



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



Klimaschutz in Zahlen

Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik
Ausgabe 2019

Impressum

Herausgeber

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

Redaktion

BMU, Arbeitsgruppe IK III 1,
Mareike Welke, Maximilian Beck

Text

Navigant, Korinna Jörling, Thobias Sach, Berlin

Gestaltung

www.digitale-gestaltung.de, Holger Ebeling, Berlin

Druck

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

Bildnachweise

Titelseite: imago images, Jochen Tack
Seite 5: BMU/photothek/Thomas Trutschel · Seite 6: shutterstock, Bernhard Staehli
Seite 16: Adobe stock, JackF · Seite 26: Adobe stock, Blickfang · Seite 48: Can Stock Photo, defun

Stand

Mai 2019

1. Auflage

4.000 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 2019

Inhalt

Vorwort	5
1. Warum setzt sich Deutschland für eine aktiv Klimapolitik ein?	6
1.1 Klimawandel – Ursachen und Folgen	7
SCHLAGLICHT 2019: Der IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung	10
1.2 Klimavorsorge – Anpassung an den Klimawandel	12
1.3 Globale Verantwortung und Chancen für eine nachhaltige Zukunft	14
2. Klimaschutzziele und Instrumente	16
2.1 Internationale Klimaschutzpolitik	17
2.2 Europäische Klimaschutzpolitik	19
2.3 Deutsche Klimaschutzpolitik	23
3. Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren	26
3.1 Emissionen in Deutschland – gestern, heute und morgen	27
3.2 Energiewirtschaft	28
3.3 Industrie	32
3.4 Abfall- und Kreislaufwirtschaft	35
3.5 Verkehr	37
3.6 Gebäude	41
3.7 Landwirtschaft	43
3.8 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)	46
4. Auf dem Weg in die treibhausgasneutrale Gesellschaft	48
4.1 Wirtschaft und Innovation	49
4.2 Arbeitsplätze und Strukturwandel	50
4.3 Schaffung nachhaltiger Infrastrukturen	52
4.4 Nachhaltiger Konsum	53
4.5 Nachhaltiges Finanzwesen	55
5. Glossar	57
6. Abkürzungsverzeichnis	60
7. Endnoten	62
8. Literaturverzeichnis	64
9. Datenanhänge	66



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

der Extremsommer 2018 hat gezeigt, dass der Klimawandel bereits heute auch in Deutschland stattfindet. Die Bundesregierung will den Weg in eine treibhausgasneutrale Gesellschaft vor dem Hintergrund der internationalen und europäischen Klimaschutzziele aktiv gestalten und nachkommenden Generationen eine lebenswerte Zukunft sichern.

Auf der 24. Weltklimakonferenz im polnischen Katowice wurden 2018 Regeln zur Umsetzung des Übereinkommens von Paris beschlossen. Zum ersten Mal gibt es nun verbindliche Mindeststandards für die Berichterstattung aller Staaten über ihre Treibhausgasemissionen. Solche galten bisher nur für die Industrieländer. Das ist ein wichtiger Schritt, um die Treibhausgasemissionen weltweit zu senken. Auf europäischer Ebene hat die Reform des Emissionshandels dieses wichtige Instrument deutlich gestärkt. Zudem hat die Europäische Kommission 2018 den Entwurf einer langfristigen Klimaschutzstrategie für die Europäische Union vorgelegt. Deutschland hat mit dem Klimaschutzplan 2050 bereits 2016 seine Klimaschutzstrategie beschlossen, die sowohl am globalen Leitbild der Treibhausgasneutralität als auch an den europäischen Klimaschutzziele ausgerichtet ist.

Der Klimaschutzplan 2050 gibt Orientierung für den Übergang in eine treibhausgasneutrale Wirtschaft und Gesellschaft, ohne alle Details festzulegen oder künftige

Entwicklungen auszuschließen. Auch müssen wir die Auswirkungen unserer Klimaschutzpolitik auf soziale Strukturen und die Wirtschaft im Blick behalten. Es macht mir Mut, dass sich immer mehr Unternehmen und Wirtschaftsverbände mit Klimaschutz befassen und erkennen, dass ambitionierter Klimaschutz ein Innovationstreiber ist, während ungebremster Klimawandel zunehmend zur Bedrohung für Menschen, Kapital und Infrastrukturen wird. Um den Klimaschutzplan umzusetzen, unterlegen wir ihn mit Maßnahmenprogrammen. Zudem haben CDU, CSU und SPD vereinbart, in dieser Legislaturperiode ein Klimaschutzgesetz zu verabschieden. Mit dem Klimakabinett, das im April 2019 zum ersten Mal getagt hat, hat die Bundeskanzlerin Klimaschutz zur Chefsache erklärt.

Mir ist besonders wichtig, dass wir alle Menschen in diesem Land mitnehmen, indem wir Klimaschutzpolitik gemeinsam im Dialog gestalten. Ein gutes Beispiel dafür war die Arbeit in der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. Mit ihren Empfehlungen hat sie einen Weg zum schrittweisen Ausstieg aus der Kohle aufgezeigt und zugleich Perspektiven für die Menschen in den betroffenen Regionen entwickelt.

Zahlen und Fakten sind wichtige Grundlagen für politische Entscheidungen. Für den Klimaschutz sind vor allem die jährlichen Daten zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Kompass, nach dem wir unsere Politik ausrichten. Diese und viele andere Zahlen zum Klimaschutz machen wir mit der Broschüre „Klimaschutz in Zahlen“ jährlich einem breiten Publikum zugänglich. Auch die vorliegende Ausgabe 2019 präsentiert und erläutert aktuelle Informationen rund um den Klimaschutz und vermittelt einen Eindruck der vielfältigen deutschen Klimapolitik.

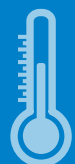
Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen und Nachschlagen!

Svenja Schulze

Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit



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



Zusammenfassung

Die globale Durchschnittstemperatur ist aufgrund des Klimawandels seit Beginn der Industrialisierung um etwa **1 °C angestiegen**. Pro Jahrzehnt erwärmt sich die Erde durch den vom Menschen verursachten Klimawandel derzeit um **0,2 °C**. 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 ist ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um **mehr als 3 °C** wahrscheinlich. Zu den negativen Folgen des Klimawandels zählen vermehrte Dürreperioden, ein Anstieg der Meeresspiegel und ein Verlust an Biodiversität. 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** im Jahr 2018 noch ungefähr doppelt so hoch wie der internationale Durchschnitt von 4,8 Tonnen pro Kopf.

Deutschland ist zunehmend von Klimawandelfolgen betroffen. Der Anstieg der durchschnittlichen Temperatur ist mit 1,5 °C in Deutschland deutlich höher als im globalen Mittel. Es ist davon auszugehen, dass sich die Folgen des Klimawandels in Zukunft verstärken und somit weitere Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel notwendig sein werden. Deutschland hat daher im Jahr 2008 die **Deutsche Anpassungsstrategie (DAS)** beschlossen. Die EU verabschiedete im Jahr 2013 eine Strategie zur Anpassung an den Klimawandel.

1.1 Klimawandel – Ursachen und Folgen

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen für die Menschheit. Durch den anthropogenen Treibhauseffekt erwärmt sich die Erdatmosphäre so schnell wie nie zuvor – mit vielfach unumkehrbaren Auswirkungen für Mensch und Umwelt. Seit Beginn der Industrialisierung ist die globale Durchschnittstemperatur bereits um etwa 1 °C gestiegen. Für diesen Anstieg sind in erster Linie menschliche Aktivitäten verantwortlich, die den Ausstoß von Treibhausgasen verursachen. Das bedeutendste Treibhausgas ist Kohlenstoffdioxid (CO₂), welches insbesondere bei der Verbrennung fossiler Energieträger entsteht. Die globale CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist seit etwa 1850 im Vergleich zu den vorangegangenen 10.000 Jahren um 44 Prozent gestiegen.¹ In Industrieländern wie Deutschland ist der durchschnittliche Pro-Kopf-Ausstoß von Treibhausgasen besonders hoch (Abbildung 6).

Ohne zusätzliche Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels ist ein globaler Temperaturanstieg um mehr als 3 °C wahrscheinlich. Dies hätte drastische Folgen, beispielsweise könnten Küstenregionen und kleine Inselstaaten überflutet werden. Bereits bei einem Temperaturanstieg zwischen 1,5 und 2 °C werden die Folgen des Klimawandels deutlich spürbar sein (siehe Schlaglicht). Zum Beispiel kommen Hitzerekorde schon heute im Schnitt weltweit fünfmal öfter vor, als ohne Klimawandel zu erwarten wäre.² Die Auswirkungen des Klimawandels sind regional unterschiedlich ausgeprägt. In manchen Regionen wie zum Beispiel der Arktis ist der bisher beobachtete Temperaturanstieg zwei- bis dreimal höher als im globalen Mittel.³ Auch in Deutschland ist die durchschnittliche Erwärmung seit 1880 mit etwa 1,5 °C überdurchschnittlich stark (Abbildung 2). Neben der fortschreitenden Erwärmung haben die Stärke und Häufigkeit extremer Wetterereignisse zugenommen. Tropische Wirbelstürme gewinnen durch die Erderwärmung zunehmend an Kraft. Der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt sich global weiter, während Gletscher in Hochgebirgen schmelzen, was zu Wasserknappheit in den umliegenden Regionen führt. Immer mehr Menschen könnten gezwungen sein, aufgrund des Klimawandels ihre Heimat zu verlassen.

i

Treibhausgase und ihre Entstehung⁴

C₂O

Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist ein geruch- und farbloses Gas, dessen durchschnittliche Verweildauer in der Atmosphäre 120 Jahre beträgt. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl oder Erdgas. Aber auch die in den letzten Jahren gesteigerte energetische Nutzung von Holz verursacht hohe CO₂-Emissionen. Diese werden jedoch nicht dem Energiesektor zugerechnet, sondern bereits bei der Holzernte im Wald als Emissionen angerechnet. Insbesondere in den Tropen ist zudem die Abholzung und Brandrodung von Wäldern von großer Bedeutung, da Wälder bis zu 70 Prozent des auf der Erde vorhandenen Kohlendioxids speichern.

H₂C-H
H₂C-H

Methan (CH₄) entsteht, wenn organisches Material unter Luftausschluss abgebaut wird, also in der Land- und Forstwirtschaft und in den Mägen von Tieren. Eine weitere Quelle sind Klärwerke und Mülldeponien. Methan ist rund 25-mal so klimawirksam wie CO₂.

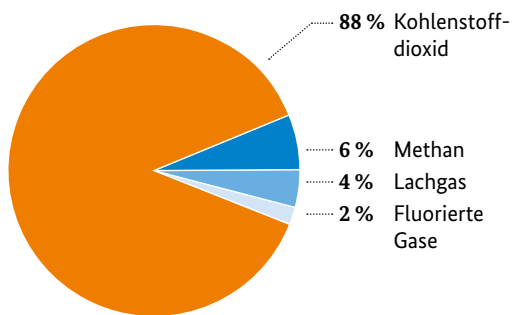
N₂O

Lachgas (N₂O) kommt in der Atmosphäre zwar nur in Spuren vor, ist aber 298-mal so klimawirksam wie CO₂. Lachgas gelangt über stickstoffhaltigen Dünger und Massentierhaltung sowie chemische Prozesse in der Industrie in die Atmosphäre.

H₂C-F
N₂F

Fluorierte Gase (HFKW, FKW, SF₆ und NF₃) werden ausschließlich produziert, um zum Beispiel als Treibgas, Kühl- oder Löschmittel zu dienen. Der Anteil von F-Gasen an den Emissionen in Deutschland ist gering, jedoch ist der Treibhauseffekt dieser Gase unter anderem aufgrund ihrer enorm langen Verweildauer in der Atmosphäre 100- bis 24.000-mal höher als bei Kohlendioxid.

Abbildung 01: Anteile der Treibhausgase in Deutschland 2017 in CO₂-Äquivalenten



Quelle: UBA (2019a)

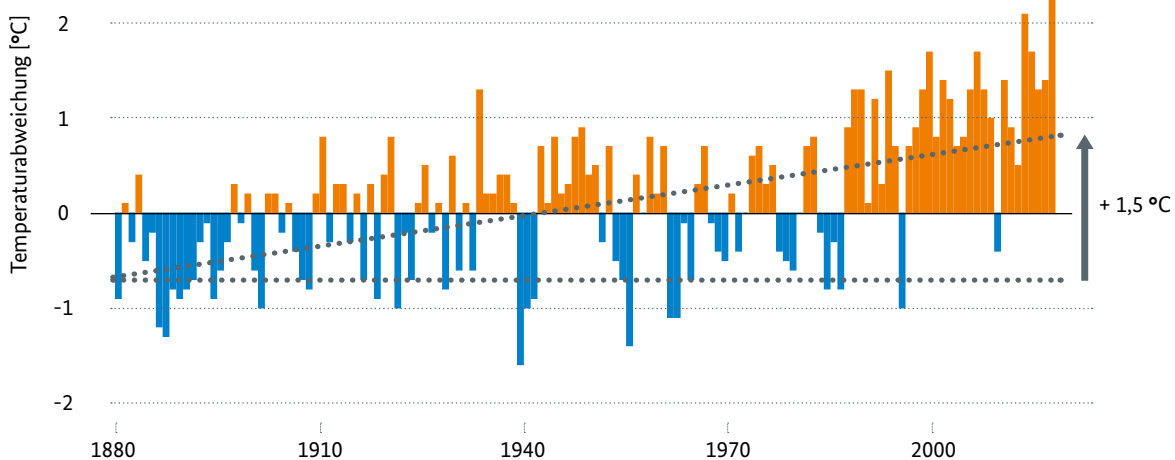
Abbildung 2 stellt den Temperaturrend von 1880 bis 2018 und die Abweichung vom Referenzrahmen in Deutschland dar. Im Vergleich zum vorindustriellen Niveau ist die mittlere Jahrestemperatur um 1,5 °C angestiegen. Für diesen Vergleich wird in der Klima-

wissenschaft in der Regel das Bezugsjahr 1880 oder der Zeitraum 1850 bis 1900 als historischer Referenzrahmen herangezogen, da dies der früheste Zeitraum ist, für den hinreichende Beobachtungen der Temperatur vorliegen. Temperaturabweichungen werden im Vergleich zu mehrjährigen Durchschnittswerten dargestellt. Die Abbildung bezieht sich dabei auf den international gültigen Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 mit einem Bezugswert von 8,2 °C für die durchschnittliche Jahrestemperatur in Deutschland.

Deutschland ist zunehmend von Klimawandelfolgen betroffen. Hierzulande gehen die Risiken vor allem von extremer Hitze und Trockenheit sowie Starkniederschlägen und damit einhergehenden Überschwemmungen aus. Die Kälteperioden im Winter werden kürzer, während im Sommer Hitzewellen häufiger werden. Letztere stellen vor allem eine Belastung für ältere oder kranke Menschen sowie Kinder dar. In Großstädten staut sich die Hitze aufgrund des hohen Grads der Bodenversiegelung und der engen Bebauung besonders stark.

Die Klimaveränderungen haben unmittelbare Auswirkungen auf verschiedene Wirtschaftssektoren. Das Jahr 2018 war insbesondere die Landwirtschaft stark von

Abbildung 02: Temperaturrend und -abweichungen in Deutschland seit 1880



Quelle: DWD (2019)

0,2 °C

Durch den vom Menschen verursachten Klimawandel erwärmt sich die Erde derzeit um 0,2 °C pro Jahrzehnt.

klimatischen Extremereignissen betroffen. Zudem waren die Folgen in anderen Wirtschaftssektoren zu spüren, beispielsweise durch Einschränkungen des Schiffsverkehrs auf deutschen Flüssen.

Der Klimawandel kann einheimische Ökosysteme ins Ungleichgewicht bringen. Höhere Temperaturen sowie veränderte jahreszeitliche Witterungsverläufe beeinflussen die Zusammensetzung von Artengemeinschaften. Zwischen fünf und 30 Prozent der einheimischen Arten in Deutschland könnten in den nächsten Jahrzehnten verloren gehen, weil sie sich nicht an die veränderten Umweltbedingungen anpassen können. Klimawandelbedingte Temperatureinflüsse bedrohen insbesondere kaltwasserliebende

Fisch- und Krebsarten sowie Arten wie Gelbbauchunken und Zwerglibellen, deren Lebensräume an feuchte Bedingungen gebunden sind. Andererseits kann die Ausbreitung von Tier- und Pflanzenarten, welche nicht ursprünglich in Deutschland beheimatet waren, die menschliche Gesundheit gefährden und hohe volkswirtschaftliche Kosten zur Folge haben.

„Das Jahr 2018 stand ganz im Zeichen des Klimawandels.“ *Andreas Friedrich, Pressesprecher des Deutschen Wetterdienstes*

i

Ein weiteres Jahr der Wetterextreme

2018 war mit durchschnittlich 10,5 °C das wärmste und sonnigste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in Deutschland. In Frankfurt am Main zum Beispiel überschritten die Thermometer im Sommer 2018 an 19 aufeinanderfolgenden Tagen die Marke von 30 °C. Zudem waren dort 13 „Tropennächte“ zu verzeichnen, in denen die tiefste Temperatur nicht unter 20 °C fiel. Bundesweit gab es 74 Sommertage mit Temperaturen über 25 °C. Das sind zwölf Tage mehr als im Rekordsommer 2003. Auch war das Jahr 2018 eines der niederschlagsärmsten seit 1881. In Deutschland fielen im Jahr 2018 nur rund 60 Prozent der sonst üblichen Niederschläge. Vor allem die Monate April bis November waren außergewöhnlich trocken, wodurch gebietsweise extreme Dürre herrschte. In der Landwirtschaft verursachten diese Extreme regionale Ernteeinbußen für

Kartoffeln und Getreide von bis zu 75 Prozent.⁵ Infolge des Niedrigwassers auf dem Rhein mussten Kraftwerke ihre Leistung zurückfahren, da das Kühlwasser den Fluss zusätzlich erhitzt hätte. Frachtschiffe mussten mit reduzierter Ladung fahren, sodass nicht mehr ausreichend Rohstoffe geliefert werden konnten. Industrieunternehmen mussten die Produktion drosseln und an Tankstellen kam es zu Versorgungsengpässen.

Klimawandel bedeutet nicht, dass jeder Sommer in Zukunft so heiß wird. Allerdings steigt die Wahrscheinlichkeit für extreme Hitzeereignisse im Sommer: Seit der Jahrtausendwende waren fast alle Jahre deutlich wärmer als in vorigen Jahrzehnten, oftmals begleitet von außergewöhnlich hohen oder niedrigen Niederschlagsmengen. Die Zahl extremer Wetterereignisse hat sich in den vergangenen fünfzig Jahren in Deutschland mehr als verdreifacht.

SCHLAGLICHT 2019: Der IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung

Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) trägt den weltweiten Erkenntnisstand zum Klimawandel zusammen. Unter dem Dach der Vereinten Nationen erstellt der IPCC in regelmäßigen Abständen Sachstands- und Sonderberichte, für die hunderte Wissenschaftler aus der ganzen Welt die verfügbaren Studien zum Klimawandel auswerten. Die Berichte des IPCC bilden den international anerkannten Forschungsstand zum Klimawandel ab. Gegründet wurde der Weltklimarat bereits 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen und der Weltorganisation für Meteorologie.

Der IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung vom Oktober 2018 dient als wissenschaftliche Grundlage zur Risikobewertung einer Erderwärmung von 1,5 °C. Mit der Verabschiedung des „Übereinkommens von Paris“ (Pariser Abkommen) im Jahr 2015 wurde der IPCC gebeten, einen Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade vorzulegen. Für den Bericht haben Wissenschaftler aus 44 Ländern mehr als 6.000 Studien ausgewertet. Der Sonderbericht wurde 2018 von den Mitgliedstaaten formell angenommen und dient als Grundlage zur Bewertung der Klimaschutzanstrengungen, die die einzelnen Mitglieder der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change) bisher zugesagt haben. Damit bildet der Sonderbericht auch den Rahmen für die globale klimapolitische Debatte.

Erhebliche Klimafolgen treten bereits bei einer globalen Erwärmung um 1,5 °C ein. Der Sonderbericht zeigt, dass die Risiken des Klimawandels für Mensch und Natur sogar noch größer sind als bisher angenommen. Selbst bei einer Begrenzung der Erderwärmung auf 1,5 °C werden beispielsweise Extremereignisse wie Hitzewellen, Starkregen und Dürren in einigen Regionen deutlich zunehmen. Sensible Ökosysteme wie zum Beispiel tropische Korallenriffe sind vom Temperaturanstieg besonders bedroht. Verglichen mit einer Erderwärmung um 2 °C fallen die erwarteten Folgen bei einem

Temperaturanstieg um 1,5 °C grundsätzlich weniger schwerwiegend aus. Darüber hinaus ist bereits ab 1,5 °C das Überschreiten sogenannter Kipppunkte im Klimasystem möglich. Die Abbildung 3 stellt die Folgen eines Temperaturanstiegs um 1,5 °C und um 2 °C gegenüber.

Ohne zusätzliche Maßnahmen wird sich der globale Temperaturanstieg bereits zwischen 2030 und 2052 auf 1,5 °C belaufen. Gegenüber dem vorindustriellen Niveau liegt der menschenverursachte Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur heute bereits bei etwa 1 °C. Vielfache Veränderungen im Klimasystem wurden nachgewiesen, darunter zunehmende Extremwetterereignisse und ein Anstieg des Meeresspiegels. Um die globale Erwärmung noch auf 1,5 °C zu begrenzen, müssen die Treibhausgasemissionen radikal verringert werden. Ab Mitte des Jahrhunderts dürften nicht mehr Treibhausgase ausgestoßen werden, als aufgenommen werden können (Netto-Nullemissionen). Um dieses Ziel zu erreichen, sind in den kommenden Jahrzehnten zügige und tief greifende Maßnahmen in allen Sektoren notwendig. Bereits bis zum Jahr 2030 müssen die menschenverursachten CO₂-Emissionen um etwa 45 Prozent gegenüber dem Jahr 2010 sinken.





Die bisher geplanten Klimaschutzmaßnahmen reichen nicht aus, um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen. Selbst wenn die Staaten weltweit ihre bisher vorgelegten Klimaschutzmaßnahmen umsetzen, würde die globale Erwärmung 2 °C noch übersteigen. Es bedarf daher zusätzlicher konsequenter und umfassender Minderungsmaßnahmen in allen Bereichen. Zusätzlich verweist der Sonderbericht auf die Notwendigkeit, bereits ausgestoßenes Kohlendioxid wieder zu binden. Dafür werden sowohl ökosystembasierte Methoden wie Wiederaufforstung als auch technische Maßnahmen diskutiert, etwa zur Luftkohlenstoffabscheidung und -speicherung. Allerdings besteht noch erheblicher Forschungsbedarf bezüglich Gesamtpotenzial, Kosten und Risiken der Kohlendioxidentnahme

„Alles, was wir von nun an tun werden, ist entscheidend. Können wir die weltweiten CO₂-Emissionen bis 2030 um 45 Prozent gegenüber 2010 senken, sind wir wahrscheinlich in einer sehr guten Position, um die Erderwärmung auf 1,5 Grad zu begrenzen.“ Hoesung Lee, Vorsitzender des IPCC

und -speicherung. Der Sonderbericht geht auch auf das Spannungsfeld zwischen Klimaschutz und Armut ein, also auf mögliche Synergien und Zielkonflikte mit den globalen Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals).

Zum Beispiel wäre die Anzahl der Menschen, die sowohl klimabedingten Risiken ausgesetzt als auch armutsgefährdet sind, bei einer Erderwärmung um 1,5 °C bis 2050 um mehrere hundert Millionen geringer als bei einem Temperaturanstieg um 2 °C.

Abbildung 03: Gegenüberstellung ausgewählter Klimafolgen bei einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur im Vergleich zum vorindustriellen Niveau um 1,5 °C und 2 °C

Bereich	Folgen		Temperaturanstieg um 1,5 °C	Temperaturanstieg um 2 °C
 Süßwasser	Dürre	Zusätzliche Stadtbewohner, die schwerer Dürre ausgesetzt sind	Etwa 350 ± 159 Mio.	Etwa 411 ± 214 Mio.
	Hochwasser	Zunahme der von Flusshochwasser betroffenen Bevölkerung (Vergleich zu 1976 bis 2005)	100 %	170 %
 Terrestrische Ökosysteme	Verlust an Biodiversität	Insekten, die mehr als die Hälfte ihres Lebensraums verlieren (Anteil)	Etwa 6 %	Etwa 18 %
		Pflanzen, die mehr als die Hälfte ihres Lebensraums verlieren (Anteil)	Etwa 8 %	Etwa 16 %
		Wirbeltiere, die mehr als die Hälfte ihres Lebensraums verlieren (Anteil)	Etwa 4 %	Etwa 8 %
 Ozeane	Meeresspiegelanstieg	Anstieg bis 2100	Um bis zu etwa 1 m*	Um etwa 10 cm höher als bei 1,5 °C*
	Meereisfreie arktische Sommer	Häufigkeit	Etwa alle 100 Jahre	Etwa alle zehn Jahre
	Verlust an tropischen Korallenriffen	Verlorener Anteil	70–90 %	> 99 %
	Sinkende Fischbestände	Rückgang der jährlichen Meeresfischereierträge	Etwa 1,5 Mio. t	> 3 Mio. t
 Küstengebiete	Folgen von Meeresspiegelanstieg und zunehmenden Stürmen	Betroffene Anzahl an Menschen (ohne Schutzmaßnahmen)	Etwa 128–143 Mio.	Etwa 141–151 Mio.
		Betroffene Anzahl an Menschen (mit Schutzmaßnahmen von 1995)	Jährlich etwa 2–28 Mio.	Jährlich etwa 15–52 Mio.

* Die Instabilität der polaren Eisschilde könnte außerdem einen Meeresspiegelanstieg um mehrere Meter über einen Zeitraum von hunderten bis tausenden Jahren zur Folge haben.

Quelle: Eigene Darstellung nach IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung



1.2 Klimavorsorge – Anpassung an den Klimawandel

Die Folgen des Klimawandels werden sich in Zukunft weiter verstärken. Daher stehen auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zunehmend im Fokus. Die Klimapolitik verfolgt zwei wesentliche Ziele. Einerseits soll die Begrenzung von Treibhausgasemissionen verhindern, dass die globale Durchschnittstemperatur um mehr als 2 °C steigt. Andererseits geht es bei der Anpassung an den Klimawandel darum, Klimawandelfolgen vorauszusehen und durch angemessene Vor- oder Nachsorge zu begrenzen. Anpassung an den Klimawandel bedeutet, durch geeignete Maßnahmen sowohl widerstandsfähig (resilient) als auch wandlungs- (transformations-)fähig zu werden. Gewisse positive

Effekte des Klimawandels (zum Beispiel in bestimmten Gegenden geringerer Heizbedarf durch mildere Winter) können die vielen negativen Folgen des Klimawandels unterm Strich bei Weitem nicht aufwiegen.

Eine rechtzeitige Anpassung an den Klimawandel führt zu insgesamt geringeren Kosten. Dabei gilt: Je stärker die globale Durchschnittstemperatur ansteigt, desto höher werden die Schadens- und Anpassungskosten ausfallen. Die Notwendigkeit zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels wurde frühzeitig erkannt. Bereits in den 1990er Jahren wurden von der internationalen Staatengemeinschaft unter der Klimarahmenkonvention Rahmenbedingungen für die Klimaanpassung definiert. Die Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen ist Teil des Pariser Abkommens. Gelder aus dem Anpassungsfonds kommen

Abbildung 04: Herausforderungen in Deutschland mit Blick auf thematische und regionale Verwundbarkeit



Erhöhte Hitzebelastung

Anpassungsmaßnahmen: Schaffung grüner Korridore in Städten, Hitzewarnsystem für vulnerable Gruppen, Verbesserung des Trinkwasserangebots in Hitzeperioden.

Wo: Ballungsgebiete in den wärmeren Regionen Deutschlands, wie Berlin, Köln oder Frankfurt am Main (werden sich weiter ausdehnen).



Erhöhtes Waldbrandrisiko

Anpassungsmaßnahmen: Schaffung standortgerechter Mischwälder, Waldbrandprävention, effektive Waldbrandbekämpfung.

Wo: Regionen mit intensiver Wald- und Forstwirtschaft in Ostdeutschland und in Mittelgebirgen.



Veränderung der Artenzusammensetzung und der natürlichen Entwicklungsphasen

Anpassungsmaßnahmen: Lebensraumpoptimierung für gefährdete Arten, Aufforstung, systematische Beachtung der Klimaschutzfunktionen des Bodens.

Wo: Meere und ländliche Räume.



Meeresspiegelanstieg, erhöhter Seegang, steigende Sturmflutgefahr

Anpassungsmaßnahmen: Weiterentwicklung von Klima-, Extremwetter- und Gewässervorhersagen, Erhöhung von Deichen.

Wo: Küstengebiete.



Starkregen und Sturzfluten

Anpassungsmaßnahmen: Klimawandelrobuste Infrastruktur, Optimierung von Talsperren, Speichern und Rückhaltebecken.

Wo: Ballungszentren im Nordwestdeutschen Tiefland in Mittelgebirgen und im südwestdeutschen Raum.



Beeinträchtigung der Wassernutzung durch zunehmende Erwärmung

Anpassungsmaßnahmen: Reduzierte Wasserentnahme durch Energiewirtschaft und Industrie.

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



Flussüberschwemmungen

Anpassungsmaßnahmen: Renaturierung von Fließgewässern und Auen, Einrichtung von Wasserrückhaltebecken und Versickerungsflächen.

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

Quelle: Bundesregierung (2015)

insbesondere verletzlichen Inselstaaten und Entwicklungsländern zugute. Die EU verabschiedete im Jahr 2013 eine Strategie zur Anpassung an den Klimawandel zur Erhöhung der Resilienz von Staaten, Regionen und Städten der EU.

Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) wurde 2008 beschlossen. Sie definiert die zentralen Ziele und Handlungsoptionen im Bereich Anpassung, die 2011 im Aktionsplan Anpassung I (APA I) und 2015 im ersten Fortschrittsbericht zur DAS mit konkreten Maßnahmen unterlegt wurden.⁶ Diese umfassen unterschiedliche Politikbereiche, wie zum Beispiel Verkehr, Bauwesen und Gesundheit, und reichen von Finanzierungsmechanismen über Forschungstätigkeiten bis hin zu rechtlichen Regelungen. Mit dem ersten Fortschrittsbericht zur DAS wurden der Klimawandel

als Daueraufgabe der Bundesregierung erkannt und ein fortlaufendes Berichtswesen zur Klimaanpassung etabliert. Der erste Evaluierungsbericht der DAS wird 2019 veröffentlicht.

Die Bundesregierung unterstützt die Forschung zur Verbesserung von Wettermodellen und Daten zu Klimawandelfolgen und -anpassung. Detailliertere Vorhersagen zur räumlichen Verteilung negativer Auswirkungen sind wichtig, um wirtschaftliche und gesellschaftliche Schäden durch angemessene Vorbereitung zu vermeiden. Klimavorsorge sollte zunächst dort stattfinden, wo Deutschland durch den Klimawandel besonders verwundbar und betroffen sein wird (siehe Abbildung 4). Anpassungsmaßnahmen finden dann in erster Linie auf lokaler oder regionaler Ebene statt.

i

Deutsches Klimavorsorgeportal

Zur Klimavorsorge sind ein faktenbasiertes Verständnis des Klimawandels und eine möglichst exakte Vorhersage von Klimawandelfolgen von zentraler Bedeutung. Dabei ist die Mitarbeit von Unternehmen, Planerinnen und Planern in Kommunen und Ländern sowie der Bevölkerung wichtig. Hier setzt die Bundesregierung mit dem Klimavorsorgeportal an. Das Portal bündelt qualitätsgeprüfte Klimavorsorgedienste. Diese stellen Klimadaten und -informationen zur Verfügung und bieten Anpassungsdienste an, die beim Umgang mit Klimafolgen unterstützen. Sie richten sich an die Bundesebene, Bundesländer, Landkreise und Kommunen, die sich mit den individuellen Folgen des Klimawandels auseinandersetzen und darauf vorbereiten wollen, zum Beispiel mit Maßnahmenprogrammen oder Anpassungsstrategien. Weiterhin sind viele Dienste auch für die Zivilgesellschaft, Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürger geeignet.

Klimainformationen beinhalten meteorologische und klimatologische Daten unter anderem zu Temperatur, Niederschlag, Wind, Bodenfeuchte und Meerestemperatur. Diese Daten und Informationen über das Klimasystem von gestern,

heute und morgen können mit weiteren Informationen (zum Beispiel sozio-ökonomische Szenarien, demografischer Wandel) kombiniert werden und fließen in Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen ein. So lässt sich abschätzen, welche Sektoren und Regionen besonders betroffen sind. Beispielsweise können Stadtplanerinnen und Stadtplaner mit Temperatur- und Niederschlagsdaten, Bebauungsplänen und Infos zur Bevölkerungsentwicklung abschätzen, an welchen Orten extreme Hitze oder Starkniederschläge gefährlich für Menschen und Infrastrukturen werden könnten. Hier können sie dann gezielt gegensteuern. Dabei unterstützen sie Klimaanpassungsdienste.

Klimaanpassungsdienste zeigen, wie Kommunen, Vereine oder Unternehmen Klimafolgen in Entscheidungen und Planungen berücksichtigen und welche Anpassungsmaßnahmen sie umsetzen können. In Form von Leitfäden, Webtools, Karten oder Qualifizierungsangeboten helfen Klimaanpassungsdienste, Maßnahmen auszuwählen, zu planen, umzusetzen und deren Wirksamkeit zu bewerten.

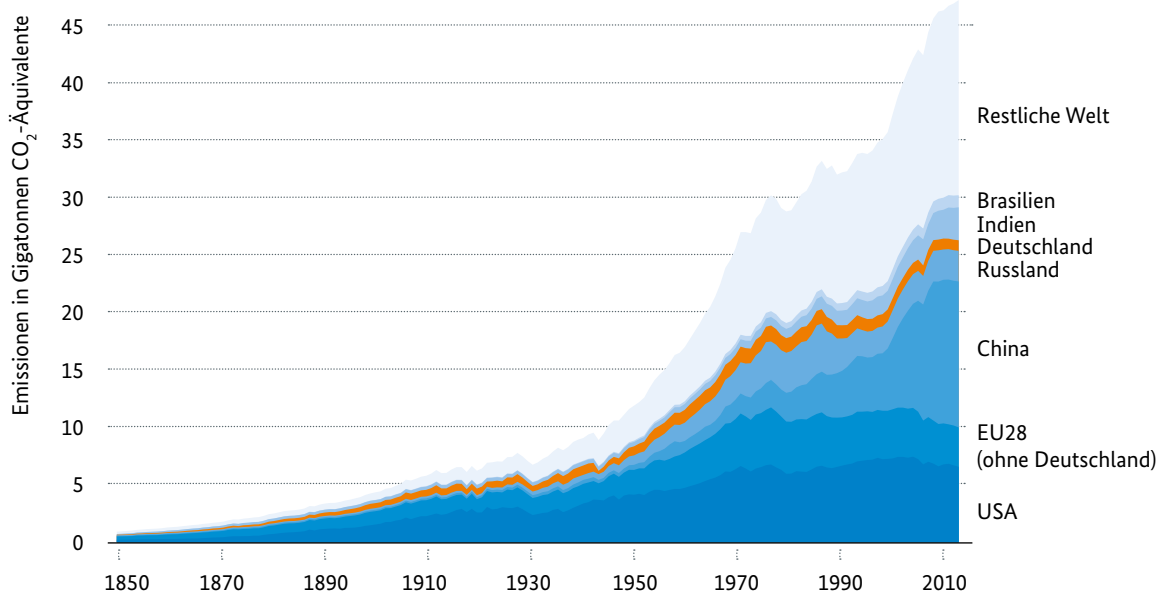
Weitere Informationen zum deutschen Klimavorsorgeportal sind unter folgender Adresse zu finden: www.klivoportal.de

1.3 Globale Verantwortung und Chancen für eine nachhaltige Zukunft

Die Industrieländer tragen besondere Verantwortung für den Klimawandel. Deutschland hat seit Beginn der Industrialisierung fast fünf Prozent zur Erderwärmung beigetragen.⁷ Angesichts der drohenden Belastungen für Mensch und Umwelt hat Deutschland daher eine besondere Verantwortung zur Bekämpfung des Klimawandels.

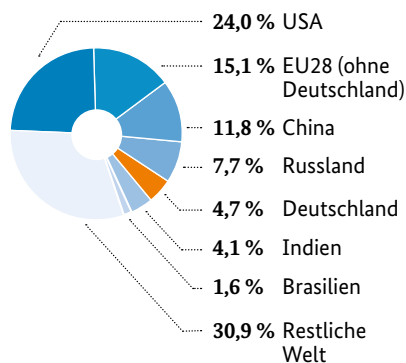
In den letzten Jahrzehnten gab es vor allem in den wirtschaftlich aufstrebenden Schwellenländern Emissionszuwächse. China stößt seit 2005 mehr Treibhausgase aus als die USA und führt mit derzeit 12,7 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalenten weiterhin die Rangliste der größten Treibhausgasemittenten an. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen in Entwicklungs- und Schwellenländern deutlich geringer sind als in Industrieländern. In Deutschland sind die Pro-Kopf-CO₂-Emissionen rund 20 Prozent höher als in China, rund fünfmal

Abbildung 05: Globale Treibhausgasemissionen

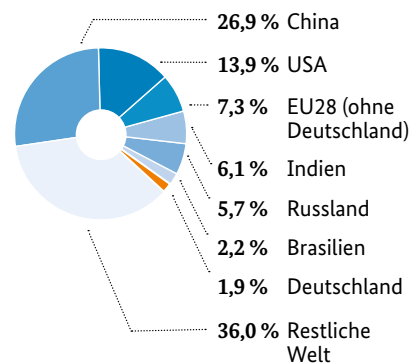


Einzelne Datenpunkte lassen sich der Tabelle im Anhang auf Seite 66 entnehmen.

Anteile an historischen Gesamtemissionen

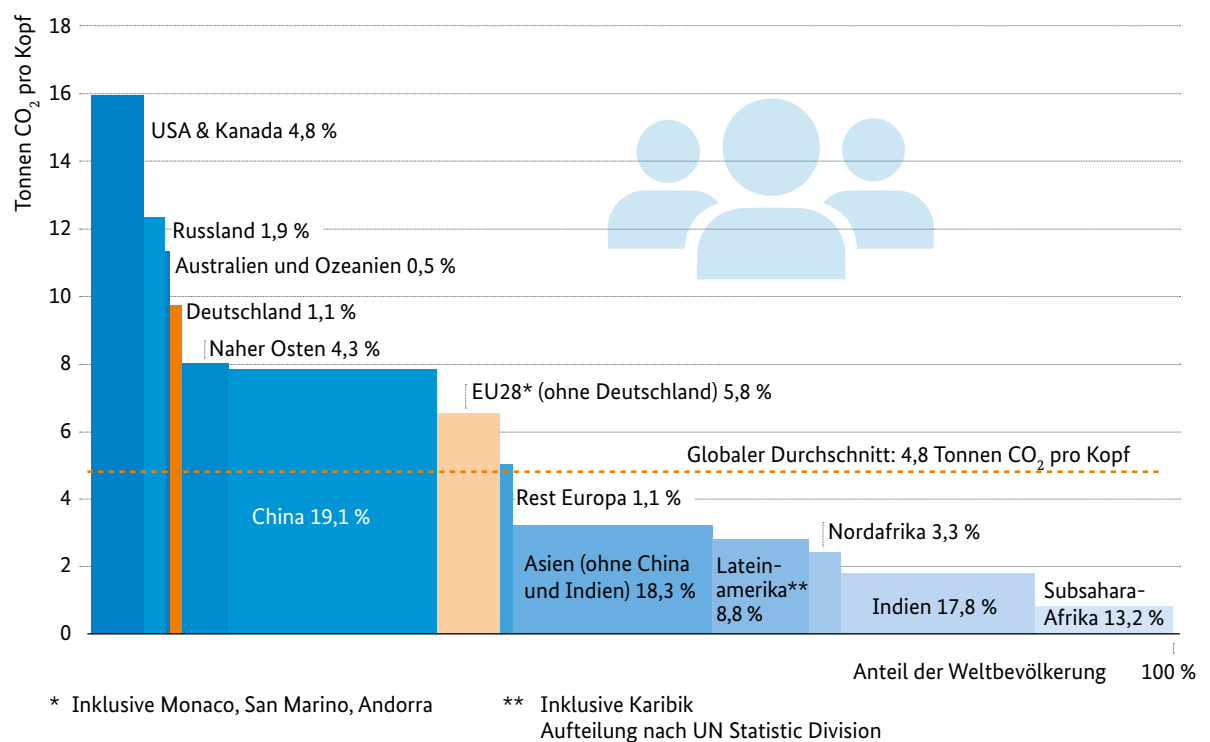


Treibhausgasemissionen 2016



Quelle: PIK (2019)

Abbildung 06: Pro-Kopf-CO₂-Emissionen in ausgewählten Regionen nach Anteilen an der Weltbevölkerung 2017



Quelle: Eigene Darstellung nach EDGAR (2018)

höher als in Indien und mehr als doppelt so hoch wie im globalen Durchschnitt (siehe Abbildung 6).

Mit dem Klimaschutzplan 2050 hat Deutschland als einer der ersten Staaten eine Langfriststrategie mit sektorspezifischen Zielsetzungen vorgelegt. Darin werden Wege aufgezeigt, wie alle Sektoren bis 2050 nahezu vollständig dekarbonisiert werden können. Weitere Details zur deutschen Klimaschutzpolitik werden in Kapitel 2.3 dargestellt.

Die erfolgreiche Umsetzung der Klimaszutzziele in Deutschland hat eine wichtige Vorbildfunktion. Wenn Deutschland es als wirtschaftsstarkes und wohlhabendes Land schafft, Klimaschutz erfolgreich zu gestalten, dann ist dies ein starkes Signal an andere Industrieländer sowie an Entwicklungs- und Schwellenländer. Deren aktives Engagement für den Klimaschutz ist wichtig, damit die globale Erwärmung begrenzt werden

kann. Zahlreiche internationale Energiedialoge und -partnerschaften mit Ländern wie China oder Indien ermöglichen schon heute den Erfahrungsaustausch und tragen dazu bei, eine nachhaltige Energieversorgung weltweit voranzutreiben.

3 °C

Die Erde würde sich bis zum Ende des Jahrhunderts um 3 °C erwärmen, wenn alle Mitgliedstaaten des Pariser Abkommens ihre nationalen Beiträge umsetzen würden. Es sind also weitere Klimaschutzmaßnahmen der Vertragsparteien notwendig, um die in Paris beschlossenen Ziele zu erreichen.



2. Klimaschutzziele und Instrumente



Zusammenfassung

Mit dem Ziel, den Klimawandel zu begrenzen, haben 184 Länder und die EU das „**Übereinkommen von Paris**“ (Pariser Abkommen) ratifiziert. Im Rahmen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen hat sich die Weltgemeinschaft 2015 damit dazu verpflichtet, die Erderwärmung bis Ende des Jahrhunderts um **deutlich unter 2 °C** und möglichst unter 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Als Beitrag zum Pariser Abkommen haben sich die EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, bis 2030 gemeinsam eine Treibhausgasemissionsreduktion von **mindestens 40 Prozent** verglichen mit 1990 zu erreichen.

Die EU arbeitet 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.

Deutschland hat im Klimaschutzplan 2050 eigene klimapolitische Meilensteine definiert. Dieser zeigt Wege auf, wie Deutschland bis Mitte des Jahrhunderts weitgehend treibhausgasneutral werden kann. Der Klimaschutzplan 2050 legt erstmalig auch Ziele für die einzelnen Sektoren fest. Zur Senkung der Treibhausgasemissionen um **mindestens 55 Prozent** in allen Gesellschaftsbereichen bis 2030 gegenüber 1990 wurden Zielkorridore für die Sektoren bis 2030 vereinbart. Zudem haben die Regierungsparteien in ihrem Koalitionsvertrag beschlossen, bis zum Jahr 2030 den Anteil erneuerbarer Energien auf **65 Prozent** des Bruttostromverbrauchs zu erhöhen.

2.1 Internationale Klimaschutzpolitik

Die Klimarahmenkonvention bildet die Grundlage der internationalen Klimadiplomatie. Das Ziel des 1992 verabschiedeten Abkommens ist es, die Treibhausgasemissionen weltweit auf einem Niveau zu stabilisieren, das einen gefährlichen Klimawandel verhindert. 196 Länder und die EU, also nahezu alle Staaten der Erde, haben die UNFCCC ratifiziert. Damit verpflichten sie sich, regelmäßig über ihre Treibhausgasemissionen zu berichten und Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen. Seit 1995 werden dazu jährlich in wechselnden Gastgeberländern Konferenzen der Vertragsstaaten abgehalten, sogenannte „Weltklimakonferenzen“ oder auch „Conferences of the Parties (COP)“.

Im Kyoto-Protokoll wurden erstmals völkerrechtlich verbindliche Ziele zur Treibhausgasemissionen vereinbart. In der ersten Phase des 1997 beschlossenen Abkommens verpflichtete sich ein Teil der Industrieländer, darunter alle EU-Mitgliedstaaten, zu einer Senkung ihrer Treibhausgasemissionen bis 2008. Die Fortführung des Kyoto-Protokolls in der zweiten Phase des Abkommens sieht für die teilnehmenden Industriestaaten eine Reduktion der Emissionen bis 2020 um durchschnittlich 18 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 vor. Die EU bekannte sich für diesen Zeitraum zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 20 Prozent. Deutschland setzte sich für diesen Zeitraum das freiwillige Ziel, die Emissionen um 40 Prozent zu senken.

Das Pariser Abkommen soll die Erderwärmung bis zum Ende dieses Jahrhunderts auf deutlich unter 2 °C und möglichst auf 1,5 °C begrenzen. Es sieht vor, in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts weltweit Treibhausgasneutralität zu erreichen. 196 Staaten einigten sich auf eine abgestimmte Zusammenarbeit im Kampf gegen den globalen Klimawandel. Während das Kyoto-Protokoll vor allem die Industrieländer verpflichtet, nimmt das Pariser Abkommen erstmals alle Staaten in die Pflicht. Alle Mitgliedstaaten sind verpflichtet, bis zum Jahr 2020 eigenständig nationale Beiträge (Nationally Determined Contributions; NDCs) zur Treibhausgasemissionen festzulegen. Die EU erarbeitete zusammen mit ihren Mitgliedstaaten einen NDC, der eine Verringerung der EU-weiten

Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 40 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 vorsieht. Deutschland hat damit keinen eigenen nationalen Beitrag im Rahmen des Abkommens zugesagt, sondern ist über den Beitrag der EU dem internationalen Klimaschutz verpflichtet.

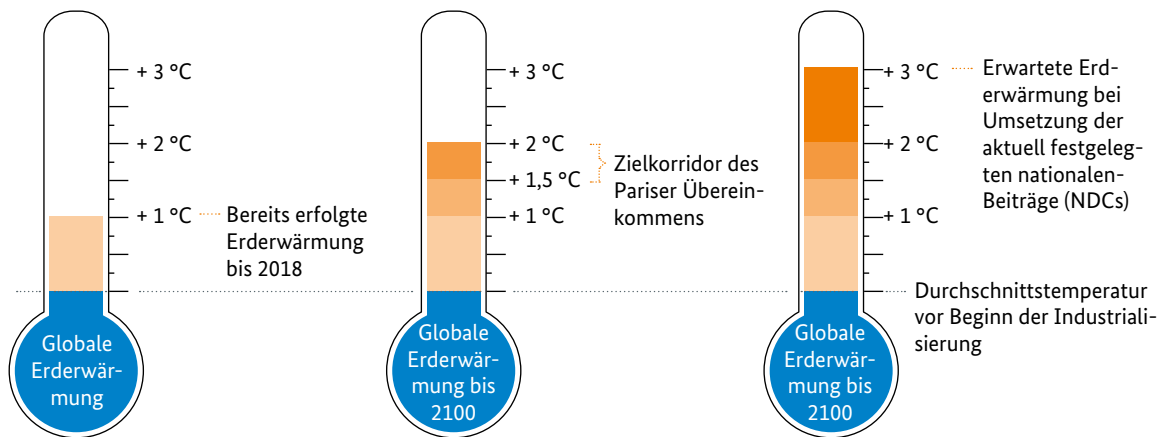
Der Kampf gegen den Klimawandel erfordert auch künftig ein koordiniertes Vorgehen aller Staaten. Von 185 Vertragsparteien, die das Pariser Abkommen bisher ratifiziert haben,⁸ wurden bisher 183 NDCs eingereicht.⁹ Bislang verankerten erst sieben Staaten Klimaszutzziele in ihren NDCs, die mit der 2-°C-Obergrenze aus dem Pariser Abkommen kompatibel sind.¹⁰ Sofern es bei den bisherigen Zusagen der Vertragsparteien bliebe und diese umgesetzt würden, würde eine globale Erderwärmung von 3 °C erwartet.¹¹ Die Lücke zwischen den bisher geplanten und den notwendigen Emissionsminderungen muss also durch weitere Klimaschutzmaßnahmen der Vertragsparteien geschlossen werden (siehe Abbildung 7). Auf der 24. Klimakonferenz im polnischen Katowice beschlossen die Vertragsparteien ein gemeinsames Regelwerk zur Umsetzung der Beschlüsse des Pariser Übereinkommens, insbesondere in Bezug auf die internationale Berichterstattung zu Emissionen und Klimaschutzmaßnahmen, die nun erstmals für alle Staaten verpflichtend ist. Neue oder überarbeitete NDCs sollen laut dem Pariser Abkommen im Jahr 2020 eingereicht werden. Neben den internationalen Klimakonferenzen ist der Klimaschutz ein wichtiges Thema auf den regelmäßig stattfindenden Gipfeln der wichtigsten Industrie- und Schwellenländer. Zuletzt bekräftigten nahezu alle G20-Staaten ihr geschlossenes Vorgehen gegen den Klimawandel unter der deutschen G20-Präsidentschaft im Jahr 2017 und im Jahr 2018 in Buenos Aires.

Die Klimafinanzierung spielt bei der Umsetzung von Klimapolitik eine zentrale Rolle. Als verantwortungsvoller Partner unterstützt Deutschland Entwicklungs- und Schwellenländer bei der Finanzierung und Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel. Im Jahr 2017 hat

1,5 °C

Um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen, muss der globale Netto-CO₂-Ausstoß bis etwa 2050 auf null sinken.¹²

Abbildung 07: Ambitionsücke zwischen Pariser Abkommen und aktuellen NDCs der Vertragsstaaten



Quelle: Eigene Darstellung nach Navigant, New Climate Institute, Climate Analytics (2018)

Deutschland Haushaltsmittel in Höhe von rund 3,65 Milliarden Euro für die internationale Klimafinanzierung bereitgestellt.¹³ Seit 2005 hat die Bundesregierung ihren finanziellen Beitrag zu Klimaschutz und Anpassung damit fast verdreifacht. Darüber hinaus leistet Deutschland weitere Beiträge durch öffentliche Kredite sowie durch die Mobilisierung privater Finanzierungsmittel. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) konnte 2017 gemeinsam mit der Deutschen Investitions- und Entwicklungsgesellschaft 3,08 Milliarden Euro in Form von Finanzierungen aus Kapitalmarktmitteln zusagen. Das deutsche Engagement trägt zum Ziel der Industrieländer bei, ab 2020 jährlich 100 Milliarden US-Dollar aus öffentlichen und privaten Quellen für Klimaschutz und Anpassung in Entwicklungsländern bereitzustellen und zu mobilisieren. Zusätzlich engagiert sich Deutschland bei der Umsetzung des im Pariser Abkommen festgeschriebenen Langfristziels zur Ausrichtung der globalen Finanzflüsse an einer kohlenstoffarmen und klimaresilienten Entwicklung.

**„Wir brauchen mehr Taten und mehr Ehrgeiz.“
António Guterres, UN-Generalsekretär**

Mehr als vier Fünftel der Klimafinanzierungsmittel fließen in die direkte Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern, insbesondere über das

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). Ein wichtiges Instrument ist zudem die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).

Die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) unterstützt seit 2008 Klimaschutz in Entwicklungs- und Schwellenländern. Fast 700 Projekte mit einem Finanzierungsvolumen von 3,3 Milliarden Euro wurden seit Bestehen der Initiative auf den Weg gebracht. Die IKI soll konkrete Reform- und Transformationsprozesse in den Partnerländern anstoßen und Impulse für die internationalen Klimaverhandlungen geben. Ein wesentlicher Schwerpunkt ist die Unterstützung der Partnerländer bei der Umsetzung ihrer NDCs. So fördern Projekte beispielsweise den Ausbau von Solardächern in Mexiko, Initiativen für nachhaltige Mobilität in indischen Großstädten oder den Walderhalt in pazifischen Inselstaaten. Zudem unterstützt die IKI Projekte im Bereich Anpassung an den Klimawandel, zum Beispiel durch die Förderung innovativer Agrarversicherungen in Ghana.

Ein weiterer Teil der Klimafinanzierung läuft über multilaterale Organisationen, um umfangreiche Programme in Entwicklungs- und Schwellenländern zu ermöglichen. Dazu zahlt die Bundesregierung Beiträge an internationale Fonds und Fazilitäten wie den Grünen Klimafonds, den Anpassungsfonds oder die Globale Umweltfazilität.

i

Klimawandel und Migration

Migration hat viele Ursachen wie Armut, mangelnde Bildungschancen, politische Verfolgung oder gewaltsame Konflikte. Auch der Klimawandel wird zunehmend zum Migrationsgrund. Hitze, Dürren, Überschwemmungen und andere Wetterextreme beeinträchtigen die Nahrungsmittelproduktion, die Gesundheit und die Arbeitsverhältnisse. Insbesondere Lebensgrundlagen, die von der klimasensiblen Landwirtschaft abhängen, sind gefährdet. Menschen haben in Entwicklungsländern größere Schwierigkeiten als in Industrieländern, sich an Klimawandelfolgen anzupassen, wenn die notwendige Infrastruktur und finanzielle Mittel fehlen. Der Klimawandel verschärft soziale Ungleichheiten, birgt die Gefahr gewaltsamer Konflikte und führt zu verstärkten Migrationsbewegungen.

Bereits heute verlassen Menschen aufgrund der Folgen des Klimawandels ihre Heimat. Im Jahr 2017 mussten weltweit rund 18 Millionen Menschen nach extremen Wetterereignissen Schutz an einem anderen Ort innerhalb ihres eigenen Landes suchen.¹⁴ Bis 2050 könnten in Afrika südlich der Sahara, in Südasien und in Lateinamerika mehr als 140 Millionen Menschen aufgrund des Klimawandels gezwungen werden, innerhalb ihrer Landesgrenzen umzusiedeln.¹⁵ Der Klimawandel wird den internationalen Migrationsdruck in Richtung Europa verstärken, auch wenn sich genaue Zahlen nur schwer abschätzen lassen. Weltweite Klimaschutzpolitik und Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel tragen dazu bei, die klimabhängigen Lebensbedingungen zu verbessern. Beim Umgang mit klimabedingten Schäden benötigen stark betroffene Länder oft internationale finanzielle Unterstützung.

Darüber hinaus spielt die Zusammenarbeit mit der Weltbank und anderen multilateralen Entwicklungsbanken eine zentrale Rolle bei der Klimafinanzierung.

2.2 Europäische Klimaschutzpolitik

Die EU verfolgt eine gemeinsame Klimaschutzpolitik in Abstimmung mit ihren Mitgliedstaaten. In den internationalen Klimaverhandlungen gehört die EU zu den treibenden Kräften. In ihrem NDC verpflichtet sie sich zu einer Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 40 Prozent bis 2030 gegenüber 1990. Um die langfristige Planungssicherheit und Orientierung für Wirtschaft und Gesellschaft zu stärken, hat die Europäische Kommission Ende 2018 unter dem Titel „Ein sauberer Planet für alle“ die Vision eines Übergangs zur Treibhausgasneutralität bis 2050 vorgelegt. Bis 2020 sind die EU und alle weiteren Vertragsparteien aufgefordert, eine langfristige Klimaschutzstrategie zur Umsetzung des Pariser Abkommens vorzulegen.

*„Das Ziel der EU sollte darin bestehen, bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Es führt einfach kein Weg daran vorbei.“
Miguel Arias Cañete, EU-Kommissar für Klimaschutz und Energie*

Der EU-Emissionshandel (EU-ETS, EU Emission Trading System) ist ein zentrales Klimaschutzinstrument. Er verpflichtet die Energiewirtschaft, die energieintensive Industrie und seit 2012 auch den inner-europäischen Luftverkehr dazu, für den Ausstoß von Treibhausgasen zu bezahlen. Die Unternehmen müssen handelbare Emissionsrechte (Zertifikate) erwerben. Die Menge der am Markt verfügbaren Zertifikate ist begrenzt und orientiert sich an den langfristigen Klima- und Energiezielen der EU. Um ihren Beitrag zu leisten, müssen die vom EU-ETS erfassten Sektoren ihre Emissionen bis 2030 um 43 Prozent gegenüber 2005 reduzieren. Neben Kohlendioxid sind seit 2013 auch Lachgas und perfluorierte Kohlenwasserstoffe in den Emissionshandel einbezogen. In seiner ursprünglichen Form erzielte der EU-Emissionshandel jedoch nicht die gewünschte preisliche Wirkung. Ein wachsender Überschuss an Emissionsrechten, vor allem bedingt durch eine anfänglich zu großzügige Ausgabe, die Wirtschaftskrise und den Ankauf günstigerer Zertifikate aus dem Ausland, führte in den letzten Jahren zu anhaltend niedrigen Zertifikatspreisen und somit zu geringen Anreizen zu Emissionssenkungen.

Die Reform des Emissionshandels im Februar 2018 bewirkte eine Stärkung des EU-Emissionshandels.

Mit der Einführung einer sogenannten Marktstabilitätsreserve wird ab 2019 schrittweise die Menge überschüssiger Emissionsrechte in eine Reserve überführt. Ab dem Jahr 2023 wird das zulässige Volumen dieser Reserve begrenzt, sodass alle übrigen Zertifikate dem Markt dauerhaft entzogen werden. Die Verknappung der frei verfügbaren Emissionsrechte soll das Preissignal des Emissionshandels langfristig stärken. Ein weiteres Reformelement ist die neu eingeführte Möglichkeit für Mitgliedstaaten, im Fall zusätzlicher nationaler

Maßnahmen zur Stilllegung von Stromerzeugungskapazitäten, Zertifikate löschen zu können. Die Ankündigung der Reform führte dazu, dass sich der Preis für Emissionsrechte von durchschnittlich 5 Euro je Tonne CO₂ im Jahr 2017 auf 15 Euro im Jahr 2018 verdreifachte.¹⁶ Zu Beginn des Jahres 2019 lag der Preis für europäische Emissionsrechte bei über 25 Euro je Tonne CO₂.¹⁷ Aufgrund der höheren CO₂-Preise sind moderne und emissionsarme Gas- und Dampfkraftwerke in vielen Fällen seit 2017 wieder wettbewerbsfähiger als alte Steinkohlekraftwerke.¹⁸

i

CO₂-Bepreisung

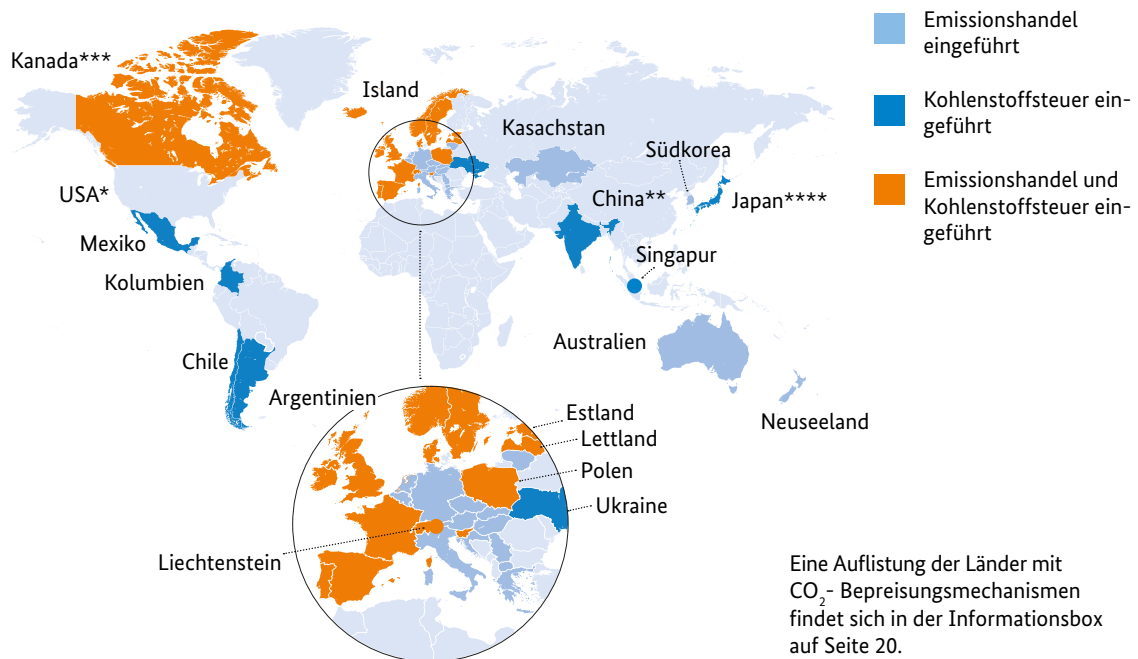
Ökonomische Anreize sind eine Möglichkeit, den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern. Die Bepreisung von CO₂ bedeutet zusätzliche Kosten für Marktteilnehmer in Abhängigkeit von ihren Treibhausgasemissionen. Durch die Bepreisung der Emissionen werden die Schadenskosten nach dem Verursacherprinzip internalisiert. Die Einführung eines Preises für den Ausstoß von Treibhausgasemissionen von Unternehmen wird trotz der zusätzlichen Kostenbelastung zunehmend von Unternehmen und Regierungen befürwortet. Zur Bepreisung von Treibhausgasemissionen gibt es zwei wesentliche Instrumente: Emissionshandel und CO₂-Steuern.

Emissionshandel funktioniert nach dem Prinzip „cap & trade“ (begrenzen und handeln). Die Gesamtmenge für den Ausstoß bestimmter Treibhausgase wird begrenzt (cap) und in Form handelbarer Zertifikate ausgegeben (trade). Emissionshandelspflichtige Marktteilnehmer müssen für jede Tonne Treibhausgas, die sie ausstoßen, ein solches Zertifikat abgeben. Der Preis für ein Emissionszertifikat entsteht marktbasierend und variiert in Abhängigkeit des Angebots an Emissionsrechten und der Nachfrage der Marktteilnehmer. Da Emissionsrechte zwischen Marktteilnehmern frei handelbar sind, wird der Ausstoß von Treibhausgasen beim Emissionshandel dort vermieden, wo die Kosten am geringsten sind. Die Europäische Union (EU-ETS), die Schweiz, Norwegen, Liechtenstein, Australien, Kanada und

Neuseeland sowie einige regionale Regierungen in China, den Vereinigten Staaten, Kanada und Japan haben Emissionshandelssysteme eingeführt.¹⁹

Eine **CO₂-Steuer** ist ein alternatives oder ergänzendes Instrument zum Emissionshandel. Der Ausstoß bestimmter Treibhausgase wird dabei mit einem festen, oft sukzessiv ansteigenden Steuersatz belastet. Anders als beim Emissionshandel, wo der Markt den Preis mitbeeinflusst, wird der Preis für Emissionen bei der CO₂-Steuer von der Politik festgelegt. Das Vereinigte Königreich, Estland, Lettland, Portugal, Slowenien, Spanien, Irland, Frankreich, Finnland, Schweden, Dänemark, Polen, Norwegen, die Schweiz, die Ukraine, Island, Liechtenstein, Kolumbien, Mexiko, Kanada, Indien, Chile, Japan, Argentinien und Singapur sowie einzelne regionale Regierungen in Kanada haben eine CO₂-Steuer eingeführt.²⁰ Abbildung 8 gibt eine Übersicht zu den weltweit implementierten CO₂-Bepreisungsmechanismen. Auch in Deutschland werden verschiedene Konzepte für die Einführung einer CO₂-Steuer diskutiert.

Bei der Bepreisung von Treibhausgasemissionen ist eine gerechte Ausgestaltung von zentraler Bedeutung, da sich für Bürger und Unternehmen spürbare Verschiebungen bei den Preisen für Strom, Benzin und anderer Energieträger ergeben können. So können beispielsweise Teile der Steuereinnahmen an die Steuerzahler zurückverteilt werden, wie es in der Schweiz der Fall ist.

Abbildung 08: Weltweite Übersicht zu der Einführung von CO₂-Bepreisungsmechanismen

* USA: Elf Bundesstaaten (Kalifornien, Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New York, Rhode Island, Vermont, Washington) haben Emissionshandelssysteme eingeführt.

** China: Sechs Provinzen (Chongqing, Fujian, Guangdong, Hubei, Shanghai, Tianjin) und die Städte Shenzhen und Peking haben Pilotprojekte für Emissionshandelssysteme eingeführt.

*** Kanada: Neben den CO₂-Bepreisungsmechanismen auf nationaler Ebene haben drei Bundesstaaten (Alberta, British Columbia, Neufundland und Labrador) Kohlenstoffsteuern und sechs Bundesstaaten (Alberta, British Columbia, Nova Scotia, Québec, Saskatchewan, Neufundland und Labrador) Emissionshandelssysteme eingeführt.

**** Japan: Tokyo und Saitama haben Emissionshandelssysteme eingeführt.

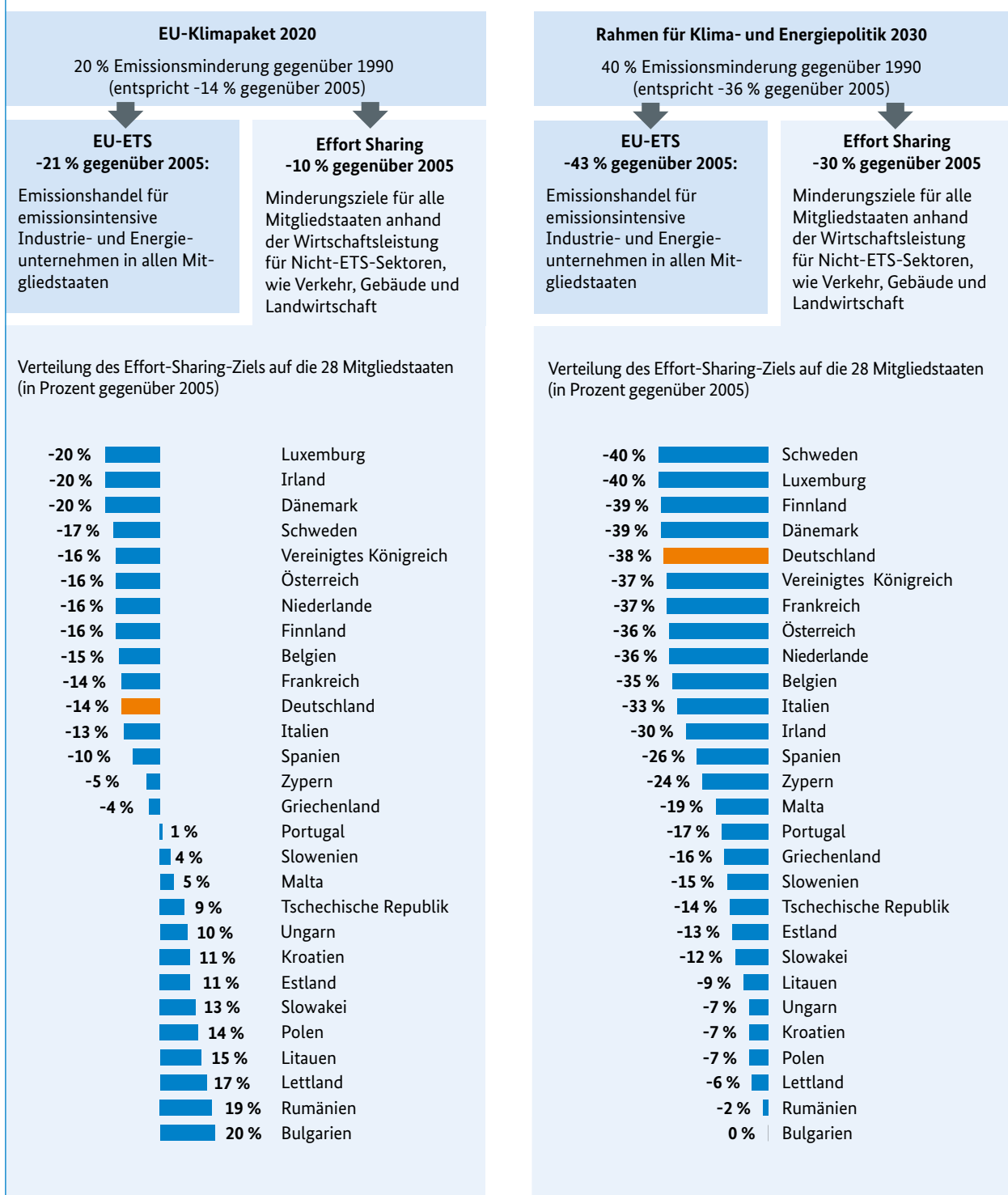
Quellen: ICAP (2019), Weltbank (2018b), BMU

Mehr als die Hälfte der Einnahmen aus dem EU-Emissionshandel fließen in Klimaschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen. Etwa 90 Prozent der Emissionsrechte werden an die Mitgliedstaaten auf Basis ihrer Emissionen aufgeteilt. Die Erlöse aus der Versteigerung der Emissionsrechte verbleiben bei den Mitgliedstaaten.²¹ Der verbleibende Anteil an Emissionsrechten wird den weniger wohlhabenden Mitgliedstaaten zur Verringerung der CO₂-Intensität ihrer Wirtschaftssysteme und zur Klimaanpassung zusätzlich zugeordnet. Im Jahr 2018 wurden in Deutschland Emissionsrechte für rund 173 Millionen Tonnen CO₂ im Gesamtwert von 2,58 Milliarden Euro versteigert.²²

Die Einnahmen verwendet die Bundesregierung zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen, beispielsweise für die Programme und Projekte der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI).

Die Klimaschutzverordnung der EU erfasst die Emissionen außerhalb des EU-Emissionshandels. Ziele zur Treibhausgasreduzierung bis 2020 sind in der Lastenteilungsentscheidung (Effort Sharing Decision) enthalten. Die Klimaschutzverordnung (Effort Sharing Regulation) deckt den anschließenden Zeitraum bis 2030 ab. Demnach muss der Ausstoß von Treibhausgasen in den Sektoren Gebäude, Verkehr,

Abbildung 09: EU-Klimaziele und -instrumente



Quelle: Europäische Kommission (2018a)

Landwirtschaft, kleinere Industrieanlagen, kleinere Energieerzeuger und Abfall bis 2030 um mindestens 30 Prozent im Vergleich zu 2005 verringert werden. Die Minderungsziele unterscheiden sich für die Mitgliedstaaten und betragen je nach Wirtschaftskraft zwischen null und 40 Prozent. Deutschland muss bis 2030 eine Emissionsreduktion um 38 Prozent gegenüber 2005 erreichen (siehe Abbildung 9 zur Aufteilung der EU-Klimaziele). Bei einer Verfehlung der nationalen Minderungsziele für 2020 und 2030 sind die Mitgliedstaaten zum Ankauf von Emissionszuweisungen anderer Mitgliedstaaten verpflichtet, die ihre Ziele übererfüllt haben. Für Deutschland könnte dieser Fall eintreten, wenn die Treibhausgasreduktion in den Sektoren außerhalb des Emissionshandels nicht beschleunigt wird.

Energieeffizienz und erneuerbare Energien tragen EU-weit zur Senkung der Treibhausgasemissionen bei. Das langfristige Ziel zur Senkung des Energieverbrauchs ist in der 2018 überarbeiteten Energieeffizienzrichtlinie enthalten. Bis 2030 soll der Primärenergieverbrauch um 32,5 Prozent im Vergleich zu einer Entwicklung ohne Effizienzmaßnahmen sinken. Der Anteil erneuerbarer Energien am EU-weiten Endenergieverbrauch soll bis 2030 auf mindestens 32 Prozent wachsen. Dieses Ziel ist auf EU-Ebene verbindlich und in der Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie von 2018 verankert. Die Umsetzung durch die Mitgliedstaaten in den Bereichen erneuerbare Energie und Energieeffizienz wird im Governance-System der Energieunion überprüft.

Die Europäische Klimaschutzinitiative (EUKI) des BMU fördert den Wissens- und Erfahrungsaustausch in der EU. Der EUKI stehen jährlich zehn Millionen Euro zur Verfügung, um den grenzüberschreitenden Dialog auf verschiedenen Ebenen zu intensivieren. Die Initiative soll so die lokale Umsetzung des Pariser Abkommens erleichtern und vorantreiben. Zum Beispiel vernetzt die Initiative ambitionierte Kommunen in Deutschland, Polen und anderen EU-Mitgliedstaaten miteinander. Ein weiteres EUKI-Projekt führt beispielsweise das Thema Klimaschutz in den Lehrplan bulgarischer Schulen ein.

2.3 Deutsche Klimaschutzpolitik

Die deutsche Klimapolitik folgt internationalen und europäischen Klimaschutzzielen. Die Bundesregierung hat im Klimaschutzplan das langfristige Ziel zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2050 gemäß dem Abkommen von Paris festgeschrieben und für alle Sektoren spezifische Minderungsziele bis zum Jahr 2030 beschlossen. Deutschland strebt bis 2050 weitgehende Treibhausgasneutralität an. Bis 2030 soll der Treibhausgasausstoß um mindestens 55 Prozent geringer ausfallen als im Vergleichsjahr 1990, bis 2040 soll er um mindestens 70 Prozent sinken. Aus dem EU-Klimaschutzrahmen (ETS und Nicht-ETS) ergibt sich für Deutschland eine erforderliche Gesamtminderung bis 2030 von etwa 53 Prozent gegenüber 1990. Das nationale Ziel und der deutsche Beitrag für die EU-Ziele sind also nahezu deckungsgleich.

Der Klimaschutzplan 2050 differenziert das übergeordnete Treibhausgasminderungsziel nach Sektoren. Konkrete Zielkorridore zur Emissionsminderung sind für die Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Industrie bis 2030 festgeschrieben. Darüber hinaus formuliert der Klimaschutzplan für jeden Sektor strategische Maßnahmen und Meilensteine für das Jahr 2030 sowie Leitbilder für das Jahr 2050. Für den Sektor Landnutzung und Forstwirtschaft (LULUCF) ist kein Minderungsziel vorgegeben, er soll allerdings als Senke erhalten bleiben. Der Klimaschutzplan wird alle fünf Jahre mit Blick auf die Zielerreichung überprüft; dabei werden die Zwischenziele und Meilensteine überprüft und bei Bedarf angepasst. So können zukünftige technische, Entwicklungen und neue wissenschaftliche Ergebnisse einbezogen werden. Bei der Erstellung des Maßnahmenprogramms für die Zielerreichung bis 2030 fließen Vorschläge aller Bundesministerien ein.

*„Wir müssen in der Klimapolitik verbindlicher werden und alle Bereiche in die Pflicht nehmen.“
Svenja Schulze, Bundesumweltministerin*

Energieeffizienz ist eine zentrale Säule zur Emissionsminderung in Deutschland. Durch den Vorrang für Energieeffizienz sollen bestehende Effizienzpotenziale ausgeschöpft und gleichzeitig der Energiebedarf deutlich gesenkt werden. Deutschland hat sich mit



Abbildung 10: Energie- und Klimaziele der Bundesregierung

	Status quo*	Ziele				
		2020	2030	2040	2050	
Minderung von Treibhausgasemissionen gegenüber 1990						
Gesamtemissionen	-30,6 % (2018)	Mindestens -40 %	Mindestens -55 %	Mindestens -70 %	Weitgehend treibhausgasneutral	
Energiewirtschaft	-33,4 % (2018)		-62 bis -61 %			
Gebäude	-44 % (2018)		-67 bis -66 %			
Verkehr	-0,9 % (2018)		-42 bis -40 %			
Industrie	-30,7 % (2018)		-51 bis -49 %			
Landwirtschaft	-18,8 % (2018)		-34 bis -31 %			
Sonstige	-75 % (2018)		-87 %			
Erneuerbare Energien						
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	16,6 % (2018)	18 %	30 %	45 %	60 %	
Anteil am Bruttostromverbrauch	37,8 % (2018)	Mindestens 35 %	65 %* (Mindestens 50 %)	Mindestens 65 %**	Mindestens 80 %**	
Anteil am Wärmeverbrauch	13,9 % (2018)	14 %				
Anteil im Verkehrsbereich	5,6 % (2018)	10 %***				
Effizienz und Verbrauch						
Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-10,3 % (2018)	-20 %			-50 %	
Endenergieproduktivität (2008 bis 2050)			2,1 % pro Jahr (2008 bis 2050)			
Bruttostromverbrauch (gegenüber 2008)	-3,9 % (2018)	-10 %			-25 %	
Primärenergiebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-18,3 % (2016)				-80 %	
Wärmebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-6,3 % (2016)	-20 %				
Endenergieverbrauch Verkehr (gegenüber 2005)	-4,2 % (2016)	-10 %	-15 bis -20 %			-40 %

* Die Bundesregierung strebt im Lichte der Herausforderungen einer besseren Synchronisierung von erneuerbaren Energien und Netzkapazitäten eine Erhöhung des Erneuerbaren-Anteils im Stromsektor auf etwa 65 Prozent im Jahr 2030 an.

** Mit Blick auf die Erhöhung des Erneuerbaren-Anteils am Bruttostromverbrauch im Jahr 2030 auf 65 %, wie im Koalitionsvertrag vereinbart, was dem bisherigen Ziel für das Jahr 2040 entspricht, sind die auf das Jahr 2030 folgenden Ziele entsprechend anzupassen.

Quellen: Eigene Darstellung nach UBA (2019b); AGEb (2019a); AGEb (2019b) BMWi (2018a); AGEE-Stat (2019)

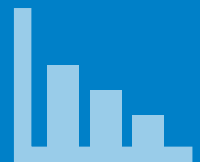
dem Energiekonzept 2010 das Ziel gesetzt, den Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Basisjahr 2008 um 20 Prozent bis 2020 und um 50 Prozent bis 2050 zu reduzieren. Bis zum Jahr 2018 wurde der Primärenergieverbrauch erst um 10,3 Prozent im Vergleich zum Basisjahr 2008 gesenkt.²³ Auch die Förderung erneuerbarer Energien ist ein wichtiges Klimaschutzinstrument. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch soll auf 30 Prozent²⁴ und gemessen am Bruttostromverbrauch auf 65 Prozent²⁵ bis 2030 steigen. Das Zwischenziel für 2020 sieht einen erneuerbaren Anteil von 18 Prozent vor, wobei bis 2017 ein Anteil von 15,6 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch erreicht werden konnte.

In Deutschland gibt es zahlreiche Finanzierungsangebote für den Klimaschutz. Im Gebäudebereich bieten zum Beispiel das KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ oder das Marktanreizprogramm des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle finanzielle Anreize zur klimafreundlichen Gebäudesanierung und zum Heizen mit erneuerbaren Energien. Förderangebote der Länder ergänzen diese Programme insbesondere über Zuschüsse der Landesbanken.

Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) fördert Projekte für Kommunen, Wirtschaft und Verbraucher. Die Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Die NKI unterstützt unter anderem kommunale Projekte mit Investitionen in eine höhere Energieeffizienz bei der Straßenbeleuchtung. Sie fördert außerdem das Energiemanagement, den Ausbau der Fahrradinfrastruktur und Abwasseraufbereitungsanlagen in Städten und Gemeinden. Seit 2008 hat das BMU über die NKI mehr als 28.500 Projekte mit einem Fördervolumen von rund 925 Millionen Euro unterstützt, die Gesamtinvestitionen von über drei Milliarden Euro ermöglicht haben. Die NKI trägt so zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei, macht Klimaschutz erlebbar und schafft zahlreiche Vorbilder. Durch die NKI geförderte Investitionen wurden und werden weiterhin insgesamt rund elf Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente über die Wirkdauer der Vorhaben eingespart.



3. Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren



Zusammenfassung

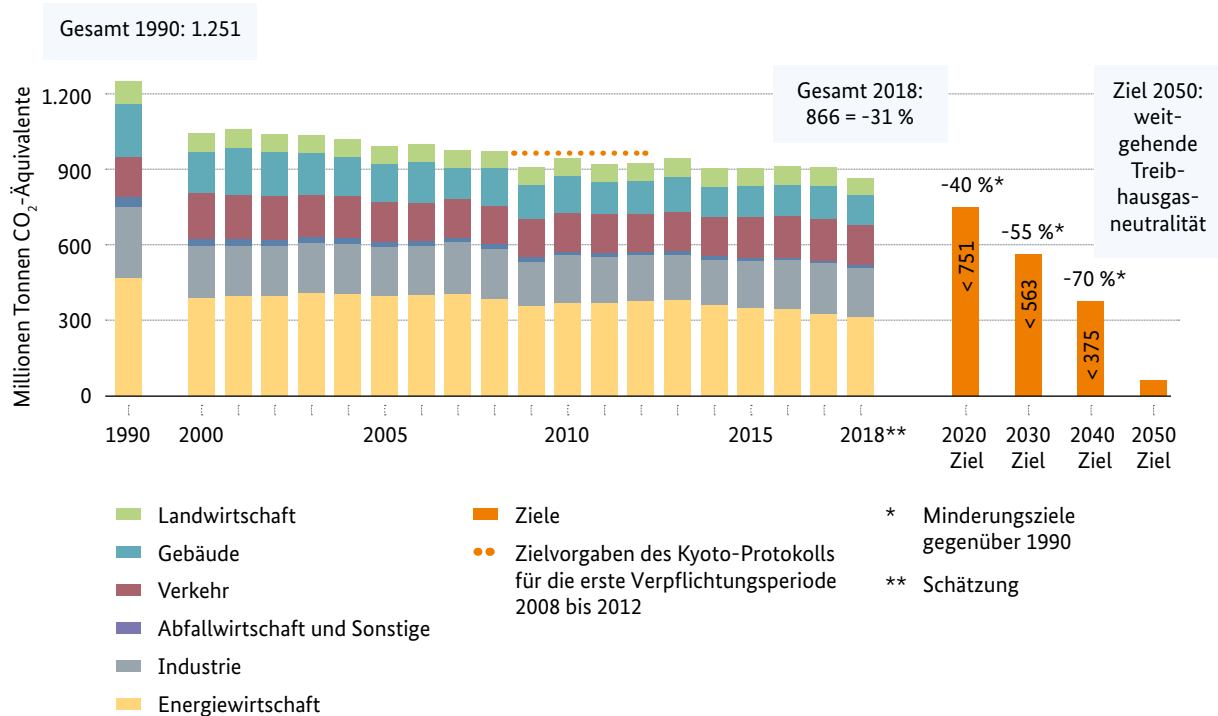
Der deutsche Treibhausgasausstoß von **907 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten** im Jahr 2017 bedeutet eine **Reduktion um 27,5 Prozent** gegenüber dem Niveau von 1990 (Schätzung 2018: 866 Millionen Tonnen und 30,8 Prozent). Mit **35,8 Prozent** hatte die **Energiewirtschaft** auch 2017 den größten Anteil an den deutschen Gesamtemissionen (Schätzung 2018: 35,9 Prozent). Die direkten Treibhausgasemissionen des **Industriesektors** als zweitgrößter Verursacher, waren 2017 für über **22,1 Prozent** des deutschen Treibhausgasausstoßes verantwortlich (Schätzung 2018: 22,7 Prozent).

Der europäische Emissionshandel deckt einen Großteil der Treibhausgasemissionen aus dem Energie- und Industriesektor, also etwa 50 Prozent der Gesamtemissionen ab. Der **Verkehrssektor** verursachte

18,4 Prozent der Emissionen im Jahr 2017 in Deutschland (Schätzung 2018: 18,7 Prozent).

Der **Gebäudebereich**, zu dem Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) zählen, ist für **14,6 Prozent** der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich (Schätzung 2018: 13,6 Prozent). Der stärkste Emissionsrückgang seit 1990 konnte mit **73,5 Prozent** in der **Abfallwirtschaft** (2017 und Schätzung 2018: 1,1 Prozent der Treibhausgasemissionen) verzeichnet werden. Der Anteil der Landwirtschaft an den deutschen Emissionen lag 2017 bei **8,1 Prozent** (Schätzung 2018: 8,1 Prozent). Der Sektor **Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft** konnte die deutschen Emissionen im Jahr 2017 netto um **15,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente** reduzieren.

Abbildung 11: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland nach Sektoren (ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)



Einzelne Datenpunkte lassen sich der Tabelle im Anhang auf Seite 66 entnehmen.

Quellen: UBA (2019b), UBA (2019c)

3.1 Emissionen in Deutschland – gestern, heute und morgen

Von 1990 bis 2017 sind die Treibhausgasemissionen in Deutschland um etwa 27,5 Prozent gesunken (1990 bis 2018: -30,8 Prozent). 2018 betrug die Treibhausgasemissionen in Deutschland nach ersten Schätzungen rund 865,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (Abbildung 11). Damit verringerte sich der Ausstoß im Vergleich zum Vorjahr um rund 41 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Im Referenzjahr 1990 betrug er noch 1.251 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente.

Klimaschutzpolitische Maßnahmen auf deutscher und europäischer Ebene haben einen maßgeblichen Anteil am Emissionsrückgang. Zudem führte der wirtschaftliche Umbruch in den neuen Bundesländern zu einem

starken Emissionsrückgang in den frühen 1990er Jahren. Auch Konjunkturveränderungen, wie nach der Finanzkrise 2009, oder witterungsbedingte Schwankungen des Heizbedarfs beeinflussen die Emissionsentwicklung zum Teil erheblich.

Die Emissionen werden in dieser Broschüre nach ihrem Ursprungssektor dargestellt („Quellprinzip“). Die drei emissionsintensivsten Sektoren Energie, Industrie und Verkehr emittierten 2017 zusammen 76,3 Prozent aller Treibhausgase in Deutschland.

Im Jahr 2018 sind die Treibhausgasemissionen in Deutschland erstmals wieder gesunken. Dabei war die milde Witterung ein Hauptgrund für den starken Rückgang der Emissionen. Weitere Gründe sind ein Anstieg der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und ein verminderter Einsatz fossiler Energieträger.

Verbesserte Energieeffizienz, höhere Preise für Öl und Gas sowie ein geringerer Bevölkerungszuwachs und leicht niedrigeres Wirtschaftswachstum im Vergleich zu den Vorjahren trugen ebenfalls dazu bei.²⁶

Der im Jahr 2018 zu verzeichnende starke Rückgang von Treibhausgasemissionen wird in erster Linie auf jahresspezifische Sondereffekte zurückgeführt. Daher kann hieraus kein allgemeiner Trend abgeleitet werden.

Bis 2020 wird die Reduktion der Treibhausgasemissionen voraussichtlich nur etwa 32 Prozent betragen.²⁷ Die Koalitionsfraktionen haben sich im Koalitionsvertrag für die 19. Legislaturperiode Anfang 2018 darauf verständigt, die mit Blick auf das Jahr 2020 (mindestens 40 Prozent Minderung gegenüber 1990) bestehende Handlungslücke so schnell wie möglich zu schließen.

Die absehbare Zielverfehlung im Jahr 2020 hat auch Auswirkungen auf den Zeitraum danach. Die Zielerreichung für 2030 und 2050 wird erschwert, da zusätzlich zu den ohnehin ambitionierten Zielen für 2030 und 2050 die bestehende Lücke (gegenwärtig wird diese auf acht Prozent geschätzt) zum Zielwert 2020 abgedeckt werden muss. Umso wichtiger ist es daher, eine Verbindlichkeit der Zielerreichung für den Zeithorizont bis 2030 zu schaffen.

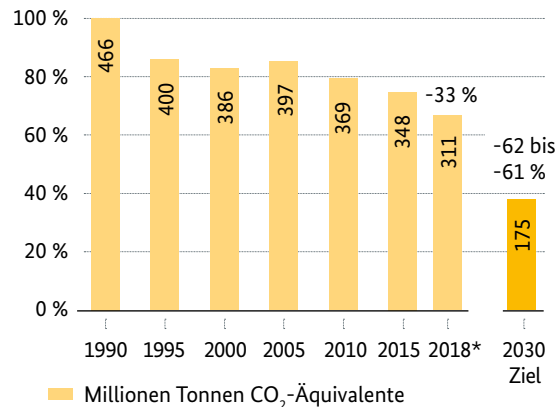
3.2 Energiewirtschaft

Emissionsentwicklung

Der Sektor Energiewirtschaft verursachte im Jahr 2017 mit 35,8 Prozent den größten Anteil der Treibhausgasemissionen in Deutschland. Das entspricht Emissionen in Höhe von 325 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Die Emissionen stammen vor allem aus der Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung zur Bereitstellung von Strom und Wärme (Abbildung 13). 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.

Nach dem Quellprinzip werden der Energiewirtschaft sämtliche Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Fernwärmeproduktion zugerechnet, auch wenn der Strom oder die Wärme zum Beispiel im Verkehrssektor oder Gebäudebereich verbraucht werden. Eine

Abbildung 12: Emissionsentwicklung Energiewirtschaft



* Schätzung

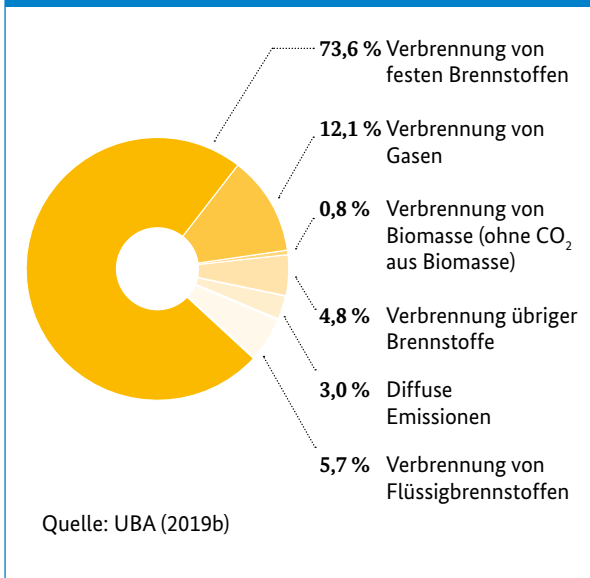
Quellen: UBA (2019b); UBA (2019c)

niedrigere Energienachfrage in anderen Sektoren, beispielsweise aufgrund einer verbesserten Energieeffizienz, wirkt sich somit als verringerter Energiebedarf auch positiv auf den Energiesektor aus. Gleichzeitig würde eine zunehmende Elektrifizierung zu einem wachsenden Strombedarf führen und die Emissionen des Energiesektors ansteigen lassen, solange fossile Energieträger zur Stromerzeugung genutzt werden.

Im Jahr 2018 betragen die Treibhausgasemissionen der Energiewirtschaft nach ersten Schätzungen des Umweltbundesamtes 310,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Das entspricht einer Reduktion um 33,4 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 und einer Senkung gegenüber dem Vorjahr von 4,3 Prozent (Abbildung 12). Durch die Nutzung von erneuerbaren Energien konnten im Jahr 2018 im Stromsektor schätzungsweise 184 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden werden. Mit knapp 75 Millionen Tonnen erbrachte die Windenergie dabei den größten Beitrag.

Als Gründe für den starken Rückgang der Treibhausgasemissionen der Energiewirtschaft im Jahr 2018 sind folgende Aspekte hervorzuheben. Die milde Witterung führte zu einem geringeren Heizbedarf und somit zu einem geringeren Einsatz fossiler Energieträger. Die hohe Sonneneinstrahlung führte zu einem Rekord bei der Solarstromerzeugung und auch die

Abbildung 13: Emissionsquellen Energiewirtschaft 2017 (ohne CO₂ aus Biomasse)

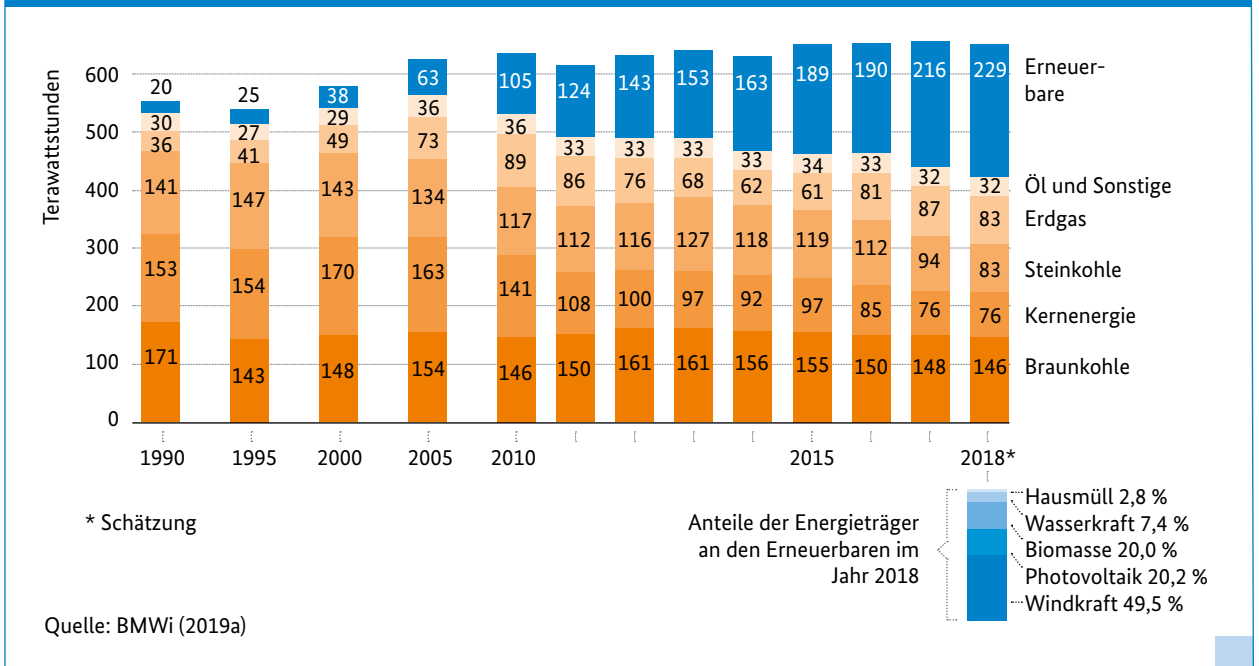


Stromerzeugung durch Windenergieanlagen stieg weiter an. Zudem zeigt der gestiegene Preis für EU-Emissionsrechte Wirkung im Kraftwerkeinsatz. Im Jahr 2018 wurde deutlich weniger Strom aus Steinkohle erzeugt als in den Jahren zuvor. Was auch daran lag,

dass Steinkohlekraftwerke mit einer Leistung von 1,5 Gigawatt in die Netzreserve überführt wurden. Zusätzlich mussten einige konventionelle Steinkohlekraftwerke im Sommer ihre Leistung reduzieren, da der Wasserstand vieler Flüsse nicht mehr ausreichend war, um die Kühlung der Kraftwerke zu gewährleisten.

Die Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Deutschland seit dem Jahr 1990 ist in Abbildung 14 dargestellt. Sie verdeutlicht die starke Entwicklung der erneuerbaren Energien im Stromsektor, die im Jahr 2018 nach vorläufiger Schätzung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 35,2 Prozent der Bruttostromerzeugung ausmachten. Aufgrund des im Jahr 2011 beschlossenen Ausstiegs aus der Kernenergie ist entsprechend ein Rückgang des Anteils von Strom aus diesen Anlagen zu verzeichnen. Die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern ist hingegen in den vergangenen Jahren insgesamt im Verhältnis wenig verändert, allerdings hat die Stromproduktion aus Kohle ab- und die aus Erdgas zugenommen. Der Anteil des mittels Braunkohle erzeugten Stromes, der emissionsintensivsten Art der Stromerzeugung, ging zwischen 1990 und 2018 um nur 14,6 Prozent zurück. Der Anteil der Bruttostromerzeugung aus Steinkohle ging im gleichen Zeitraum um 41,1 Prozent zurück, während die Bruttostromerzeugung aus Erdgas sich mehr als verdoppelte.

Abbildung 14: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern



Der Einsatz von Braun- und Steinkohle ist weiterhin für einen Großteil (2017: 73,6 Prozent) der Emissionen in der Energiewirtschaft verantwortlich, während ihr Anteil an der Bruttostromerzeugung im Jahr 2017 lediglich 37 Prozent betrug. Bereits dies verdeutlicht, welche Bedeutung eine schrittweise Reduzierung der Kohleverwendung zur Energiebereitstellung in Deutschland mit Blick auf den Klimaschutz hat. Die übrigen 26,4 Prozent der Treibhausgasemissionen der Energiewirtschaft im Jahr 2017 entfallen auf die Verwendung von Erdgas, Öl und anderen fossilen Energieträgern (Abbildung 13). Deren Anteil an der Bruttostromerzeugung lag im Jahr 2018 bei 18,2 Prozent (Abbildung 14).

Handlungsfelder und Maßnahmen

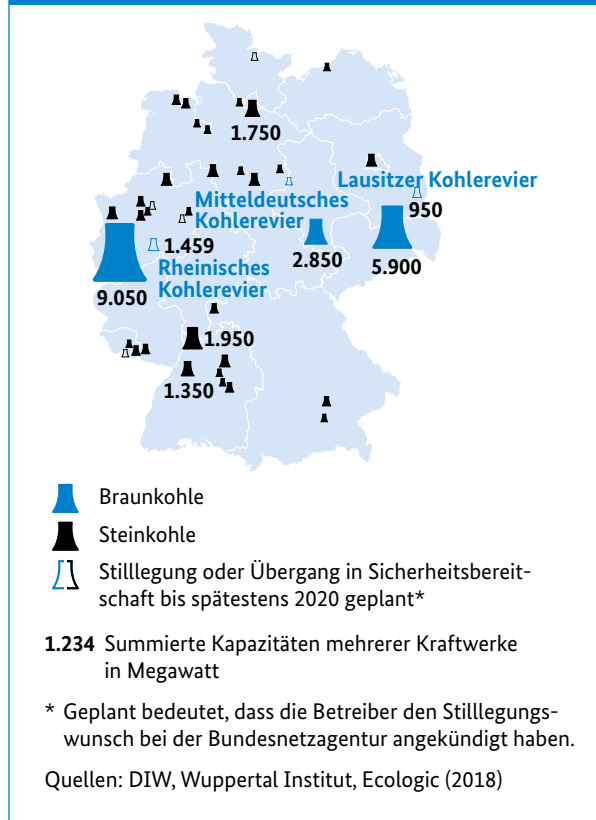
Die Bundesregierung strebt bis zum Jahr 2050 eine nahezu vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung in Deutschland an. Zentrale Handlungsfelder sind hierbei ein fortschreitender Ausbau erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich, die Steigerung der Energieeffizienz sowie die schrittweise Abkehr von fossilen Brennstoffen. Sie wirken damit sowohl auf die Energiebereitstellung als auch auf den Energieverbrauch.

Die Basis der Förderung erneuerbarer Energien in Deutschland bildet weiterhin das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Die EEG-Förderung hat in der Vergangenheit die technologische Entwicklung erneuerbarer Energien, speziell von Wind- und Solarenergie, stark vorangetrieben. Gleichzeitig konnten starke Kostensenkungen der Technologien erzielt werden. Diese wurden durch die Einführung einer wettbewerblichen Förderung auf Basis von Ausschreibungen für erneuerbare Energien im Jahre 2017 noch einmal verstärkt, sodass erneuerbare Energien heute in vielen Fällen die kostengünstigste Möglichkeit sind, Strom zu erzeugen.

62–
61 %

Laut Klimaschutzplan sollen die Treibhausgasemissionen der Energiewirtschaft bis 2030 um mindestens 62 bis 61 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 sinken.

Abbildung 15: Aktuell installierte Kapazitäten von Braun- und Steinkohlekraftwerken

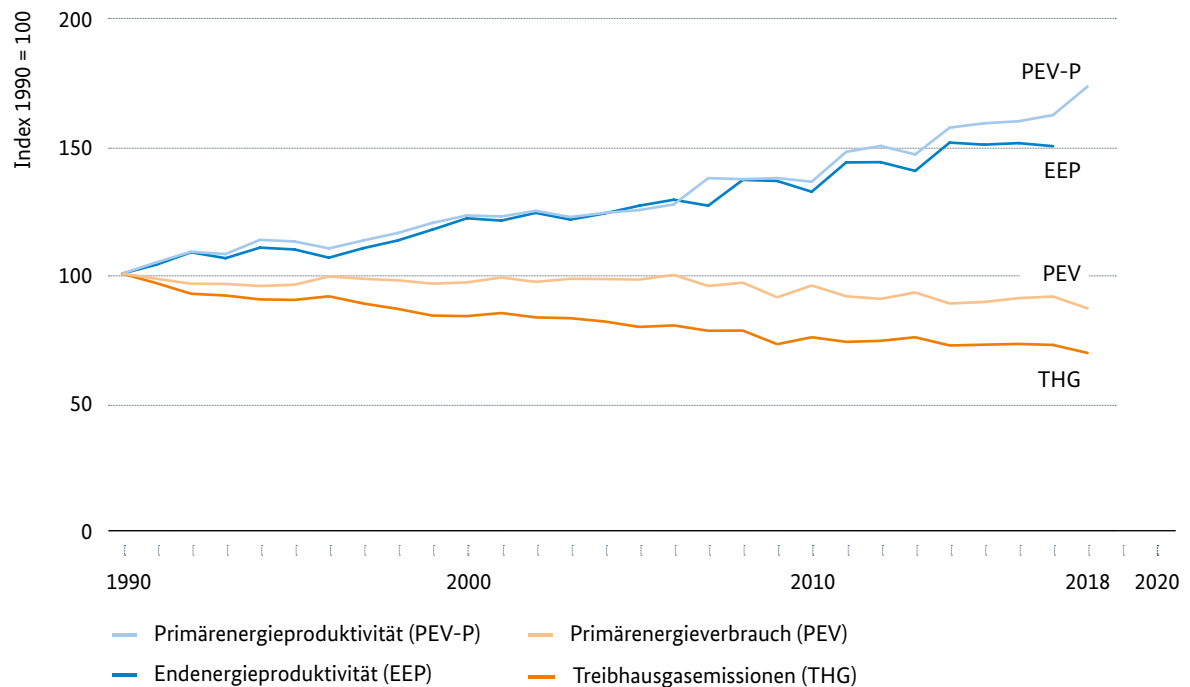


Ergänzend zu den im EEG vorgesehenen Ausbaumengen erneuerbarer Energien sieht das im Jahr 2018 verabschiedete Energiesammelgesetz Sonderausschreibungen für Wind an Land und Sonnenenergie vor. Bis zum Jahr 2021 sollen je vier Gigawatt Solaranlagen und Windenergieanlagen an Land zusätzlich ausgeschrieben werden. Zudem haben die Regierungsparteien in ihrem Koalitionsvertrag beschlossen, bis zum Jahr 2030 den Anteil erneuerbarer Energien auf 65 Prozent bezogen auf den Bruttostromverbrauch zu erhöhen.

Erneuerbare Energien werden auch im Bereich Wärme gefördert, zum Beispiel durch das Marktanzreizprogramm und Ausschreibungen für innovative KWK-Systeme (siehe Kapitel 3.6).

Trotz der bereits erzielten Fortschritte bedarf es nach Einschätzungen von Experten²⁸ eines weiter beschleunigten Ausbaus erneuerbarer Energien, vor allem von Wind- und Sonnenenergie, sowie einer besseren Integration dieser in das Energiesystem, um die gesteckten

Abbildung 16: Entkopplung von Wirtschaftswachstum, Treibhausgasemissionen und Energieproduktivität



Quelle: UBA (2019d)

Ziele (siehe Abbildung 10 in Kapitel 2.3) zu erreichen. Hierzu müssen die Optimierung und der Ausbau der Stromnetze auch mit Blick auf eine stärkere europäische Integration weiter vorangetrieben und weitere Flexibilitäten insbesondere mit Blick auf die Nachfrage angereizt werden. Zudem müssen die Sektorkopplung vorangetrieben und auch im Wärmebereich verstärkt erneuerbare Energien und emissionsarme Wärmequellen, beispielsweise Abwärme, genutzt werden.

In den vergangenen Jahren konnten insgesamt gute Fortschritte beim Ausbau erneuerbarer Energien erzielt werden, wohingegen die Verstromung von Kohle nur begrenzt zurückgegangen ist. Um bis 2030 das Sektorziel der Energiewirtschaft zu erreichen, ist neben einem beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien eine konsequente und schrittweise Reduktion der Kohleverstromung in den kommenden Jahren erforderlich.

Die Bundesregierung hat im Juni 2018 die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und

Beschäftigung“ (K-WSB) eingesetzt. Diese hatte den Auftrag, Vorschläge für eine schrittweise Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung und für eine nachhaltige und in die Zukunft gerichtete Strukturentwicklung in den von einem Kohleausstieg am meisten betroffenen Regionen zu erarbeiten. Auch sollte die Kommission Vorschläge für Maßnahmen vorlegen, um die Lücke zur Erreichung des Klimaziels für das Jahr 2020 so weit wie möglich zu reduzieren. Die Kommission hat der Bundesregierung ihre Ergebnisse am 31. Januar 2019 vorgelegt.²⁹

Ein weiteres zentrales Handlungsfeld ist die Steigerung der Energieeffizienz. Neben sauberer Strom- und Wärmeerzeugung kann so auch der Energiebedarf insgesamt reduziert werden. Das ist gerade auch vor dem Hintergrund der zunehmenden Elektrifizierung in anderen Sektoren von Bedeutung. Da Energieeinsparungen bei der Energienachfrage ansetzen, wird in den nachfolgenden Kapiteln 3.3 bis 3.6 auf die konkreten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz eingegangen.

i

Die wichtigsten Empfehlungen für einen schrittweisen Ausstieg aus der Kohleverstromung bis Ende 2038 lauten:

Bis 2022: Braun- und Steinkohlekraftwerke sollen in einem Umfang von rund 12,7 Gigawatt (knapp 5 Gigawatt Braunkohle und 7,7 Gigawatt Steinkohle) stillgelegt werden, womit Ende 2022 noch insgesamt 30 Gigawatt Kohlekraftwerke am Netz wären. (Eine Übersicht zu aktuell installierten Kapazitäten von Braun- und Steinkohlekraftwerken gibt Abbildung 15.)

Von 2023 bis 2030: Die Leistung der Kohlekraftwerke im Markt (ohne Reserven) soll auf maximal neun Gigawatt Braunkohle und acht Gigawatt Steinkohle verringert werden. Das entspricht einer zusätzlichen Stilllegung von sechs Gigawatt Braunkohle und sieben Gigawatt Steinkohle im Vergleich zu 2022.

Bis spätestens Ende 2038: Die übrigen Kapazitäten sollen stillgelegt werden. 2032 soll zudem geprüft werden, ob ein kompletter Ausstieg bereits 2035 möglich ist.

Eine Steigerung der Energieeffizienz bildet zudem die Basis für eine nachhaltigere Volkswirtschaft. Zur Messung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz dient die Energieproduktivität, 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 Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch schrittweise entkoppelt werden konnten und sich inzwischen gegenläufig entwickeln. 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 zwischen 1990 und 2017 um mehr als 60 Prozent erhöht. Ziel ist es, die Energieproduktivität bezogen auf den Endenergieverbrauch jährlich um 2,1 Prozent pro Jahr zu erhöhen (Abbildung 16).

3.3 Industrie

Emissionsentwicklung

Der Industriesektor ist nach der Energiewirtschaft der zweitgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Der Anteil der direkten Treibhausgasemissionen der Industrie, also der direkt in den Industrieanlagen entstehenden Emissionen, am gesamtdeutschen Treibhausgasausstoß betrug 22,1 Prozent im Jahr 2017. Das entspricht Emissionen in Höhe von 200,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten (Abbildung 17). Die Emissionen des Industriesektors entstehen vor allem in den energieintensiven Branchen und der industriellen Eigenstromversorgung. Rund 70 Prozent der industriellen Treibhausgase fallen in der Metallindustrie (zum Beispiel bei der Herstellung von Eisen und Stahl), bei der Herstellung mineralischer Produkte (zum Beispiel Zement) und in der chemischen Industrie (Herstellung von Grundchemikalien) an. Dabei haben die industriellen Emissionen unterschiedliche Ursachen. Rund zwei Drittel der industriellen Emissionen entstehen durch Energiebereitstellung in der Industrie (Industriefeuerung), ein weiteres Drittel der Emissionen ist prozessbedingt und entsteht bei der Produktion (Abbildung 18). Zu den prozessbedingten Treibhausgasemissionen zählen die nicht-energetische Verwendung von kohlenstoffhaltigen Energieträgern und Rohstoffen sowie die prozessbedingte Freisetzung anderer Treibhausgase als Kohlendioxid.

Neben den direkten Treibhausgasemissionen entstehen durch Fremdstrom- und Fernwärmebezug der Industrie indirekte Emissionen. Zusammen mit der selbst produzierten und verbrauchten Energie des Industriesektors ergibt sich dadurch der in Abbildung 19 aufgeschlüsselte Endenergieverbrauch. Die indirekten Emissionen werden im Energiesektor bilanziert. Eine Verbesserung der Energieeffizienz in der Industrie wirkt sich daher auch positiv auf die Emissionsbilanz der Energiewirtschaft aus.

51–
49 %

Laut Klimaschutzplan sollen die Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie bis 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 um mindestens 51 bis 49 Prozent sinken.

Zwischen 1990 und 2017 sind die Treibhausgasemissionen in der Industrie um 29,4 Prozent zurückgegangen. Nachdem die Emissionen in der Industrie bis zum Jahr 2002 kontinuierlich zurückgegangen sind, ist seitdem kein eindeutiger Trend zur Minderung zu erkennen. **Aufgrund der guten Konjunktur sind 2017 die Treibhausgasemissionen der Industrie das dritte Jahr in Folge sogar wieder gestiegen.** Nach Schätzungen sind die Treibhausgasemissionen 2018 um 1,8 Prozent auf 196 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente gesunken.

Handlungsfelder und Maßnahmen

Neben der Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen und der Integration erneuerbarer Wärme sind somit auch die komplette Umstellung von Prozessen auf klimaneutrale Verfahren sowie eine verbesserte Material- und Ressourceneffizienz zentrale Handlungsfelder, um eine weitgehende Dekarbonisierung des Sektors zu erreichen.

Um Investitionen in Energieeffizienztechnologien anzureizen und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern, existieren verschiedene Förderprogramme. Künftig soll die Förderung von Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien stärker gebündelt werden. Zentrales Förderprogramm für Industrieunternehmen ist seit Januar 2019 ein Investitionsprogramm, das die bisherigen Förderprogramme für Querschnittstechnologien, Produktionsprozesse, Energiemanagementsysteme, Abwärmenutzung und erneuerbare Wärme zusammenführt. Das weiterentwickelte wettbewerbliche Effizienzförderprogramm STEP up! ergänzt die industrielle Förderlandschaft. Darüber hinaus bestehen viele weitere Fördermaßnahmen, wie beispielsweise die Förderung für Kraft-Wärme-Kopplung durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, Forschungsförderung und Energieeffizienz-Netzwerke.

Eine weitgehende Dekarbonisierung des Industriesektors mit Zeithorizont 2050 erfordert es, neben genannten Effizienzfortschritten und dem Einsatz erneuerbarer Energien auch prozessbedingte Emissionen auf ein Minimum zu reduzieren. Die Herausforderungen bestehen insbesondere bei der Produktion von Stahl, Zement, Kalk und Nicht-Eisen-Metallen und für Teile der Grundstoffchemie. Prozessbedingte Emissionen lassen sich nur durch die Umstellung auf neue emissionsarme Produktionsverfahren reduzieren. Ein Großteil der prozessbedingten Emissionen ließe sich vermeiden, wenn neue Produktions-

Abbildung 17: Emissionsentwicklung Industrie

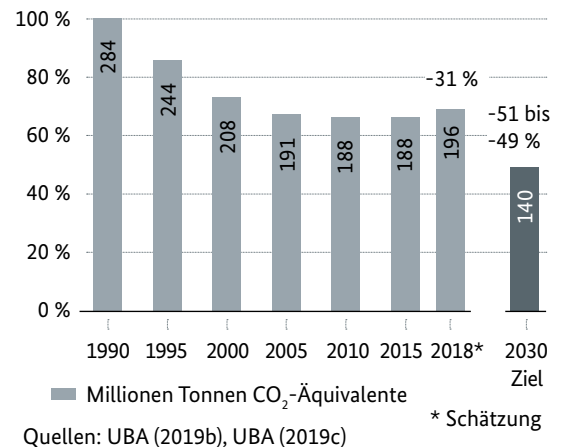
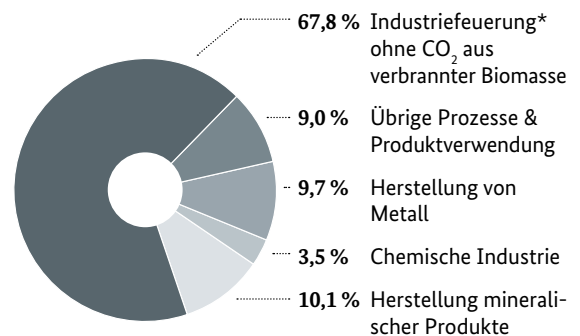


Abbildung 18: Emissionsquellen Industrie 2017

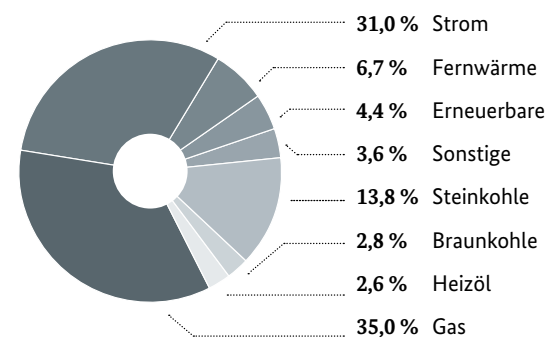


24,8 % der Industrieemissionen sind prozessbedingt.

* Verbrennungsprozesse, beispielsweise aus der Beheizung von Drehrohröfen

Quelle: UBA (2019b)

Abbildung 19: Endenergieverbrauch Industrie 2017



Quelle: BMWi (2019a)

i

Materialeffizienz und -substitution in der Industrie

Ein wesentliches Element von Klimaschutz in der Industrie ist eine Hocheffizienzstrategie zur Minderung des Ressourcen- und Energiebedarfs in der Produktion. Ressourceneffizienz umfasst hierbei neben Kosten- und Energieeffizienz als dritten Aspekt die Materialeffizienz. Unter Materialeffizienz wird das Verhältnis von Nutzen (hergestellte Produkte) zu Aufwand (eingesetztes Material) verstanden.

Eine Steigerung der Materialeffizienz und -substitution kann konkret Minderungspotenziale von Emissionen in industriellen Produktionsprozessen ausschöpfen, die bislang nicht genutzt werden konnten, und so einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Wenn emissionsintensive Grundstoffe effizienter entlang der Wertschöpfungskette eingesetzt werden, können die teilweise erheblichen Treibhausgasemissionen aus der Förderung, dem Transport, der Aufbe-

ereitung oder 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. Verbessertes Recycling kann durch eine Stärkung des Prinzips der Kreislaufwirtschaft erreicht werden. 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 verwendet werden. Innovationen der Materialwissenschaft können zudem emissionsintensive Materialien ersetzen.

Die Bundesregierung strebt eine kontinuierliche Steigerung der Material- und Ressourceneffizienz an; Indikatoren und Maßnahmen hierzu werden in dem regelmäßig fortgeschriebenen Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (aktuell: Progress II) festgehalten.

weisen eingesetzt und damit die technischen Abläufe komplett geändert würden, sodass beispielsweise Stahl nicht mehr durch die fossile Befeuerung eines Hochofens und die Reaktion mit Kokskohle erzeugt wird, sondern durch die direkte Reduktion von Eisenerz mit Wasserstoff.

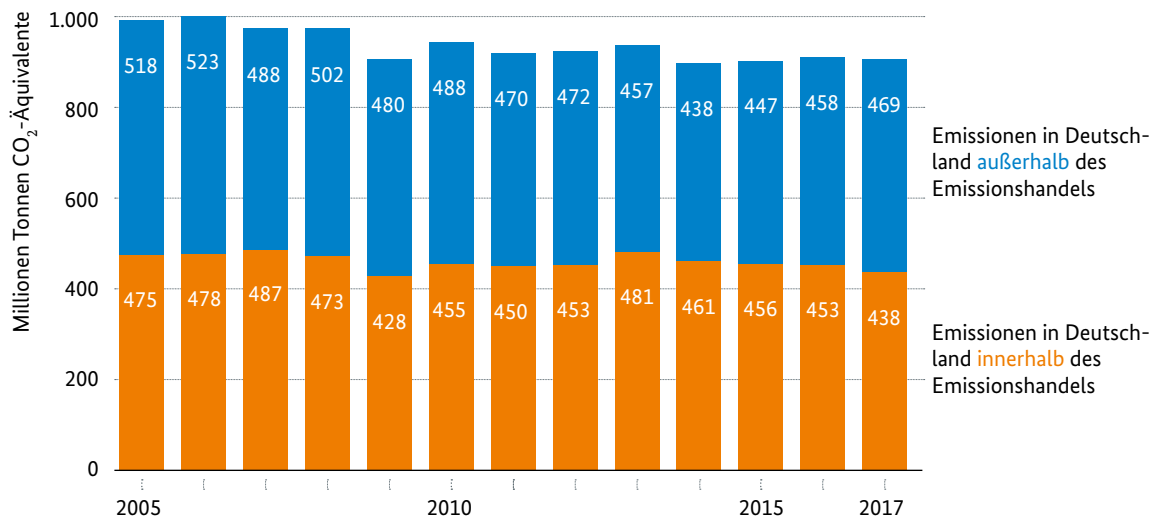
Die Industrie hat Interesse an innovativen Produktionsverfahren. Allerdings sind die Verfahren zum Teil noch nicht marktreif und zunächst, wie viele Neuheiten, teurer als bestehende emissionsintensive Technologien. Es bedarf daher staatlicher Unterstützung, um die notwendigen Investitionen in Sprunginnovationen – von Forschung und Entwicklung über Erprobung und Markteinführung bis hin zu ihrem Betrieb – zu realisieren. Hierfür sieht die Bundesregierung die Schaffung eines Förderprogramms zur Dekarbonisierung in der Industrie vor. Zudem wird in der Lausitz ein Kompetenzzentrum in der energieintensiven Industrie aufgebaut.

Energie- und klimapolitische Maßnahmen orientieren sich auch an der Wettbewerbsfähigkeit der

energieintensiven Unternehmen. Der Europäische Emissionshandel (EU-ETS) deckt etwa die Hälfte der deutschen Emissionen ab (Abbildung 20). Emissionshandlungspflichtige Industrieunternehmen müssen ihre Treibhausgasemissionen berichten und entsprechende Zertifikate erwerben und einsetzen. Besonders im internationalen Wettbewerb stehende Unternehmen erhalten übergangsweise eine kostenlose Zuteilung von Zertifikaten.

Die energieintensive Industrie profitiert 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, also die Verlagerung von Produktion und Emissionen ins Ausland, verhindert werden.

Abbildung 20: Emissionsentwicklung innerhalb und außerhalb des Emissionshandels



Die Emissionswerte im Emissionshandel zwischen 2005 und 2012 entsprechen nicht dem gegenwärtigen Rahmen des Emissionshandels.

Quellen: UBA (2019b), EEA (2018)

3.4 Abfall- und Kreislaufwirtschaft

Emissionsentwicklung

Der Anteil des Sektors Abfall- und Kreislaufwirtschaft an den klimarelevanten Gesamtemissionen in Deutschland ist mit 1,1 Prozent auch im Jahr 2017 gering. Im Jahr 2017 wurden 10,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente in dem Sektor emittiert, 2018 waren es nach ersten Schätzungen 9,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (Abbildung 21). Hierzu zählen auch Emissionen aus der Abwasserbehandlung. Insgesamt stammten 2017, wie in den Jahren zuvor, knapp 90 Prozent der gesamten Emissionen des Sektors aus Deponiegasen und der Abwasserwirtschaft (Abbildung 22).

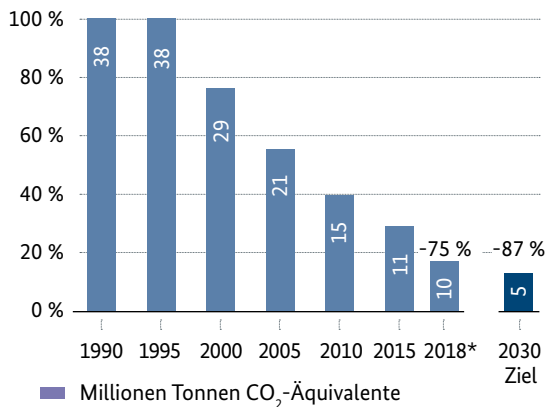
Seit Anfang der 1990er Jahre sind die Emissionen des Sektors mit 73,5 Prozent überdurchschnittlich stark gesunken. Grund hierfür sind vor allem reduzierte

Methanemissionen durch das Verbot der Deponierung unbehandelter, organisch abbaubarer Siedlungsabfälle im Jahr 2005. 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 nationale Klimabilanz ein und führen so zu deutlichen Entlastungen, also Einsparungen klimawirksamer Emissionen und fossiler Energieträger, wobei die Einsparungen dem Industrie- oder Energiesektor gutgeschrieben werden.

Handlungsfelder und Maßnahmen

Aufbauend auf dem durch die konsequente Umweltpolitik der letzten Jahre Erreichten gibt es auf nationaler und europäischer Ebene zahlreiche Bemühungen, den Klimaschutz in den Bereichen Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschutz weiter voranzubringen. Die

Abbildung 21: Emissionsentwicklung Abfallwirtschaft und Sonstige**

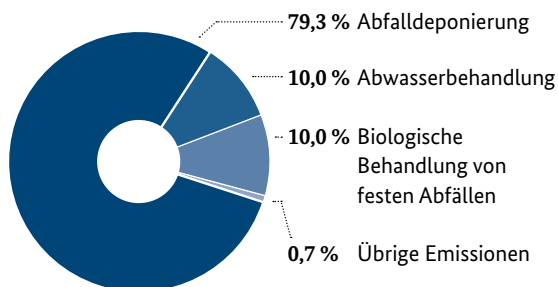


* Schätzung

** Ohne Gutschrift aus Recycling und Energieerzeugung

Quellen: UBA (2019b), UBA (2019c)

Abbildung 22: Emissionsquellen Abfallwirtschaft 2017 (ohne CO₂ aus Biomasse)



Quelle: BMWi (2019b)

Bedeutung von verstärkter Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschutz wird dabei in den nächsten Jahrzehnten auch in anderen Bereichen, wie zum Beispiel der Bauwirtschaft und der Industrie, stark zunehmen.

Das größte verbleibende technische Potenzial in der Abfallwirtschaft besteht in einer Ausweitung der Belüftung und Entgasung von Altdeponien. Diese, wie auch Maßnahmen zur Emissionsminderung in der Abwasserreinigung, werden vom BMU mittels der neuen Kommunalrichtlinie im Rahmen der NKI verstärkt

finanziell gefördert. Des Weiteren kann eine verstärkte Nutzung von Bioenergie aus Bioabfällen und anderen biogenen Abfallstoffen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Zwar würde dies nicht zu direkten Emissionsreduktionen im Abfallsektor führen, zusammen mit anderen Reststoffen wie Gülle könnte sie aber anstelle fossiler Energie genutzt werden.³⁰

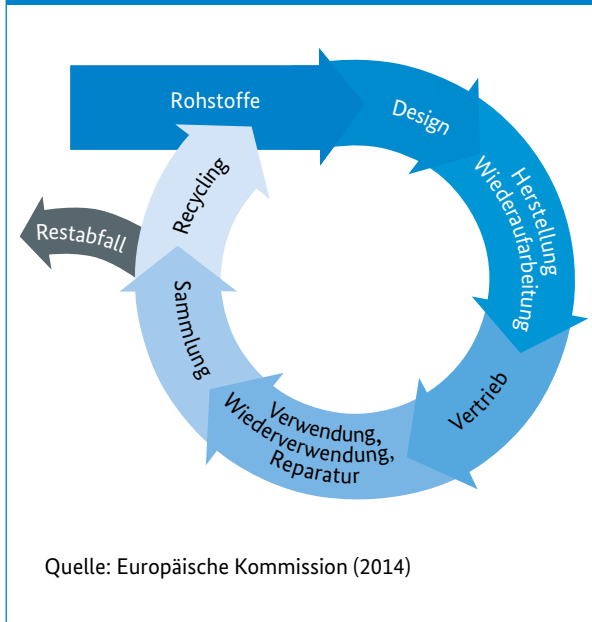
In Ergänzung zu den verbleibenden technischen Verbesserungsmöglichkeiten stellt die Abfallvermeidung einen erheblichen Hebel zur Senkung der Treibhausgasemissionen dar. Dieses Potenzial kann der Sektor allerdings nur begrenzt beeinflussen. Auf nationaler und europäischer Ebene gibt es aktuell Anstrengungen, Abfall zu vermeiden und die Kreislaufwirtschaft auszubauen.

Im Januar 2019 ist in Deutschland das Verpackungsgesetz in Kraft getreten. Es sieht insbesondere höhere Recyclingquoten für Kunststoffverpackungen vor. Die Quote der werkstofflichen Verwertung soll von heute 36 Prozent bis zum Jahr 2022 auf 63 Prozent steigen. Die Recyclingquote für Metalle soll von aktuell 60 bis 70 Prozent auf 90 Prozent steigen, für Glas von heute 75 Prozent auf ebenfalls 90 Prozent sowie für Papier von 85 auf 90 Prozent. Darüber hinaus wurde eine „Zentrale Stelle Verpackungsregister“ gegründet, die durch die Einrichtung und Verwaltung des Verpackungsregisters LUCID die Transparenz und Kontrolle beim Einsatz und bei der Entsorgung von Verpackungen verbessern soll.

Das Verpackungsgesetz ist Teil einer Gesamtstrategie zur Abfallvermeidung und verbesserten Kreislaufwirtschaft, zu der neben dem Kreislaufwirtschaftsgesetz aus dem Jahr 2012 auch der im November 2018 vom BMU vorgestellte Fünf-Punkte-Plan für weniger Plastik und die parallele Kampagne „Nein zur Wegwerfgesellschaft“ zählen. Für den Weg aus der Wegwerfgesellschaft werden darin fünf Schwerpunkte gesetzt. Überflüssiger Plastikmüll soll, wo möglich, durch den Verzicht auf Plastikverpackungen vermieden werden. Verpackungen sollen zudem umweltfreundlicher gestaltet werden, um besser recycelt werden zu können. Bis zum Jahr 2022 wird auch eine Beendigung des Einsatzes von Mikroplastik in Kosmetika angestrebt. Zudem wird die Bundesregierung mit finanziellen Mitteln einen Beitrag dazu leisten, die Vermüllung der Meere einzudämmen.

Auch die Europäische Union möchte die Kreislaufwirtschaft und den Ressourcenschutz weiter stärken (Abbil-

Abbildung 23: Konzept der Kreislaufwirtschaft



dung 23). Ergänzend zum Aktionsplan Kreislaufwirtschaft verabschiedete sie im Jahr 2018 hierzu weitere Maßnahmen. Die europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft umfasst ein Maßnahmenpaket, um bis zum Jahr 2030 alle Plastikabfälle in der EU zu recyceln. Darüber hinaus wird untersucht, wie für die 27 kritischsten in der EU genutzten Rohstoffe eine stärkere Kreislaufwirtschaft etabliert werden kann und wie Regulierungen in den Bereichen Chemie, Produktdesign und Abfallwirtschaft besser verzahnt werden können. Ein Beispiel hierfür ist auch die kontinuierliche Weiterentwicklung von Produktstandards im Rahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie.

3.5 Verkehr

Emissionsentwicklung

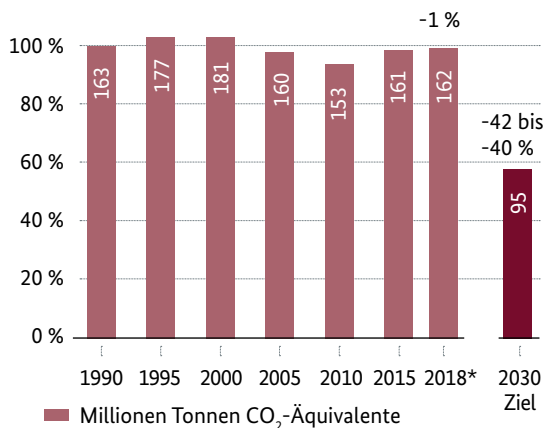
Der Trend steigender Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor hat sich auch 2017 fortgesetzt (Abbildung 24). Mit 167 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten lagen die Emissionen über denen des Referenzjahrs 1990. Der Verkehrssektor bleibt mit einem Anteil von 18,4 Prozent drittgrößter Verursacher von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Nach Schätzungen des UBA sind die Emissionen im Verkehrssektor 2018 um drei Prozent auf 162 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente leicht gesunken. Eine Erklärung könnten Preissteigerungen um sieben Prozent für Benzin und zwölf Prozent für Diesel im Vergleich zum Vorjahr sein. Die Hauptgründe für einen weiterhin hohen Treibhausgasausstoß im Verkehrssektor sind eine steigende Fahrleistung und Verkehrsleistung, die Dominanz fossiler Kraftstoffe und anhaltend hohe durchschnittliche CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen (Pkw).

Mit einem Anteil von 96 Prozent wird ein Großteil der Emissionen im Straßenverkehr verursacht, wobei knapp 61 Prozent auf Pkw zurückzuführen sind. Die übrigen vier Prozent fallen im nationalen Luftverkehr sowie im Schiffs- und Schienenverkehr an (Abbildung 25 und Abbildung 26). Der internationale Luft- und Schiffsverkehr wird für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Verkehrssektor nicht berücksichtigt. Auch die Emissionen aus dem Stromverbrauch im Verkehr werden hier nicht abgebildet, sondern nach dem Quellprinzip dem Energiesektor zugerechnet.

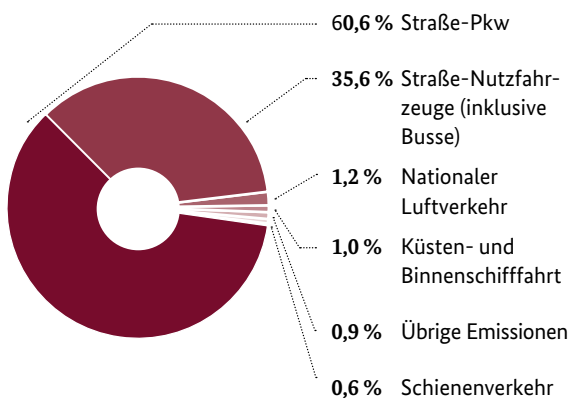
Sowohl im Güterverkehr als auch im Personenverkehr nehmen die gefahrenen Tonnen- und Personenkilometer kontinuierlich zu. Die Verkehrsleistung im Personenverkehr ist zwischen 1991 und 2016 um 38 Prozent (auf 1.251 Milliarden Personenkilometer im Jahr 2015) angestiegen.³¹ Die Fahrleistung des Personenverkehrs nahm in dem Zeitraum um 31 Prozent zu, die des Güterverkehrs um 71 Prozent.

Die Treibhausgasemissionen von Pkw hängen sowohl von der Antriebsart und dem genutzten Kraftstoff als auch von der Effizienz des Fahrzeugs ab. Der durchschnittliche spezifische CO₂-Ausstoß der jährlich in Deutschland neu registrierten Pkw lag 2017 bei 127,1 Gramm CO₂ pro Kilometer.³² Zu beachten ist, dass dieser Wert mit der Messmethode des Neuen Europäi-

Abbildung 24: Emissionsentwicklung Verkehr

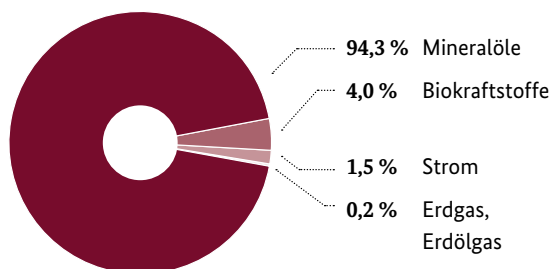


Quellen: UBA (2019b). UBA (2019c) * Schätzung

Abbildung 25: Emissionsquellen Verkehr 2017 (ohne CO₂ aus Biokraftstoffen)

Quelle: UBA (2019b)

Abbildung 26: Endenergieverbrauch Verkehr 2017



Quelle: BMWi (2019a)

schen Fahrzyklus (NEFZ) ermittelt wurde, die 2018 durch die Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure (WLTP) ersetzt wurde. Der tatsächliche CO₂-Ausstoß war entsprechend höher. Deutschland hat innerhalb der EU den zweithöchsten durchschnittlichen CO₂-Ausstoß bei Neuwagen (Abbildung 29). Die spezifischen CO₂-Emissionen des Pkw-Bestands sind seit 1995 um 14,7 Prozent³³ gesunken. Es wären jedoch deutlich größere Minderungen möglich gewesen, wenn die Verbesserungen bei der Energieeffizienz nicht durch den Trend zu größeren, schwereren und leistungsstärkeren Pkw kompensiert worden wären. Bei Luftschadstoffen wie Feinstaub, Stickstoffoxiden, flüchtigen organischen Verbindungen und Schwefeldioxid konnten im gleichen Zeitraum deutlich höhere Reduzierungen erreicht werden.

Der Umstieg von fossilen Kraftstoffen auf emissionsarme Antriebsarten nimmt langsam Fahrt auf.

Alternative Antriebsarten hatten 2018 hohe Wachstumsraten, die sich im Vergleich zum Vorjahr sogar noch gesteigert haben (Abbildung 27).³⁴ Benzin und Diesel sind mit einem Anteil von 94,7 Prozent an den Neuzulassungen allerdings weiterhin die dominierenden Antriebsarten. Damit die Elektromobilität auch in der Gesamtbilanz signifikante Emissionseinsparungen erzielen kann, ist ein möglichst treibhausgasneutraler Strommix notwendig. Batterieelektrische Fahrzeuge sind aber schon mit dem heutigen Strommix 27 Prozent weniger emissionsintensiv als mit Benzin angetriebene Pkw.³⁵

Auch Biokraftstoffe wirken sich emissionsmindernd auf die deutschen Gesamtemissionen aus: Im Jahr 2017 konnten durch ihren Einsatz 7,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart werden.³⁶ Hier ist allerdings zu beachten, dass nur die direkten Emissionen in die Berechnung der Einsparung einfließen, die etwa durch Anbau, Produktion und Transport entstehen. Gerade bei konventionellen Biokraftstoffen aus Anbau-biomasse können durch indirekte Landnutzungseffekte die Emissionen teils deutlich höher sein als bei fossilen Kraftstoffen.

Handlungsfelder und Maßnahmen

Die politischen Handlungsfelder im Verkehrssektor umfassen die Steigerung der Energieeffizienz aller Verkehrsträger, den Umstieg auf emissionsarme Antriebe und Kraftstoffe und eine Verlagerung des Verkehrs auf

Abbildung 27: Pkw-Neuzulassungen in den letzten zehn Jahren nach ausgewählten Kraftstoffarten in Deutschland

	Benzin	Diesel	Flüssiggas (LPG)*	Erdgas (CNG)*	Elektro	Hybrid	insgesamt
2008	1.695.972	1.361.457	14.175	11.896	36	6.464	3.090.040
2010	1.669.927	1.221.938	8.154	4.982	541	10.661	2.916.260
2012	1.555.241	1.486.119	11.465	5.215	3.364	21.030	3.082.504
2014	1.533.726	1.452.565	6.234	8.194	13.049	22.908	3.036.773
2016	1.746.308	1.539.596	2.990	3.240	25.154	34.252	3.351.607
2018	2.142.700	1.111.130	4.663	10.804	67.504	98.816	3.435.778
2018: Wachstum gegenüber 2017 in %	7,9 %	-16,9 %	6,0 %	190,2 %	23,9 %	78,9 %	-0,2 %
Quelle: KBA (2018)							* Einschließlich bivalent

emissionsarme Verkehrsträger wie den öffentlichen Nahverkehr, Fuß- und Fahrradverkehr sowie auf neue Mobilitätskonzepte, wie Car- oder Ridesharing.

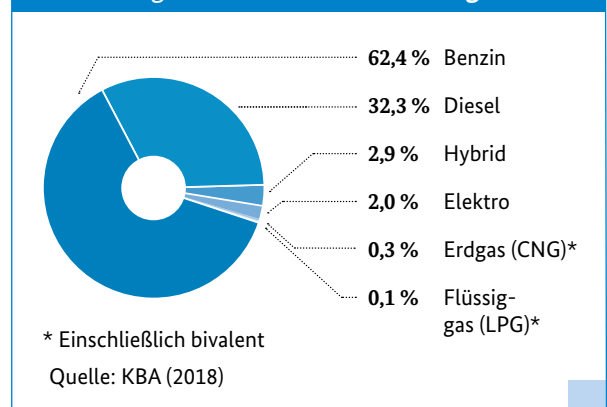
Die Bundesregierung hat im September 2018 die „Nationale Plattform Zukunft der Mobilität“ eingesetzt. Die Arbeitsgruppe 1 der Plattform sollte konkrete Maßnahmen im Verkehrssektor erarbeiten, die zur Erreichung des Klimaschutzziels der Bundesregierung im Jahr 2030 für den Verkehrssektor (Minderung um 42 bis 40 Prozent gegenüber 1990) führen. Ihren Zwischenbericht hat die Arbeitsgruppe der Bundesregierung im März 2018 vorgelegt.

Seit dem Jahr 2009 gelten für die Pkw-Hersteller in der europäischen Union Flottenzielwerte für den durchschnittlichen Ausstoß von Treibhausgasen aller Neuzulassungen. 2017 lag der Durchschnittswert in der EU bei 118,5 Gramm CO₂ pro Kilometer. Bis 2021 muss der durchschnittliche Wert bei 95 Gramm CO₂ pro Kilometer liegen. Für leichte Nutzfahrzeuge gilt ein Grenzwert von 147 Gramm CO₂ pro Kilometer bis

**42–
40 %**

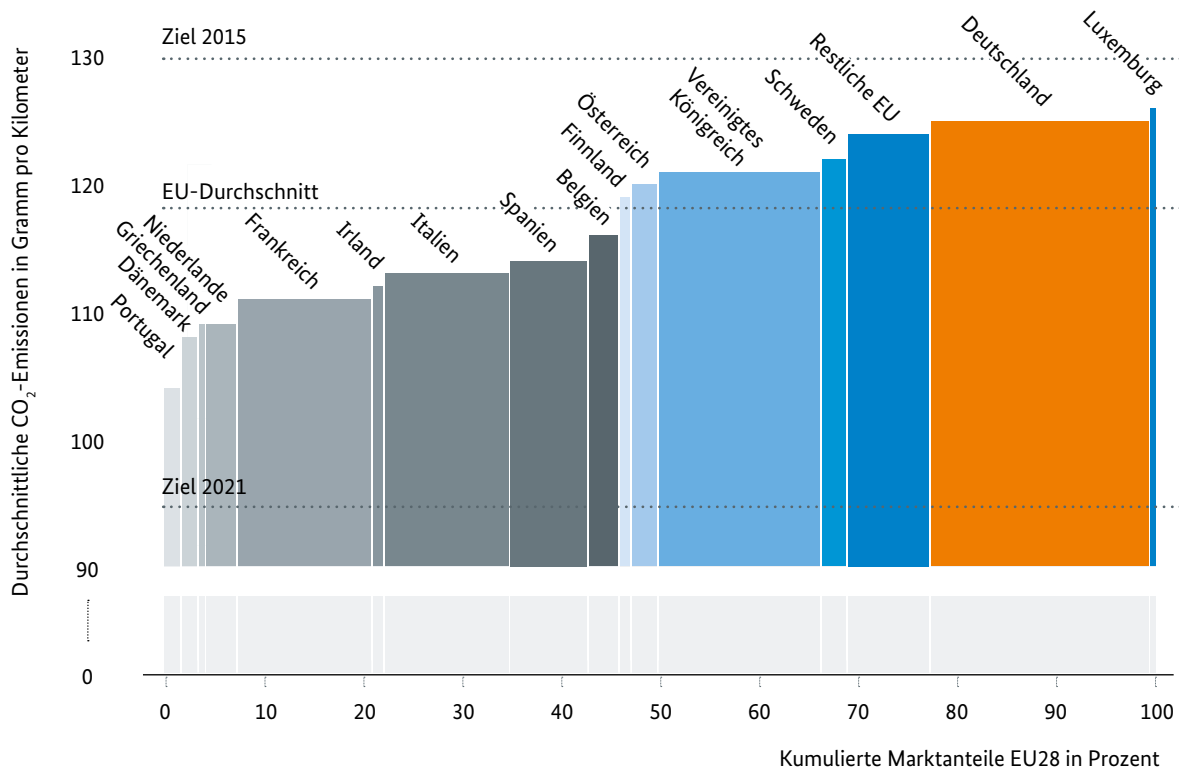
Im Verkehrssektor wird bis zum Jahr 2030 eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um mindestens 42 bis 40 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 angestrebt.

Abbildung 28: Anteil an Neuzulassungen 2018



2021. Im Dezember 2018 einigten sich der Europäische Rat und das Europäische Parlament auf Grenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge für den Zeitraum von 2021 bis 2030. Das Europäische Parlament hat der Gesetzesvorlage im März 2019 zugestimmt. Die finale Zustimmung des Ministerrates steht noch aus. Demnach soll der Ausstoß der CO₂-Emissionen bei Pkw im Vergleich zu 2021 bis 2030 um weitere 37,5 Prozent bei den Neuzulassungen gesenkt werden. Als Zwischenziel sollen europaweit die CO₂-Emissionen bei Pkw-Neuzulassungen bis 2025 um 15 Prozent gegenüber dem Jahr 2021 gesenkt werden. Für leichte Nutzfahrzeuge gilt das Ziel, den durchschnittlichen Emissionsausstoß bei Neuzulassungen bis 2030 um 31 Prozent gegenüber dem Jahr 2021 zu senken. Erstmals sollen zwischen

Abbildung 29: Durchschnittliche CO₂-Emissionen von Pkw nach Mitgliedstaat im Jahr 2017 und CO₂-Grenzwerte der Pkw-Neuzulassungen* (NEFZ)



Quellen: EEA (2018b), ICCT (2018)

* Die CO₂-Grenzwerte gelten für Hersteller.

2021 und 2030 außerdem auch Emissionsnormen bei der Neuzulassung von schweren Nutzfahrzeugen eingeführt werden. Bei Nichteinhaltung der Zielwerte drohen den Herstellern jeweils entsprechende Strafzahlungen. Um eine realistischere Messung der Emissionen neuer Pkw zu ermöglichen, wurde 2017 das Testverfahren Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ) durch das Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP) Testverfahren der Vereinten Nationen ersetzt.

Deutschland fördert den Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektromobilität. Im Dezember 2018 waren in Deutschland rund 16.100 öffentliche Ladepunkte für die Nutzer von Elektroautos verfügbar.³⁷ Schnellladepunkte, an denen mit einer Leistung von mindestens 50 Kilowatt geladen werden kann, hatten einen Anteil von 12 Prozent. Der Koalitionsvertrag sieht vor, 100.000 zusätzliche Ladepunkte bis 2020 zu installieren (siehe Kapitel 4.3).

Die Umweltverträglichkeit von Biokraftstoffen soll die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung gewährleisten. Die Verordnung legt fest, dass Biokraftstoffe nur dann als nachhaltig gelten, wenn sie im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen mindestens 50 Prozent an Treibhausgasen einsparen und für den Anbau der Pflanzen für die Biokraftstoffherstellung keine Flächen mit hohem Kohlenstoffgehalt oder hoher biologischer Vielfalt genutzt werden.

Um den Schienenverkehr in Deutschland zu fördern und gleichzeitig klimafreundlicher zu gestalten, sind im Koalitionsvertrag von März 2018 mehrere Ziele verankert. Die Zahl der Bahnkunden soll bis 2030 verdoppelt werden und die Elektrifizierung des Schienennetzes bis 2025 von 60 auf 70 Prozent gesteigert werden.

3.6 Gebäude

Emissionsentwicklung

Im Jahr 2017 entstanden 14,6 Prozent der Treibhausgasemissionen in Deutschland im Gebäudebereich. Dieser Bereich umfasst sowohl private Haushalte als auch den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD). Ein Großteil der Emissionen im Gebäudebereich entsteht durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern, vorwiegend Gas, zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser (Abbildung 31 und Abbildung 32).

Nach dem Quellprinzip werden Emissionen, die bei der Versorgung des Gebäudebereichs mit Strom und Wärme durch Unternehmen der öffentlichen Versorgung entstehen (also zum Beispiel Fernwärme), der Energiewirtschaft zugeordnet und als indirekte Emissionen bezeichnet. Berücksichtigt man neben den direkten Emissionen des Gebäudebereichs auch die indirekten Emissionen, die für die Strom- und Wärmeversorgung des Gebäudebereichs in der Energiewirtschaft anfallen, ist der Anteil des Gebäudebereichs an den Emissionen etwa doppelt so hoch und macht fast ein Drittel der Emissionen in Deutschland aus.

Zwischen 1990 und 2017 sind die Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich um 37,1 Prozent gesunken. Im Jahr 2017 betrug der Treibhausgasausstoß des Gebäudebereichs 132 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Nach ersten Schätzungen des Umweltbundesamtes belief sich der Wert für das Jahr 2018 auf 117 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Einen besonders starken Rückgang (minus 46 Prozent) gab es dabei zwischen 1990 und 2005 im GHD-Sektor. Zwischen 2005 und 2017 sind die Emissionen im GHD-Sektor nur noch leicht gesunken auf aktuell rund 50 Prozent im Vergleich zu 1990. Die Treibhausgasemissionen der Haushalte sind von 1990 bis 2017 um 29,6 Prozent zurückgegangen.

Witterungsbedingungen wirken sich deutlich auf die Gesamtemissionen aus, da die Bereitstellung von Raumwärme zu etwa zwei Dritteln für die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor verantwortlich ist. Beispielsweise trug die warme Witterung 2014 zum bemerkenswerten Rückgang der Emissionen um 20,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente im Vergleich zum Vorjahr bei. Von 2014 bis 2017 sind die Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich wieder um 12,9 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente angestiegen.

Abbildung 30: Emissionsentwicklung Gebäude

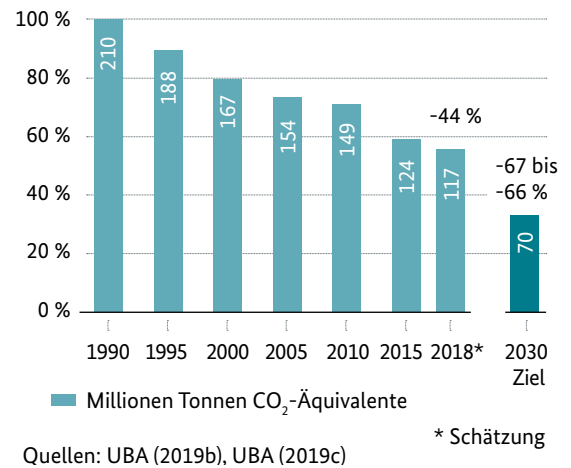


Abbildung 31: Emissionsquellen Gebäude 2017 (ohne CO₂ aus Biomasse)

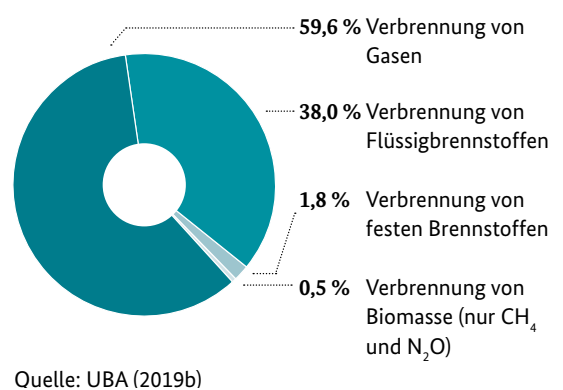


Abbildung 32: Endenergieverbrauch Gebäude 2017

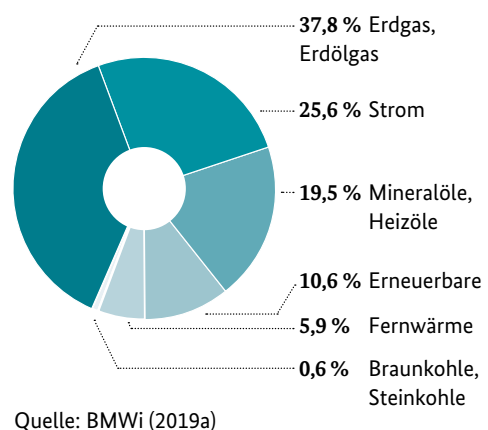
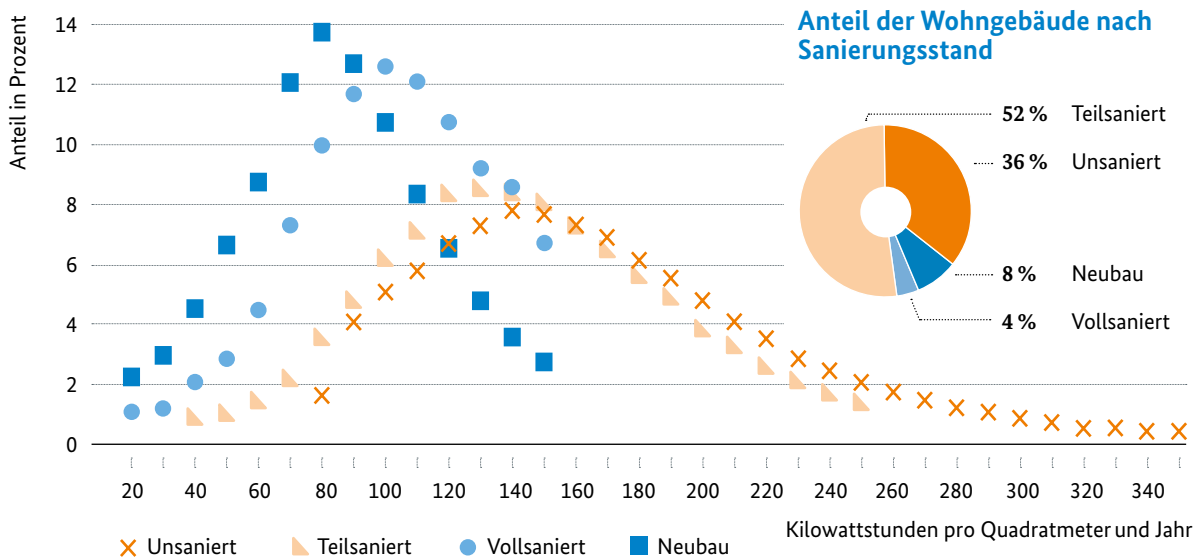


Abbildung 33: Verteilung des witterungsbereinigten Heizenergieverbrauchs nach Sanierungsstand



Zwei Drittel der Wohngebäude in Deutschland wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1979 errichtet. Ihr Energiebedarf ist daher deutlich höher als der von Gebäuden, die danach gebaut wurden. Abbildung 33 stellt die Verteilung des Heizenergieverbrauchs nach Sanierungsstand der Gebäude dar. Es wird deutlich, wie stark der Heizenergieverbrauch durch energetische Sanierung beeinflusst wird. Ein sehr hoher Anteil des Gebäudebestands hat weiterhin deutliches Potenzial, seinen Energieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen zu senken. Mit substantiellen Effizienzsteigerungen (beispielsweise durch Dämmmaßnahmen an Dach und Fenstern sowie Beseitigung von Kältebrücken) und Einbindung erneuerbarer Energien in die Heiztechnik (beispielsweise Solarthermie oder Umweltwärme) können der Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen deutlich gesenkt werden.

Politische Handlungsfelder

Die Bundesregierung strebt einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2050 an. Die Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) zeigt auf, dass dieses Ziel durch eine Kombination von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien erreichbar ist. Einer Steigerung der Energieeffizienz kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da sie Voraussetzung für den Einsatz effizienter, erneuerbarer Wärmetechnologien (beispielsweise Wärmepumpen) ist und den Bedarf an knappen Energieressourcen zur Beheizung von Gebäuden wirksam und dauerhaft begrenzen kann. Durch Energieeffizienzfortschritte im Gebäudebereich können auch Konkurrenzen mit anderen Sektoren um begrenzte Ressourcen (beispielsweise Biomasse) entschärft werden.

Gleichzeitig bestehen aktuell nicht ausreichend wirtschaftliche Anreize oder geeignete Vorschriften, um den Wandel zu einem klimaneutralen Gebäudebestand rasch genug voranzutreiben. Der Projektionsbericht 2017 zeigt auf, dass die bisher umgesetzten und geplanten Maßnahmen aus heutiger Sicht nicht ausreichen werden, um das gesetzte Sektorziel für Gebäude zu erreichen. Für das Jahr 2030 prognostiziert der Bericht auch bei Umset-

zung der ambitionierten Klimaschutzmaßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) eine verbleibende Lücke zur Erreichung des Sektorziels von bis zu 20,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Es sind daher weitere Maßnahmen nötig.

Neben der schrittweisen Weiterentwicklung der Neubaustandards ist die energetische Sanierung des Gebäudebestands zentral für ein Erreichen der Sektorziele. Eine Komplettsanierung von Gebäuden erfolgt nur in den wenigsten Fällen. Vorherrschend ist eine schrittweise Sanierung des Gebäudebestands. Daher ist es sinnvoll, hier verstärkt anzusetzen. Um die Planung und Umsetzung für die Eigentümer zu erleichtern, steht seit dem Jahr 2017 der individuelle Sanierungsfahrplan als neues Instrument zur Verfügung. Als softwaregestütztes Tool bietet er eine transparente, maßgeschneiderte Übersicht über die langfristig anstehenden Sanierungsschritte von Gebäuden.

Eine weitere Maßnahme ist das geplante „Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude“ (Gebäudeenergiegesetz). Es soll die geltenden Regelungen – das Energieeinsparungsgesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energie-Wärmegesetz (EEWärmeG) – vereinheitlichen und vereinfachen. Das Gebäudeenergiegesetz wird unter anderem den Energieeffizienzstandard (Niedrigstenergiegebäudestandard) für Neubauten festlegen, wie es die EU-Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden (EPBD) aus dem Jahr 2010 verlangt.

Bis zum März 2020 muss die Bundesregierung zudem die seit Juli 2018 wirksame Änderungsrichtlinie für die seit 2010 geltende EPBD der Europäischen Kommission umsetzen. Neben Änderungen der Anforderungen an die Gebäudetechnik verpflichtet die überarbeitete Richtlinie die EU-Mitgliedstaaten dazu, eine Renovierungsstrategie zur Unterstützung der Renovierung des nationalen Gebäudebestands vorzulegen.

**67–
66 %**

Der Klimaschutzplan der Bundesregierung sieht vor, die Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich bis zum Jahr 2030 um mindestens 67 bis 66 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 zu senken.

3.7 Landwirtschaft

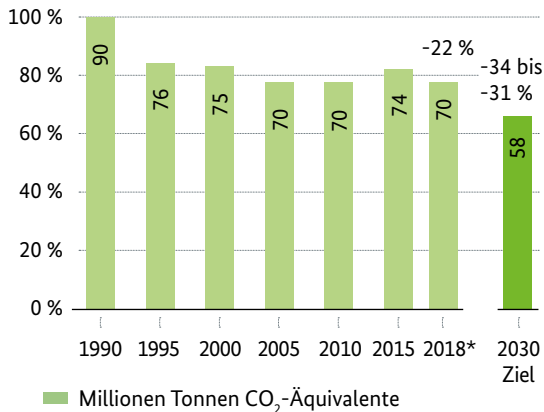
Emissionsentwicklung

Die Landwirtschaft hatte 2017 mit 73,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten einen Anteil von 8,1 Prozent an den deutschen Gesamtemissionen. Im Jahr 2018 sanken die Emissionen nach Schätzungen um 4,6 Prozent auf 69,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Insgesamt konnten die Emissionen zwischen 1990 und 2018 von 90 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten um 22,3 Prozent gesenkt werden; seit 1995 gab es allerdings nur noch leichte Fluktuationen zwischen den Jahren (Abbildung 34). Der starke Rückgang in den Jahren direkt nach dem Referenzjahr 1990 ist vor allem auf den Rückgang der Viehbestände infolge des Strukturwandels in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Weitere Reduktionen der Emissionen konnten durch die Umwelanforderungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU und ein verbessertes Düngemittelmanagement erreicht werden. Für die Bilanzierung der Emissionen des Sektors Landwirtschaft ist zu beachten, dass indirekte Emissionen, die beispielsweise durch Landnutzungsänderungen oder entwässerte Moorböden entstehen, nicht berücksichtigt werden. In die Bilanz der Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor fließt CO₂ aus der landwirtschaftlichen Nutzung organischer Böden also nicht mit ein, da diese Emissionen dem Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF, siehe Kapitel 3.8) zugerechnet werden.

Die Zusammensetzung der im Sektor zu berücksichtigenden Treibhausgase aus der Landwirtschaft unterscheidet sich stark von den anderen Sektoren. CO₂ spielt in der Bilanz nur eine untergeordnete Rolle. Der Großteil der Emissionen ist auf die extrem klimawirksamen Gase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) zurückzuführen (Abbildung 35). Methan entsteht beim Verdauungsprozess von Wiederkäuern, weshalb die Haltung von Rindern einen großen Teil der Emissionen aus der Landwirtschaft ausmacht. Lachgasemissionen entstehen ebenfalls in der Tierhaltung sowie durch stickstoffhaltige Düngemittel.

Die Landwirtschaft trägt einen bedeutenden Anteil zu den Emissionen bei, ist aber gleichzeitig von den Folgen des Klimawandels besonders betroffen. Zum Beispiel können der Anstieg der Temperaturen und die Häufung von Extremwetterereignissen die

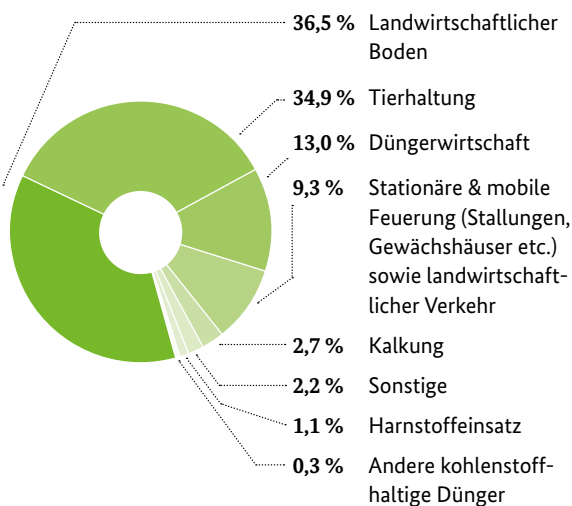
Abbildung 34: Emissionsentwicklung Landwirtschaft



* Schätzung

Quellen: UBA (2019b), UBA (2019c)

Abbildung 35: Emissionsquellen Landwirtschaft 2017 (ohne CO₂ aus Biomasse)



Quelle: UBA (2019b)

Ernteerträge stark beeinflussen. Dies wurde im Sommer 2018 infolge der hohen Temperaturen deutlich (siehe Kapitel 1.1).

Handlungsfelder und Maßnahmen

Zu den Handlungsfeldern im Sektor Landwirtschaft zählen die Erhöhung der Stickstoffeffizienz, der Erhalt der Kohlenstoffspeicherfunktion landwirtschaftlicher Böden, eine effizientere Düngung und emissionsärmere Tierproduktion. Die Ausweitung des Flächenanteils des ökologischen Landbaus leistet insbesondere durch den Verzicht auf mineralische Dünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel einen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen pro Hektar.

Im Vergleich zu den anderen Sektoren erscheint das Minderungsziel zunächst weniger hoch. Dies liegt an den eingeschränkten Möglichkeiten, die Emissionen durch technische Maßnahmen zu begrenzen. **Eine gewisse Mindestmenge an Treibhausgasemissionen lässt sich durch natürliche biologische Prozesse in Tierhaltung und Pflanzenbau nicht völlig vermeiden.** Daher muss ein Gleichgewicht herbeigeführt werden, in dem die verbleibenden Emissionen wieder von natürlichen Senken aufgenommen werden.

Die Bundesregierung strebt an, den Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland von derzeit 8,2 Prozent bis 2030 auf 20 Prozent zu erhöhen.³⁸ Der Anteil der ökologisch wirtschaftenden Betriebe lag 2017 bei 11,0 Prozent. In Deutschland werden durch das „Bundesprogramm für ökologischen Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ jährlich 17 Millionen Euro zur Verfügung gestellt. Diese ergänzen die Fördermittel, die unter der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union zur Verfügung gestellt werden.

Eine gesteigerte Effizienz der Düngung bedeutet, dass Stickstoffüberschüsse reduziert und die Stickstoffverwertung verbessert werden. Die Anforderungen an die Düngung sind in der Düngeverordnung und im Düngegesetz festgelegt, die beide 2017 novelliert wurden. Ergänzend ist die neue Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) am 1. Januar 2018 in Kraft getreten. Die verschärften Regelungen zielen vorrangig darauf ab, einen nachhaltigen und ressourceneffizienten Umgang mit Nährstoffen im Betrieb sicherzustellen und damit den Gewässerschutz und die Minderung der

**34–
31 %**

Der Klimaschutzplan der Bundesregierung sieht vor, die Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft bis zum Jahr 2030 um mindestens 34 bis 31 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 zu senken.

Treibhausgasemissionen zu befördern. Nachdem der Europäische Gerichtshof (EuGH) Deutschland im Juni 2018 wegen Überschreitung der zulässigen Grenzwerte gemäß der Europäischen Nitratrichtlinie verurteilte, legte die Bundesregierung der Europäischen Kommission im Januar 2019 Änderungsvorschläge für eine erneute Anpassung der Düngeverordnung³⁸ zur Umsetzung des Urteils vor.

i

Stickstoffmanagement

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 wurde das Thema erstmals umfassend auf die politische Agenda gesetzt. 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 Stickstoffminderung an. Das Programm soll dazu beitragen, Synergien zwischen den verschiedenen Programmen der Bundesregierung besser zu identifizieren und zu stärken.

Auf europäischer Ebene hat die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) Auswirkungen auf den Klimaschutz im Agrarsektor. Die Ausgestaltung und nationale Umsetzung der GAP beeinflusst, auf welche Weise und wie intensiv gewirtschaftet wird. Die Agrarförderung aus EU-Mitteln beläuft sich von 2014 bis 2020 auf rund 6,3 Milliarden Euro pro Jahr für Deutschland. Die erste Säule der Förderung sieht Direktzahlungen für Flächenbewirtschafter vor, die zweite Säule steht für die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums und muss mit nationalen Mitteln kofinanziert werden.

Die erste Säule hat seit der Reform der GAP im Jahr 2013 eine Ökologisierungskomponente („Greening“) festgelegt, die in die Direktzahlungen einfließt. Demnach sind etwa 30 Prozent der nationalen Direktzahlungen an verbindliche Bewirtschaftungsanforderungen geknüpft, darunter Anbaudiversifizierung, Dauergrünlanderhalt und die Einrichtung von ökologischen Vorrangflächen.

Die zweite Säule beinhaltet gezielte Maßnahmen, unter anderem zur Förderung der Umstellung auf ökologischen Landbau. Die Europäische Kommission hat im Juni 2018 Gesetzgebungsvorschläge zur Zukunft der GAP nach 2020, also für die Förderperiode von 2021 bis 2027, vorgelegt.³⁹ Diese werden derzeit im Ministerrat der Europäischen Union diskutiert.

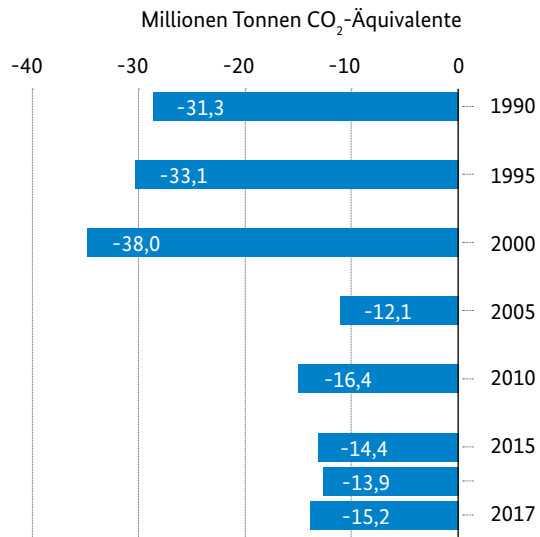
3.8 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)

Emissionsentwicklung

Der Sektor LULUCF wirkt als Senke für CO₂-Emissionen und hat 2017 eine Reduzierung der Gesamtemissionen um 15,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente bewirkt (Abbildung 36). Der LULUCF-Sektor ist für die Erreichung „negativer Emissionen“ wichtig, das heißt die Entfernung von Treibhausgasen, vor allem von CO₂, aus der Atmosphäre. Flächen können je nach Nutzung entweder Treibhausgase emittieren oder speichern (Abbildung 37). Ändert sich die Art der Landnutzung, hat dies Auswirkungen auf den nationalen Kohlenstoffhaushalt. Die Bilanz des Sektors LULUCF wird über ein Gleichgewichtsmodell berechnet, das nationale Flächen in Wald, Acker- und Grünlandflächen, Feuchtgebiete, Siedlungen und Flächen anderer Nutzung unterteilt. In Deutschland sind insbesondere Wald-, Acker- und Grünlandflächen relevant.⁴⁰ Die Wirkung des Sektors ergibt sich aus der Differenz der gespeicherten und emittierten Treibhausgase. Durch intensive Landwirtschaft hat sich die Speicherkapazität von landwirtschaftlichen Böden in Deutschland seit 1990 um mehr als die Hälfte verringert. Die Freisetzung von Treibhausgasen ist insbesondere auf die Umwandlung von Grün- in Ackerland, die landwirtschaftliche Nutzung von Ackerland und die Trockenlegung von Mooren zurückzuführen. Die Senkenleistung erbringen in Deutschland vor allem Wälder. Mitgliedstaaten der Europäischen Union sind verpflichtet, regelmäßig über die Kohlenstoffbilanz des LULUCF-Sektors Bericht zu erstatten. Zu diesem Zweck wird alle vier Jahre eine Kohlenstoffinventur durchgeführt. Zusätzliche Informationen zur Entwicklung der Wälder bietet die alle zehn Jahre in Deutschland durchgeführte Bundeswaldinventur.

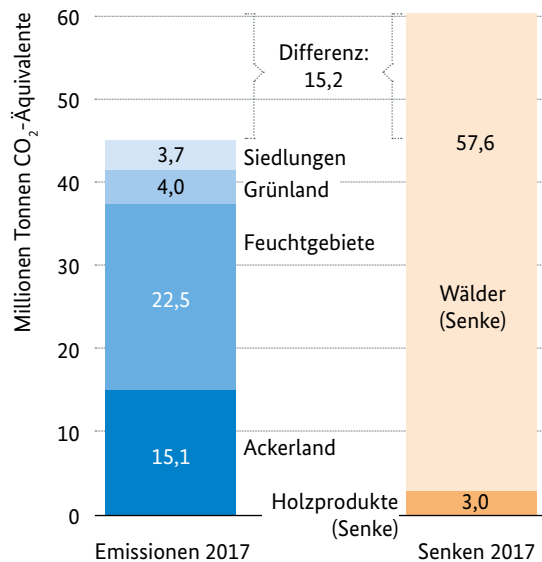
Die Emissionen aus dem LULUCF-Sektor wurden bisher nicht in die Bewertung zur Erreichung der nationalen und europäischen Klimaschutzziele einbezogen. Dies liegt sowohl an methodischen Schwierigkeiten bei der Erfassung der Speicherwirkung als auch an der Möglichkeit unvorhersehbarer äußerer Einwirkungen auf die Speicherleistung von Böden und Vegetation, zu denen unter anderem Waldbrände und Insektenbefall zählen. Die EU hat im

Abbildung 36: Emissionsentwicklung LULUCF (inklusive Senken)



Quelle: UBA (2019b)

Abbildung 37: Emissionen und Senken LULUCF 2017



Quelle: UBA (2019b)

i

Moore

Moore sind jahrtausendalte Feuchtgebiete und natürliche Kohlenstoffspeicher, die in Deutschland insbesondere im Norden und Süden vorkommen. Heute sind 90 Prozent der ursprünglich mit Mooren bedeckten Flächen in Deutschland entwässert und weit überwiegend in eine landwirtschaftliche Nutzung überführt worden. Sie befinden sich in einem degradierten Zustand. Moore können deutlich mehr CO₂-Äquivalente pro Quadratmeter speichern als zum Beispiel Wälder, wengleich letztere schneller CO₂ einspeichern können. In Mooren sind große Mengen Torf vorhanden, ein organisches Sediment,

das aus unvollständig zersetzten Pflanzenteilen besteht. Infolge von Entwässerung der Moore zersetzt sich der Torf und gibt Kohlendioxid und zu geringen Anteilen auch Lachgas frei. Deutschland ist in der EU nach Finnland trotz seines relativ geringen Mooranteils der größte Emittent von Treibhausgasen aus Mooren. Die Gesamtemission aus landwirtschaftlich genutzten Moorböden betrug im Jahr 2016 in Deutschland etwa 38 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente, also über vier Prozent der gesamten nationalen Treibhausgasemissionen⁴¹. Um diesen relativ hohen Anteil zu reduzieren, ist die Wiedervernässung von trockengelegten Moorflächen eine vordringliche Maßnahme.

Jahr 2017 beschlossen, dass die Emissionen künftig in der Zielsetzung berücksichtigt werden müssen und die Länder verpflichtet sind, den Erhalt des Sektors als Senke zu gewährleisten.

Handlungsfelder und Maßnahmen

Zu den Handlungsfeldern im Sektor LULUCF zählen der Erhalt und die Verbesserung der Senkleistung von Wäldern, die nachhaltige Bewirtschaftung und Holzverwendung, der Erhalt von Dauergrünland und Mooren sowie bodenschonende Bearbeitungsmethoden im Ackerbau. Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt gibt das Ziel vor, dass der Flächenanteil der Wälder mit natürlicher Waldentwicklung 2020 fünf Prozent der Waldfläche Deutschlands betragen soll. Im Jahr 2013 waren etwa zwei Prozent der Waldfläche dauerhaft für eine natürliche Waldentwicklung gesichert. Bis zum Beginn des Jahres 2019 ist dieser Wert auf 2,8 Prozent gestiegen.

Auf europäischer Ebene wurde im April 2018 die „Verordnung zum Abbau von Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ (LULUCF-Verordnung) vom Europäischen Parlament verabschiedet. Die Verordnung tritt Mitte 2020 in Kraft und deckt die Flächenkategorien bewirtschaftete Waldflächen, aufgeforstete Flächen, entwaldete Flächen,

bewirtschaftete Ackerflächen und bewirtschaftetes Grünland ab. Mitgliedstaaten müssen gewährleisten, dass in den Zeiträumen 2021 bis 2025 und 2026 bis 2030 die Gesamtemissionen in allen Flächenverbuchungskategorien insgesamt den Gesamtabbau von Treibhausgasemissionen nicht übersteigen. Mitgliedstaaten können als Teil eines Verbuchungssystems miteinander CO₂-Abbauwerte eintauschen. Ab spätestens 2026 sollen auch bewirtschaftete Feuchtgebiete in die Verordnung einbezogen werden.

Der Erhalt von Dauergrünland ist bereits heute Bestandteil des „Greenings“ der GAP der EU. Das bedeutet, dass etwa 30 Prozent der nationalen Obergrenzen der Direktzahlungen an eine dem Klima- und Umweltschutz förderliche Landbewirtschaftung geknüpft sind.



4. Auf dem Weg in die treibhausgasneutrale Gesellschaft



Zusammenfassung

Eine treibhausgasneutrale Zukunft ist **technisch machbar und bringt Vorteile** für Wirtschaft und Gesellschaft. Für den notwendigen Wandel spielen innovative Technologien, aber auch unser Lebensstil eine Schlüsselrolle. Viele dieser Technologien existieren bereits heute und eröffnen dem produzierenden Gewerbe in Deutschland Möglichkeiten zum **Aufbau neuer inländischer Wertschöpfungsketten**. Auf dem Weg in die treibhausgasneutrale Zukunft ist die **Modernisierung der bestehenden Infrastruktur** eine zentrale Aufgabe. Modernisierungen im Verkehr, im Gebäudesektor, in der Energieversorgung und im Bereich der Kommunikations- und Informationstechnik bergen die Chance, **Infrastrukturen frühzeitig in Einklang mit Klimaschutz und Klimavorsorge** zu bringen. Über die Hälfte der Bevölkerung in Deutschland hält das Ziel

der Treibhausgasneutralität für sehr wichtig. Durch **nachhaltiges Handeln** kann jeder Einzelne zum Klimaschutz beitragen. Auch die **Schaffung eines nachhaltigen Finanzwesens** spielt eine wichtige Rolle für die Umsetzung klimapolitischer Maßnahmen.

Viele der notwendigen **Wandlungsprozesse finden bereits heute statt**. Insgesamt ist zu erwarten, dass sich **Klimaschutzmaßnahmen positiv auf Wirtschaft und Beschäftigung auswirken**. Eine aktive und vorausschauende Klimaschutzpolitik kann Planbarkeit und **Investitionssicherheit für Unternehmen und Bürger erhöhen**. Dabei ist es entscheidend, dass Veränderungen vorausschauend von der Politik begleitet und **starke Umbrüche vermieden** werden.

4.1 Wirtschaft und Innovation

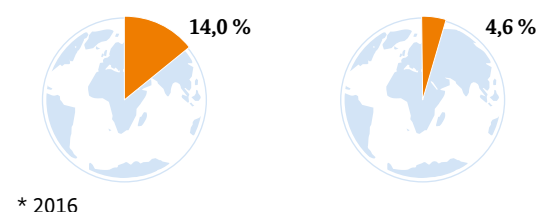
Umwelt- und Klimaschutztechnologien sind ein wichtiges Standbein der deutschen Industriegesellschaft.

Umwelttechniken und -technologien zur Steigerung der Ressourceneffizienz („GreenTech“) haben bereits heute eine hohe Bedeutung für die deutsche Wirtschaft. Der Anteil der gesamten GreenTech-Branche am Bruttoinlandsprodukt 2016 lag bereits bei 15 Prozent.⁴² Bis 2025 kann der Anstieg des Anteils der GreenTech-Branche am Bruttoinlandsprodukt auf 19 Prozent steigen, was einem jährlichen Wachstum um 8,8 Prozent entspräche. Durch die Entwicklung weiterer zukunftsweisender Technologien werden Märkte frühzeitig erschlossen und Marktpositionen verbessert. Hieraus ergeben sich zusätzliche Exportchancen für die deutsche Wirtschaft, die zum Wohlstand und zur Sicherung von Arbeitsplätzen in Deutschland beitragen.

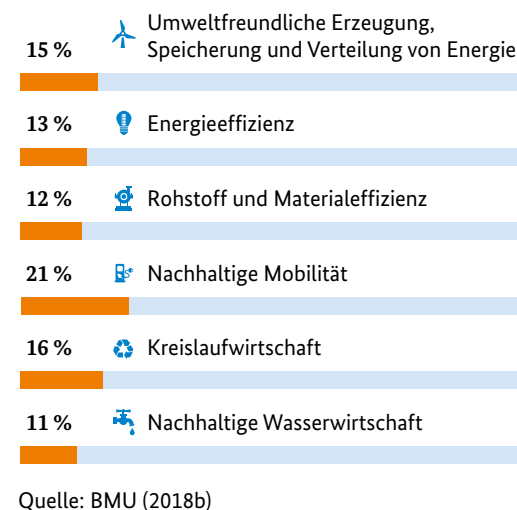
Das weltweite Marktvolumen von GreenTech lag 2016 bei mehr als 3.200 Milliarden Euro. Deutsche Firmen hatten daran einen Anteil von 14 Prozent. Im Vergleich dazu betrug der Anteil Deutschlands an der globalen Wirtschaftsleistung insgesamt 4,6 Prozent (Abbildung 38). Dies zeigt schon heute die überproportional hohe Bedeutung deutscher Umwelttechnologien auf den internationalen Märkten. Es ist davon auszugehen, dass dieser Bereich weiter an Bedeutung gewinnen wird. Auch die Anzahl der Patentanmeldungen ist ein wichtiger Indikator für die Innovationsdynamik einer Wirtschaft. Anhand der Verteilung der global gehaltenen Patente kann man erkennen, welche Länder bedeutende Technologieführer sind. Auffällig ist, dass die EU (mit Deutschland) bei den Klimaschutztechnologien mit einem globalen Anteil von 38,8 Prozent dominiert.⁴³ Deutschland hat einen Anteil von über 40 Prozent an den EU-Patenten und weist somit signifikante Spezialisierungsvorteile bei den erneuerbaren Energien sowie der rationellen Energieumwandlung und -verwendung auf.

Leitmärkte für erneuerbare Energien und Energieeffizienz sind auf Wachstumskurs. Das Marktvolumen für die klimafreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie wird sich in Deutschland von 2016 bis 2025 Prognosen zufolge von 79 auf 135 Milliarden Euro erhöhen.⁴⁴ Die größte Dynamik zeichnet sich bei den Speichertechnologien ab: Dieses Marktsegment wächst bis 2025 jahresdurchschnittlich um 15 Prozent. Das Volumen des Energieeffizienzmarktes in Deutschland belief sich 2016 auf 83 Milliarden Euro. Die

Abbildung 38: Anteil Deutschlands am globalen Umwelttechnik- und Effizienzmarkt (links) und an der globalen Wirtschaftsleistung (rechts)*



Anteil deutscher Unternehmen am globalen Umwelttechnik- und Effizienzmarkt



zunehmende Bedeutung der Energieeffizienz als zentraler Hebel zur Senkung der Treibhausgasemissionen spiegelt sich in der prognostizierten Marktentwicklung wider: Mit einem Wachstum von 9,1 Prozent pro Jahr wird sich das Marktvolumen in Deutschland bis 2025 auf 182 Milliarden erhöhen.⁴⁵

Die Umsetzung der Klimaziele hat positive Auswirkungen auf die deutsche Volkswirtschaft. Um die Sektorziele 2030 zu erreichen, sind nach der Folgenabschätzung zu den Sektorzielen des Klimaschutzplans im Auftrag des BMU zusätzliche Investitionen in Höhe von 240 bis 270 Milliarden Euro im Zeitraum 2018 bis 2030 notwendig.⁴⁶ Der ermittelte Investitionsbedarf wird durch Einsparungen infolge von Modernisierungen und Effizienzsteigerungen zu großen Teilen kompensiert. Zu den Einsparungen zählen beispielsweise niedrigere Energie-, Betriebs- und Wartungskosten sowie

niedrigere Versicherungskosten. Zudem ist insgesamt mit einem stärkeren Wirtschaftswachstum zu rechnen. Dieses ergibt sich aus dem erhöhten Investitionsniveau und dem Rückgang der Nachfrage nach importierten fossilen Energieträgern. Zusätzlich sind positive Auswirkungen auf Wertschöpfung, Bruttoinlandsproduktion und Beschäftigung zu erwarten.

„Die Wirtschaftsleistung wird 2030 um 1,1 bis 1,6 Prozent höher liegen, wenn wir in den Klimaschutz investieren.“ Jochen Flasbarth, Staatssekretär im BMU

Die Digitalisierung kann den Klimaschutz begünstigen. Durch die Digitalisierung werden bedeutsame Emissionseinsparungen in vielen Bereichen erleichtert oder sogar erst ermöglicht. Sie unterstützt beispielsweise die Sektorkopplung: Temporäre Stromüberschüsse können durch intelligente Lösungen sowohl in Industrieprozessen als auch im Verkehrssektor besser genutzt oder gespeichert werden. Intelligente Haustechnik senkt den Wärmeverbrauch, optimierte Lieferprozesse vermeiden Leerfahrten und sorgen so für weniger Kraftstoffverbrauch im Logistikbereich. Digital gesteuerte, intelligente Verkehrs- und verbesserte Informationssysteme optimieren den Verkehrsfluss und verkürzen oder vermeiden Wege (zum Beispiel bei der Parkplatzsuche). Zudem werden Dienstreisen durch den Einsatz von Telefon- und Videokonferenzen ersetzt. Gleichwohl hat der erhöhte Stromverbrauch von Servern und Rechenzentren, der ebenfalls Teil der Digitalisierung ist, auch negative Auswirkungen auf die Klimabilanz.

Geschäftsmodelle der Sharing Economy werden durch digitale Informations- und Austauschplattformen unterstützt. Diese haben das Potenzial, ein nachhaltigeres Konsumverhalten zu fördern, beispielweise durch eine optimierte Nutzung vorhandener Verkehrsmittel. In Ballungszentren kommen Sharing-Konzepte bereits vermehrt zum Einsatz und ermöglichen situative und pragmatische Entscheidungen in Bezug auf das Fortbewegungsmittel der Wahl. Durch CarSharing-Angebote können zum Beispiel Umweltbelastungen reduziert werden. Voraussetzung hierfür ist, dass beim CarSharing emissionsarme Technologien angewendet und dass andere umweltfreundliche Verkehrsträger, wie der öffentliche Nahverkehr, nicht geschwächt werden. Außerdem kann ein positiver Effekt nur erzielt

werden, wenn gleichzeitig emissionsstarke Alternativen verdrängt werden.

Klimaschutzmaßnahmen haben vielfältige Zusatznutzen. Im Energiesektor senken der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Steigerung der Energieeffizienz bereits heute die Abhängigkeit von Energieimporten wie Erdöl und Erdgas. 2015 hätten sich die Mehrausgaben für Energieimporte ohne den Ausbau erneuerbarer Energien und Energieeffizienzmaßnahmen nach Schätzungen des BMWi auf 16 bis 18 Milliarden Euro belaufen. Der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien bei der Strom- und Wärmeherzeugung oder im Verkehr trägt auch dazu bei, die Luftverschmutzung zu reduzieren und die Lärmbelastigung zu senken.

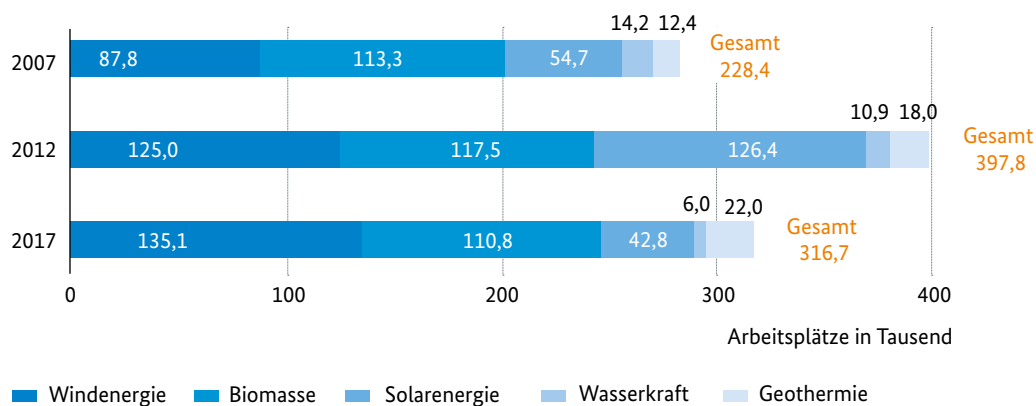
4.2 Arbeitsplätze und Strukturwandel

Klimaschutz ist schon heute ein wichtiger Jobmotor. In den letzten Jahren zeigt sich eine spürbare Verschiebung von Arbeitsplätzen aus den klassischen konventionellen Energiesektoren hin zu erneuerbaren Energien. Abbildung 39 zeigt die Entwicklung der Arbeitsplätze in diesem Sektor. 2017 waren rund 316.700 Personen im Erneuerbare-Energien-Sektor beschäftigt.⁴⁷ Seit 2011, dem beschäftigungsstärksten Jahr dieser Branche, ist die Zahl der Beschäftigten damit um 24 Prozent gesunken. Der Rückgang ist im Bereich Solarenergie auf den steigenden internationalen Wettbewerb zurückzuführen. Im Bereich Windenergie wird der Ausbau derzeit durch veränderte rechtliche Rahmenbedingungen, administrative Hürden sowie lokalen Widerstand verlangsamt. Im Erneuerbare-Energien-Sektor ist die Windkraft allerdings weiterhin Zugpferd in Deutschland mit einem Anteil von 43 Prozent der Beschäftigten.⁴⁸

In der Querschnittsbranche Umwelttechnik und Ressourceneffizienz waren 2016 rund 1,5 Millionen Menschen beschäftigt. Hierzu zählen neben den Technologien der erneuerbaren Energien die Beschäftigungsfelder Energieeffizienz, Rohstoff und Materialeffizienz, nachhaltige Mobilität, Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Wasserwirtschaft.

Insbesondere die Energieeffizienz ist ein wichtiger Jobmotor. Investitionen in die energetische Sanierung von Gebäuden beschäftigten 2016 mehr als eine halbe

Abbildung 39: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



Quelle: BMWi (2018a)

Million Menschen.⁴⁹ Weitere Beschäftigung entsteht zum Beispiel durch Effizienzdienstleistungen, wie Energieberatung, Energie-Contracting und Energiemanagement. Neue Arbeitsplätze entstehen auch durch die zunehmende Nachfrage nach energieeffizienten Produktionsverfahren in der Industrie sowie nach energieeffizienten Endprodukten, zum Beispiel Haushaltsgeräten oder Unterhaltungselektronik.

Insgesamt werden sich Klimaschutzmaßnahmen positiv auf die Beschäftigung auswirken. Einer Studie des BMU zufolge führen Klimaschutzmaßnahmen bis 2030 zu einem zusätzlichen Bedarf von 307.000 bis 427.000 Beschäftigten.⁵⁰ Deutliche Beschäftigungszuwächse sind unter anderem in den Bereichen „Handel und sonstige Dienstleistungen“ sowie „Bau- und Ausbaugewerbe“ zu erwarten. Beschäftigungsrückgänge werden hingegen in der Braunkohleindustrie (Bergbau und Kraftwerke) prognostiziert. Bei der Automobilherstellung ist mit deutlichen Verschiebungen zu rechnen. Beschäftigungsrückgängen in der konventionellen Pkw-Produktion stehen Zuwächse in der Herstellung von Pkw mit alternativen Antrieben entgegen. Diese Zuwächse ergeben sich auf Ebene der Komponentenerstellung (Elektromotor, Batterie, Steuerelektronik und Ähnliches mehr).

Der Strukturwandel muss sozialverträglich gestaltet werden. Viele der beschriebenen Wechsel zu neuen

Technologien und Arbeitsplätzen ziehen große strukturelle Folgen für die Beschäftigten nach sich. So ist beispielsweise der Wandel durch einen schrittweisen Ausstieg aus der Braunkohle in den Kohleregionen im Rheinland, dem Mitteldeutschen Revier und der Lausitz politisch zu begleiten. Zu diesem Zweck hatte die Bundesregierung am 6. Juni 2018 die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ eingesetzt, bestehend aus 28 Vertretern aus Industrie, Wirtschaft, Gewerkschaften, Umweltverbänden und den betroffenen Kohleregionen. Ziel der Kommission war es, einen Ausstiegspfad aus der Kohleverstromung inklusive Enddatum vorzuschlagen. Gleichzeitig sollten konkrete Perspektiven für neue, zukunftssichere Arbeitsplätze in den betroffenen Regionen erarbeitet und Vorschläge für eine nachhaltige und in die Zukunft gerichtete Strukturentwicklung erarbeitet werden. Die Kommission hat ihre Vorschläge in einem Abschlussbericht am 26. Januar 2019 mit breiter Mehrheit aller Beteiligten beschlossen und veröffentlicht.

„Die Empfehlungen der Kommission ‚Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung‘ senden ein sehr starkes Signal für weniger CO₂-Ausstoß, mehr neue Jobs, sichere Energieversorgung und bezahlbaren Strom.“ Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier zum Bericht der K-WSB

i

Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ zum Strukturwandel in Deutschland

Die Kohleregionen sollen finanzielle Hilfen für den Strukturwandel erhalten. Der Bund soll zusätzliche Mittel für die betroffenen Regionen, verteilt auf rund 20 Jahre, bereitstellen. Ein erheblicher Anteil der Mittel soll für Maßnahmen im Bereich Infrastrukturausbau, Wirtschafts- und Innovationsförderung sowie der Ansiedlung von Behörden und Forschungseinrichtungen bereitgestellt werden.⁵¹

Konkrete Maßnahmen zur Begleitung des Strukturwandels sollen in einem Gesetzespaket geregelt werden. Die industriellen und energiewirtschaftlichen Grundlagen der Kohleregionen sollen weiterentwickelt werden. Durch die gezielte Förderung sollen Effekte des

Kohleausstiegs auf die Beschäftigten abgedeckt und neue Beschäftigungsperspektiven entwickelt werden.

Die betroffenen Regionen sollen zu zukunftsfähigen Energieregionen weiterentwickelt werden. Der Einsatz von erneuerbaren Energien, Speichern und weiteren zukunftsweisenden Energietechnologien soll in den betroffenen Regionen verstärkt gefördert werden.

Ein besonderer Fokus soll auf der Überwindung struktureller Schwächen in der Infrastruktur liegen. Die strukturschwachen Reviere in Mitteldeutschland und der Lausitz sollen zum Beispiel durch den Bau einer Ost-West-Straßenverbindung enger verzahnt werden. Die Lausitz und das Rheinische Revier sollen Mobilitätscluster zur Erforschung klimafreundlicher, moderner Mobilität werden.⁵²

4.3 Schaffung nachhaltiger Infrastrukturen

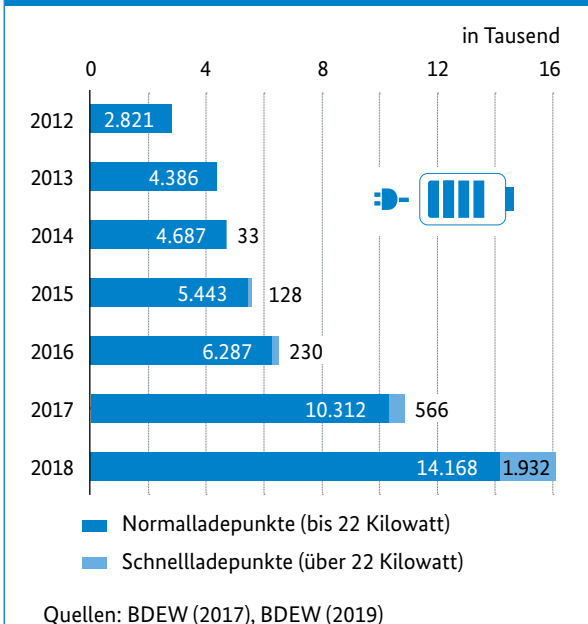
Nachhaltige Infrastrukturen sind der Schlüssel auf dem Weg in die treibhausgasneutrale Gesellschaft. In vielen Bereichen bestehen erhebliche Modernisierungspotenziale. Insbesondere öffentlich nutzbare Infrastrukturen müssen in Zukunft emissionsfreie Wirtschaften ermöglichen und gleichzeitig resilient gegenüber den Folgen des Klimawandels werden. Aufgrund der langen Investitionszyklen müssen beim Ausbau und bei der Modernisierung von Infrastrukturen schon heute Klimaschutz und Klimafolgenanpassung mitgedacht werden. Das gilt vor allem für die Bereitstellung von Energie in Strom- und Gasnetzen, für Verkehrswege sowie für Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, da diese Querschnittsinfrastrukturen in allen Sektoren Emissionseinsparungen unterstützen können. Ohnehin notwendige Modernisierungsmaßnahmen bergen die Chance, Infrastrukturen frühzeitig in Einklang mit Klimaschutz und Klimavorsorge zu bringen.

Die Energiewende stellt neue Herausforderungen an die Stromnetze. Die Entfernung zwischen den

Produktionszentren erneuerbarer Energien und den Verbrauchszentren sowie die zunehmende Nachfrage nach Strom durch den vermehrten Einsatz strombasierter Anwendungen – wie beispielsweise elektrische Wärmepumpen und Elektromobilität – erfordern die Optimierung und den Ausbau der Stromnetze. Die Bundesregierung bringt deshalb den Bau neuer Übertragungsleitungen voran. Eine Novelle des „Netzausbaubeschleunigungsgesetzes Übertragungsnetz“ soll die Genehmigungsverfahren für Netzbauvorhaben vereinfachen und beschleunigen. Das Bundeskabinett hat hierzu im Dezember 2018 einem Gesetzentwurf zugestimmt. Die Modernisierung der Verteilnetze und eine Weiterentwicklung der Steuerung von Stromnetzen sind weitere infrastrukturelle Herausforderungen.

Die Verkehrswende braucht eine moderne Infrastruktur. Für die zunehmende Elektrifizierung des Straßenverkehrs ist der Ausbau einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur von zentraler Bedeutung. Die Anzahl der Ladepunkte in Deutschland nimmt kontinuierlich zu (siehe Abbildung 40 und Kapitel 3.5). Der Ausbau der Ladeinfrastruktur konzentriert sich derzeit noch stark

Abbildung 40: Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Deutschland



Ziel der Bundesregierung ist es, 100.000 zusätzliche Ladepunkte bis 2020 zu installieren.

auf Städte. Für eine flächendeckende Ladeinfrastruktur ist der Ausbau auch in ländlichen Gebieten von hoher Bedeutung.

Für die Verlagerung von Verkehr auf die Schiene sind zudem Ausbau und Modernisierung des Schienennetzes von hoher Bedeutung (siehe Kapitel 3.5). Der aktuelle Bundesverkehrswegeplan sieht hierfür bis 2030 Investitionen in Höhe von 112,3 Milliarden Euro vor.⁵³ Auch der Anteil von Rad- und Fußverkehr an der Verkehrsleistung kann insbesondere in Ballungsgebieten gesteigert werden. Voraussetzung dafür sind ein gut ausgebautes Radverkehrsnetz, barrierefreie Fußwege und Zugänge zum öffentlichen Verkehr. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) stellte für den Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur im Jahr 2018 über 130 Millionen Euro bereit. Viele Städte und Bundesländer fördern einen modernen und emissionsfreien Verkehr mit eigenen Politikmaßnahmen.

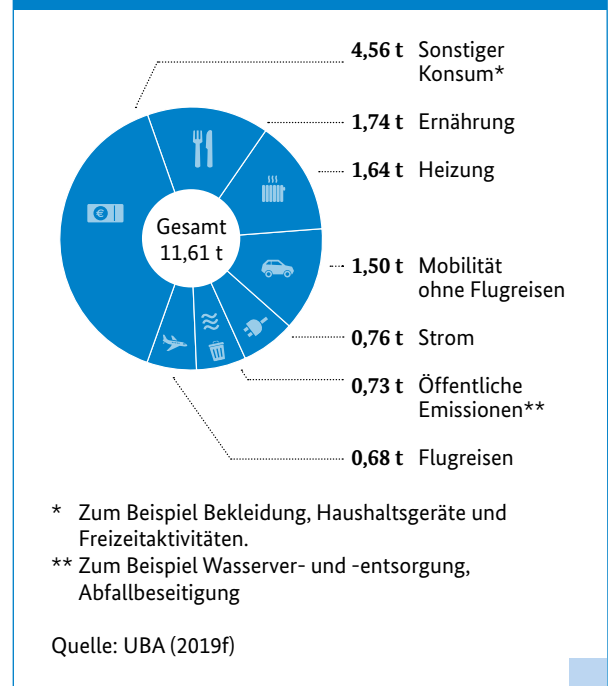
Die Digitalisierung kann die Entwicklung bedeutender Klimaschutztechnologien ermöglichen. Um die dargelegten Potenziale der Digitalisierung zu ermöglichen,

ist der Ausbau der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, inklusive einer flächendeckenden Verfügbarkeit von Mobilfunk und mobilem Internet, von hoher Bedeutung. Ein wichtiger Schritt ist die Einführung der 5G-Frequenz, die deutlich höhere Verbindungsgeschwindigkeiten erlauben würde. Die Auktion für die Ausbaurechte hat im März 2019 begonnen.

4.4 Nachhaltiger Konsum

Über die Hälfte der Bevölkerung in Deutschland 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.⁵⁴ Auch jeder Einzelne kann dazu beitragen, die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen zu senken. Beim Stromverbrauch haben Verbraucher die Möglichkeit, Ökostrom zu beziehen oder mittels der Energieverbrauchskennzeichnung die effizientesten Haushaltsgeräte zu identifizieren und zu nutzen. Auch in den Bereichen Ernährung und Transport können Verbraucher Emissionen vermeiden, zum Beispiel durch

Abbildung 41: Durchschnittliche jährliche Treibhausgasbilanz eines deutschen Bürgers



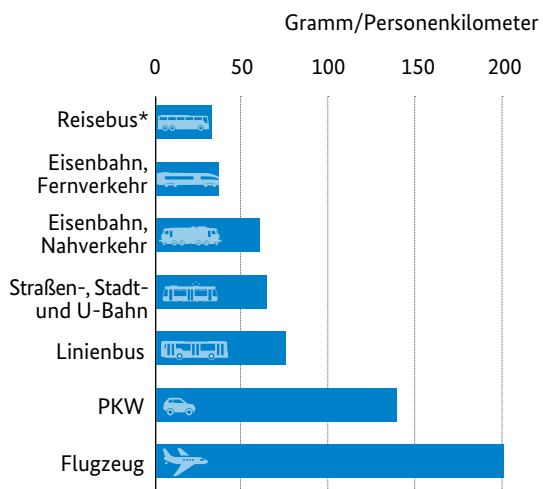
pflanzlich basierte, saisonale und regionale Ernährung oder das Vermeiden von Autofahrten und Flugreisen (siehe Abbildung 41 und 42).

Die Bundesregierung setzt Rahmenbedingungen, um nachhaltiges Handeln zu erleichtern. Mit der Verabschiedung des „Nationalen Programms für Nachhaltigen Konsum“ hat sich die Regierung 2016 das gemeinsame Ziel gesetzt, nachhaltigen Konsum aus der Nische in den Mainstream zu befördern.⁵⁵ Zu diesem Zweck werden übergreifende Handlungsansätze einer Politik für nachhaltigen Konsum definiert und konkrete Maßnahmen beschrieben. Hierzu gehören zum Beispiel der Ausbau von Informationsangeboten wie das UBA-Verbraucherportal „Umweltbewusst leben“⁴⁶ oder die verstärkte Kommunikation und Werbung für den Gebrauch von personalisierten Informationsinstrumenten wie CO₂- und Ressourcenrechnern.

Durch Kennzeichnung von Produkten werden Verbraucher besser informiert. Das freiwillige Umweltzeichen der Bundesregierung, der Blaue Engel, kennzeichnet seit 1978 die jeweils umweltfreundlichsten

Abbildung 42: Durchschnittliche Emissionen im Personenverkehr

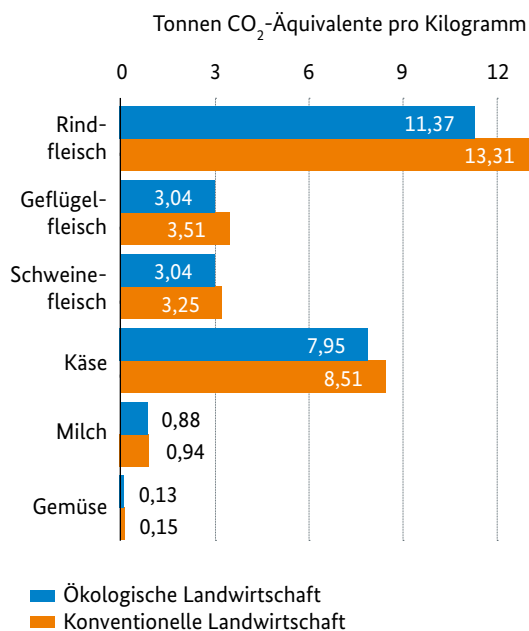
Treibhausgase als CO₂-Äquivalente – Basisjahr 2017



*Fernbusfahrten und Busreisen

Quelle: UBA (2018j)

Abbildung 43: Klimabilanz für Nahrungsmittel



Produkte aus ökologischer Landwirtschaft (jeweils obere Balken) haben insgesamt eine bessere Klimabilanz ab als Produkte aus konventionellem Anbau (jeweils untere Balken).

Die dargestellten Klimabilanzen basieren auf Lebensweganalysen der Nahrungsmittel. Die Analysen umfassen alle durch das Nahrungsmittel verursachten Treibhausgasemissionen. Diese fallen etwa bei der Erzeugung, der Weiterverarbeitung und dem Transport an.

Quelle: BMU (2016b)

Produkte und Dienstleistungen innerhalb zahlreicher Kategorien. Auch das freiwillige EU-Ecolabel, das europäische Umweltzeichen, zeichnet etliche aus Umweltsicht vergleichsweise vorteilhafte Produkte aus. Die verpflichtende Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung der EU ermöglicht es Verbrauchern, Informationen zum Beispiel zu Energieverbrauch und 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“).

4.5 Nachhaltiges Finanzwesen

Klimawandelfolgen stellen eine Bedrohung für viele Geschäftsmodelle dar. Zu den Risiken zählen wirtschaftliche Verluste durch extreme Wetterereignisse bei Unternehmen, Kreditausfälle bei Banken und eine drohende Investitionsblase im Bereich fossiler Brennstoffe. Diese Umwelt- und Klimarisiken werden in den Investitionsentscheidungen von privaten und institutionellen Anlegern und Vermögensverwaltern wie Banken, Versicherungsgesellschaften und Pensionsfonds bisher nicht systematisch berücksichtigt.

Das Finanzsystem ist in seiner jetzigen Ausprägung nicht nachhaltig. Um die globale Temperaturerhöhung auf 2 °C zu begrenzen, müssen mindestens zwei Drittel der weltweit bekannten fossilen Reserven ungenutzt bleiben. Finanzinstitute investieren allerdings weiterhin Milliardenbeträge in Kohle-, Öl- und Gasunternehmen. In Anbetracht politischer Zielsetzungen werden diese Investitionen zunehmend zum finanziellen Risiko: Infolge der Umsetzung klimapolitischer Maßnahmen könnten fossile Vermögenswerte entwertet und damit zu „Stranded Assets“ werden. Darüber hinaus verursachen extreme Wetterereignisse bereits heute jedes Jahr wirtschaftliche Verluste in Milliardenhöhe. Die Staaten des Pariser Übereinkommens haben sich deshalb in Artikel 2.1 dazu verpflichtet, die Finanzflüsse in Einklang mit einer kohlenstoffarmen und klimaresilienten Entwicklung zu bringen.

Um ein nachhaltigeres Finanzwesen zu schaffen, müssen umwelt- und klimabedingte Risiken für Vermögenswerte transparent gemacht und systematisch in die Bewertung finanzieller Anlagen einbezogen werden. Die Europäische Kommission hat deshalb einen Aktionsplan für die Finanzierung nachhaltigen Wachstums entwickelt. Der Aktionsplan verfolgt drei zentrale Ziele, die ein nachhaltiges Finanzwesen⁵⁷ stärken. Erstens sollen Kapitalflüsse auf nachhaltige Investitionen umgelenkt werden⁵⁸, um ein nachhaltiges und integratives Wachstum zu erreichen. Zweitens soll den finanziellen Risiken begegnet werden, die sich aus dem Klimawandel, der Ressourcenknappheit, der Umweltzerstörung und sozialen Problemen ergeben. Drittens sollen die Transparenz und Langfristigkeit in der Finanz- und Wirtschaftstätigkeit gefördert werden.

Erste Vorschläge für Maßnahmen zur Umsetzung dieser Ziele hat die Europäische Kommission im Mai 2018

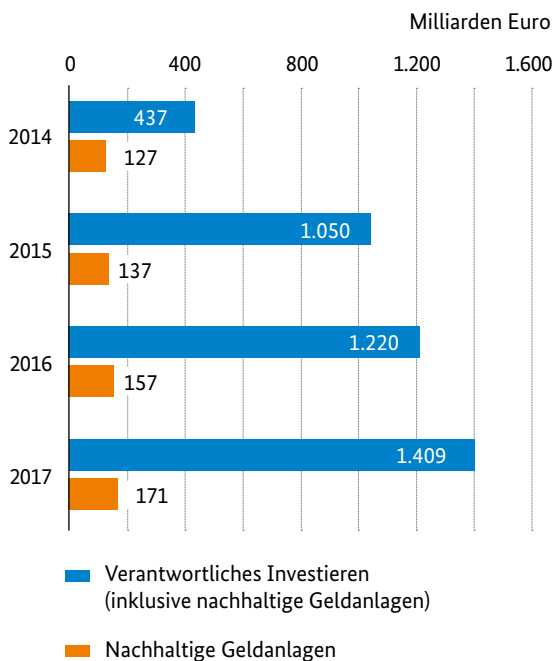
vorgelegt („Sustainable Finance Package“). Zu den Maßnahmen zählen unter anderem die Einführung eines EU-Klassifikationssystems für nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten, Offenlegungspflichten für institutionelle Anleger und Vermögensverwalter (Versicherungen, Pensionsfonds und Ähnliches mehr) im Hinblick auf die Nachhaltigkeit von Anlagen, die Einführung von Referenzwerten für geringere CO₂-Emissionen und die Verpflichtung zu einer besseren Kundenberatung in Sachen Nachhaltigkeit in der Geldanlage. Ein EU-Klassifikationssystem für nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten würde es ermöglichen, klar zu definieren, ob eine Wirtschaftstätigkeit ökologisch nachhaltig ist. Diese Definition ist bisher noch umstritten. Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen könnten Vermögensverwalter und institutionelle Anleger Umwelt-, Sozial- und Governance-Faktoren (ESG) besser in ihren Anlageentscheidungsprozess integrieren. Sie könnten besser einschätzen, welche Nachhaltigkeitsrisiken Anlagen bergen, aber auch welche Wirkung auf Umwelt und Gesellschaft sie mit sich bringen.

Die Umsetzung klimapolitischer Maßnahmen erfordert signifikante zusätzliche Investitionen. Die private Finanzwirtschaft spielt deshalb eine Schlüsselrolle für den Klimaschutz. Die derzeitigen Investitionen reichen nicht aus, um die EU-Klima- und Energieziele bis 2030 zu erreichen. Gemäß Prognosen der EU-Kommission sind in der EU zwischen 2021 und 2030 jährlich fast 180 Milliarden Euro an zusätzlichen Investitionsmitteln in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien erforderlich⁵⁹. Für die Bereiche Verkehr, Energie und Ressourcenmanagement schätzt die Europäische Investitionsbank (EIB) den jährlichen Investitionsrückstand sogar auf 270 Milliarden Euro.⁶⁰ Diese Investitions Herausforderungen übersteigen die Kapazität des öffentlichen Sektors allein. Als die wichtigsten Akteure des privaten Finanzwesens spielen Banken, Versicherungsgesellschaften und Pensionsfonds daher eine wichtige Rolle, um die Lücke für den Übergang zu einer nachhaltigeren Wirtschaft zu schließen. Das Investitionsvolumen für Geldanlagen, die als „Verant-

**180
Mrd.**

Zwischen 2021 und 2030 sind in der EU jährlich 180 Milliarden Euro an zusätzlichen Investitionsmitteln in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien erforderlich.

Abbildung 44: Volumen nachhaltiger Geldanlagen und verantwortlichen Investierens in Deutschland



bestimmte Umwelt- oder auch soziale Aspekte (zum Beispiel Produktionsbedingungen) beziehen. Mehr Transparenz in der Kundenberatung, wie im Maßnahmenpaket der EU-Kommission angestrebt, würde es Bürgern ermöglichen, gezieltere Anlageentscheidungen zu treffen.

„Die Mobilisierung privaten Kapitals für die Finanzierung nachhaltiger Investitionen ist von grundlegender Bedeutung.“ Jyrki Katainen, Vizepräsident der EU-Kommission, zuständig für Arbeitsplätze, Wachstum, Investitionen und Wettbewerbsfähigkeit

wortliches Investieren“ gelten, lag laut dem Forum Nachhaltige Geldanlagen 2017 bei 1.409 Milliarden Euro (Abbildung 44). Dies entspricht einem Anteil von nur 3,0 Prozent an den deutschen Gesamtinvestitionen.⁶¹ Zu verantwortlichen Investitionen zählen solche, die unter Berücksichtigung von ökologischen, sozialen und Governance-bezogenen Kriterien getätigt werden.

Auch private Anleger haben schon heute die Möglichkeit, ihr Geld nachhaltig anzulegen. Das Angebot an nachhaltigen Girokonten und Sparanlagen ist in den letzten Jahren deutlich gewachsen. Banken mit Nachhaltigkeitsstandards bieten ihren Kunden an, dass Gelder etwa nicht in die Rüstungs-, Atom- oder Ölindustrie fließen und dass die Nachhaltigkeit von Geschäftsfeldern bei Finanzierungsentscheidungen berücksichtigt wird. Bei nachhaltigen Geldanlagen, wie zum Beispiel Nachhaltigkeitsfonds oder Ethikfonds, investieren Anleger gezielt in Unternehmen, die bestimmte Kriterien einhalten. Diese können sich auf

5. 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.

Biokraftstoff

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 von CO₂-Bepreisung oder strengen Klimaauflagen wird industrielle Produktion in Länder verlagert, in denen keine oder geringere Klimaschutzauflagen gelten. Damit verbundene (Klimagas-)Emissionen werden damit ebenfalls ausgelagert.

CO₂-Äquivalente

Emissionen anderer Treibhausgase als Kohlendioxid (CO₂) werden zur besseren Vergleichbarkeit entsprechend ihrem globalen Erwärmungspotenzial in CO₂-Äquivalente umgerechnet (CO₂ = 1).

Dekarbonisierung

Zunehmende Nutzung kohlenstoffarmer und -freier 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.

Energieproduktivität

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

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

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 Emissionen von Unternehmen in den Sektoren 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.

Klimawirksamkeit

Grad der Klimaschädlichkeit von einem Molekül eines Treibhausgases. Die Klimawirksamkeit von Kohlendioxid dient als Richtgröße, anhand derer die Klimawirksamkeit anderer Treibhausgase definiert wird.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme in einer Stromerzeugungsanlage.

Lastenteilungsentscheidung (Englisch: Effort Sharing Decision)

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

Nachhaltige Geldanlagen

Geldanlagen, die ökologische, soziale und Governance-bezogene Aspekte (ESG-Kriterien) explizit in ihren Anlagebedingungen berücksichtigen. Sie beinhalten eine explizite, schriftlich formulierte Anlagepolitik zur Nutzung von ESG-Kriterien.

Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)

Förderprogramm des BMU für nationale Klimaschutzaktivitäten.

Plug-in-Hybrid

Alle Fahrzeuge, die zwei verschiedene Antriebe (meistens Verbrennungs- 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. 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.

Resilienz im Klimawandel

Verminderung der Verwundbarkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels sowie Erhalt und Steigerung der Transformationsfähigkeit natürlicher und gesellschaftlicher Systeme an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels.

Schadenskosten

Kosten, die zur Behebung von Klimawandelfolgen anfallen. Anpassungskosten ergeben sich im Gegensatz dazu bereits vorab, für die Vorbereitung auf erwartete Klimawandelfolgen.

Senke

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

Sustainable Development Goals

Die globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals; kurz SDGs) wurden 2015 im Rahmen der Agenda 2030 der Vereinten Nationen verabschiedet. Die 17 Ziele berücksichtigen erstmals alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Soziales, Umwelt, Wirtschaft – und bedingen einander.

Temperaturabweichung oder -anomalie

Abweichung der jährlichen Temperatur von langjährigen Temperatur-Mittelwerten, welche als Referenzzeitraum dienen. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) bezieht sich dabei auf den international gültigen Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 mit einem Bezugswert von 14,0 °C für die durchschnittliche Jahrestemperatur.

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.

Verkehrsleistung

Die Verkehrsleistung ergibt sich, wenn die Fahrleistung mit der Zahl der beförderten Personen multipliziert wird. Sie wird in Personenkilometern (pkm) oder Tonnenkilometern (tkm) gemessen. Ein Synonym für Verkehrsleistung ist Verkehrsaufwand.

Vertrauensniveau

Die Ergebnisse des IPCC beruhen auf einer Beurteilung der wissenschaftlichen Belege und deren Übereinstimmung. Das Vertrauensniveau wird in den fünf Abstufungen sehr gering, gering, mittel, hoch und sehr hoch angegeben.

Klimaschutzverordnung (Englisch: Effort Sharing Regulation)

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

6. Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGEE	Arbeitsgruppe erneuerbare Energien
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CH ₄	Methan
cm	Zentimeter
CNG	Komprimiertes Erdgas (Englisch: compressed natural gas)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Weltklimakonferenzen (Englisch: Conferences of the Parties)
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DWD	Deutscher Wetterdienst
EDGAR	Emissionsdatenbank für die globale atmosphärische Forschung (Englisch: Emission Database for Global Atmospheric Research)
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEP	Endenergieproduktivität
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EIB	Europäische Investitionsbank
EPBD	Europäische Gebäuderichtlinien (Englisch: Energy Performance of Buildings Directive)
ESG	Energieeffizienzstrategie Gebäude
EU	Europäische Union
EU-ETS	Europäischer Emissionshandel (Englisch: EU Emissions Trading System)
EU28	28 Mitgliedstaaten der Europäischen Union
EuGH	Europäischer Gerichtshof
EUKI	Europäische Klimaschutzinitiative
F-Gase	Fluorierte Treibhausgase
FKW	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
G20	Gruppe der zwanzig wichtigsten Industrie- und Schwellenländer
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik der EU
GHD	Gewerbe/Handel/Dienstleistungs-Sektor
HFKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
IKI	Internationale Klimaschutzinitiative
IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Englisch: Intergovernmental Panel on Climate Change)

KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
K-WSB	Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“
LPG	Flüssiggas (Englisch: Liquefied Petroleum Gas)
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Englisch: Land Use, Land-Use Change and Forestry)
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NAPE	Nationaler Aktionsplan für Energieeffizienz
NDCs	National festgelegte Beiträge (Englisch: Nationally Determined Contributions)
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NF ₃	Stickstofftrifluorid
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
N ₂ O	Distickstoffoxid (Lachgas)
NWE	Natürliche Waldentwicklung
PEV	Primärenergiebedarf
PEV-P	Primärenergieproduktivität
Pkw	Personenkraftwagen
ProgRess II	Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II
SF ₆	Schwefelhexafluorid
t	Tonne(n)
THG	Treibhausgas(e)
UBA	Umweltbundesamt
UNFCCC	Klimarahmenkonvention (Englisch: United Nations Framework Convention on Climate Change)
WLTP	Genormtes, EU-weites Prüfverfahren für die Typzulassung neuer Pkw (Englisch: Worldwide Harmonized Light Duty Text Procedure)

7. Endnoten

1. UBA (2019a)
2. Coumou, D. et al. (2013)
3. IPCC (2018)
4. UBA (2016), UBA (2018a)
5. Landesportal NRW (2018)
6. Bundesregierung (2015)
7. Gütschow, J. et al. (2019)/Potsdam Institute for Climate Impact Research (2019)
8. UNFCCC (2019a)
9. UNFCCC (2019b)
10. Navigant, New Climate Institute, Climate Analytics (2018)
11. Navigant, New Climate Institute, Climate Analytics (2018)
12. IPCC (2018)
13. BMZ (2018)
14. IDMC (2018)
15. Weltbank (2018a)
16. Euractiv (2019)
17. Agora Energiewende (2019)
18. EEX (2019)
19. BMU (2018a)
20. BMU (2018c)
21. Agora Energiewende (2019)
22. Europäische Kommission (2019)
23. Eigene Berechnung auf Basis von vorläufigen Zahlen von AGEB (2018)
24. Energiekonzept der Bundesregierung 2010
25. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD für die 19. Legislaturperiode, 2018, „Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land“
26. AG Energiebilanzen (2018)
27. BMU (2018a)
28. BMU (2018c)
29. BMWi (2019b)
30. Öko-Institut, Fraunhofer ISI, et al. (2019)
31. UBA (2018b)
32. UBA (2018c)
33. UBA (2018d)
34. KBA (2019)
35. BMU (2019)
36. BLE (2018)
37. BDEW (2019)
38. BMEL (2018), UBA (2018f)
39. Europäische Kommission (2018b)
40. UBA (2018g)
41. UBA (2018h)

42. BMU (2018b); Zur GreenTech-Branche zählen: umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie; Energieeffizienz; Rohstoff- und Materialeffizienz; nachhaltige Mobilität; Kreislaufwirtschaft; nachhaltige Wasserwirtschaft.
43. UBA (2018i)
44. BMU (2018b)
45. BMU (2018b)
46. BMU (2018c)
47. DIW (2019)
48. BMWi (2018b)
49. BMWi (2018c)
50. BMU (2018c)
51. Bund und Länder müssen sich noch auf einen Schlüssel für die Verteilung dieser Mittel auf die Länder einigen.
52. Der Abschlussbericht der Kommission beinhaltet eine Liste mit konkreten Projektvorschlägen der Braunkohleländer.
53. BMVI (2019)
54. BMU, UBA (2017)
55. BMU (2016a)
56. UBA (2019g)
57. Der Begriff „nachhaltiges Finanzwesen“ bezieht sich in der Regel auf die Berücksichtigung umweltbezogener und sozialer Erwägungen bei Investitionsentscheidungen, was zu mehr Investitionen in längerfristige und nachhaltige Aktivitäten führt. Bei den Umwelterwägungen geht es konkret um die Anpassung an den Klimawandel und die Abschwächung von dessen Folgen, aber auch um allgemeine Umweltaspekte und damit verbundene Risiken (zum Beispiel Naturkatastrophen).
58. Hierzu ist in Deutschland ein positiver Trend zu verzeichnen (Abbildung 44). Das Volumen von nachhaltigen Geldanlagen und verantwortlichem Investieren ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Allerdings machen nachhaltige Geldanlagen bisher weiterhin nur 3,0 Prozent des Gesamtmarktes aus (Quelle: FNG, 2018).
59. Europäische Kommission (2018c)
60. Europäische Kommission (2018c)
61. FNG (2018)

8. Literaturverzeichnis

- AGEB (2018): Pressedienst Nr. 5 2018. Energieverbrauch 2018 deutlich gesunken. www.ag-energiebilanzen.de
- AGEB (2019a): Primärenergieverbrauch. www.ag-energiebilanzen.de
- AGEB (2019b): Jahresbericht 2018. www.ag-energiebilanzen.de
- AGEE-Stat (2019): Monatsbericht zur Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung und Leistung in Deutschland. www.umweltbundesamt.de
- Agora Energiewende (2019): Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge. www.agora-energiewende.de
- BDEW (2017): Erhebung Ladeinfrastruktur. www.bdew.de
- BDEW (2019): Über 16.100 öffentliche Ladepunkte in Deutschland. www.bdew.de
- BLE (2018): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2017. www.ble.de
- BMEL (2018): Pressemitteilung Nr. 69 vom 3. Juli 2018. www.bmel.de
- BMU (2016a): Nationales Programm für Nachhaltigen Konsum. www.umweltbundesamt.de
- BMU (2016b): Konsum und Ernährung. www.umweltbundesamt.de
- BMU (2018a): Klimaschutzbericht 2018. www.bmu.de
- BMU (2018b): GreenTech made in Germany 2018. www.bmu.de
- BMU (2018c): Folgenabschätzung zu den Sektorzielen 2030 des Klimaschutzplans. www.bmu.de
- BMU (2019): Wie klimafreundlich sind Elektroautos? www.bmu.de
- BMU, UBA (2017): Umweltbewusstsein in Deutschland 2016. www.umweltbundesamt.de
- BMVI (2019): Bundesverkehrswegeplan 2030. www.bmvi.de
- BMWi (2018a): Sechster Monitoring-Bericht zur Energiewende. www.bmwi.de
- BMWi (2018b): Erneuerbare Energien in Zahlen. www.bmwi.de
- BMWi (2018c): Energieeffizienz in Zahlen. www.bmwi.de
- BMWi (2019a): Zahlen und Fakten Energiedaten. www.bmwi.de
- BMWi (2019b): Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. www.bmwi.de
- BMZ (2018): Der deutsche Beitrag zur internationalen Klimafinanzierung. www.bmz.de
- Bundesregierung (2015): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. www.bmu.de
- Coumou, D. et al. (2013): Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures.
- DEHSt (2018): Auktionierung Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen Periodischer Bericht. www.dehst.de
- DIW (2019): Ökonomische Indikatoren der Energiebereitstellung: Methode, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000-2017. www.diw.de
- DWD (2019): Regional averages DE. www.dwd.de
- EDGAR (2018): Fossil CO₂ emissions of all world countries. <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/>
- EEA (2018a): EU Emissions Trading System (ETS) data viewer. www.eea.europa.eu
- EEA (2018b): Monitoring of CO₂ emissions from passenger cars – Regulation (EC) No 443/2009. www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/co2-cars-emission-15
- EEX (2019): EU Emission Allowances. www.eex.com
- Europäische Kommission (2014): Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa. www.eur-lex.europa.eu
- Europäische Kommission (2018a): Effort sharing. www.ec.europa.eu
- Europäische Kommission (2018b): Future of the common agricultural policy. www.ec.europa.eu

- Europäische Kommission (2018c): Mitteilung der Kommission, Aktionsplan: Finanzierung nachhaltigen Wachstums. www.eur-lex.europa.eu
- Europäische Kommission (2019): EU-ETS – Versteigerung. www.ec.europa.eu
- FNG (2018): Marktbericht Nachhaltige Geldanlagen 2018. www.forum-ng.org
- ICCT (2018): European Vehicle Market Statistics. www.theicct.org
- IDMC (2018): Global Report on Internal Displacement. www.internal-displacement.org
- IPCC (2018): 1,5 °C globale Erwärmung. www.de-ipcc.de
- KBA (2018): Fahrzeugzulassungen. www.kba.de
- KBA (2019): Jahresbilanz der Neuzulassungen 2018. www.kba.de
- Landesportal NRW (2018): Erntebilanz 2018. www.land.nrw
- Navigant, New Climate Institute, Climate Analytics (2018): Climate Action Tracker. www.climateactiontracker.org
- Öko-Institut, Fraunhofer ISI, et al. (2019): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. www.oeko.de
- Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (2019): The PRIMAP-hist national historical emissions time series. <http://dataservices.gfz-potsdam.de>
- UBA (2016): Die Treibhausgase. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018a): Emissionen fluorierter Treibhausgase („F-Gase“). www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018b): Nationale Trendtabellen für die Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018b): Fahrleistungen, Verkehrsaufwand und „Modal Split“. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018c): EU: CO₂-Ausstoß von Neuwagen 2017 höher als im Vorjahr. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018d): Emissionen des Verkehrs. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018e): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2017. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018f): Ökologischer Landbau. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018g): Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018h): Umwelt und Landwirtschaft. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018i): Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2018j): Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2019a): Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2019b): Nationale Trendtabellen für die Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2019c): Zeitnahschätzung der Treibhausgasemissionen in Deutschland 2018. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2019d): Energieproduktivität. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2019e): Verteilung des Heizenergieverbrauchs nach Sanierungsstand. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2019f): CO₂-Rechner. www.uba.co2-rechner.de
- UBA (2019g): Umwelttipps für den Alltag. www.umweltbundesamt.de
- UNFCCC (2019a): Paris Agreement - Status of Ratification. <https://unfccc.int/>
- UNFCCC (2019b): NDC Registry (interim). <https://unfccc.int/>
- Weltbank (2018a): Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration. www.openknowledge.worldbank.org
- Weltbank (2018b): State and Trends of Carbon Pricing in 2018. www.openknowledge.worldbank.org

9. Datenanhänge

Datenanhang zu Abbildung 05: Globale Treibhausgasemissionen in Gigatonnen CO ₂ -Äquivalenten										
Land/Region	1850	1870	1890	1910	1930	1950	1970	1990	2010	2016
USA	0,214	0,427	1,13	2,27	2,88	4,07	6,16	6,51	7,01	6,57
EU28 ohne Deutschland	0,2939	0,527	0,887	1,373	1,633	1,996	4,17	4,47	3,887	3,432
China	0,0402	0,083	0,112	0,152	0,239	0,359	1,48	3,6	11	12,7
Russland	0,06	0,0683	0,101	0,166	0,279	0,725	2,34	3,78	2,6	2,67
Deutschland	0,0481	0,124	0,283	0,557	0,597	0,684	1,3	1,26	0,953	0,918
Indien	0,0611	0,172	0,241	0,275	0,3	0,369	0,601	1,15	2,25	2,87
Brasilien	0,00211	0,00498	0,0112	0,038	0,0446	0,1	0,337	0,606	1	1,05
Restliche Welt	0,20859	0,33372	0,5148	0,879	1,5074	2,797	7,512	11,124	15,7	16,99
Quelle: PIK (2019)										

Datenanhang zu Abbildung 11: Entwicklung der Treibhausgase nach Sektoren in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten										
Sektor	1990	2000	2005	2010	2015	2018	2020 Ziel	2030 Ziel	2040 Ziel	2050 Ziel
Energiewirtschaft	466	386	397	369	348	311		175 – 183		
Verkehr	163	181	160	153	161	162		95 – 98		
Gebäude	210	167	154	149	124	117		70 – 72		
Industrie	284	208	191	188	188	196		140 – 143		
Landwirtschaft	90	75	70	70	74	70		58 – 61		
Übrige Emissionen	38	29	21	15	11	10		5		
Summe (ohne LULUCF)	1.251	1.045	993	943	907	866				
Ziele							751	543 – 562	375	63
LULUCF (inklusive Senken)	-31	-38	-12	-16	-14					
Quellen: UBA (2019b), UBA (2019c)										

