagerung hin zum Fuß- und Radverkehr bewirken. Wie dies aussehen könnte, hat das BMU 2015 in dem Programm „Neues Zusammenleben in der Stadt“ skizziert.

Emissionsminderungen sind auch im See- und Luftverkehr notwendig. Die Bundesregierung unterstützt Forschungsprojekte zu strombasierten Kraftstoffen, auf der Grundlage einer CO₂-neutralen Stromversorgung, die im Luft- und Seeverkehr zur Anwendung kommen könnten. Weitere Emissionsminderungen könnten zum Beispiel durch verbesserte Bauweisen und Abfertigungsprozesse erzielt werden. Für den Seeverkehr sollen die CO₂-Emissionen ab 2018 durch ein europäisches beziehungsweise, ab 2019, durch ein internationales Datenerhebungssystem der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (IMO) erstmals umfangreich erfasst werden.

Der Luftverkehr nimmt seit 2012 am EU-ETS teil. Ursprünglich sollten alle Flüge aus der beziehungsweise in die EU in das System einbezogen werden. Bis 2016 wurde dies jedoch auf innereuropäische Flüge beschränkt. Mit der Richtlinienänderung vom 29. Dezember 2017 wird die Beschränkung des Anwendungsbereichs auf Flüge innerhalb des Europäischen Wirt-

schaftsraums bis 2023 verlängert („Stop-the-Clock“). Die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) hat sich 2016 auf eine globale marktbasierete Maßnahme für den internationalen Luftverkehr geeinigt (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation; CORSIA). Ziel ist ein kohlenstoffneutrales Wachstum für den internationalen Luftverkehr ab 2020. Auf dieser Basis sollen von 2021 bis 2035 die CO₂-Mengen, die über dem Emissionsniveau des Jahres 2020 liegen, im Rahmen von CORSIA kompensiert werden. CORSIA beginnt mit einer zunächst freiwilligen Phase, die ab 2027 in eine verpflichtende Phase übergeht. Zum jetzigen Zeitpunkt haben sich 73 ICAO-Mitgliedsstaaten bereit erklärt, ab Beginn der Maßnahme an CORSIA teilzunehmen. Diese machen momentan 87 Prozent der internationalen Flüge aus und würden damit den Großteil des Wachstums der Luftverkehrsemissionen zwischen 2021 und 2035 kompensieren.²⁶

„Angesichts des Wachstums des Luftverkehrs reichen Maßnahmen zur Verbesserung der Flugzeuge allein nicht aus, um die Pariser Klimaziele zu erreichen.“

Jochen Flasbarth, Staatssekretär im BMU

4.5 Private Haushalte

Emissionstrends

10,2 Prozent der Treibhausgasemissionen stammten 2016 aus privaten Haushalten (alle Ein- und Mehrpersonenhaushalte). Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen um 4,1 Prozent weiter gestiegen (Abbildung 29). Die Emissionen in diesem Sektor entstehen fast ausschließlich durch die Verbrennung von Energieträgern zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser (Abbildung 30). Maßgeblichen Anteil daran haben vor allem Gase und Mineralöle (zusammen 59,3 Prozent) sowie Strom mit 19,3 Prozent (Abbildung 31). Würden auch indirekte Emissionen (beispielsweise aus der Strom- und Wärmeproduktion für Haushalte) berücksichtigt, wäre der Anteil an den Gesamtemissionen mehr als doppelt so hoch.²⁷

Die Emissionen von privaten Haushalten sind zwischen 1990 und 2016 um 30,6 Prozent gesunken.

Nichtwohngebäude, das heißt Gebäude für gewerbliche, kommerzielle und behördliche Zwecke sowie Industriegebäude, werden getrennt im GHD- beziehungsweise im Industriesektor betrachtet.

Witterungsbedingungen wirken sich deutlich auf die Gesamtemissionen aus, da die Bereitstellung von Raumwärme zu etwa zwei Dritteln für die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor verantwortlich ist. So war die warme Witterung 2014 zum Teil verantwortlich für den bemerkenswerten Rückgang der Emissionen. 2016 stiegen die Emissionen des Sektors witterungsbedingt erneut um 3,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente an.

Drei Viertel der Wohngebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1979 errichtet. Ihr Energiebedarf ist daher deutlich höher als der von Gebäuden, die danach gebaut wurden. In vielen Gebäuden wurden bereits Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz durchgeführt. Dennoch hat ein sehr hoher Anteil des Gebäudebestands weiterhin deutliches Energieeinsparpotenzial. Mit substanziellen Sanierungsmaßnahmen kann hier die Energieeffizienz gesteigert werden, um so die Emissionen zu senken.

Aktuelle politische Maßnahmen

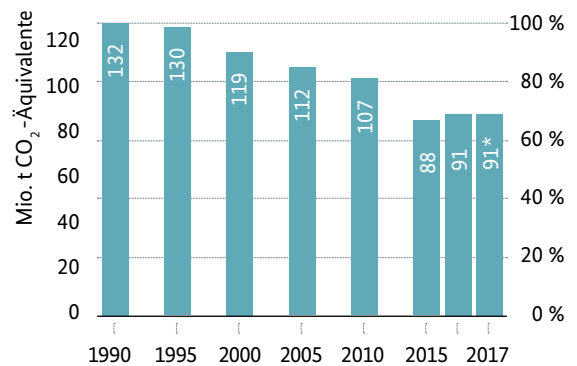
Das Sektorziel 2030 für Gebäude ist mit 66 bis 67 Prozent Emissionssenkung gegenüber 1990 höher als in den anderen Sektoren. Damit trägt der Klimaschutzplan 2050 dem vorhandenen hohen Minderungspotenzial in diesem Sektor Rechnung. Die Minderung soll durch anspruchsvolle Neubaustandards (unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit), langfristige Sanierungsstrategien und die schrittweise Abkehr von fossilen Heizungssystemen erzielt werden.

Fortschritte bei der energetischen Modernisierung von Gebäuden sind auch Voraussetzung für den Einsatz zukunftsfähiger Heiztechnologien. Derzeit wird in Deutschland noch zu einem großen Teil mit fossilen Energieträgern wie Öl und Gas geheizt. Künftig sollen erneuerbare Energien eine größere Rolle spielen. In vielen hocheffizienten Gebäuden wird schon jetzt der verbleibende Wärmebedarf aus Umweltwärme mithilfe von in der Regel strombetriebenen Wärmepumpen gedeckt. Der Einsatz von Wärmepumpen („Power-to-Heat“-Technologie) ist eine Möglichkeit, fossile Brennstoffe zu ersetzen. Dabei gilt: Je mehr Strom aus erneuerbaren Quellen stammt, desto erfolgreicher trägt diese Technologie dazu bei, das Klima zu schützen. Neben Wärmepumpen können erneuerbare Energien direkt für die Wärmeversorgung (zum Beispiel durch Solarthermie, Hybridsysteme, KWK) genutzt und in Wärmenetze eingebunden werden.

Der Klimaschutz im Gebäudesektor wird durch mehrere Gesetze und Verordnungen geregelt. Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV), das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG; siehe Glossar), und die Kleinf Feuerungsanlagenverordnung sind hierbei die wichtigsten ordnungsrechtlichen Grundlagen in Deutschland. Die Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung von Wärme und Warmwasser (Verordnung über Heizkostenabrechnung, HeizkostenV) leistet ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz.

Die Bundesregierung hat 2015 die „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ (ESG) verabschiedet. Bis 2050 will die Bundesregierung einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand erreichen. Die ESG zeigt die notwendigen Schritte im Hinblick auf den Einsatz erneuerbarer Energien und Energieeffizienz für einen nahezu

Abb. 29: Emissionsentwicklung Haushalte



* Schätzung
Quelle: UBA (2018a); Schätzung 2017 basierend auf Pressemitteilung 09/2018

Abb. 30: Emissionen der Energieträger der Haushalte 2016 (ohne CO₂ aus Biomasse)

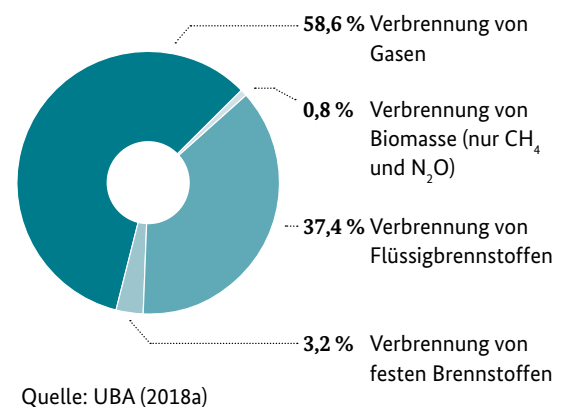
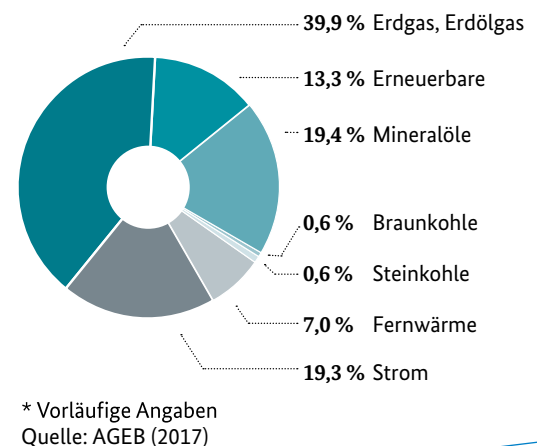


Abb. 31: Struktur des Endenergieverbrauchs der Haushalte 2016*



i

Heizverhalten in Deutschland

Die Bewohnerinnen und Bewohner fast jedes zweiten Wohngebäudes in Deutschland heizen mit Erdgas. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass in der Vergangenheit zahlreiche ineffiziente Kohle-Einzelöfen durch Erdgassysteme ersetzt wurden. Erdgas-Zentralheizungen sind dabei das am häufigsten vertretene Heizungssystem in Deutschland. Öl-Zentralheizungen machen noch mehr als ein Viertel des Marktanteils aus. Fernwärme²⁸ und besonders klimaschonende Heizungssysteme wie Elektro-Wärmepumpen versorgten 2015 lediglich fünf Prozent beziehungsweise zwei Prozent der Wohngebäude mit Wärme. Während Fernwärme insbesondere in Stadtstaaten eine Rolle spielt und in Berlin einen Anteil von 15 Prozent erreicht, ist deren Einsatz in den meisten Flächenländern sehr gering. Wärmepumpen könnten dort in Zukunft eine klimafreundliche Alternative bieten.²⁹

klimaneutralen Gebäudebestand auf. Mit entsprechenden Maßnahmen soll der Primärenergiebedarf von Gebäuden bis 2050 um rund 80 Prozent gegenüber 2008 sinken. Die ESG ist auch eine wichtige Grundlage der Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“ im Klimaschutzplan 2050.

Ökonomische Anreize sind ein zentraler Hebel für Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudesektor. Die KfW-Förderprogramme „Energieeffizient Bauen“ und „Energieeffizient Sanieren“ sowie das Marktanreizprogramm zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältemarkt sorgen für finanzielle Anreize. Die Besteuerung von Brennstoffen zu Heizzwecken sowie verbesserte Verbraucherinformationen, wie zum Beispiel das Energieeffizienzlabel für Heizungen, sollen indirekt Minderungspotenziale nutzbar machen.

4.6 Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)

Emissionstrends

Der Anteil des GHD-Sektors an den Gesamtemissionen fiel 2016 mit 4,2 Prozent erneut vergleichsweise niedrig aus (Abbildung 32). Ein Großteil der Emissionen in diesem Sektor entsteht durch die Verbrennung von Gasen (Abbildung 33). Der Anteil am Endenergieverbrauch in Deutschland ist mit 16,2 Prozent höher als der Anteil an den Gesamtemissionen.³⁰ Etwa die Hälfte des Endenergieverbrauchs entsteht durch die Erzeugung von Raumwärme in Nichtwohngebäuden wie Betrieben, Beherbergungen, Gaststätten, Heimen und Handel. Diese werden nicht im Sektor der Privaten Haushalte berücksichtigt. Durch die Zunahme von Klimaanlageanlagen wird Gebäudekühlung in Nichtwohngebäuden relevanter für den Endenergieverbrauch. Emissionen aus der Strom- und Fernwärmeerzeugung, zum Beispiel zur Kühlung oder Heizung, werden nach dem Quellprinzip wieder der Energiewirtschaft zugeschrieben.

Zunehmende Energieeffizienz hat einen großen Teil der Emissionsminderungen im GHD-Sektor ermöglicht.

Sie konnte zwischen 1990 und 2016 um durchschnittlich mehr als 1,8 Prozent pro Jahr erhöht werden.³¹ Hierfür waren vor allem verbesserte Wärmedämmung, zunehmende Automatisierung und Prozessoptimierung sowie die Modernisierung von Maschinen und Anlagen verantwortlich. Schwankungen der jährlichen Emissionen des Sektors beruhen im Wesentlichen auf variierenden Witterungsverhältnissen.

Die Treibhausgasemissionen sind im GHD-Sektor zwischen 1990 und 2016 um mehr als 50 Prozent gesunken.

Der GHD-Sektor hat ähnliche Energieverbrauchsstrukturen wie die Privaten Haushalte und der Industriesektor (Abbildung 34). 2016 ist der Anteil von Strom am Endenergieverbrauch im GHD-Sektor von 24 Prozent im Jahr 1990 auf über 36 Prozent gestiegen. Zunehmende Automatisierung und Elektrifizierung werden diesen Trend weiter verstärken.

Große, saisonale Wärmespeicher sollen künftig die Elektrifizierung des Gebäudesektors vorantreiben. Sie werden im Sommer produzierten Überschussstrom einlagern. Die gespeicherte Wärme kann dann in den Wintermonaten zum Beheizen von Gebäuden verwendet werden. Diese Speicherung bietet sich insbesondere in der Nähe von großen Nichtwohngebäuden, Quartieren oder Wärmenetzen an, denn je größer die Speicher, desto weniger Wärme geht verloren. Zur Einlagerung können Wärmepumpen eingesetzt werden. Im Vergleich zum heutigen Stand der Technik müssen die Speichervolumina jedoch noch deutlich vergrößert werden. Hocheffiziente Wärmepumpen ermöglichen, dass die Wärmeausbeute je Kilowattstunde Strom auf diesem Weg trotz der Speicherverluste hoch ist.

Aktuelle politische Maßnahmen

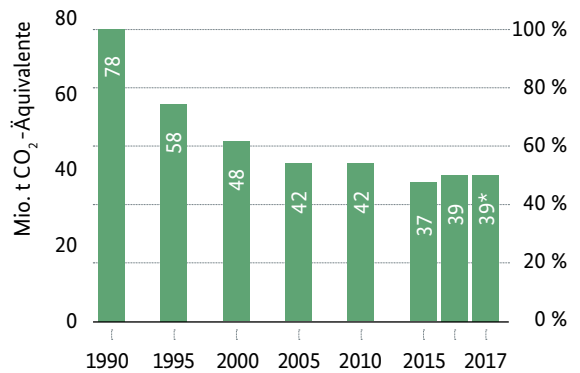
Ähnliche Energieverbrauchsstrukturen des GHD-Sektors wie in den Sektoren Private Haushalte und Industrie bedeuten auch ähnliche Energiesparmaßnahmen. Bereits beschriebene politische Maßnahmen der beiden Sektoren richten sich damit teilweise auch an den GHD-Sektor. So schließen ordnungsrechtliche Regelungen für Gebäude auch Nichtwohngebäude ein und Maßnahmen für Querschnittstechnologien der Industrie oder stromverbrauchende Geräte privater Haushalte gelten auch für den GHD-Sektor.

Auch die Wirkung von einigen Förderprogrammen ähnelt sich für die Sektoren Private Haushalte, Industrie und GHD. Sie setzen für alle drei Sektoren Anreize für die weitere Steigerung von Investitionen in Energieeffizienz sowie für die Erschließung zusätzlicher Treibhausgasminderungspotenziale. So fördert das BMU mit der Kälte-Klima-Richtlinie im Rahmen der NKI die Voll- sowie Teilsanierung besonders energieeffizienter Kälte- und Klimaanlage.

*„Durchschnittlich 30 bis 35 Prozent Energie lassen sich im Bereich Kälte- und Klimatechnik durch den Einsatz hocheffizienter Komponenten und Systeme einsparen.“
Barbara Hendricks, Bundesumwelt- und -bauministerin von 2013 bis 2018*

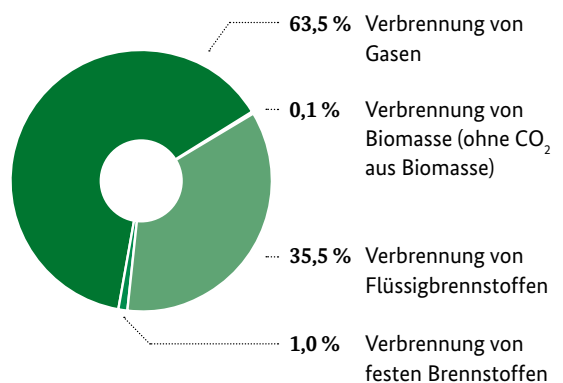
Energieberatung und -förderung für KMU sollen weitere Energieeinsparpotenziale erschließen. Im Rahmen der „Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz“ wurden beispielsweise seit 2013 mehr als 4.000

Abb. 32: Emissionsentwicklung Gewerbe/Handel/Dienstleistungen



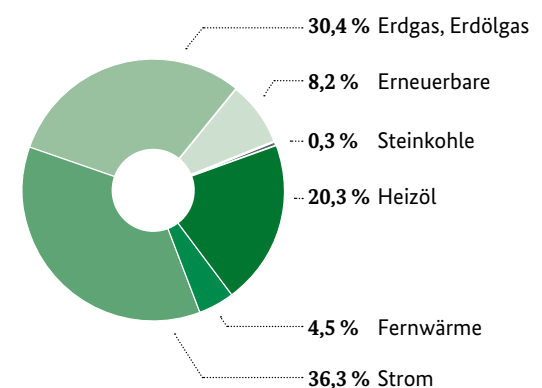
* Schätzung
Quelle: UBA (2018a); Schätzung 2017 basierend auf Pressemitteilung 09/2018

Abb. 33: Emissionen der Energieträger GHD 2016 (ohne CO₂ aus Biomasse)



Quelle: UBA (2018a)

Abb. 34: Struktur des Endenergieverbrauchs GHD 2016*



* Vorläufige Angaben
Quelle: AGEB (2017)

sogenannter Energie-Scouts ausgebildet, die in Betrieben nach Möglichkeiten für Energieeinsparungen suchen. Ein weiteres Beispiel ist das im Dezember 2017 ausgeweitete Programm „Energieberatung Mittelstand“, in dem Unternehmen aus dem GHD- und Industriesektor beraten werden. Die KfW bietet zudem zinsgünstige Darlehen und Tilgungszuschüsse an, um den Neubau und die energetische Sanierung von Nichtwohngebäuden sowie Einzelmaßnahmen im GHD-Sektor zu finanzieren.³²

4.7 Abfall- und Kreislaufwirtschaft

Emissionstrends

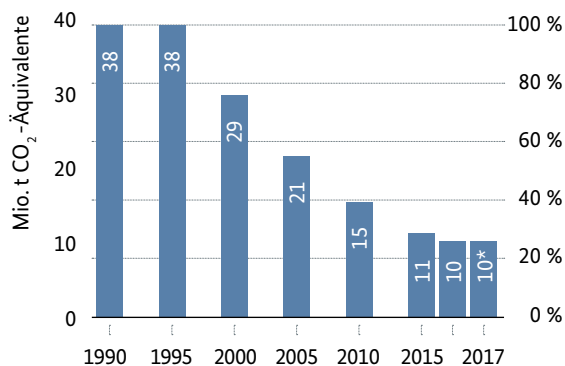
Der Anteil der Abfall- und Kreislaufwirtschaft (Vermeidung, Weiterverwendung, Verwertung und Beseitigung von Abfall) an klimarelevanten Gesamtemissionen in Deutschland bleibt auch 2016 mit 1,2 Prozent relativ gering. Er betrug 10,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2016. Hierzu zählen auch Emissionen aus der Abwasserbehandlung. Insgesamt stammten 2016 knapp 90 Prozent der gesamten Emissionen des Sektors aus Deponiegasen und der Abwasserwirtschaft (Abbildung 36).

Seit 1990 sind die Emissionen des Sektors mit 72,7 Prozent überdurchschnittlich stark gesunken (Abbildung 35). Grund hierfür sind vor allem reduzierte Methanemissionen durch das Verbot der Deponierung unbehandelter, organisch abbaubarer Siedlungsabfälle. Weitere Einsparungen konnten durch die stoffliche und energetische Nutzung von Abfällen und das verstärkte Recycling insbesondere von Glas, Papier und Pappe sowie von Metallen und Kunststoffen erzielt werden. Diese gehen als Gutschriften in die Klimabilanz ein und führen so zu deutlichen Entlastungen beziehungsweise Einsparungen klimawirksamer Emissionen und fossiler Energieträger.

Aktuelle politische Maßnahmen

Die deutsche Abfall- und Kreislaufwirtschaft kann bereits hohe Verwertungs- und Recyclingraten bei Siedlungsabfällen vorweisen. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz sieht für die Verwendung von Abfällen eine Hierarchie vor, nach der Abfälle zuallererst vermieden werden sollen, bevor sie wiederverwendet, stofflich oder auf sonstige Weise (vor allem energetisch) genutzt oder

Abb. 35: Emissionsentwicklung Abfallwirtschaft und Sonstige**

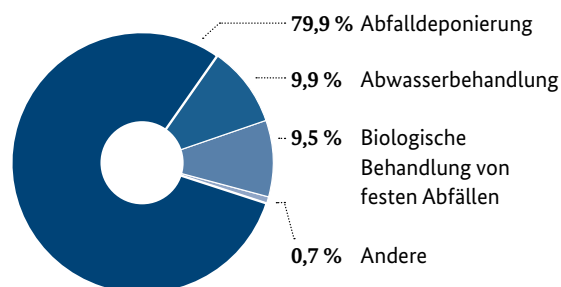


* Schätzung

** Ohne Gutschrift aus Recycling und Energieerzeugung

Quelle: UBA (2018a); Schätzung 2017 basierend auf Pressemitteilung 09/2018

Abb. 36: Emissionsquellen Abfallwirtschaft 2016 (ohne CO₂ aus Biomasse)



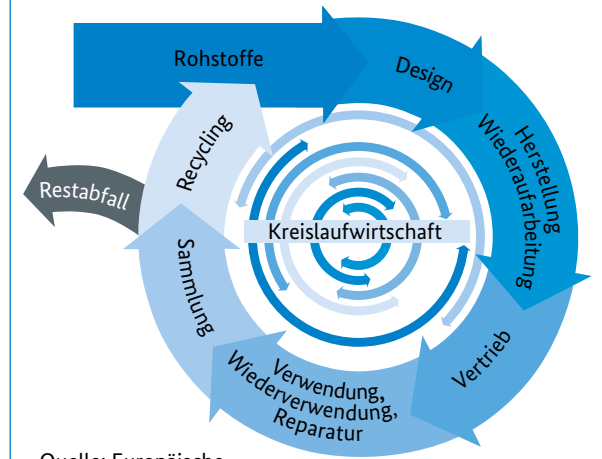
Quelle: UBA (2018a)

schließlich beseitigt werden (Abbildung 37). Auf dieser Basis will die Bundesregierung die Abfallwirtschaft in den nächsten Jahren zu einer Stoffstromwirtschaft weiterentwickeln und damit das Klimaschutzpotenzial weiter ausschöpfen. Das Ziel beinhaltet, die stoffliche Verwertung von verarbeiteten Rohstoffen durch Recycling weiter auszubauen, aber auch die Nutzung von Abfällen zur Erzeugung von Strom und Wärme effektiver zu gestalten. Die energetische Verwertung von Abfällen trägt dabei zum Klimaschutz bei und liefert einen wichtigen ökologischen Beitrag zur Einsparung fossiler Brennstoffe.

Die weitestgehende stoffliche und energetische Nutzung der im Abfall gebundenen Stoffe und Materialien soll die Deponierung von Abfällen weiter reduzieren. Vor diesem Hintergrund wurde 2017 die Verpackungsverordnung zum Verpackungsgesetz weiterentwickelt und die Gewerbeabfallverordnung novelliert. Die Umsetzung dieser Regelungen wird zu einem deutlichen Ausbau des Recyclings bei Verpackungen, gewerblichen Siedlungsabfällen sowie Bau- und Abbruchabfällen führen und damit zu mehr Ressourcen- und Klimaschutz beitragen. Für mineralische Abfälle wird die Nutzung von Deponien aber auch zukünftig erforderlich sein.

Seit dem 1. Januar 2015 sind bereits Bioabfälle aus Haushalten verpflichtend getrennt zu sammeln. Diese werden der Kompostierung (stoffliche Nutzung) beziehungsweise Vergärung (energetische Nutzung), gekoppelt mit nachfolgender Kompostierung (Kaskadennutzung), zugeführt und die Komposte zur Bodenverbesserung genutzt.

Abb. 37: Kreislaufwirtschaft



Quelle: Europäische Kommission (2014)

Ambitionierte neue EU-Recyclingziele bis 2035

Das auf EU-Ebene beschlossene Legislativpaket enthält Änderungen der Abfallrahmenrichtlinie, der Verpackungsrichtlinie, der Deponierichtlinie, der Altfahrzeugrichtlinie, der Batterierichtlinie sowie der Elektro- und Elektronik-Altgeräte-Richtlinie. Die Änderungen müssen nun von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden.

Die Recyclingziele, die von den Mitgliedsstaaten in den nächsten Jahren erreicht werden müssen, sind äußerst ambitioniert: Ab 2025 müssen mindestens 55 Prozent der Siedlungsabfälle recycelt werden, 60 Prozent ab 2030 und 65 Prozent ab 2035. Die maximale Deponierate für Siedlungsabfälle darf ab 2035 nur noch zehn Prozent betragen. Auch Deutschland wird das Recycling weiter ausbauen müssen, um die Recyclingziele von 60 Prozent beziehungsweise 65 Prozent zu erreichen.

Der Konsum von Elektrogeräten wächst – deren Entsorgung ebenfalls. Eine ordnungsgemäße Entsorgung von Elektroaltgeräten vermeidet eine Gefährdung der Umwelt, ermöglicht das Recyceln von Wertstoffen und trägt so zum Klima- und Ressourcenschutz bei. Seit 2016 muss der Einzelhandel kostenlos Altgeräte zurücknehmen (Elektrogesetz). Darüber hinaus sind die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger schon seit längerem verpflichtet, kostenlose Sammelstellen für Elektroaltgeräte einzurichten. Die Verbraucher müssen Elektroaltgeräte auf einem dieser Wege zurückgeben.

Zudem sollen Methanemissionen aus Altdeponien durch geeignete Maßnahmen weiter gesenkt werden. Die Bundesregierung unterstützt die Kommunen dabei durch eine Förderung mit Mitteln aus der NKI im Rahmen der Kommunalrichtlinie.

Auch die Europäische Kommission hat sich in den letzten Jahren dem Ressourcen- und Klimaschutz verstärkt zugewandt und bereits im Dezember 2015 Legislativvorschläge zur Änderung abfallrechtlicher Vorschriften und einen Aktionsplan vorgelegt, die zu einem Schließen von Stoffkreisläufen beitragen sollen. Die Legislativvorschläge sollen im 1. Halbjahr 2018 vom Europäischen Parlament und vom Rat verabschiedet werden.

4.8 Landwirtschaft

Emissionstrends

Der Anteil der Landwirtschaft an den Gesamtemissionen lag 2016 bei 7,8 Prozent. Die wesentlichen Treibhausgasemissionen sind hier nicht CO₂-Emissionen, sondern vor allem extrem klimawirksame Methan (CH₄)- und Lachgas (N₂O)-Emissionen. CH₄-Emissionen werden bei der Verdauung von Wiederkäuern ausgestoßen, sodass die Haltung von Milchkühen hier hauptverantwortlich ist. N₂O wird in der Landwirtschaft durch stickstoffhaltige Düngemittel und Tierhaltung verursacht. Darüber hinaus emittieren organische Böden in landwirtschaftlicher Nutzung in erheblichem Umfang CO₂, das in der Emissionsbilanz jedoch nicht der Landwirtschaft, sondern der Landnutzung (siehe Kapitel 4.9) zugewiesen wird.

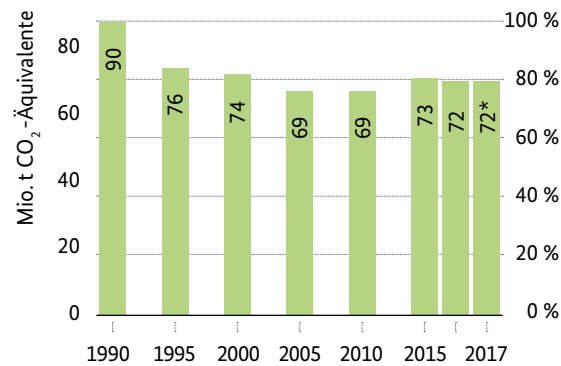
Der Treibhausgasausstoß in der Landwirtschaft konnte zwischen 1990 und 2016 um 20,2 Prozent reduziert werden (Abbildung 38). Gründe hierfür sind der Rückgang der Viehbestände infolge des Strukturwandels in den neuen Bundesländern, die Umweltauflagen der gemeinsamen EU-Agrarpolitik und ein verbessertes Düngemittelmanagement.

Aktuelle politische Maßnahmen

Im Klimaschutzplan 2050 wurde das Ziel einer Emissionsminderung von bis zu 34 Prozent bis 2030 vereinbart. Die Emissionen in der Landwirtschaft können nur eingeschränkt durch technische Maßnahmen begrenzt werden, da ein großer Teil durch natürliche Prozesse entsteht (Abbildung 39). Somit lässt sich wegen biologischer Prozesse in Tierhaltung und Pflanzenbau ein Mindestbetrag an Treibhausgasemissionen, ähnlich wie in der Industrie durch Prozessemissionen, nicht vermeiden.

Der ökologische Landbau ist zentraler Bestandteil einer nachhaltigen Landwirtschaft. Er verzichtet auf mineralische Dünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und kann dadurch im Vergleich zum konventionellen Landbau den CO₂-Ausstoß pro Hektar um bis zu 50 Prozent reduzieren. 2016 wurden rund acht Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland ökologisch bewirtschaftet.³³ Die Bundesregierung strebt hier bis 2030 einen Anteil von 20 Prozent an.

Abb. 38: Emissionsentwicklung Landwirtschaft**

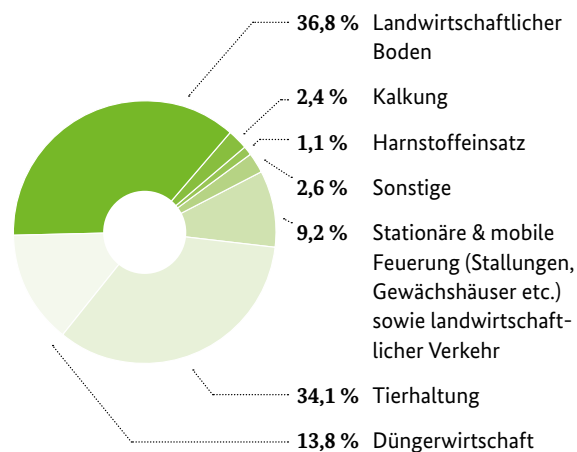


* Schätzung

** Inklusive landwirtschaftlicher Verkehr

Quelle: UBA (2018a); Schätzung 2017 basierend auf Pressemitteilung 09/2018

Abb. 39: Emissionsquellen Landwirtschaft 2016 (ohne CO₂ aus Biomasse)



Quelle: UBA (2018a)

Ein weiterer wichtiger Pfad zur Emissionsminderung liegt in der Reduzierung von Stickstoffüberschüssen und in der Verbesserung der Stickstoffverwertung im Rahmen der Düngung. Die Anforderungen an die gute fachliche Praxis beim Düngen werden in der Düngeverordnung (DüV) näher bestimmt. 2017 wurden das Düngegesetz und die Düngeverordnung novelliert.

Zusätzlich ist am 1. Januar 2018 die neue Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) in Kraft getreten. Das neue Düngerecht lässt einen effizienteren und ressourcenschonenderen Einsatz von Stickstoff und Phosphor erwarten, um so die Nährstoffüberschüsse aus der Landwirtschaft weiter zu reduzieren. Mit der neuen Düngeverordnung wurden unter anderem Verschärfungen bei der Düngeplanung und beim Nährstoffvergleich, die Einbeziehung organischer Düngemittel pflanzlicher Herkunft in die Ausbringungsobergrenze von 170 Kilogramm Gesamtstickstoff pro Hektar und Jahr (somit werden künftig auch Gärreste aus Biogasanlagen erfasst), die Verlängerung der Sperrfristen für die Düngerausbringung im Herbst, bundeseinheitliche Vorgaben zur Lagerkapazität, die Verwendung emissionsarmer Ausbringungstechnik, die Begrenzung der Einarbeitungszeit und die Ausweitung der Gewässerabstände gesetzlich geregelt. Die schärferen Regeln sollen insbesondere auch zum Gewässerschutz und zur Luftreinhaltung beigetragen.

Die Ausgestaltung und nationale Umsetzung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU haben einen erheblichen Einfluss auf die Art und Intensität der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und somit auch auf die damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Insgesamt stehen für die Agrarförderung in Deutschland von 2014 bis 2020 jährlich rund 6,3 Milliarden Euro an EU-Mitteln zur Verfügung. Die EU-Förderung beruht auf zwei Säulen, den Direktzahlungen für Flächenbewirtschaftung auf der einen und der Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums auf der anderen Seite. Für letztere stehen in Deutschland jährlich rund 1,3 Milliarden Euro an EU-Mitteln zur Verfügung, die – im Gegensatz zu den Mitteln der ersten Säule – mit weiteren nationalen Mitteln kofinanziert werden müssen.

Im Zuge der Reform der GAP 2013 wurde eine obligatorische Ökologisierungskomponente („Greening“) in die Direktzahlungen eingeführt und seit 2015 national umgesetzt. Damit sollen die Umwelt- und Klimaleistungen der GAP durch verbindliche Bewirtschaftungsanforderungen (Anbaudiversifizierung, Dauergrünlanderhalt und die Einrichtung von ökologischen Vorrangflächen) verbessert werden. Die „Greening-Prämie“ macht etwa 30 Prozent der nationalen Obergrenzen der Direktzahlungen aus. Der „Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums“, die zweite Säule der GAP, beinhaltet gezielte Fördermaßnahmen vor

allem für die nachhaltige und umweltschonende Bewirtschaftung und ländliche Entwicklung. Hierzu zählen die Förderung der Umstellung auf ökologischen Landbau oder von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen. Diese werden national auf Länderebene – gegebenenfalls unter finanzieller Beteiligung des Bundes im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) – umgesetzt. Jenseits der GAP-Förderung werden in Deutschland jährlich 17 Millionen Euro durch das „Bundesprogramm für ökologischen Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ zur Verfügung gestellt.



Stickstoffe

Die zunehmenden Stickstoffemissionen stellen eines der größten Umweltprobleme dar. Belastungen durch Stickstoff zeigen sich zum Beispiel im hohen Nitratgehalt im Grundwasser oder insbesondere in Städten durch Stickstoffdioxidbelastungen in der Luft. Im Mai 2017 hat das Bundeskabinett einen Bericht zum Stickstoffeintrag in die Umwelt beschlossen. Damit wird das Thema erstmals umfassend auf die politische Agenda gehoben. Ziel der Bundesregierung ist es, durch einen sektorenübergreifenden Ansatz Stickstoff auf ein umwelt- und gesundheitsverträgliches Maß zu reduzieren. In ihrem Bericht kündigt die Bundesregierung die Entwicklung eines Aktionsprogramms zur konkreten Stickstoffminderung an. Das Programm soll dazu beitragen, Synergien zwischen den diversen Programmen der Bundesregierung besser zu identifizieren und zu stärken. Die Anwendung des Verursacherprinzips soll präzisiert werden. Auch soll geprüft werden, ob es rechtliche oder finanzielle Rahmenbedingungen gibt, die einer Minderung von Stickstoffeinträgen entgegenstehen.

4.9 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)

Emissionstrends

Durch den Sektor LULUCF, der CO₂ speichert und somit als Senke (siehe Glossar) wirkt, sanken die Gesamtemissionen im Jahr 2016 netto um 14,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (Abbildung 40). Insgesamt konnten dabei 2016 fast 58 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente überwiegend in Wäldern (96,5 Prozent der Senkenleistung), aber auch in Holzprodukten (3,5 Prozent) gespeichert werden. Der Wald bleibt, trotz der für die nächsten Jahre prognostizierten erhöhten Holzentnahme, immer noch der einzige Teil-Sektor des LULUCF-Sektors mit „negativen Emissionen“ und ist damit nach wie vor eine Senke. Entsprechend steht in diesem Sektor der Erhalt und die Verbesserung der Senkenleistung der Wälder im Vordergrund (Abbildung 41). Dies lässt sich durch die Erschließung des CO₂-Minderungspotenzials der nachhaltigen Waldbewirtschaftung und der damit eng verbundenen Holzverwendung, wo möglich mit vorrangiger Kaskadennutzung von Holz, realisieren. Hinzu kommen der Erhalt von Dauergrünland, der Schutz von Moorböden und natürlich auch die Klimapotenziale der natürlichen Waldentwicklung. Bei intensiv betriebener Land- und Forstwirtschaft wird gespeichertes CO₂ jedoch wieder freigesetzt. Vor diesem Hintergrund speichern gerade die landwirtschaftlichen Böden weniger als halb so viele Treibhausgase wie noch 1990.

Im Jahr 2016 wurden auf der Emissionsseite 45,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente im LULUCF-Sektor freigesetzt. Mehr als die Hälfte dieser Emissionen wurde durch die Umwandlung von Grünland in Ackerland verursacht. Die Neuschaffung von Grünland kann CO₂ binden, jedoch nicht im gleichen Ausmaß und Tempo, wie es durch den Umbruch von Dauergrünlandflächen freigesetzt wird. Die landwirtschaftliche Nutzung von Ackerland ist für ein weiteres Drittel des Treibhausgasausstoßes in diesem Bereich verantwortlich. Die Freisetzung von CO₂ aus Böden kann aber durch bodenschonende Bearbeitungsmethoden beim Ackerbau verringert werden.

Abb. 40: Emissionsentwicklung LULUCF (inklusive Senken)

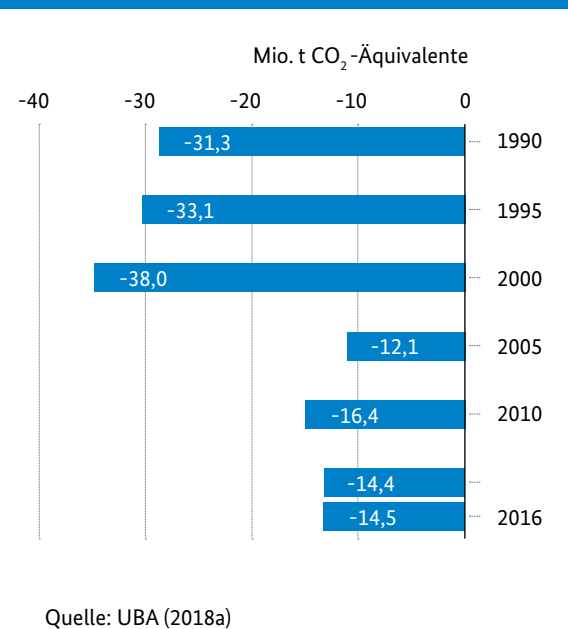
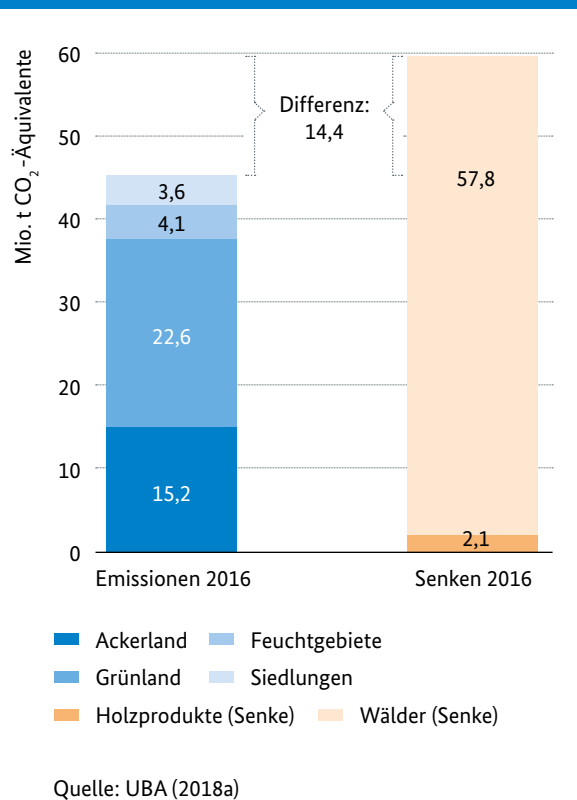


Abb. 41: Emissionen und Senken LULUCF 2016



Zwischen 1991 und 2016 ist der Umfang der Dauergrünlandflächen in Deutschland um etwa 11,9 Prozent zurückgegangen.

Die Emissionen aus dem LULUCF-Sektor wurden bisher nicht in die Bewertung zur Erreichung der nationalen und europäischen Klimaschutzziele einbezogen. Zum einen ist die Bilanzierung dieser Emissionen im Vergleich zu anderen Sektoren mit methodischen Schwierigkeiten verbunden. Klimaschutzleistungen durch forstwirtschaftliche Aktivitäten sind zudem methodisch kaum von Schwankungen der natürlichen Speicherwirkungen abzugrenzen und zu erfassen. Zum anderen ist die Speicherleistung von Böden und Vegetation äußeren Gefahren wie Waldbränden oder Insektenbefall ausgesetzt und könnte dadurch unerwartet sinken. Aufgrund der dennoch hohen Relevanz des LULUCF-Sektors hinsichtlich der Erreichung der langfristigen Klimaziele hat die EU 2017 beschlossen, dass die Emission beziehungsweise die Speicherung von Treibhausgasen des Sektors künftig in der Zielsetzung berücksichtigt werden (siehe auch Kapitel 3.2).

Aktuelle politische Maßnahmen

Die vorgeschlagene europäische LULUCF-Verordnung verpflichtet die Mitgliedsstaaten, eine menschengemachte Verschlechterung der THG-Bilanz von Wäldern und Böden zu verhindern. Der Erhalt und die Verbesserung der CO₂-Senkenfunktion des Waldes, die nachhaltige, naturnahe Bewirtschaftung von Wäldern, die natürliche Waldentwicklung und der Erhalt von Dauergrünland können die Freisetzung von gespeichertem CO₂ verringern. Der Erhalt von Dauergrünland ist ein Bestandteil des „Greenings“ der GAP der EU, also der Knüpfung von etwa 30 Prozent der nationalen Obergrenzen der Direktzahlungen an eine dem Klima- und Umweltschutz förderliche Landbewirtschaftung.

Moorböden werden aufgrund ihrer hohen CO₂-Speicherwirkung stärker geschützt. Moorböden stellen nur sechs Prozent der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland, sind aber für rund 80 Prozent der Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden

verantwortlich. Daher machen sie etwa vier Prozent der deutschlandweiten Treibhausgasemissionen aus. Zur Reduzierung dieses relativ hohen Anteils werden unter anderem Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserstands in trockengelegten Moorflächen gefördert.



Natürliche Waldentwicklung in Deutschland

Der Wald stellt die wichtigste Senke dar. Nach Erkenntnissen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Natürliche Waldentwicklung als Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ gibt es derzeit 213.145 Hektar dauerhaft gesicherten Wald mit natürlicher Waldentwicklung (NWE) in Deutschland. Dies entspricht einem Anteil von 1,9 Prozent der hiesigen Waldfläche. Die Forschenden erwarten bei aktuellen Maßnahmen bis zum Jahr 2020 einen voraussichtlich auf 2,3 und danach auf circa drei Prozent steigenden Anteil.

Aktuell wird die Bilanz in einem weiteren Forschungsvorhaben („Natürliche Waldentwicklung in Deutschland: Perspektiven und Potenziale für die Entwicklung eines kohärenten NWE-Systems“) fortgeführt. In der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) der Bundesregierung wird bis zum Jahr 2020 eine höhere gesicherte natürliche Waldentwicklung auf fünf Prozent der gesamten Waldfläche beziehungsweise zehn Prozent der öffentlichen Wälder angestrebt.³⁴



5. Was bedeutet Klimaschutz für Wirtschaft und Gesellschaft?

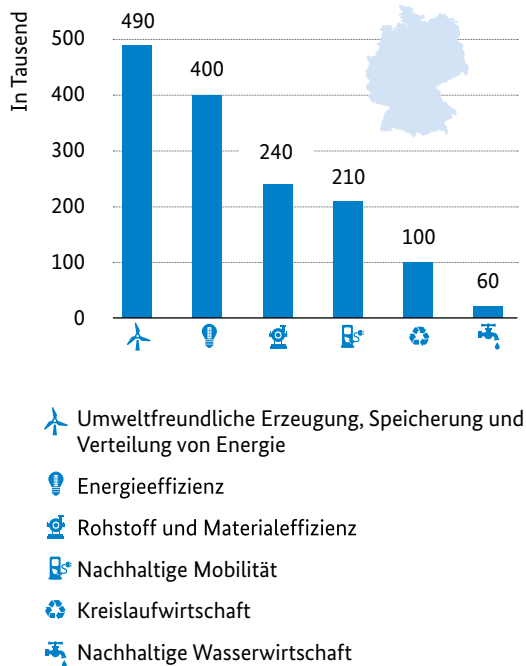
5.1 Arbeitsplätze

Klimaschutz ist ein Transformationsprozess, der neue Chancen für Wirtschaft und Gesellschaft schafft. Den Herausforderungen des Wandels stehen die Chancen einer modernen, innovativen und zukunftsgerichteten Wirtschaft gegenüber. In Deutschland stellt der Klimaschutz die wichtigste wirtschaftliche Säule der Umweltschutzwirtschaft dar. So erwirtschafteten die Betriebe des produzierenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors im Jahr 2015 37,9 Milliarden Euro mit Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Klimaschutz. Das entsprach 57,4 Prozent des Gesamtumsatzes mit Umweltschutzgütern. Eine vom Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) beauftragte Studie geht davon aus, dass das Weltmarktvolumen der wichtigsten Klima-

technologien bis 2030 auf ein bis zwei Billionen Euro pro Jahr wachsen wird. Die bereits begonnene Transformation der deutschen Volkswirtschaft ermöglicht den Unternehmen einen weiteren Erfahrungszuwachs sowie den Ausbau ihrer Technologiekompetenz und damit gute Chancen auf diesem weltweiten Wachstumsmarkt.³⁵ Die Bedeutung von Klimaschutz als Wirtschaftsfaktor schlägt sich bereits heute in den Beschäftigtenzahlen nieder.

Der Klimaschutz bietet über eine Million Arbeitsplätze in Deutschland. Der 2018 im Auftrag des BMU erschienene GreenTech-Atlas fasst zusammen, dass die Querschnittsbranche Umwelttechnik und Ressourceneffizienz insgesamt 1,5 Millionen Menschen in Deutschland beschäftigt. Das UBA zählte für das Jahr 2012 rund 2,2 Millionen Beschäftigte

Abb. 42: Beschäftigte in der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz in Deutschland 2016



Es gibt weitere Bereiche des Umweltschutzes, die hier nicht erfasst sind, siehe Text.

Quelle: BMU (2018)

im Bereich Umweltschutz insgesamt.³⁶ Diese Felder beinhalten neben dem Klimaschutz als wichtigster Untergruppe noch weitere Themen und damit Berufsgruppen. Hierzu gehören beispielsweise die Luftreinhaltung jenseits der Vermeidung klimawirksamer Gase oder die nachhaltige Wasserwirtschaft, die jeweils auch positive Nebeneffekte für den Klimaschutz aufweisen. Viele Berufsgruppen tragen zum Klima- und Umweltschutz bei, auch wenn es nicht primäres Ziel ihrer Aufgaben ist. Dachdecker werden beispielsweise auch ohne Klimaschutz benötigt, doch durch das Dämmen von Dächern führen sie eine zentrale Klima- und Umweltschutzmaßnahme im Gebäudesektor aus. Diese Verflechtungen traditioneller und klimaschutzrelevanter Wirtschaftszweige können das Quantifizieren von Arbeitsplätzen in Klima- und Umweltschutz erschweren.

Zu den expliziten Klimaschutzgütern zählen in erster Linie Güter und Leistungen, die der Verringerung oder Vermeidung von Treibhausgasemissionen dienen, wie beispielsweise die Nutzung erneuerbarer Energien oder die Steigerung der Energieeffizienz.

In der Erneuerbare-Energien-Branche gab es 2016 rund 338.700 Arbeitsplätze.³⁷ Die erneuerbaren Energien bleiben damit ein wichtiger Motor für die deutsche Wirtschaft, trotz eines Rückgangs um rund 15 Prozent seit dem Höhepunkt im Jahr 2011 mit rund 416.200 Arbeitsplätzen, der insbesondere auf den steigenden internationalen Wettbewerb in der Solarindustrie zurückzuführen ist. Nach sehr starkem Anstieg bis 2011, als auf den Bereich Solarenergie rund 38 Prozent der Arbeitsplätze entfielen, sank dieser Anteil auf rund 13 Prozent beziehungsweise 45.300 Beschäftigte im Jahr 2016. Insgesamt ist in der Erneuerbare-Energien-Branche im Vergleich zum Vorjahr (2015) die Zahl der Arbeitsplätze aber wieder um rund drei Prozent gestiegen. 2016 entfielen dabei rund 40 Prozent der Arbeitsplätze auf den Bereich Wind an Land, gefolgt von dem Bereich Biomassenutzung mit rund 31 Prozent.³⁸ Abbildung 42 zeigt Beschäftigte nach „Leitmärkten“, wobei dem Bereich der erneuerbaren Energien auch die Speicherung und Verteilung des aus erneuerbaren Quellen gewonnenen Stroms zugeschlagen werden.

International entstehen im Bereich erneuerbare Energien ebenfalls weitere Arbeitsplätze. Die Internationale Organisation für Erneuerbare Energien (IRENA) geht von knapp zehn Millionen Beschäftigten weltweit im Jahr 2016 aus. Allein im Bereich Solar-Photovoltaik sind über drei Millionen Personen beschäftigt, gefolgt von 1,7 Millionen Arbeitsplätzen im Kontext flüssiger Biokraftstoffe. Damit wächst die Anzahl der Beschäftigten weiter, um 1,1 Prozent verglichen mit 2015. Die weltweit meisten Jobs in der Erneuerbare-Energien-Branche gibt es in China und Brasilien; Deutschland liegt auf Platz sechs.³⁹

Die Energieeffizienz ist in Deutschland weiterhin ein Jobmotor, insbesondere im Gebäudereich. Hier führen unter anderem die aktuell niedrigen Zinsen zu höheren Sanierungsraten und großer Neubaутätigkeit. Klimafreundliche Lösungen, die die vorgegebenen Neubaustandards übertreffen, werden durch zusätzliche Darlehen zu besonders guten Konditionen von der Politik gefördert. Ein international zitiertes Beispiel hierfür sind die Kredite der KfW. Der Bau- und

Investitionsaufschwung wirkt sich so auch auf die Effizienzbranche aus. Diese beschäftigte 2015 rund eine halbe Million Arbeitnehmer, bis 2020 sollen weitere 190.000 Arbeitsplätze hinzukommen.⁴⁰

Gerade Dienstleistungen rund um den Klimaschutz bieten eine steigende Anzahl an Arbeitsplätzen. Typische Beispiele sind Projektentwickler von Windparks und Energieberater für Unternehmen, doch auch jenseits der Bereiche erneuerbare Energien und Effizienz entwickeln sich Märkte. Die Kreislaufwirtschaft ist durch den Arbeitsaufwand bei der Abfallsammlung sowie beim Abfalltransport besonders dienstleistungsintensiv.

5.2 Investitionen

Das Pariser Abkommen fordert, dass neue Investitionen in klimafreundliche Technologien fließen.

Konkret sollen Finanzflüsse und Investitionen so ausgerichtet werden, dass sie mit der 2 °C- beziehungsweise 1,5 °C-Obergrenze und einer nachhaltigen Entwicklung kompatibel sind. Das UBA veröffentlichte 2017 einen Leitfaden mit Kriterien für klimafreundliche Investitionen in die Sektoren Energie, Gebäude und Verkehr. So sind beispielsweise Investitionen in neue Kohlekraftwerke inkompatibel mit der 2 °C-Obergrenze, während Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen, Energiespeicher und eine kohlenstoffarme Transportinfrastruktur vollständig kompatibel sind.

Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen stärken und modernisieren mittel- bis langfristig die Wirtschaft und kommen, wie beispielsweise bei Gebäudesanierungen, der lokalen Wertschöpfung zugute. Die Nachfrage nach Umwelt- und Klimaschutztechnologien wächst weltweit, sodass ihre ökonomische Bedeutung weiter zunehmen wird. Im Jahr 2015 produzierten deutsche Unternehmen Klimaschutzgüter im Wert von mehr als 33 Milliarden Euro – dies entspricht mehr als zwei Prozent der gesamten deutschen Industrieproduktion.⁴¹ Zudem führen Klimaschutzmaßnahmen durch die Vermeidung von Treibhausgasemissionen und weiteren Umweltbelastungen zu sinkenden Klima- und Umweltkosten und entlasten so die Gesellschaft. Weltweit wurden im Jahr 2016 383 Milliarden US-Dollar klimafreundlich investiert.⁴²

Sinkende Kosten für erneuerbare Energien tragen in Deutschland dazu bei, dass der Zubau von Kapazitäten mit geringeren Investitionssummen auskommt.

Die Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen stiegen seit 2000 kontinuierlich an und erreichten im Jahr 2010 mit knapp 28 Milliarden Euro ihren vorläufigen Höhepunkt.⁴³ Seitdem sind die Kosten für Solarenergieanlagen und teilweise auch für die Windkraft drastisch gesunken (Abbildung 43). Im Jahr 2017 wurden über 16 Milliarden Euro in den Ausbau erneuerbarer Energien investiert, vor allem in Windkraft und Photovoltaik. Dies stellt einen Anstieg um eine Milliarde Euro im Vergleich zum Vorjahr dar. Hohe Fördersummen für den Ausbau erneuerbarer Energiesysteme in Deutschland werden oft kritisiert – dabei fällt die bisherige Förderung der konventionellen Energien mehr als sechs Mal so hoch aus.⁴⁴

Etwa 36,4 Milliarden Euro wurden 2015 in die Sanierung bestehender Wohngebäude investiert, weitere 16,8 Milliarden Euro entfielen auf die Sanierung von Nichtwohngebäuden.

Investitionen in die energetische Gebäudesanierung – eines der effektivsten Mittel zur Steigerung der Energieeffizienz – blieben in Deutschland auch 2015 auf hohem Niveau. Im Vergleich zu 2014 sind die Investitionen in die energetische Sanierung von bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäuden jeweils um 700 Millionen Euro gestiegen. Da Energieeffizienzinvestitionen meist mit hohen Anfangskosten verbunden sind – die (Energie-)Kostensparnis stellt sich erst über die Zeit ein – stellt die Bundesregierung öffentliche Fördermittel zur Verfügung, zum Beispiel für die Gebäudesanierung (KfW-Programm) oder für effizientere Kühlschränke in privaten Haushalten (Stromspar-Check).

„Grüne Investitionen“ sind, neben dem Abzug von Kapital aus klimaschädlichen Investitionen, Bestandteil einer nachhaltigen Finanzpolitik. Die Europäische Kommission hat 2016 eine Expertengruppe zu nachhaltiger Finanzwirtschaft ins Leben gerufen. Diese hat auch im Lichte der Krisen der letzten zehn Jahre zwei Grundpfeiler für das zukünftige europäische Finanzsystem formuliert: Erstens soll die Stabilität der

Finanzwirtschaft gestärkt werden, indem langfristige Risiken wie umweltbezogene, soziale und politische Steuerungsfragen stärker in Portfolioanalysen und -management mit einfließen. Zweitens soll der Beitrag des Finanzsektors zu nachhaltigem und inklusivem Wachstum verstärkt werden. Hier werden explizit die Finanzierung von langfristigen Vorhaben wie Investitionen in die Infrastruktur und die Beschleunigung des Wandels hin zu einer kohlenstoffarmen und ressourceneffizienten Wirtschaft betont.⁴⁵

Auch international werden Standards zu nachhaltiger Finanzwirtschaft formuliert: Angeregt durch die G20 und den Finanzstabilitätsrat (Financial Stability Board; FSB) hat die von der Industrie geführte „Arbeitsgruppe zur Transparenz finanzieller Klimarisiken“ (Task Force on Climate-related Financial Disclosures; TCFD) Empfehlungen für konsistente, vergleichbare, zuverlässige, klare und effiziente Offenlegungen von klimabezogenen finanziellen Risiken entwickelt, zum Beispiel für Unternehmen, deren Geschäftsmodell auf der Produktion oder dem Gebrauch von fossilen Energieträgern beruht. Der Endbericht der Task Force wurde im Sommer 2017 veröffentlicht.⁴⁶

Abb. 43: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen deutschlandweit

Angaben in Milliarden Euro	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Wasserkraft	0,37	0,50	0,35	0,30	0,20	0,13	0,08	0,07	0,05	0,02
Windenergie an Land	2,54	2,80	2,11	2,86	3,55	4,49	7,06	5,37	6,81	7,77
Windenergie auf See	0,17	0,47	0,45	0,61	2,44	4,27	3,94	3,68	3,32	3,24
Photovoltaik	7,97	13,57	19,58	15,86	11,98	3,38	1,45	1,62	1,64	1,72
Solarthermie	1,70	1,49	0,99	1,06	0,95	0,86	0,79	0,80	0,69	0,56
Geothermie, Umweltwärme	1,25	1,15	0,96	0,99	1,06	1,09	1,09	1,02	1,19	1,31
Biomasse Strom	1,98	2,02	2,24	3,12	0,79	0,70	0,67	0,17	0,26	0,39
Biomasse Wärme	1,76	1,61	1,21	1,32	1,50	1,53	1,36	1,27	1,20	1,17
Gesamt	17,74	23,61	27,89	26,12	22,47	16,45	16,44	14,00	15,16	16,18

Quelle: AGEE-Stat (2018, Stand: Februar 2018)

5.3 Innovation

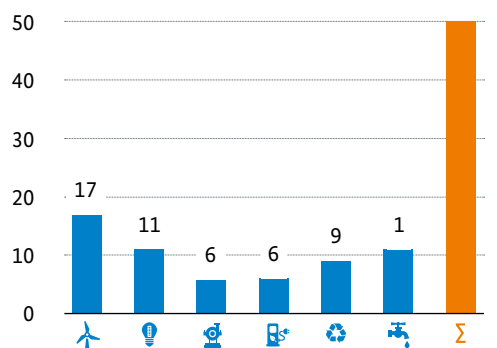
Klimaschutz bietet Anreize für Innovationen in verschiedensten Bereichen. Die Verringerung des Energieverbrauchs hat sowohl unter den prozess- als auch den produktbezogenen Umweltinnovationen in den vergangenen fünf Jahren den bedeutendsten Beitrag zum Umweltschutz in deutschen Unternehmen geleistet.⁴⁷ Doch ähnlich wie im Bereich der Arbeitsplätze (Kapitel 5.1) gibt es darüber hinaus weitere chancenreiche Umweltinnovationen. Logistikinnovationen spielen beispielsweise bei verschiedenen Branchen- gruppen wie Transport, Post und Großhandel eine zentrale Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit. Das Recycling bietet neue Märkte für die Kreislaufwirtschaft und in der Wasserwirtschaft bedarf es infolge klimawandel- bedingt veränderter Regenintensitäten neuer Lösungen beim Siedlungsabwasser (Anpassung an den Klima- wandel). Auch im Hinblick auf die Speicherung des Stroms aus erneuerbaren Energien bedarf es weiterer Forschung und Entwicklung, beispielsweise im Kontext sogenannter Power-to-X-Speicher.







Die Digitalisierung birgt besondere Innovations- chancen für den Klimaschutz: Telefon- und Video- konferenzen ersetzen Dienstreisen, intelligente Haustechnik kann den Wärmeverbrauch senken, optimierte Lieferprozesse vermeiden Leerfahrten und sorgen so für weniger Kraftstoffverbrauch im Logis- tikbereich. Zudem können intelligente Verkehrs- und verbesserte Informationssysteme den Verkehrsfluss optimieren und Wege verkürzen oder vermeiden (zum Beispiel bei der Parkplatzsuche). Auch auto- nomes Fahren hat das Potenzial, Effizienzgewinne zu erzielen, sofern die Fahrzeuge klimaneutral fahren und der Verkehr insgesamt nicht weiter zunimmt.

Das Beratungsunternehmen Roland Berger prognosti- ziert für die gesamte GreenTech-Branche in Deutsh- land im Jahr 2025 durch die Digitalisierung ein zusätzliches Marktvolumen von mehr als 20 Milliarden Euro. Dabei wird für den Leitmarkt Energieeffizienz von einem zusätzlichen Marktvolumen von bis zu sieben Milliarden Euro durch die Digitalisierung aus- gegangen.⁴⁸

Die Digitalisierung führt künftig zu bedeutsamen Emissionseinsparungen. Die Sektorenkopplung wird beispielsweise durch die digitale Vernetzung

Abb. 44: Zusätzliche CO₂-Äquivalente-Einsparung (in Mio. Tonnen) durch Digitalisierung je Leitmarkt in Deutschland im Jahr 2025



-  Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie
-  Energieeffizienz
-  Rohstoff und Materialeffizienz
-  Nachhaltige Mobilität
-  Kreislaufwirtschaft
-  Nachhaltige Wasserwirtschaft

5 % CO₂-Äquivalente-Einsparung im Vergleich zu CO₂-Emissionen im Jahr 2014

4 Mrd. Bäume müssten gepflanzt werden, um 50 Mio. t CO₂ in einem Jahr zu binden

Quelle: BMU (2018)

von Wärme- und Stromversorgung erleichtert, sodass klimafreundliche Energieträger wie Wind und Sonne leichter integriert werden können (Stichwort Lasten- management). Temporäre Stromüberschüsse können durch intelligente Lösungen sowohl in Industrie- prozessen als auch im Verkehrssektor besser genutzt oder gespeichert werden. Für das Jahr 2025 prognosti- ziert das Unternehmen Roland Berger für die gesamte GreenTech-Branche in Deutschland, dass durch die fortschreitende Digitalisierung zusätzlich 50 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart werden (Abbil- dung 44). Dies entspricht einer CO₂-Einsparung von fünf Prozent im Vergleich zum Ausstoß im Jahr 2014.

Gleichzeitig muss die Digitalisierung so gestaltet werden, dass sie negative Effekte vermeidet. Mögliche Umweltbelastungen durch die Digitalisierung müssen frühzeitig erkannt und aktiv vermieden werden. Hierzu gehört der hohe Energiebedarf, den die steigende Nutzung von IT-Systemen mit sich bringt. Auch Rebound-Effekte auf Nutzerseite (zum Beispiel die Entscheidung, neue effiziente Geräte häufiger zu verwenden oder nicht mehr abzuschalten, sodass sie in der Summe doch wieder mehr Energie verbrauchen) sind eine Herausforderung, der durch Informationskampagnen entgegengewirkt werden kann.

Die Bundesregierung gestaltet deshalb die Rahmenbedingungen für Innovationen aktiv mit. Das 2016 verabschiedete Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende regelt beispielsweise die Ausstattung von Verbrauchern und Erzeugern mit intelligenten Messsystemen, sogenannten Smart Meter. Durch präzise Verbrauchsinformationen und die Möglichkeit variabler Tarife sollen Smart Meter helfen, die Energieeffizienz zu steigern. So wird der Ausbau intelligenter Netze und Messsysteme gesteuert und durch einheitliche Standards und Datenschutzmaßnahmen sicher gestaltet.

5.4 Energiesicherheit

Energiesicherheit hängt von vier Faktoren ab: Energieträger müssen erstens grundsätzlich vorhanden und zweitens verfügbar beziehungsweise nutzbar sein. Drittens muss die Energie bezahlbar und viertens die Form der Energieerzeugung gesellschaftlich akzeptiert sein. Das Konzept der Energiesicherheit hat während der Ölkrise der 1970er Jahre an Bedeutung gewonnen und ist seitdem ein zentrales Element nationaler Politik geworden. Wirtschaft und Bevölkerung bedürfen einer stabilen Energieversorgung, da alltägliche Abläufe sonst nicht denkbar sind und Ineffizienzen zu höheren volkswirtschaftlichen Gesamtkosten führen.

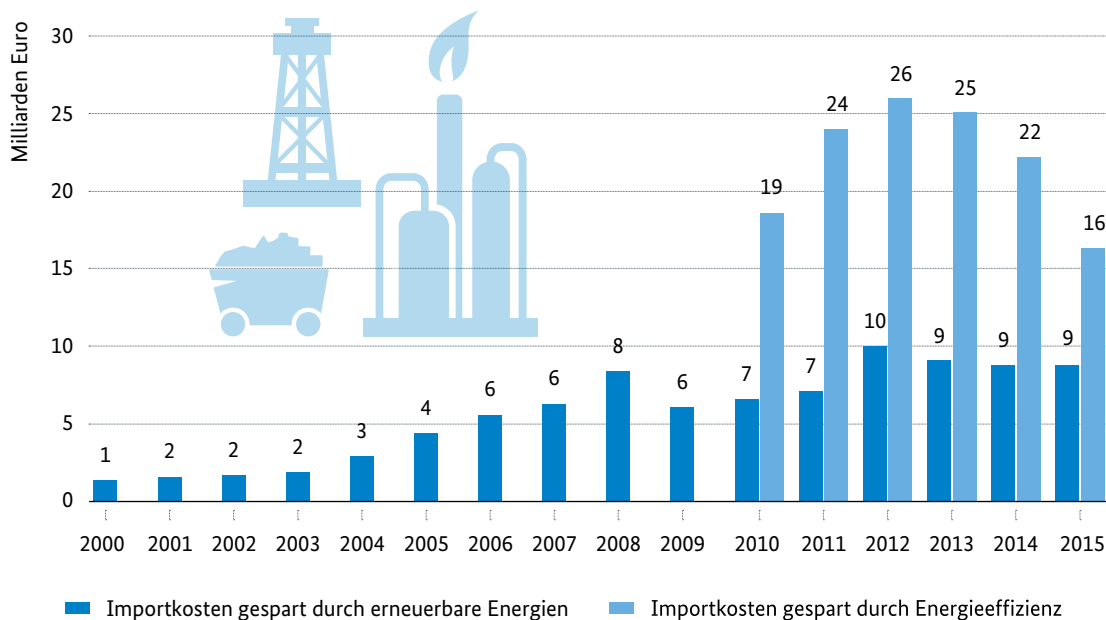
Erneuerbare Energien tragen zu einer erhöhten Versorgungssicherheit bei. Sie diversifizieren den Energiemix, nutzen lokale Ressourcen und sichern damit die Verfügbarkeit. Dies ist gerade in Deutschland von Bedeutung, da fossile Energiequellen hier begrenzt oder nur zu hohen Kosten verfügbar sind. Rund zwei Drittel der genutzten fossilen Energieträger (Öl, Gas und Steinkohle) werden importiert.

Weiterhin reduziert der Ausbau von erneuerbaren Energien die Energieimportkosten. Wenn erneuerbare Energien fossile Kraftwerke ersetzen, sinkt der Bedarf an fossilen Energieträgern und damit auch die Importmenge beziehungsweise deren Kosten. Im Jahr 2015 konnten die Importkosten für fossile Energieträger um knapp 25 Milliarden Euro gesenkt werden (Abbildung 45). Insgesamt wurden 2015 fossile Energieträger im Wert von rund 57 Milliarden Euro importiert, im Vorjahr waren es noch rund 81 Milliarden Euro.⁴⁹

Auch Energieeffizienz trägt zur Energiesicherheit bei. Energieeffizienzmaßnahmen führen zu einem allgemein geringeren Energiebedarf und senken so die Abhängigkeit von Öl und Gas. Wenn Unternehmen auf effizientere Anlagen umrüsten, reduzieren sie die wirtschaftlichen Unsicherheiten, die von schwankenden Öl- und Gaspreisen ausgehen. Der Einsatz von Ressourcen kann sicherer geplant werden. Gleichzeitig schützen sie so das Klima und sparen Energiekosten. Eine erhöhte Energieeffizienz bedeutet zudem, dass der Energiebedarf bei gleichbleibender wirtschaftlicher Aktivität auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sinkt und somit Importkosten eingespart werden. Für das Jahr 2015 werden die durch Effizienz vermiedenen Energiekosten auf rund 16 Milliarden Euro geschätzt (Abbildung 45).

Deutschland verfolgt gemeinsam mit den anderen Staaten der Gruppe der sieben wichtigsten Industrieländer (G7) das Ziel, die Sicherheit der Energieversorgung zu stärken. Dazu gehören auch die Steigerung von Energieeffizienz und der Einsatz moderner Energietechnologien.

Abb. 45: Einsparung der Importkosten von Energie durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz



Einsparungen durch Energieeffizienz vor 2010 sind aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.

Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi (2016a)

5.5 Förderung für den Klimaschutz

Die Bundesregierung schafft Anreize und Möglichkeiten, sich aktiv für den Klimaschutz einzusetzen. Hierbei werden unterschiedliche Akteursgruppen, von internationalen Organisationen über Städte und Kommunen bis hin zu Einzelpersonen und Forschungseinrichtungen, mit individuellen Förderprogrammen unterstützt.

Förderprogramme des Bundesumweltministeriums

Voraussetzung aller Klimafinanzierungsprogramme ist es, die Anforderungen des Pariser Abkommens zu berücksichtigen.

- **Die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI)** des BMU finanziert seit 2008 gezielt Klima- und Biodiversitätsprojekte in Entwicklungs- und Schwellenländern sowie in Transformationsstaaten. In den Anfangsjahren des Programms kamen die finanziellen Mittel aus den Versteigerungserlösen des EU-ETS. Um die Kontinuität der Finanzierung zu gewährleisten, wurden mit dem Energie- und Klimafonds weitere Sondermittel bereitgestellt.

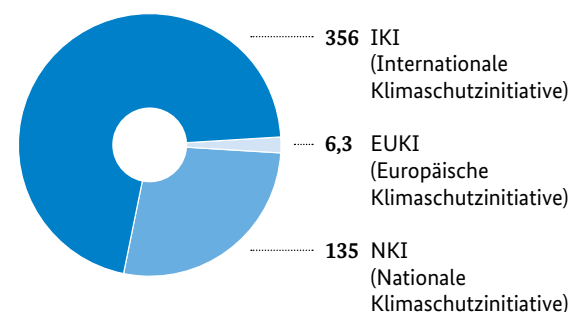
Beide Finanzierungsmechanismen sind mittlerweile Teil des regulären Haushalts des BMU. Die IKI ist ein wichtiger Bestandteil der deutschen Klimafinanzierung und der Finanzausgaben im Rahmen der Biodiversitätskonvention. Sie stellt explizit Klimaschutz, Anpassung an die Folgen des Klimawandels und den Schutz der biologischen Vielfalt in den Vordergrund. Damit gehen positive Nebeneffekte einher, wie insbesondere die Verbesserung der Lebensverhältnisse in den Partnerländern. Die Initiative fördert Projekte in den Bereichen Minderung von Treibhausgasen, Anpassung an die Folgen des Klimawandels sowie Erhalt natürlicher Kohlenstoffsenken, mit Schwerpunkt auf der Reduktion von Emissionen aus Entwaldung und Walddegradierung (REDD+) sowie Schutz der biologischen Vielfalt. Im Rahmen der IKI wurden weltweit seit 2008 über 500 Projekte mit einem Umfang von rund zwei Milliarden Euro gefördert. Im Jahr 2017 beliefen sich die Ausgaben auf 356 Millionen Euro (Abbildung 46).

- **Die Europäische Klimaschutzinitiative (EUKI; siehe Glossar)** ist im Jahr 2016 vom BMU ins Leben gerufen worden und finanziert Projekte zum grenzüberschreitenden Wissens- und Erfahrungsaustausch in der EU. Ziel ist es, den Dialog in den europäischen Staaten auf verschiedenen Ebenen zu intensivieren und so die lokale Umsetzung des Pariser Abkommens zu erleichtern und voranzutreiben. Hierfür werden sowohl spezifische Projekte entlang der BMU-Prioritäten ausgeschrieben als auch über Ideenwettbewerbe ausgewählte Projekte gemeinnütziger Organisationen finanziert. Im Jahr 2017 beliefen sich die Ausgaben der EUKI auf 6,3 Millionen Euro (Abbildung 46).
- **Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)** des BMU fördert seit 2008 innovative Klimaschutzmaßnahmen von Akteuren aus Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft in Deutschland. In diesem Rahmen wurden bis 2017 bereits mehr als 25.000 Projekte mit einem Fördervolumen (Ausgaben) von rund 790 Millionen Euro durchgeführt. Die Förderung hat insgesamt Investitionen von mehr als 2,5 Milliarden Euro ausgelöst. So wird der Ausstoß von mehr als einer Million Tonnen CO₂-Äquivalente jährlich vermieden. Im Jahr 2017 wurden in den zwölf Förderprogrammen der NKI rund 135 Millionen Euro an Förderung verausgabt. (Abbildung 46).

- Die „**Exportinitiative Umwelttechnologien**“ fördert seit 2016 Projekte zur Verbreitung von Umweltwissen, Umweltbewusstsein und technischem Knowhow in Ländern mit Unterstützungsbedarf. Ziel ist es, unter Einbindung von Partnern vor Ort einen Beitrag zur Entwicklung von notwendigen Rahmenbedingungen und Strukturen für den nachhaltigen Einsatz von Umwelttechnologien zu leisten und damit wichtige Impulse für die Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes zu setzen. Im Fokus steht der Wissens- und Technologietransfer in den Kompetenzfeldern des BMU, beispielsweise Wasser- und Abwassermanagement, Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz, energiesparendes Bauen und Stadtentwicklung und umweltfreundliche Mobilität.

Die Bundesregierung fördert klimafreundliche Innovationen auch mit weiteren spezifischen Forschungsförderungsprogrammen. Im Ressortforschungsplan (bis 2014 UFOPLAN) definiert das BMU jährlich relevante Forschungsfragen entlang seiner vielfältigen Zuständigkeiten. Diese werden als Forschungsprojekte häufig vom Umweltbundesamt ausgeschrieben und betreut. Im Jahr 2018 reichen die ausgeschriebenene Forschungsvorhaben von übergeordneten Fragen des Klimaschutzes und der Anpassung über Boden- und Meeresschutz sowie die systematische Integration umwelttechnischer Infrastrukturen bis hin zur Partizipation der Zivilgesellschaft.

Abb. 46: Auszahlungen 2017 in Millionen Euro



Quelle: Eigene Darstellung

5.6 Nachhaltiger Konsum

Über die Hälfte der deutschen Bevölkerung hält das Ziel der Treibhausgasneutralität für sehr wichtig. Die Umweltbewusstseinsstudie der Bundesregierung zeigt, dass über 90 Prozent der Befragten weitere politische Maßnahmen fordern, um Umwelt und Klima zu schützen.⁵⁰ Es wird also deutlich, dass die Idee der Nachhaltigkeit in der Mitte der Bevölkerung angekommen ist. Gleichzeitig kann auch jeder Einzelne weitere Beiträge leisten.

Die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen eines in Deutschland lebenden Menschen liegen bei knapp zehn Tonnen CO₂ (2016) und sind damit fast doppelt so hoch wie der weltweite Durchschnitt (siehe auch Abbildung 01 in Kapitel 2). Der Heiz- und Stromverbrauch hatte zusammengefasst den größten aufschlüsselbaren Anteil am Treibhausgas-Fußabdruck in Deutschland (Abbildung 47).⁵¹ Heizemissionen können Verbraucher selten direkt beeinflussen, da beispielsweise Mieter nur begrenzt Einfluss auf die Befeuerungsart ihrer Heizung haben. Beim Stromverbrauch hingegen hat jeder Verbraucher die Möglichkeit, auf Nachhaltigkeitszertifikate bei der Wahl des Stromlieferanten sowie effizientere Haushaltsgeräte zu achten. Auch in den Bereichen Ernährung und Transport, die den zweit- beziehungsweise drittgrößten Emissionsblock ausmachen, können Verbraucher ihren Fußabdruck positiv beeinflussen. Nachhaltige, saisonale und regionale Ernährung kann sowohl Treibhausgase reduzieren als auch die Gesundheit verbessern. Sonstige konsumbedingte Emissionen, die hier nicht näher aufgeschlüsselt werden, tragen weitere 38% zum Treibhausgas-Fußabdruck bei.⁵²

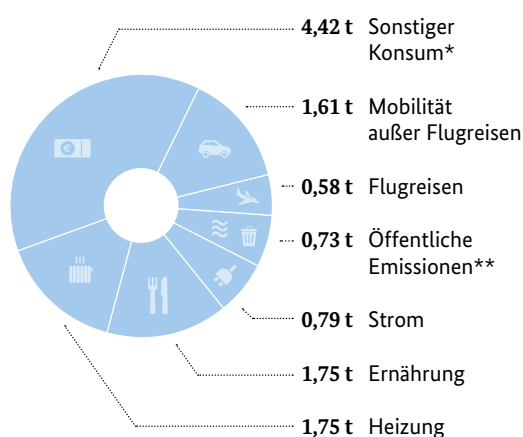
„Der Letzte macht bitte das Licht aus!“
Katarina Witt, Olympiasiegerin und Umweltbotschafterin für den Blauen Engel

Die Bundesregierung setzt Rahmenbedingungen, um nachhaltiges Handeln zu erleichtern. Mit der Verabschiedung des „Nationalen Programms für Nachhaltigen Konsum“ (NPNK) hat sich die Regierung 2016 das gemeinsame Ziel gesetzt, nachhaltig erzeugte Konsumgüter aus der Nische in den Mainstream zu befördern. Die deutliche Mehrheit der Bevölkerung hält Maßnahmen zum Abbau von klimaschädlichen Subventionen (90 Prozent), den Ausbau der Förderung erneuerbarer Energien (89 Prozent) sowie das Verbot von besonders

klimaschädlichen Produkten (89 Prozent) für wichtig bis sehr wichtig.⁵³

Durch diverse Initiativen zur Kennzeichnung von Produkten werden Verbraucher besser informiert. Das Umweltzeichen der Bundesregierung, der Blaue Engel, kennzeichnet seit 1978 die jeweils umweltfreundlichsten Produkte innerhalb zahlreicher Kategorien. Auch das Europäische Umweltzeichen zeichnet etliche vergleichsweise umweltverträgliche Elektro- und Elektronikgeräte aus. Die Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung der EU soll es Verbrauchern ermöglichen, schwer verfügbare Informationen (zum Beispiel zu Energieverbrauch, Lärmemissionen) leichter in ihre Kaufentscheidung einzubeziehen. Zusammen mit freiwilligen Umweltzeichen fördert dieses Instrument die Durchdringung des Marktes mit der ressourcen- und/oder energieeffizientesten Technologie innerhalb einer bestimmten Produktgruppe („Top-Runner-Ansatz“). Der „Product Environmental Footprint“ soll die Umweltbewertung von Produkten EU-weit ergänzen. 2018 soll die Pilotphase mit 24 Produktgruppen abgeschlossen sein.

Abb. 47: Treibhausgasemissionen eines deutschen Durchschnittsbürgers (in CO₂-Äquivalenten)



* Z. B. Bekleidung, Haushaltsgeräte und Freizeitaktivitäten

** Z. B. Wasserver- und -entsorgung, Abfallbeseitigung

Quelle: UBA (2017b)

6. Glossar

Ausschreibungen

Seit dem EEG 2017 werden Ausschreibungen dazu verwendet, die Höhe der Einspeisevergütungen von ausgewählten erneuerbaren Energien wettbewerblich zu bestimmen. Die Gebote mit den niedrigsten Gebotswerten erhalten einen Zuschlag und werden bei Realisierung gefördert.

Biokraftstoffe

Flüssige oder gasförmige Kraftstoffe, die aus Biomasse hergestellt werden. Beispiele sind Biodiesel, Bioethanol und Biogas.

Bruttostromverbrauch

Summe der gesamten inländischen Stromerzeugung und der Stromflüsse aus dem Ausland, abzüglich der Stromflüsse ins Ausland.

Carbon Leakage

Als Folge zusätzlicher Kosten durch den Emissionshandel wird industrielle Produktion in Länder verlagert, in denen keine oder geringere Klimaschutzauflagen gelten. Damit verbundene (Klimagas-)Emissionen werden damit ebenfalls ausgelagert.

CO₂-Äquivalent

Einheit für das Treibhauspotenzial eines Gases. CO₂-Äquivalente zeigen, welche Menge eines Gases in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde wie CO₂.

Dekarbonisierung

Zunehmende Nutzung kohlenstoffarmer Energieträger für wirtschaftliches Handeln.

Direktvermarktung

Verkauf von Strom aus erneuerbaren Energiequellen an Großabnehmer oder an der Strombörse (zum Beispiel an der Strombörse in Leipzig). Bei der geförderten Direktvermarktung erhält der Anlagenbetreiber zusätzlich zum Verkaufserlös eine Marktprämie.

Einspeisevergütung

Staatlich festgelegte Vergütung von Strom aus erneuerbaren Quellen, die durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz gesetzlich verankert wurde.

Endenergie

Teil der Primärenergie, die den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht, zum Beispiel Fernwärme, Strom, Benzin, Heizöl, Erdgas, Biogas und Wasserstoff.

Energieeffizienz

Verhältnis von Nutzen zu benötigtem Energieaufwand.

Energieproduktivität

Verhältnis der volkswirtschaftlichen Gesamtleistung zur aufgewendeten Energie (Kehrwert der Energieintensität).

Erneuerbare Energien

Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen unendlich lange zur Verfügung stehen. Die drei originären Quellen sind: Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese lassen sich entweder direkt nutzen oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft, Umgebungswärme sowie Wellenenergie.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Das „Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien“ aus dem Jahr 2000 enthält die Vorrang-Abnahmepflicht erneuerbarer Energien durch die Netzbetreiber. Zudem regelt es die (degressiven) Vergütungssätze der einzelnen Erzeugungsarten sowie das Verfahren zur Umlegung der dadurch entstehenden Mehrkosten auf alle Stromabnehmer. Novellierungen des Gesetzes traten 2004, 2009, 2012 und 2017 in Kraft. Seit 2017 werden Vergütungshöhen für EEG-Strom nicht mehr staatlich festgelegt, sondern durch Ausschreibungen am Markt ermittelt.

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Das „Gesetz zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich“ stammt aus dem Jahr 2009. Es verpflichtet die Eigentümer neuer Gebäude, einen Teil des Wärme- und Kältebedarfs aus erneuerbaren Energien zu decken. 2011 trat die erste Novellierung des Gesetzes in Kraft.

Europäische Klimaschutzinitiative (EUKI)

Förderprogramm des BMU zur Förderung der Zusammenarbeit in der EU bei der Weiterentwicklung und Umsetzung ihrer Klimapolitik.

Europäischer Emissionshandel (EU-ETS)

Seit 2005 ist der Emissionshandel das zentrale EU-weite Instrument zur Reduktion der CO₂-Emissionen und damit das Hauptinstrument zur Umsetzung der Klimaziele der EU. Er erfasst Emittenten der Bereiche Energie und Industrie, die untereinander Emissionszertifikate handeln können.

Externe Umweltkosten

Kosten (insbesondere von Umweltschäden), die bei der Produktion von Wirtschaftsgütern entstehen, aber nicht vom Produzenten getragen werden.

F-Gase

Fluorierte Treibhausgase, die als Kältemittel in Kälte- und Klimaanlage, als Treibgas in Sprays, als Treibmittel in Schäumen und Dämmstoffen und als Feuerlöschmittel eingesetzt werden.

Fossile Brennstoffe

Energierohstoffe, die in Millionen Jahren aus Biomasse entstanden sind und aus unterschiedlich langen Kohlenstoffverbindungen bestehen: Öle, Kohlen, Gase.

GreenTech-Branche

Wirtschaftszweige, die umweltschonende, nachhaltige, ressourcen- und energiesparende Technologien, Dienstleistungen und Produkte anbieten.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Ein wissenschaftliches und zwischenstaatliches Expertengremium für Klimafragen, das seit 1988 unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen agiert.

Internationale Klimaschutzinitiative (IKI)

Förderprogramm des BMU für Klima- und Biodiversitätsprojekte in Entwicklungs- und Schwellenländern sowie in den Transformationsstaaten.

Klimarahmenkonvention (UNFCCC)

Erster internationaler Vertrag, der den Klimawandel als ernstes Problem bezeichnet und die Staatengemeinschaft zum Handeln verpflichtet. Die Klimarahmenkonvention wurde auf dem Weltgipfel für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro angenommen und seither von 194 Staaten ratifiziert. Sie trat 1994 in Kraft.

Kohlenstoffdioxid (CO₂)

Farb- und geruchloses Gas, das natürlicher Bestandteil der Atmosphäre ist. Als Abfallprodukt der Energiegewinnung entsteht Kohlenstoffdioxid vor allem bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe. Kohlenstoffdioxid ist das wichtigste unter den klimarelevanten atmosphärischen Spurengasen.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme in einer Stromerzeugungsanlage.

Lastenteilungsentscheidung (Englisch: Effort Sharing Decision)

Beschluss der EU, der die Mitgliedsstaaten verpflichtet, bis 2020 ihre THG-Emissionen aus Nicht-ETS-Sektoren um insgesamt zehn Prozent gegenüber 2005 zu reduzieren, und dieses Ziel auf die einzelnen Mitgliedsstaaten aufteilt.

Methan (CH₄)

Ungiftiges, farb- und geruchloses Gas. Nach Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist es das zweitbedeutendste durch Menschen freigesetzte Treibhausgas.

Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)

Förderprogramm des BMU für nationale Klimaschutzaktivitäten.

Plug-in-Hybrid

Alle Fahrzeuge, die zwei verschiedene Antriebe (meistens Verbrennung- und Elektromotor) nutzen und an der Steckdose nachgeladen werden können.

Power-to-X

Um günstig erzeugten erneuerbaren Strom langfristig zu speichern und in anderen Sektoren nutzbar zu machen, werden zunehmend verschiedene Technologien zur Umwandlung von Strom in andere Energieträger genutzt („Power-to-X“). Der Strom wird hierbei – unter Einsatz von zusätzlichem Strom – in Wasserstoff und Methan („Power-to-Gas“) oder in flüssige Kraft- und Rohstoffe („Power-to-Liquid“) umgewandelt.

Primärenergie

Rechnerisch nutzbarer Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers, bevor er in eine andere Energieform umgewandelt wird.

Primärenergieverbrauch

Summe der genutzten Energieträger, einschließlich der Bestandsveränderungen sowie des Saldos aus Bezügen und Lieferungen.

Quellprinzip

Zuordnung von Emissionen zum Entstehungsort.

Senke

Reduktion von Emissionen durch die Aufnahme und Speicherung von CO₂ in Pflanzen und Böden.

Treibhausgase

Atmosphärische Spurengase, die zum Treibhauseffekt beitragen und sowohl natürlichen als auch anthropogenen Ursprungs sein können, zum Beispiel Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW) sowie perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW).

Treibhausgasneutralität

Wird erreicht, wenn die Summe des menschengemachten Treibhausgasausstoßes (zum Beispiel durch Verbrennung von Brennstoffen) und der Treibhausgasabsorption (zum Beispiel durch natürliche Senken, zukünftige Technologien) von menschengemachten Treibhausgasemissionen null ergibt.

Zielverteilungsverordnung (Englisch: Effort Sharing Regulation)

Beschluss der EU, der die Mitgliedsstaaten verpflichtet, bis 2030 ihre THG-Emissionen aus Nicht-ETS-Sektoren um insgesamt 30 Prozent gegenüber 2005 zu reduzieren, und dieses Ziel auf die einzelnen Mitgliedsstaaten aufteilt.

7. Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGEE	Arbeitsgruppe erneuerbare Energien
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
CAT	Climate Action Tracker
CH ₄	Methan
cm	Zentimeter
CNG	Komprimiertes Erdgas (Englisch: compressed natural gas)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Weltklimakonferenz (Englisch: Conferences of the Parties)
CORSIA	Globales marktbasierendes Klimaschutzinstrument für den internationalen Luftverkehr (Englisch: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation)
CPI	Climate Policy Initiative
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DEG	Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DüV	Düngeverordnung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EDGAR	Emissionsdatenbank für die globale atmosphärische Forschung (Englisch: Emission Database for Global Atmospheric Research)
EDL-G	Energiedienstleistungsgesetz
EEA	Europäische Umweltagentur (Englisch: European Environment Agency)
EED	Europäische Energieeffizienzrichtlinie
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEP	Endenergieproduktivität
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EIB	Europäische Investitionsbank
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
ESD	Lastenteilungsentscheidung (Englisch: Effort Sharing Decision)

ESG	Energieeffizienzstrategie Gebäude
ESR	Lastenteilungsverordnung (Englisch: Effort Sharing Regulation)
EU	Europäische Union
EU-ETS	Europäischer Emissionshandel (Englisch: EU Emissions Trading System)
EU28	28 Mitgliedsstaaten der Europäischen Union
EUKI	Europäische Klimaschutzinitiative
F-Gas	Fluorierte Treibhausgase
FKW	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
FÖS	Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft
FSB	Finanzstabilitätsrat (Englisch: Financial Stability Board)
g	Gramm
G7	Gruppe der sieben wichtigsten Industrieländer
G20	Gruppe der zwanzig wichtigsten Industrie- und Schwellenländer
GAK	Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik der EU
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft
ggü.	gegenüber
GHD	Gewerbe/Handel/Dienstleistungs-Sektor
Gt	Gigatonne
H-FKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
ICAO	Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (Englisch: International Civil Aviation Organization)
IKI	Internationale Klimaschutzinitiative
IMO	Internationale Seeschiffahrts-Organisation (Englisch: International Maritime Organization)
IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Englisch: Intergovernmental Panel on Climate Change)
IRENA	Internationale Organisation für erneuerbare Energien (Englisch: International Renewable Energy Agency)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LEEN	Lernende Energieeffizienz-Netzwerke
Lkw	Lastkraftwagen
LPG	Flüssiggas (Englisch: Liquefied Petroleum Gas)
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Englisch: Land Use, Land-Use Change and Forestry)
mind.	mindestens
Mio.	Millionen

mm	Millimeter
Mrd.	Milliarden
NAPE	Nationaler Aktionsplan für Energieeffizienz
NBS	Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt
NDC	National festgelegte Beiträge (Englisch: Nationally Determined Contributions)
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
N ₂ O	Distickstoffoxid (Lachgas)
NPNK	Nationales Programm für Nachhaltigen Konsum
NWE	Natürliche Waldentwicklung
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Englisch: Organisation for Economic Cooperation and Development)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PEV	Primärenergiebedarf
PEV-P	Primärenergieproduktivität
Pkw	Personenkraftwagen
ProgRess II	Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II
PtX	Power-to-X
REDD+	Reduktion von Emissionen aus Entwaldung und Walddegradierung (Englisch: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation)
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
t	Tonne(n)
TCFD	Arbeitsgruppe zur Transparenz finanzieller Klimarisiken (Englisch: Task Force on Climate-related Financial Disclosures)
THG	Treibhausgasemissionen
TWh	Terawattstunde
UBA	Umweltbundesamt
UNFCCC	Klimarahmenkonvention (Englisch: United Nations Framework Convention on Climate Change)
WLTP	Genormtes, EU-weites Prüfverfahren für die Typzulassung neuer Pkws (Englisch: Worldwide Harmonized Light Duty Text Procedure)
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH

8. Endnoten

1. Matthews, D. et al. (2014)
2. CAT (2017)
3. UBA (2018a)
4. AGEE-Stat (2018)
5. UBA (2018b)
6. IPCC (2013)
7. DWD (2017a)
8. GDV (2012)
9. Für weitere Informationen: Bundesregierung (2015)
10. UNFCCC (2018)
11. International Resource Panel (2017)
12. Deutsche WindGuard (2015)
13. BMWi (2015)
14. Wirtschaftsvereinigung Stahl (2016)
15. DEHSt (2016)
16. Statistisches Bundesamt (2016)
17. Statistisches Bundesamt (2017)
18. Bundesnetzagentur (2017)
19. AGEB (2017)
20. KBA (2017)
21. SRU (2017)
22. BMUB (2017)
23. Chargemap (2018)
24. Bundesregierung (2016)
25. ZIV (2018)
26. ICAO (2018); Bird&Bird (2018)
27. Bundesregierung (2016)
28. Die Emissionen der Fernwärmeerzeugung für private Haushalte werden allerdings nach dem Quellprinzip der Energiewirtschaft zugeschrieben.
29. BDEW (2015)
30. AGEB (2017)
31. AGEB (2017)
32. BMWi (2016b)
33. BMEL (2018)

34. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Kersten Steinke, Birgit Menz, Ralph Lenkert, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. – Drucksache 18/1295312953 – Natürliche Waldentwicklung auf den Flächen des Nationalen Naturerbes vom 20.07.2017
35. BCG und Prognos (2018)
36. UBA (2016)
37. GWS, DLR und DIW Berlin (2018)
38. GWS, DLR und DIW Berlin (2018)
39. IRENA (2017)
40. DENA (2017)
41. UBA (2017a)
42. GPI (2017)
43. BMWi (2017)
44. FÖS (2017)
45. High-Level Expert Group on Sustainable Finance (2017)
46. TCFD (2018)
47. ZEW (2016)
48. BMU (2018)
49. BMWi (2016a)
50. BMUB und UBA (2017)
51. Die in Abbildung 47 dargestellten Treibhausgasemissionen pro Kopf sind in der Summe höher als in Abbildung 01, da zusätzlich zum CO₂-Ausstoß Methan- und Lachgas-Emissionen sowie die Klimawirksamkeit des Fliegens berücksichtigt werden.
52. Hierzu zählen Emissionen, die bei Produktion, Transport, Handel und Nutzung von Produkten sowie bei Dienstleistungen für Freizeit, Gesundheit oder Bildung anfallen.
53. BMUB und UBA (2017)

9. Literaturverzeichnis

- AGEB (2017): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2016. www.ag-energiebilanzen.de
- AGEB (2018): Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern. www.ag-energiebilanzen.de
- AGEE-Stat (2018): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. www.erneuerbare-energien.de
- BCG und Prognos (2018) im Auftrag des BDI: Klimapfade für Deutschland. <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-fuer-deutschland/>
- BDEW (2015): Wie heizt Deutschland? www.bdew.de
- Bird&Bird (2018): CORSIA - A global market-based measure to offset growth in aviation emissions. www.twobirds.com
- BMEL (2018): Ökologischer Landbau in Deutschland. Bonn

- BMUB (2016): Anpassung an den Klimawandel: Erster Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie. Berlin
- BMUB (2017): Wie klimafreundlich sind Elektroautos? Berlin
- BMU (2018): GreenTech made in Germany 2018: Umwelttechnik-Atlas für Deutschland. Berlin
- BMUB und UBA (2017): Umweltbewusstsein in Deutschland 2016. Berlin
- BMWi (2015): 3. Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz. www.bmwi.de
- BMWi (2016a): Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende. Berlin
- BMWi (2016b): Beratung und Förderung. www.bmwi.de
- BMWi (2017): Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2016. Berlin
- BMWi (2018): Zahlen und Fakten Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. Berlin
- Bundesregierung (2015): Fortschrittsbericht zur Klimaanpassung: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). www.bmu.de
- Bundesregierung (2016): Klimaschutzplan 2050. www.bmu.de
- Chargemap (2018): Anzahl der Ladestationen und -anschlüsse der letzten 24 Monate. <https://de.chargepoint.com/about/stats/deutschland>
- CAT (2017): Global emissions time series. www.climateactiontracker.org
- CPI (2017): Global investment to address climate change reached a record high in 2015. www.climatefinancelandscape.org
- DEHSt (2016): Treibhausgasemissionen 2015. Emissionshandlungspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2015). Berlin
- DENA (2017): Jobmotor Energiewende. www.dena.de
- Deutsche WindGuard (2015): Kostensituation der Windenergie an Land in Deutschland. Varel
- DWD (2017a): Deutschlandwetter im Jahr 2017. www.dwd.de
- DWD (2017b): Deutsche Klimaforscher zum G20-Gipfel: Klimafakten als Grundlage für politische Entscheidungen. www.dwd.de
- EDGAR (2017): CO₂ time series 1990-2016 per capita for world countries. www.edgar.jrc.ec.europa.eu
- EEA (2017a): Overall progress towards the European Union's '20-20-20' climate and energy targets. www.eea.europa.eu
- EEA (2017b) EU Emissions Trading System (ETS) data viewer. www.eea.europa.eu
- Europäische Kommission (2014): Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa. www.eur-lex.europa.eu
- Europäische Kommission (2018): Effort sharing. www.ec.europa.eu
- GDV (2012): Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadenssituation in der deutschen Versicherungswirtschaft. Kurzfassung Hochwasser. www.gdv.de
- GWS, DLR und DIW Berlin (2018) im Auftrag des BMWi: Ökonomische Indikatoren des Energiesystems – Methode, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000–2016. www.bmwi.de
- High-Level Expert Group on Sustainable Finance (2017): Interim Report. www.ec.europa.eu
- ICAO (2018): Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA). www.icao.int
- ICCT (2017): New car efficiency virtually unchanged for a fifth year. Car CO₂ test results a sham, shows ICCT study. www.transportenvironment.org

- International Resource Panel (2017): Resource Efficiency: Potential and Economic Implications. www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency
- IPCC (2013): Fünfter Sachstandsbericht des IPCC (AR5): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. www.de-ipcc.de
- IRENA (2017): Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2017. www.irena.org
- KBA (2017): Fahrzeugzulassungen im Dezember 2017 - Jahresbilanz. Pressemitteilung Nr. 01/2018. www.kba.de
- KBA (2018): Neuzulassungen von Pkws in den Jahren 2007 bis 2016 nach ausgewählten Kraftstoffarten. www.kba.de
- Matthews, D. et al. (2014): National contributions to observed global warming. In: Environmental Research Letters. Vol. 9. www.iopscience.iop.org
- SRU (2017): Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor. Sondergutachten. www.umweltrat.de
- Statistisches Bundesamt (2016): Verwendung von fluorierten Treibhausgasen im Jahr 2015 leicht gestiegen. Pressemitteilung Nr. 449 vom 13.12.2016. www.destatis.de
- Statistisches Bundesamt (2017): Verwendung von fluorierten Treibhausgasen im Jahr 2016 deutlich geringer. Pressemitteilung Nr. 396 vom 09.11.2017. www.destatis.de
- TCFD (2018): Final Report: Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. www.fsb-tcfd.org
- UBA (2016): Beschäftigte im Umweltschutz. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2017a): Die Umweltwirtschaft in Deutschland: Entwicklung, Struktur und internationale Wettbewerbsfähigkeit. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2017b): CO₂-Rechner. www.uba.co2-rechner.de
- UBA (2018a): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. Dessau
- UBA (2018b): Primärenergieverbrauch. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018c): Energieproduktivität. www.umweltbundesamt.de
- UNFCCC (2016): Time Series - Annex I: GHG total without LULUCF, in kt CO₂ equivalent. www.unfccc.int
- UNFCCC (2018): Paris Agreement - Status of Ratification. www.unfccc.int
- Weltbank (2018): Population, total. www.data.worldbank.org
- Wirtschaftsvereinigung Stahl (2016): Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland. www.stahl-online.de
- ZEW (2016): Dokumentation zur Innovationserhebung 2015. Mannheim
- ZIV (2018): Marktdaten erstes Halbjahr 2017. www.ziv-zweirad.de

