

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Sechster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zentrale Botschaften des sechsten Monitoring-Berichts	4
1 Einleitung	6
2 Ziele der Energiewende und Indikatoren für das Monitoring	8
2.1 Zielarchitektur zur Energiewende	9
2.2 Indikatoren und Bewertungsschema	10
3 Energiewende im europäischen und internationalen Kontext	15
3.1 Europäische Energiepolitik	16
3.2 Klimaschutz im Europäischen Emissionshandel und außerhalb ...	20
3.3 Internationale Energiepolitik	24
Teil I: Quantitative Ziele der Energiewende	27
4 Erneuerbare Energien	29
4.1 Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch	30
4.2 Erneuerbare Energien im Stromsektor	31
4.3 Erneuerbare Energien im Wärmesektor	35
4.4 Erneuerbare Energien im Verkehrssektor	36
4.5 Erneuerbare-Energien-Gesetz	36
5 Energieverbrauch und Energieeffizienz	43
5.1 Primärenergieverbrauch und Primärenergieproduktivität	44
5.2 Endenergieverbrauch und Endenergieproduktivität	46
5.3 Stromverbrauch und Stromeffizienz	48
5.4 Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz	49

Zugeleitet mit Schreiben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vom 27. Juni 2018 gemäß § 63 Absatz 1 des Energiewirtschaftsgesetzes i. V. m. § 98 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes.

	Seite
6 Gebäude	63
6.1 Gebäuderelevanter Energieverbrauch	64
6.2 Primärenergiebedarf	66
6.3 Sanierung und Investitionen im Gebäudesektor	67
6.4 Energieeffizienzstrategie Gebäude und Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz im Gebäudebereich	69
7 Verkehr	77
7.1 Energieverbrauch im Verkehrssektor	78
7.2 Alternative Kraftstoffe und innovative Antriebstechnologien	81
7.3 Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger	86
7.4 Instrumentenmix im Verkehr	89
8 Treibhausgasemissionen	93
8.1 Gesamte Treibhausgasemissionen	94
8.2 Energiebedingte Treibhausgasemissionen	96
8.3 Treibhausgasemissionen und Wirtschaftsleistung	98
8.4 Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 und Klimaschutzplan 2050 ..	98
Teil II: Ziele und Rahmenbedingungen der Energiewende	101
9 Kraftwerke und Versorgungssicherheit	103
9.1 Kraftwerke	104
9.2 Versorgungssicherheit	108
9.3 Ausstieg aus der Kernenergie	110
9.4 Strommarktdesign	111
10 Bezahlbare Energie und faire Wettbewerbsbedingungen	113
10.1 Letztverbraucherausgaben für Energie.....	114
10.2 Bezahlbare Energie für private Haushalte.....	116
10.3 Bezahlbare Energie für die Industrie.....	119
10.4 Bezahlbare Energie für eine wettbewerbsfähige Wirtschaft	121
11 Umweltverträglichkeit der Energieversorgung	125
11.1 Wasser, Boden und Luft	126
11.2 Rohstoff- und Flächennutzung	128
11.3 Natur und Landschaft	129
11.4 Gesundheitseffekte	130
12 Netzinfrastuktur	133
12.1 Ausbau der Übertragungsnetze	134
12.2 Ausbau der Stromverteilernetze	136
12.3 Netzinvestitionen und Netzentgelte	137
12.4 Stabilität und Qualität der Stromnetze	138
13 Integrierte Entwicklung des Energiesystems	141
13.1 Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr	142
13.2 Digitalisierung der Energiewende	145

	Seite
14 Energieforschung und Innovationen	151
14.1 Forschung und Entwicklung	152
14.2 Innovative Energietechnologien	154
15 Investitionen, Wachstum und Beschäftigung	159
15.1 Investitionen	160
15.2 Wachstum	161
15.3 Beschäftigung	163
16 Maßnahmenübersicht	164
Quellen- und Literaturverzeichnis	187
Abkürzungsverzeichnis	189

Bildnachweis

BMI / Titel

Fotolia

Gerhard Seybert / Titel; jarik2405 / Titel

KW-Photography / S. 38; Stephan Leyk / Titel

Getty

ANDRZEJ WOJCICKI/SCIENCE PHOTO LIBRARY / S. 146

Bosca78 / S. 150; Chuanchai Pundej / EyeEm / S. 120

Digital Vision. / Titel; Drazen_ / S. 42; from2015 / S. 140

gerenme / S. 155; Henglein and Steets / S. 129

Jello5700 / S. 128; Joachim Berninger / EyeEm / S. 92

Jorg Greuel / S. 162; Luis Alvarez / S. 53

Malorny / S. 139; Martin Barraud / S. 40

Monty Rakusen / S. 102; Nikada / S. 88; Nine OK / S. 112

Richard Nowitz / S. 22; Teddi Yaeger Photography / S. 130

Tetra Images / Titel; Uwe Krejci / S. 58

Westend61 / Titel, S. 35, 73, 85, 117, 122

WLADIMIR BULGAR/SCIENCE PHOTO LIBRARY / S. 154

Yagi Studio / S. 142

Istock

AdrianHancu / S. 14; alengo / Titel; AndreyPopov / S. 114

Arsgera / S. 18; BrianAJackson / S. 99; ChrisSteer / S. 100

code6d / S. 84; deepblue4you / S. 108;

Dieter Spannkebel / S. 45; Drazen_ / Titel

Federico Rostagno / S. 62; Franck-Boston / S. 74

frentusha / S. 95; g-miner / S. 124; ismagilov / S. 12

JazzIRT / S. 68; kamisoka / S. 28; logosstock / Titel

manfredxy / Titel; metamorworks / S. 80

Meinzahn / S. 76; milanvirijevic / S. 55

Monty Rakusen / S. 48; Morsa Images / S. 158

Nastco / Titel; NicoElNino / S. 25; Nostal6ie / S. 161

Petmal / S. 127; sergeyryzhov / S. 90

Shinyfamily / S. 136; silkwayrain / S. 132

Tramino / S. 83; TommL / S. 50; ZU_09 / S. 6

Plainpicture

Elektrons 08 / S. 20

Zentrale Botschaften des sechsten Monitoring-Berichts

Die deutsche Energiewende ist eingebettet in die europäische Energiewende mit ihren anspruchsvollen Zielen für 2030 und darüber hinaus. Insbesondere das Legislativpaket „Saubere Energie für alle Europäer“ wird den europäischen Energierahmen neu gestalten. Die zu erstellenden integrierten Nationalen Energie- und Klimapläne der EU-Mitgliedstaaten sollen deutlich machen, wie die Mitgliedstaaten ihre jeweiligen nationalen Energie- und Klimaziele für das Jahr 2030 erreichen und damit zu den entsprechenden Zielen der Energieunion beitragen. Die folgenden Zahlen und Fakten zum Stand der Umsetzung ausgewählter deutscher 2020-Ziele zeigen den Grad der Herausforderung. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD weist den Weg, um entsprechende Rahmenbedingungen zu setzen.

Positiv schlägt zu Buche: Mit einem Anteil von 31,6 Prozent am Bruttostromverbrauch stammte im Jahr 2016 fast jede dritte Kilowattstunde aus erneuerbaren Energien. Im Jahr 2017 ist ein weiterer Aufwärtstrend zu verzeichnen. Zugleich führt der auf Grundlage des EEG 2017 vollzogene Paradigmenwechsel hin zu wettbewerblich ermittelten Fördersätzen zu einem deutlich kosteneffizienteren Ausbau der erneuerbaren Energien.

Jedoch ist der Primärenergieverbrauch im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr um 1,4 Prozent gestiegen. Zu dieser Entwicklung trugen auch das gute Wirtschaftswachstum und die im Vergleich zum Vorjahr kühlere Witterung bei. Zwar sind die Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) und der energiepolitischen Beschlüsse vom 1. Juli 2015 inzwischen angelaufen und beginnen ihre Wirkung zu entfalten. Die bisher erreichten jährlichen Reduktionen von durchschnittlich 0,8 Prozent seit 2008 reichen allerdings nicht aus, um das Einsparziel bis 2020 (minus 20 Prozent) zu erreichen. Insgesamt bleibt der Handlungsbedarf somit sehr hoch, um das Einsparziel so schnell wie möglich zu erreichen.

Der Endenergieverbrauch in Gebäuden ist im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr um 4,3 Prozent gestiegen. Seit 2008 ist er durchschnittlich um rund 0,8 Prozent pro Jahr gesunken. Um die Zielvorgabe einer Reduktion von 20 Prozent bis 2020 einzuhalten, müsste er in den bis 2020 verbleibenden Jahren fünfmal schneller sinken. Somit sind auch hier erhebliche weitere Anstrengungen erforderlich, um das Einsparziel so schnell wie möglich zu erreichen.

Der Endenergieverbrauch im Verkehr entwickelte sich mit einem Anstieg um 2,9 Prozent gegenüber dem Vorjahr und um 4,2 Prozent gegenüber 2005 weiterhin gegenläufig zu den Zielen des Energiekonzepts. Es ist davon auszugehen, dass die Erreichung des 2020-Ziels (minus 10 Prozent) unter den bisherigen Rahmenbedingungen erst um das Jahr 2030 herum erwartet werden kann. Erhebliche weitere Anstrengungen sind erforderlich, um so schnell wie möglich eine Trendumkehr einzuleiten.

Die Treibhausgasemissionen sind im Jahr 2016 leicht angestiegen, gegenüber 1990 aber insgesamt um 27,3 Prozent gesunken. Die Bundesregierung wird die Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 weiterhin begleiten und ihre Minderungswirkung bewerten. Sie prüft, welche ergänzenden Maßnahmen vorzunehmen sind, um das Klimaschutzziel für 2020 (minus 40 Prozent gegenüber 1990) gemäß dem Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD so schnell wie möglich zu erreichen.

Deutschlands Stromversorgung ist sicher. Die Energienachfrage in Deutschland ist jederzeit gedeckt, so dass ein hohes Maß an Versorgungssicherheit gewährleistet ist. Dazu trägt auch der europäische Strommarkt bei. Auch im internationalen Vergleich gehört Deutschland mit einer konstant sehr hohen Versorgungsqualität zur Spitzengruppe.

Die Kosteneffizienz gehört zu den Leitkriterien einer optimierten Umsetzung der Energiewende. So konnte die Kostendynamik bei den Strompreisen in den letzten Jahren spürbar abgebremst werden. War im Jahr 2016 ein Anstieg der Strompreise für Haushaltskunden um durchschnittlich 2,4 Prozent zu verzeichnen, lagen die Preise 2017 annähernd auf dem Niveau des Vorjahres. Für Industriekunden, die nicht unter Entlastungsregelungen fallen, gingen die Strompreise 2016 um 4,0 Prozent zurück.

Die Letztverbraucherausgaben für den Endenergieverbrauch sind im Jahr 2016 von 215 auf 212 Milliarden Euro gesunken. Der Anteil der Endenergieausgaben am nominalen Bruttoinlandsprodukt ging im Vergleich zum Vorjahr von 7,1 Prozent auf 6,7 Prozent zurück. Die Ausgaben für Strom sanken gemessen am Bruttoinlandsprodukt auf den niedrigsten Stand seit 2010. Die Energiekosten durch den Verbrauch importierter fossiler Primärenergieträger sind 2016 gegenüber dem Vorjahr von 54,8 auf 45,9 Milliarden Euro gefallen. Wichtigste Ursache sind die erneut deutlich gesunkenen Preise auf den globalen Rohstoffmärkten.

Für ein Gelingen der Energiewende müssen erneuerbare Energien und Stromnetzkapazitäten, auch regional, noch besser synchronisiert, der Netzausbau beschleunigt sowie die Bestandsnetze modernisiert und optimiert werden. Der beschlossene Netzausbau muss zügig umgesetzt werden. Ebenso wichtig ist, die Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz fristgerecht zu realisieren. Die Umsetzung ist mit dem Beginn der Bundesfachplanung für die großen Höchstspannungs-Gleichstrom-Leitungen SuedLink und SuedOstLink im Jahr 2017 und für A-Nord Anfang 2018 in die nächste Phase gegangen.

Die Energiewende ist Teil einer gesamtwirtschaftlichen Modernisierungsstrategie, die umfangreiche Investitionen in den Wirtschaftsstandort Deutschland auslöst. Dabei bieten auch innovative Geschäftsmodelle große Chancen. Die Energiewende hilft, Innovations- und neue Marktpotenziale zu erschließen. Dazu trägt auch die Digitalisierung der Energiewende bei. Vom Handel mit neuen, innovativen Energietechnologien profitieren viele deutsche Unternehmen. So wurden im Jahr 2016 Anlagen und Komponenten zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wert von knapp 12 Milliarden Euro exportiert. Immer wichtiger werden daher auch internationale Energiekooperationen, die politischen Austausch und die Flankierung von Wirtschaftsaktivitäten ermöglichen.

1 Einleitung



Der Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ überprüft, inwieweit die gesteckten Ziele der Energiewende mit Blick auf eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung erreicht und dazu Maßnahmen umgesetzt werden; die deutsche Energiewende ist dabei eingebettet in die europäische Energiewende mit ihren anspruchsvollen Zielen (siehe Kapitel 2 und 3). Der Monitoring-Prozess liefert die Grundlage, um bei Bedarf nachsteuern zu können. Drei Aufgaben stehen im Mittelpunkt:

Überblick: Der Monitoring-Prozess gibt einen faktenbasierten Überblick über den Fortschritt bei der Umsetzung der Energiewende. Dazu wird die Vielzahl der verfügbaren energiestatistischen Informationen auf ausgewählte Kenngrößen (Indikatoren) verdichtet und aufbereitet.

Evaluation: Im Rahmen der jährlichen Monitoring-Berichte wird anhand des Status quo bewertet, inwieweit die Ziele aus dem Energiekonzept der Bundesregierung erreicht werden und wie die Maßnahmen wirken. Bei absehbaren Zielverfehlungen schlagen zusammenfassende Fortschrittsberichte aufgrund einer mehrjährigen Datenbasis Maßnahmen vor, um Hemmnisse zu beseitigen und die Ziele zu erreichen.

Ausblick: Der Monitoring-Prozess richtet sein Augenmerk auch auf die absehbare weitere Entwicklung wichtiger Kenngrößen. Dazu machen die Fortschrittsberichte verlässliche Trends erkennbar.

Der vorliegende sechste Monitoring-Bericht dokumentiert den Stand der Energiewende für das Jahr 2016 und bewertet den Fortschritt bei der Erreichung der Ziele. Als Kernstück des Monitoring-Prozesses liefert der jährliche Monitoring-Bericht neue Fakten zur Energiewende. Der Aufbau und die Themen des aktuellen Berichts orientieren sich an der von der Bundesregierung im Dezember 2014 beschlossenen Zielarchitektur zur Energiewende.

Eingebettet in den europäischen und internationalen Zusammenhang (Kapitel 3), fasst Teil I den aktuellen Stand bei der Umsetzung der quantitativen Ziele der Energiewende in folgenden Themenfeldern zusammen:

- Fortschritt beim Ausbau der erneuerbaren Energien (Kapitel 4)
- Entwicklung von Energieverbrauch und Energieeffizienz (Kapitel 5) mit dem Fokus auf die drei Handlungsfelder Strom, Wärme und Verkehr
- Energiepolitische Ziele und Maßnahmen im Gebäudesektor (Kapitel 6) und im Verkehrsbereich (Kapitel 7)
- Entwicklung der Treibhausgasemissionen (Kapitel 8)

Teil II widmet sich weiteren Zielen und Rahmenbedingungen der Energiewende:

- Entwicklung des Kraftwerksbestands im Hinblick auf die Versorgungssicherheit, den Kernenergieausstieg sowie die Energiewendetauglichkeit (Strommarkt 2.0) (Kapitel 9)
- Bezahlbarkeit von Energie für private Haushalte und Unternehmen (Kapitel 10)
- Umweltverträglichkeit der Energieversorgung (Kapitel 11)
- Ausbau der Übertragungs- und Verteilernetze für Strom (Kapitel 12)
- Integrierte Entwicklung des Energiesystems mit Blick auf Sektorkopplung und Digitalisierung (Kapitel 13)
- Energieforschung und Innovationen (Kapitel 14)
- Zusammenhang der Energiewende mit Investitionen, Wachstum und Beschäftigung (Kapitel 15)

Am Ende des Berichts beschreibt eine tabellarische Übersicht den Umsetzungsstand der entsprechenden Maßnahmen (Kapitel 16). Ein weiteres Verzeichnis erläutert die verwendeten Abkürzungen.

Eine Kommission aus unabhängigen Energie-Experten begleitet den Monitoring-Prozess. Auf wissenschaftlicher Grundlage nimmt die Expertenkommission zu den Monitoring- und Fortschrittsberichten der Bundesregierung Stellung. Vorsitzender der Expertenkommission ist Prof. Dr. Andreas Löschel (Universität Münster). Weitere Mitglieder sind Prof. Dr. Georg Erdmann (Technische Universität Berlin), Prof. Dr. Frithjof Staiß (Zentrum für Solar- und Wasserstoffforschung) und Dr. Hans-Joachim Ziesing (AG Energiebilanzen e.V.). Die Stellungnahmen der Expertenkommission werden zusammen mit den Monitoring- und Fortschrittsberichten auf der Internetseite des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie veröffentlicht.

Der Monitoring-Prozess trägt durch die Steigerung der Transparenz zur Akzeptanz der Energiewende bei. Mit einer kontinuierlichen Berichterstattung veröffentlicht die Bundesregierung zentrale Daten zur Energiewende. Der Dialog mit der Expertenkommission und den hochrangigen Energiewende-Plattformen zu Strommarkt, Energieeffizienz, Gebäuden, Energienetzen sowie Forschung und Innovation fördert den Austausch mit Vertretern aus Ländern, Wirtschaft, Gesellschaft und Wissenschaft. Auf diese Weise können gemeinsam Lösungen und Strategien für die zentralen Handlungsfelder der Energiewende erarbeitet werden.

Die Bundesregierung berichtet darüber hinaus seit dem Jahr 2015 in jährlichen Klimaschutzberichten zu den aktuellen Trends der Treibhausgasemissionen. Der Bericht gibt Auskunft zum Stand der Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020, den aktuellen Trends und zu den Minderungswirkungen.

2 Ziele der Energiewende und Indikatoren für das Monitoring

Mit der Energiewende geht Deutschland den Weg in eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Zukunft der Energieversorgung. Kompass für die Energiewende – und damit Grundlage des Monitorings – sind das Energiekonzept der Bundesregierung, ergänzende Beschlüsse des Bundestages und europäische Vorgaben. Die nationalen

Ziele stehen dabei im Einklang mit den auf EU-Ebene beschlossenen anspruchsvollen Zielen. Das energiepolitische Zieldreieck aus Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Umweltverträglichkeit bleibt, wie der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD unterstreicht, die zentrale Orientierung der deutschen Energiepolitik.

Tabelle 2.1: Ziele auf europäischer und internationaler Ebene

Europa	Einen verlässlichen europäischen und internationalen Rahmen für mehr Klimaschutz, Erneuerbare und Energieeffizienz schaffen.
International	

Tabelle 2.2: Quantitative Ziele der Energiewende und Status quo (2016)

	2016	2020	2030	2040	2050
Treibhausgasemissionen					
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	-27,3 %*	mindestens -40 %	mindestens -55 %	mindestens -70 %	weitgehend treibhausgas-neutral -80 % bis -95 %
Erneuerbare Energien					
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	14,8 %	18 %	30 %	45 %	60 %
Anteil am Bruttostromverbrauch	31,6 %	mindestens 35 %**	mindestens 50 % EEG 2017: 40 bis 45 % bis 2025**	mindestens 65 % EEG 2017: 55 bis 60 % bis 2035	mindestens 80 %
Anteil am Wärmeverbrauch	13,2 %	14 %			
Effizienz und Verbrauch					
Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-6,5 %	-20 %	 -50 %		
Endenergieproduktivität (2008 – 2050)	1,1 % pro Jahr (2008–2016)	2,1 % pro Jahr (2008 – 2050)			
Bruttostromverbrauch (gegenüber 2008)	-3,6 %	-10 %	 -25 %		
Primärenergiebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-18,3 %	 -80 %			
Wärmebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-6,3 %	-20 %			
Endenergieverbrauch Verkehr (gegenüber 2005)	4,2 %	-10 %	 -40 %		

Quelle: eigene Darstellung BMWi 03/2018

* vorläufiger Wert für 2016

** Mit dem Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD wurde ein weiterer zielstrebig, effizienter, netzsynchroner und zunehmender marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien beschlossen. Unter diesen Voraussetzungen ist ein Anteil von etwa 65 Prozent erneuerbare Energien bis 2030 angestrebt; entsprechende Anpassungen werden vorgenommen. Sonderausschreibungen im Bereich Wind und Solarenergie sollen zum Klimaschutzziel 2020 beitragen. Die Herausforderung besteht in einer besseren Synchronisierung von erneuerbaren Energien und Netzkapazitäten.

Tabelle 2.3: Ziele und Rahmenbedingungen der Energiewende

Versorgungssicherheit	Die Energienachfrage in Deutschland jederzeit effizient decken.
Kernenergieausstieg	Die letzten Kernkraftwerke mit dem Ablauf des Jahres 2022 abschalten.
Bezahlbarkeit Wettbewerbsfähigkeit	Bezahlbarkeit von Energie erhalten und die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands sichern.
Umweltverträglichkeit	Die Energieversorgung umwelt-, klima- und naturverträglich gestalten.
Netzausbau	Netze bedarfsgerecht ausbauen und modernisieren.
Sektorkopplung Digitalisierung	Die Potenziale einer effizienten Sektorkopplung und der Digitalisierung für das Gelingen der Energiewende nutzen.
Forschung Innovation	Zukunftsweisende Innovationen für den Umbau der Energieversorgung vorantreiben.
Investitionen Wachstum Beschäftigung	Arbeitsplätze in Deutschland erhalten und ausbauen und Grundlagen für dauerhaften Wohlstand und Lebensqualität schaffen.

Quelle: eigene Darstellung BMWi 03/2018

Die EU-Ziele werden in Kapitel 3 näher beleuchtet. So sollen nach derzeitigem Verhandlungsstand bis zum Jahr 2030 die Treibhausgasemissionen EU-weit um mindestens 40 Prozent gesenkt werden, die erneuerbaren Energien einen Anteil von mindestens 27 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch erreichen und der europäische Primärenergieverbrauch um 30 Prozent reduziert werden (siehe Kapitel 3).

Teil I des Monitoring-Berichts untersucht die quantitativen Ziele der Energiewende. Wie Tabelle 2.2 zeigt, reichen diese bis zum Jahr 2050, zum Teil mit Zwischenschritten für die Jahre 2020, 2030 und 2040.

Teil II des Monitoring-Berichts behandelt weitere Ziele und Rahmenbedingungen der Energiewende. Teilweise sind für diese Themen keine quantitativen Ziele beschlossen, so dass hier auch qualitative Zielsetzungen im Vordergrund stehen (Tabelle 2.3). In Öffentlichkeit und Wissenschaft wird diskutiert, inwiefern insbesondere die Ziele zur Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit quantifiziert und die Zielerreichung durch aussagekräftige Leitindikatoren überprüft werden können (siehe z. B. EWK 2017). Grundsätzlich sind Ansätze zu begrüßen, den Stand der Umsetzung der Energiewende in der gebotenen Mehrdimensionalität sichtbar zu machen. Allerdings ist in der Debatte um eine Quantifizierung der genannten Ziele noch kein hinreichender Konsens erreicht. Auch vor diesem Hintergrund untersucht Teil II des Berichts die genannten Ziele weiterhin nicht anhand eines einzigen bzw. leitenden Indikators, sondern mit ver-

schiedenen Indikatoren, die in der Zusammenschau ein angemessenes Bild der Zielerreichung ergeben und der Komplexität der Themen Rechnung tragen. Das BMWi hat im Jahr 2016 ein Forschungsvorhaben mit dem Titel „Definition und Monitoring der Versorgungssicherheit an den europäischen Strommärkten von 2017 bis 2019“ in Auftrag gegeben. Die Auftragnehmer beschäftigen sich unter anderem mit der Definition aussagekräftiger Indikatoren und Schwellenwerte, die für die Messung und Bewertung der Versorgungssicherheit am Strommarkt geeignet sind (siehe Kapitel 9).

2.1 Zielarchitektur zur Energiewende

Die Zielarchitektur strukturiert die Einzelziele der Energiewende. Mit dem ersten Fortschrittsbericht zur Energiewende wurde eine Zielarchitektur zur Energiewende vom Kabinett beschlossen (siehe Abbildung 2.1). Diese Zielarchitektur strukturiert und priorisiert die Einzelziele des Energiekonzepts, wobei verschiedene Zielebenen unterschieden werden:

Die politischen Ziele bilden den Rahmen für den Umbau der Energieversorgung. Sie umfassen:

- die Klimaziele, einschließlich einer Senkung der Treibhausgasemissionen um 40 Prozent bis zum Jahr 2020 und danach,

- den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung bis zum Jahr 2022 sowie
- die Sicherstellung von Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit.

Die **Kernziele** beschreiben die zentralen Strategien des Energiekonzepts, mit denen die Energiewende vorangebracht werden soll. Dies sind der Ausbau erneuerbarer Energien und die Senkung des Primärenergieverbrauchs bzw. die Steigerung der Energieeffizienz. Beide Kernziele werden durch Steuerungsziele für die drei Handlungsfelder Strom, Wärme und Verkehr konkretisiert. Die **Steuerungsziele** und die **zugehörigen Maßnahmen** werden so aufeinander abgestimmt, dass die übergeordneten Ziele durch eine integrierte Betrachtung möglichst zuverlässig und kostengünstig erreicht werden können.

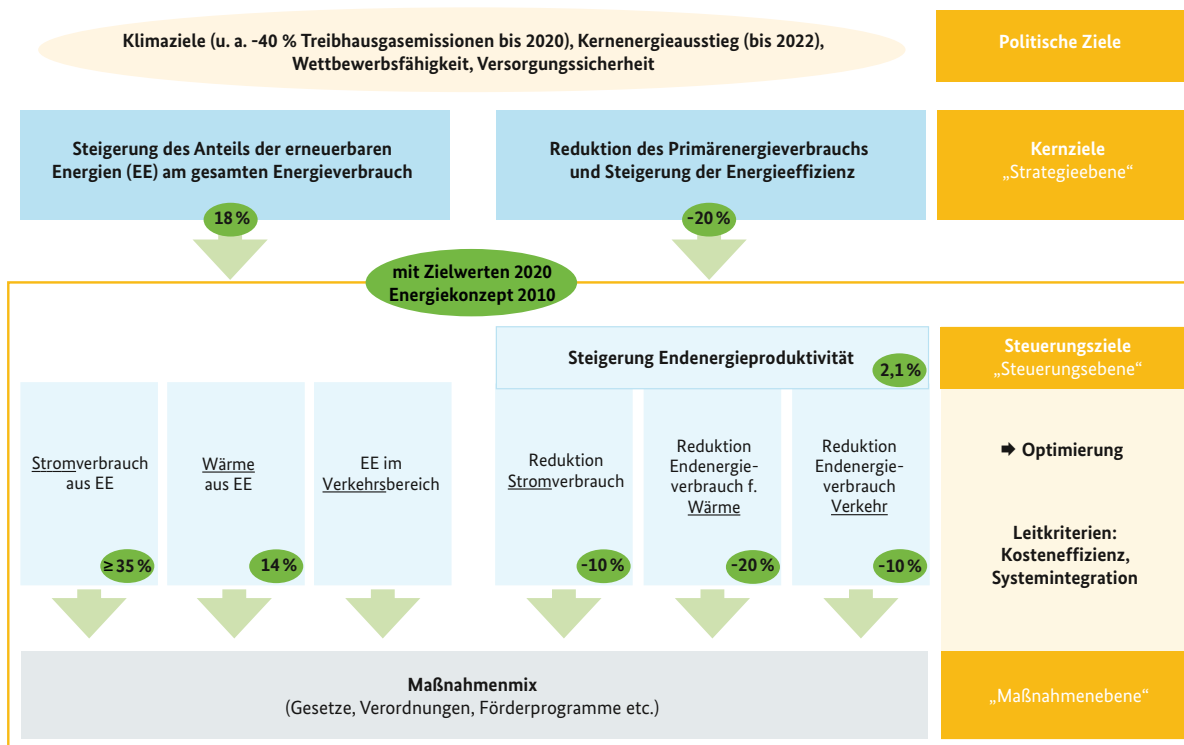
2.2 Indikatoren und Bewertungsschema

Das Monitoring der Energiewende stützt sich auf öffentlich zugängliche und überprüfbare Daten. Es erfolgt anhand ausgewählter Kenngrößen (Indikatoren), die den Fortschritt bei der Umsetzung der Energiewende im Zeitverlauf erkennbar machen. Sie stützen sich, wo immer möglich, auf amtliche und öffentlich zugängliche Daten. Nationale Rechtsgrund-

lage für die amtliche Energiestatistik ist das Energiestatistikgesetz (EnStatG). Um das Gesetz an die aktuellen Gegebenheiten anzupassen, wurde es im März 2017 novelliert; die Erhebungen für das Jahr 2017 erfolgen allerdings noch nach dem ursprünglichen EnStatG. Die verwendeten Indikatoren werden in Abbildung 2.2 mit Zuordnung zu den unterschiedlichen Themenfeldern aufgelistet.

Zur Bewertung des Fortschritts im Hinblick auf die quantitativen Ziele der Energiewende wird ein Punktesystem herangezogen. Dabei wird zunächst die Entwicklung der Indikatoren seit 2008 linear fortgeschrieben. Anhand der prozentualen Abweichungen der fortgeschriebenen Werte von den Zielwerten im Jahr 2020 werden für diesen Bericht wie folgt Punkte festgelegt: 5 Punkte, wenn der Zielwert gemäß Fortschreibung erreicht ist oder die Abweichung weniger als 10 Prozent beträgt. 4 Punkte, wenn die Abweichung zwischen 10 und 20 Prozent liegt. 3 Punkte, wenn die Abweichung zwischen 20 und 40 Prozent liegt. 2 Punkte, wenn die berechnete Abweichung zwischen 40 und 60 Prozent liegt, und 1 Punkt, wenn die Abweichung zum Ziel mehr als 60 Prozent beträgt. Das hier angewandte Bewertungsschema kann komplexe, modellgestützte Prognosen nicht ersetzen. Ein solches System bietet aber den Vorteil einer vergleichsweise einfachen und nachvollziehbaren Einordnung des aktuellen Standes wichtiger Kenngrößen der Energiewende auf einen Blick. Bei der Bewertung der

Abbildung 2.1: Strukturierung der Ziele des Energiekonzepts



Quelle: eigene Darstellung BMWi 10/2016

Zielerreichung finden zukünftige Wirkungen von Maßnahmen, die sich derzeit in der Umsetzung befinden, noch keine Berücksichtigung. Sie können ihre Wirkung noch entfalten bzw. die tatsächliche Entwicklung kann in Abhängigkeit von politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abweichen. Damit ist eine solche Bewertung der Zielerreichung immer mit Unsicherheiten behaftet.

Ergänzend werden Ergebnisse von Modellierungen im Rahmen der für das BMWi erstellten Studie „Wirkung der Maßnahmen der Bundesregierung innerhalb der Zielarchitektur zum Umbau der Energieversorgung“ (sog. Zielarchitektur-

Studie) dargestellt. Die als Metaanalyse angelegte Studie bewertet die Instrumentenwirkung innerhalb der Zielarchitektur bis zum Jahr 2020 gegenüber einer Referenzentwicklung. Durch Vergleich eines prognostizierten Wirkungskorridors mit den Zielwerten im Jahr 2020 schätzt die Studie ein, inwieweit die Ziele erreicht werden, wenn man die weitere Wirkung der bereits eingeleiteten Maßnahmen bis zum Jahr 2020 berücksichtigt. Die Bundesregierung macht sich die Ergebnisse der Studie nicht zu eigen, bezieht sie allerdings in ihre Überlegungen zur Bewertung des Fortschritts bei der Zielerreichung ein.

Zur Methodik der Studie „Wirkung der Maßnahmen der Bundesregierung innerhalb der Zielarchitektur zum Umbau der Energieversorgung“

Die Studie hat die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur auf Basis einer Metaanalyse abgeschätzt. Dazu hat sie vorliegende Untersuchungen zur Wirkung politischer Instrumente und Strategien ausgewertet. Die Analysen der Studie beruhen auf Modellen und Annahmen, z. B. zur Wachstumsrate des BIP und der Bevölkerungsentwicklung. Hierbei können sich naturgemäß Abweichungen zu Kennzahlen ergeben, denen aktuellere Schätzungen und Berechnungen zugrunde liegen. Um bestehende Unsicherheiten der Wirkung der Instrumente zu berücksichtigen und gegebenenfalls zusätzliche Aussagen zur Robustheit der Zielerreichung treffen zu können, hat die Studie die abgeschätzte Wirkung im Rahmen von Bandbreiten quantifiziert (siehe unten). Bei Datenlücken wurden die Daten durch eigene Wirkungsabschätzungen ergänzt.

Die Studie hat die Instrumentenwirkungen grundsätzlich für den Zeitraum 2008 bis 2020 quantifiziert. Damit orientiert sie sich an der Formulierung der energiepolitischen Ziele im Rahmen der Zielarchitektur (siehe Kapitel 2.1). Für den Verkehrssektor ist die Untersuchung mit dem Jahr 2005 gestartet. Die ausgewerteten Untersuchungen quantifizierten die Instrumentenwirkungen im Allgemeinen auf Grundlage einer geeigneten Aktivitätsgröße (Fallzahl, Mittelabfluss) und einer spezifischen Einsparung (pro Aktivität), woraus sich die absolute Einsparung ergibt. Die Zielarchitektur-Studie hat die Instrumentenwirkungen auf dieser Grundlage als jährliche, addierte Wirkungen erfasst. Den jeweiligen Zielbeitrag im Jahr 2020 hat die Studie bezogen auf das jeweilige Basisjahr ausgewiesen. In einem nächsten Schritt hat sie die Einzelbeiträge auf die übergeordneten Primärenergieverbrauchs- und Treibhausgasziele hochgerechnet. Dies erfolgte auf Basis von PEV- und CO₂-Emissionsfaktoren, wie sie bei der Quantifizierung der Sofortmaßnahmen aus dem NAPE (siehe Kapitel 5.4) zugrunde gelegt wurden. Für die Referenzentwicklung zur Quantifizierung der Maß-

nahmenwirkungen hat die Studie das sog. kontrafaktische Szenario aus der Studie GWS, Prognos (2018) in angepasster Form herangezogen.

Um die Vergleichbarkeit der Instrumentenwirkungen zwischen den in der Zielarchitektur-Studie analysierten Untersuchungen sicherzustellen, hat die Studie einheitliche Prüfkriterien angewendet. Diese umfassen die Ausgestaltung des Instruments, den Ausweisungsmodus der Energieeinsparungen, den Wirkungszeitraum der Maßnahme, die zugrunde gelegte Referenzentwicklung und die Methodik der Fortschreibung. In Ausnahmefällen wurden eigene Wirkungsabschätzungen auf Basis einer Bottom-up-Bewertung durchgeführt.

Bandbreiten: Für die Maßnahmenwirkung hat die Studie jeweils eine Bandbreite zwischen minimaler und maximaler Wirkung angegeben. Dabei werden die teils unterschiedlichen Ergebnisse der ausgewerteten Untersuchungen erfasst. Innerhalb der Bandbreite hat die Studie zudem einen Schätzwert angegeben. Er stellt die aus Sicht der Studienautoren realistischste Maßnahmenwirkung dar. Für diesen Schätzwert ist insbesondere relevant: Wie realistisch erscheint der Zeitraum bis zur Implementierung? Inwieweit sind die Annahmen zur Instrumentenwirkung und die Berechnungsmethodik nachvollziehbar? Für die Bandbreite der Wirkungen wurden Werte herangezogen, die auf Basis der Prüfkriterien für die Studien vergleichbar sind.

Ergebnisse der Studie zur Zielerreichung sind in Teil I des Monitoring-Berichts ergänzend zu den Ergebnissen des Punktesystems dargestellt. Im Unterschied zur Studie berücksichtigt das Punktesystem für die Jahre 2017 bis 2020 die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen einer linearen Fortschreibung. Hierbei wird der mögliche Effekt nicht erfasst, dass sich die Wirkung von Maßnahmen im Zeitverlauf dynamisch verstärken kann.



Die Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ hat im Oktober 2017 im Rahmen einer aktuellen Bestandsaufnahme einen Kurzkommmentar zum Stand der Energiewende vorgelegt. Danach ist es wahrscheinlich, dass die Ziele zur Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Bruttoendenergieverbrauch bzw. am Bruttostromverbrauch erreicht werden. Die Erreichung anderer quantitativer Ziele – darunter die Reduktion der Treibhausgasemissionen, des Primärenergieverbrauchs sowie die Erneuerbaren- und Verbrauchsziele für den Verkehrssektor – hält die Expertenkommission hingegen für unwahrscheinlich bzw. – dies betrifft insbesondere die Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Wärmeverbrauch und die Reduktion des Wärmebedarfs im Gebäudesektor – für nicht sichergestellt (EWK 2017).

Die im Bericht angegebenen Werte geben grundsätzlich den Datenstand wieder, der im März 2018 vorlag. Die Daten zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ sind auf

den Internetseiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und der Bundesnetzagentur öffentlich zugänglich. Berichtsjahr ist das Jahr 2016, bei einigen Daten geht der Bericht auf Grundlage vorläufiger Zahlen bereits teilweise auf aktuellere Entwicklungen ein. Die Daten zum Energieverbrauch im Berichtsjahr 2016 (siehe Kapitel 5 und 6) beruhen auf den Auswertungstabellen der AGEb (2017). Aufgrund unterschiedlicher Methodiken können einige Daten zu erneuerbaren Energien gegenüber anderen Veröffentlichungen leicht abweichen. Die Bundesregierung kommt mit dem vorliegenden Bericht gleichzeitig ihren Berichtspflichten nach § 63 Absatz 1 EnWG und § 98 EEG sowie zum Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) und zur Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) nach.

Abbildung 2.2: Indikatoren*

Europa International	• EU-Ziele 2020/2030 • Physikalische Stromflüsse • Emissionshandel EU-ETS • Lastenteilung im Nicht-ETS-Bereich • Globale Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz • Globale CO₂-Emissionen • Globale installierte Leistung erneuerbare Energien
Erneuerbare Energien	• Anteil der erneuerbaren Energien (EE) am Bruttoendenergieverbrauch • Anteil der EE am Bruttostromverbrauch • Erneuerbare Stromerzeugung nach Technologien • Bruttostromerzeugung nach Energieträgern • Anteil der EE am Wärme- und Kälteverbrauch • Anteil der EE im Verkehrssektor • EEG-Umlage nach Technologiesparten • Summe EEG-Umlage und Börsenstrompreise

Effizienz und Verbrauch	• Primärenergieverbrauch • Primär- und Endenergieproduktivität • Bruttostromverbrauch
Gebäude	• Anteil des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs am gesamten Energieverbrauch • Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch/Endenergieverbrauch Wärme • Spezifischer Endenergieverbrauch Raumwärme • Primärenergiebedarf der Gebäude
Verkehr	• Endenergieverbrauch im Verkehr • Spezifischer Endenergieverbrauch Verkehr • Bestand an mehrspurigen Kraftfahrzeugen mit Antriebsart Elektro • Bestand an mehrspurigen Fahrzeugen mit Antriebsart Brennstoffzellen und Erdgas • Verlagerung auf die Schiene • Verlagerung auf den ÖPNV
Treibhausgasemissionen	• Treibhausgasemissionen • Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen • Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren • Vermiedene Treibhausgasemissionen durch erneuerbare Energien • Spezifische Treibhausgasemissionen bezogen auf Bevölkerung und BIP
Versorgungssicherheit Kernenergieausstieg	• Installierte Leistung Stromerzeugungsanlagen • Verteilung der Kraftwerkskapazitäten auf Bundesländer • Kraft-Wärme-Kopplung inklusive Stromerzeugung • Zu- und Rückbau konventioneller Erzeugungskapazitäten • Leistung Pumpspeicherkraftwerke • Fahrplan Kernenergieausstieg • SAIDI-Strom • In Bau befindliche konventionelle Kraftwerke
Bezahlbarkeit Wettbewerbsfähigkeit	• Letztverbraucherausgaben für Strom und Anteil am BIP • Energieausgaben privater Haushalte • Strompreise privater Haushalte • Energiekosten der Industrie • Öl- und Gaspreise • Börsenstrompreise • Strompreise nicht begünstigter Industrieunternehmen • Gesamtwirtschaftliche Energieausgaben • Energiepreise im internationalen Vergleich
Umweltverträglichkeit	• Umweltbezogenes Monitoring der Energiewende anhand eines geeigneten Indikatorensatzes (wird entwickelt)
Netzinfrastuktur	• EnLAG- und Bundesbedarfsplan-Projekte • Netzinvestitionen • Netzentgelte • Kosten für Systemdienstleistungen
Sektorkopplung Digitalisierung	• Anzahl und Stromverbrauch Wärmepumpen • Anzahl und Stromverbrauch Elektromobilität • Fernsteuerbarkeit und Fernmessbarkeit von EE-Anlagen • Smart Meter in privaten Haushalten • Smart Meter in der Industrie • Digitalisierung der Energiewende und Energiewirtschaft
Energieforschung Innovation	• F&E-Ausgaben der Industrie • Forschungsausgaben des Bundes im Energieforschungsprogramm • Projektförderungen aus EU-Mitteln • Patente • Marktverbreitung innovativer Technologien im Energieverbrauch
Investitionen Wachstum Beschäftigung	• Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz • Investitionen in Netze und Elektrizitätsversorgung • Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien eingesparte Primärenergieträger • Beschäftigte im Bereich erneuerbarer Energien • Beschäftigte in der Energiewirtschaft

Quelle: eigene Darstellung BMWi 03/2018

*Neu gegenüber dem fünften Monitoring-Bericht ist das Indikatorenfeld zum neu aufgenommenen Kapitel 11 „Umweltverträglichkeit der Energieversorgung“



3 Energiewende im europäischen und internationalen Kontext

Wo stehen wir?

Bei den Zielen für das Jahr 2020 ist die EU weiterhin auf gutem Wege. Sowohl die Sektoren, die unter das Europäische Emissionshandelssystem (ETS) fallen, als auch die Nicht-ETS-Sektoren haben ihre jeweilige Zielvorgabe einer Emissionsreduktion von 21 bzw. von 10 Prozent auf EU-Ebene bereits vorzeitig erfüllt.

Abgesehen vom Anteil der erneuerbaren Energien muss Deutschland sich insbesondere bei der Reduktion der Treibhausgasemissionen sowie des Primär- und Endenergieverbrauchs anstrengen, um seine Verpflichtungen im Rahmen der 2020-Ziele für die einzelnen EU-Mitgliedstaaten einzuhalten.

Der Ausbau der Erneuerbaren und die Verbesserung der Energieeffizienz schreiten weltweit voran, und das Interesse an internationaler Kooperation mit Deutschland steigt weiter an.

Vielfältige Formen der Zusammenarbeit stärken den Stromhandel und -austausch mit den Nachbarländern. Verbleibende Probleme beim grenzüberschreitenden Stromaustausch mit Dänemark und Österreich wurden in bilateralen Vereinbarungen adressiert.

Was ist neu?

Das Legislativpaket „Saubere Energie für alle Europäer“ wird den europäischen Energierahmen neu gestalten. Die danach zu erstellenden integrierten Nationalen Energie- und Klimapläne der EU-Mitgliedstaaten sollen deutlich machen, wie die Mitgliedstaaten ihre jeweiligen nationalen Energie- und Klimaziele für das Jahr 2030 erreichen und damit zu den entsprechenden Zielen der Energieunion beitragen.

Durch effektivere Preissignale soll die Funktionsfähigkeit des ETS weiter gestärkt werden. Die ETS-Reform, die im April 2017 in Kraft getreten ist, setzt die Verknappung des Angebots an Zertifikaten in ein ausgewogenes Verhältnis zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie.

Im Sinne der europäischen Dimension der Energiewende ermöglicht die Grenzüberschreitende-Erneuerbare-Energien-Verordnung in einem begrenzten Umfang sogenannte geöffnete Ausschreibungen, bei denen auch Projekte an Standorten in anderen EU-Mitgliedstaaten den Zuschlag erhalten können. Die Bundesregierung hat diese Möglichkeit neben PV-Freiflächenanlagen auch für Windenergieanlagen an Land eingeführt.

Unter deutschem Vorsitz haben die Staats- und Regierungschefs der G20-Staaten einen G20-Aktionsplan zu Klima und Energie für Wachstum beschlossen, bei dem auch die Vorteile eines internationalen Monitoring-Prozesses anerkannt wurden.

Europa International	Einen verlässlichen europäischen und internationalen Rahmen für mehr Klimaschutz, Erneuerbare und Energieeffizienz schaffen.
---------------------------------	--

3.1 Europäische Energiepolitik

Die EU liegt für das Jahr 2020 insgesamt auf Zielkurs. Sie ist ihren gesteckten Zielen Reduktion der THG-Emissionen von 20 Prozent (gegenüber 1990), Anteil der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung von 20 Prozent und Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 20 Prozent (gegenüber einer Referenzentwicklung) entweder schon sehr nahe gekommen oder hat sie in Teilbereichen vorzeitig erreicht (siehe Abbildung 3.1). Allerdings bleibt nur noch wenig Zeit, um die Ziele insgesamt zu erreichen. So gibt es beispielsweise einen erhöhten Handlungsbedarf bezüglich der Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien im Verkehrsbereich oder der jährlichen Energieeinsparungen in einigen Mitgliedstaaten.

Bei der Treibhausgasreduktion ergibt sich ein positives Bild. Im Jahr 2016 lagen die Emissionen nach ersten Schätzungen der EEA um knapp 23 Prozent niedriger als 1990. Damit wurde der 20-Prozent-Zielwert, den die EU unter der Klimarahmenkonvention im Kyoto-Protokoll vereinbart hatte, übertroffen. Der vorübergehende leichte Anstieg im Jahr 2015 hat sich nicht fortgesetzt, so dass das Erreichen des Ziels für 2020 auch weiterhin nicht gefährdet ist.

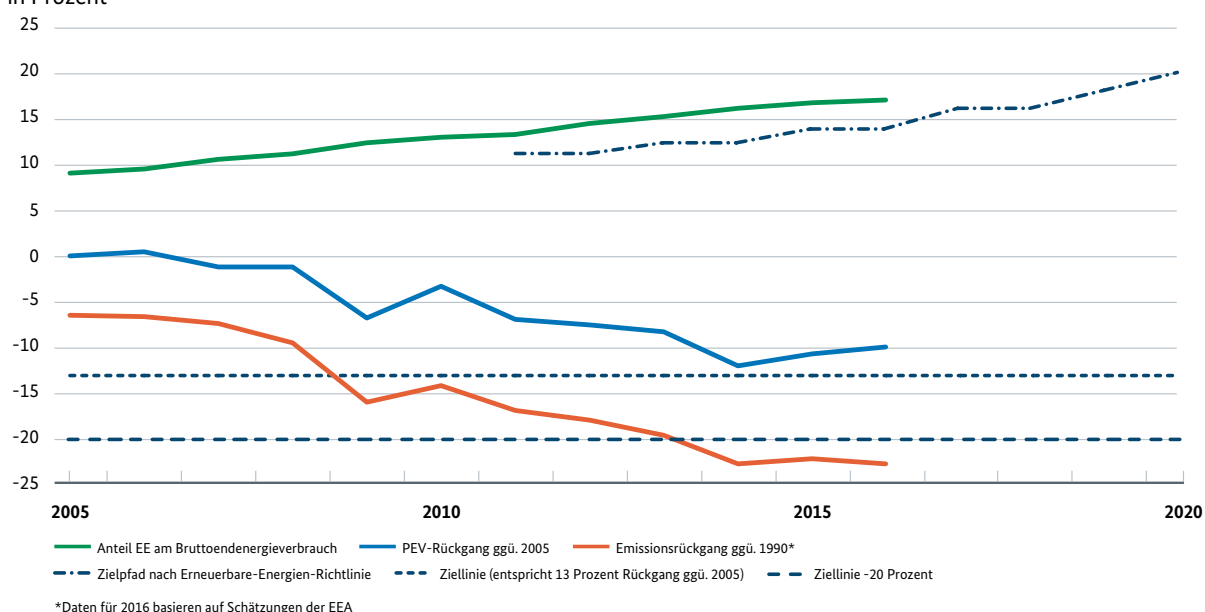
Der EU-weite Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch ist nicht mehr weit von der 20-Prozent-Marke entfernt. Er lag im Jahr 2016 EU-weit bei 17 Prozent und leistet damit einen spürbaren Beitrag zur Dekarbonisierung des Energiesystems in Europa. Dabei erreichte oder übertraf eine große Mehrheit der Mitgliedstaaten ihre gemäß

der Erneuerbare-Energien-Richtlinie festgelegten nationalen indikativen Zielpfade. Dies trifft auch auf Deutschland zu, dessen indikativer Zielpfad für den Durchschnitt der Jahre 2015 und 2016 einen Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch von 11,29 Prozent vorsieht; tatsächlich erreichte Deutschland 14,7 Prozent (berechnet nach EU-Methodik). Am Bruttostromverbrauch waren die erneuerbaren Energien europaweit sogar zu fast 30 Prozent beteiligt – Tendenz steigend. Besonders dynamisch haben sich dabei seit 2005 vor allem die Windenergie und die Photovoltaik entwickelt.

Weitere Anstrengungen sind vor allem im Verkehr erforderlich: Im Jahr 2016 erreichte der Einsatz von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor EU-weit einen Anteil von 7,1 Prozent; damit ist er noch ein gutes Stück weit vom sektoralen 10-Prozent-Ziel für 2020 entfernt.

Bei der Energieeffizienz hat die EU in den letzten Jahren nennenswerte Fortschritte erzielt. So ist im Zeitraum von 2005 bis 2016 ein Rückgang des Primärenergieverbrauchs um insgesamt zehn Prozent und des Endenergieverbrauchs um sieben Prozent zu verzeichnen. Einen Beitrag zum Rückgang leistete die gesunkene Energieintensität der Wirtschaft in der EU insgesamt. Sowohl im Jahr 2015 als auch im Jahr 2016 ist allerdings der Primärenergieverbrauch aufgrund eines relativ kühlen Winters und niedriger Brennstoffpreise gegenüber dem Vorjahr wieder leicht gestiegen. Er lag damit 2016 um vier Prozent über der Zielvorgabe für 2020 von weniger als 62,09 EJ; das entspricht in etwa dem Primärenergieverbrauch von Belgien. Der Endenergieverbrauch

Abbildung 3.1: EU-Fortschritt bezüglich der 20-20-20-Ziele in Prozent



Quelle: Eurostat 02/2018 (EE- und PEV-Zahlen; PEV ohne nicht-energetischen Verbrauch); EEA 12/2017 (Emissionszahlen; ohne LULUCF, aber mit indirektem CO₂ und mit internationalem Luftverkehr); eigene Berechnungen

lag um zwei Prozent über der Zielvorgabe von weniger als 45,47 EJ; damit müsste zwischen 2016 und 2020 eine Menge mindestens in Höhe des Endenergieverbrauchs von Norwegen eingespart werden, um die Vorgabe nicht zu verfehlen. Vorausgesetzt, dass die 2015 und 2016 zu beobachtenden steigenden Verbräuche nicht zu einer Trendumkehr führen, dürfte sich die EU immer noch auf einem guten Weg befinden, die 2020-Ziele zu erreichen. Dennoch könnten zusätzliche Anstrengungen erforderlich sein, insbesondere wenn die steigenden Verbräuche anhalten.

Mit Blick auf die Energieversorgungssicherheit erachtet die EU künftig einen stärker koordinierten Ansatz als notwendig.

Um ihren Energiebedarf zu decken, ist die EU besonders stark von Öl- und Gasimporten aus Nicht-EU-Ländern abhängig. Der Anteil der Nettoimporte am gesamten Bruttoinlandsverbrauch betrug im Jahr 2016 für Rohöl etwa 88 Prozent, für Gas 70 Prozent. Dabei kam der größte Teil der Importe sowohl bei Öl als auch bei Gas aus Russland (fast bzw. mehr als ein Drittel). Bestandteile des koordinierten Ansatzes sollen in Bezug auf die Gasversorgung eine gemeinsame Methodik, mehr Transparenz und eine stärkere grenzüberschreitende Zusammenarbeit und Unterstützung von Mitgliedstaaten sein.

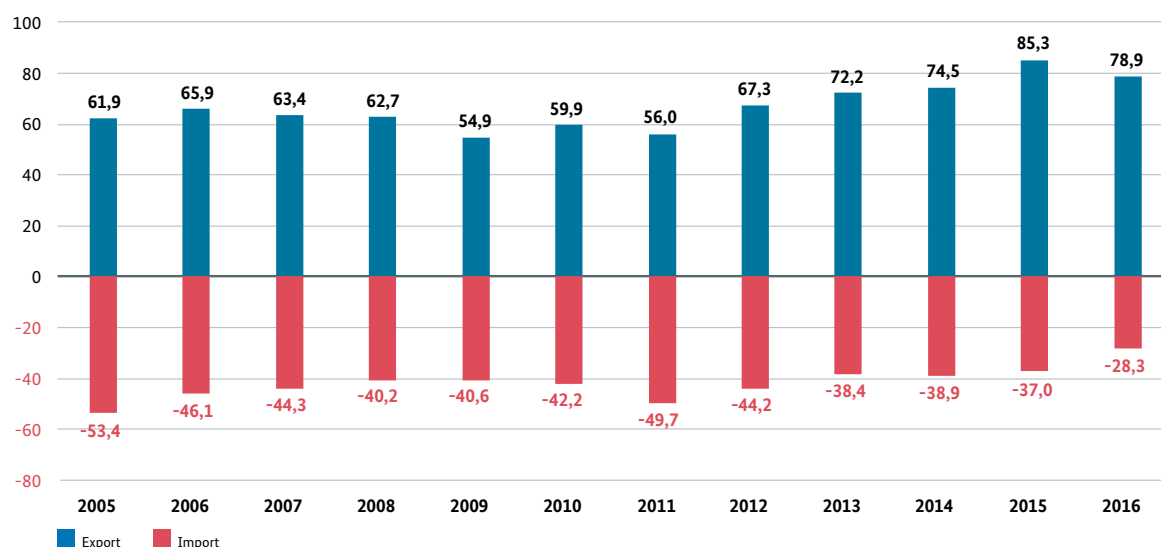
Der europäische Strommarkt ist Realität und trägt maßgeblich zur Versorgungssicherheit bei. Er ermöglicht mehr Wettbewerb auf den Energiemärkten und befördert auf diese Weise bezahlbare Strompreise für die Verbraucher in den EU-Mitgliedstaaten. Ein gut vernetzter Strommarkt ist darüber hinaus Voraussetzung für eine kostengünstige Integration von immer mehr Energie aus erneuerbaren Quellen, die nicht gleichmäßig verfügbar sind. Im Jahr 2016 erreichte

der physikalische Stromaustausch-Saldo Deutschlands mit anderen Staaten mit über 50 TWh ein neues Allzeithoch (siehe Abbildung 3.2).

Ein Schlüsselfaktor für einen integrierten Strommarkt sind funktionierende Verbindungsleitungen (Interkonnektoren) zwischen den nationalen Strommärkten. Deshalb hat die EU für die Interkonnektivität, also die Austauschkapazität der grenzüberschreitenden Stromverbindungsleitungen, ein indikatives Ziel von 10 Prozent bis zum Jahr 2020 gesteckt. In den Jahren 2016 und 2017 lag die Interkonnektivität bei jeweils 11 EU-Mitgliedstaaten unter der 10-Prozent-Marke. Das gilt aufgrund der schnell wachsenden Erzeugungskapazitäten für erneuerbare Energien auch für Deutschland. Denn der Verbundgrad sinkt, wenn der Ausbau der Interkonnektoren mit dem raschen Zubau an Kapazitäten für die erneuerbaren Energien nicht Schritt halten kann. Seit 2013 unterstützt die EU daher Vorhaben, die für gut verbundene Netze in allen Mitgliedstaaten wichtig sind, innerhalb ihrer Politik der transeuropäischen Energienetze. Nach Angaben der EU-Kommission wurden bisher rund 30 Energieinfrastrukturvorhaben von gemeinsamem Interesse durchgeführt oder werden bis Ende 2018 abgeschlossen. Weitere 47 Vorhaben sollen bis 2020 durchgeführt werden. Diese Vorhaben sollen den Mitgliedstaaten helfen, ihr Verbundziel zu erreichen. Aktuell haben die Interkonnektoren von und nach Deutschland eine Kapazität von rund 17 GW und werden weiter ausgebaut.

Damit die Stabilität der Stromversorgung gewährleistet werden kann, ist eine intensive bi- und multilaterale Zusammenarbeit in Europa unerlässlich. Deutschland beteiligt sich deshalb weiterhin an verschiedenen Kooperationsplatt-

Abbildung 3.2: Physikalische Stromflüsse in den Grenzkapazitäten
in TWh



Quelle: AGEB 10/2017

formen. Dabei geht es darum, gemeinsame Maßnahmen zu erarbeiten, um die Strommärkte besser zu integrieren, die Versorgungssicherheit kostengünstiger zu erreichen und das europäische Strommarktdesign weiterzuentwickeln. Dazu gehören beispielsweise das Pentalaterale Energieforum (Penta-Forum) zusammen mit den BeNeLux-Staaten, Frankreich, Österreich und der Schweiz oder der von Deutschland initiierte Kreis der „Stromnachbarn“, der die deutschen Nachbarländer sowie Norwegen und Schweden umfasst.

Die im August 2016 novellierte Grenzüberschreitende-Erneuerbare-Energien-Verordnung (GEEV) verbessert die Zusammenarbeit mit den Stromnachbarn und verankert die deutsche Energiewende europäisch. Damit wird ein Teil der beihilferechtlichen Gesamteinigung mit der Europäischen Kommission zum EEG 2017 umgesetzt. Hiernach hatte Deutschland zugesagt, die Ausschreibungen für erneuerbare Energien im Umfang von 5 Prozent der jährlich zu installierenden Leistung für die Teilnahme von Anlagen in anderen EU-Mitgliedstaaten zu öffnen. Die neue GEEV bezieht neben PV-Freiflächenanlagen nunmehr auch Ausschreibungen für Windenergie-Anlagen an Land ein.

Gemeinsam mit seinen Stromnachbarn Dänemark und Österreich konnte Deutschland Herausforderungen beim grenzüberschreitenden Stromaustausch angehen. So haben sich Deutschland und Dänemark im Juni 2017 darauf geeinigt, schrittweise wieder mehr Stromhandel zwischen beiden Ländern zu ermöglichen mit dem langfristigen Ziel, die grenzüberschreitenden Leitungen effizient für den Stromhandel zu nutzen, sobald interne Netzengpässe beseitigt sind. In einer Übergangsphase, die im Juli 2017 begonnen hat und bis Januar 2020 andauert, sollen die Mindesthandelskapazitäten mittels des sogenannten Countertrading schrittweise auf 1.100 MW angehoben werden. Bei Engpässen in Deutschland werden die Kosten für diese Maßnahmen von der deutschen Seite getragen, bei Engpässen in Dänemark werden die Kosten von dänischer Seite getragen. Von Juli bis November 2017 wurden rund 253 GWh mittels Countertrading abgewickelt. Dafür fielen Kosten von insgesamt 8,15 Millionen Euro an.

Der Stromhandel an der deutsch-dänischen Grenze ist überdies Gegenstand eines kartellrechtlichen Verfahrens der EU-Kommission. Im Rahmen dieses Verfahrens hat der deutsche Übertragungsnetzbetreiber TenneT ein Angebot für eine Verpflichtungszusage unterbreitet, das sich gegenwärtig in Prüfung befindet. Darin bietet TenneT Mindesthandelskapazitäten von 1.300 MW an. Deutschland und Österreich haben im Jahr 2017 für die Zeit ab Oktober 2018 eine Engpassbewirtschaftung an der deutsch-österreichischen Grenze vereinbart; auch sie sieht eine Mindesthandelskapazität vor. Das stärkt die Versorgungssicherheit und reduziert die nötigen Ausgleichsmaßnahmen der Netzbetreiber, womit deutsche Stromkunden entlastet werden.

Im November 2016 hat die Europäische Kommission das umfangreiche Legislativpaket „Saubere Energie für alle Europäer“ vorgestellt. Das Paket soll den europäischen Energierahmen bis zum Jahr 2030 neu gestalten. Zentrale Elemente sind die Vorschläge für ein Governance-System der Energieunion (Governance-Verordnung), zum neuen EU-Strommarktdesign (Strommarktrichtlinie, Strommarktverordnung, ACER-Verordnung und Risikovorsorge-Verordnung) und zur Überarbeitung der Richtlinien für Erneuerbare, Energieeffizienz und Gebäude. Ein Abschluss der Verhandlungen ist im Laufe des Jahres 2018 zu erwarten.



Folgende Ziele sollen nach aktuellem Verhandlungsstand bis 2030 auf europäischer Ebene erreicht werden:

- eine Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 40 Prozent (gegenüber 1990; vom Europäischen Rat bereits im Oktober 2014 beschlossen);
- nach informeller Einigung im Trilog ein Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 32 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch;
- sowie nach informeller Einigung im Trilog eine Senkung des Primärenergieverbrauchs um 32,5 Prozent (gegenüber dem im Jahr 2007 für das Jahr 2030 prognostizierten Energieverbrauch).

Daneben wird beim Strom eine Verbundbildung von 15 Prozent angestrebt – d.h. in jedem Mitgliedstaat sollen so viele grenzüberschreitende Leitungen vorhanden sein, dass mindestens 15 Prozent des Stroms, den die dortigen Kraftwerke maximal produzieren könnten (installierte Erzeugungsleistung), auch über die Leitungen exportiert werden könnte. Dieses Ziel wird allerdings durch zusätzliche Schwellenwerte konkretisiert, die das Problem adressieren, dass bei

steigendem Anteil erneuerbarer Energien die installierte Erzeugungsleistung hoch ist, auch wenn tatsächlich – mangels Wind oder Sonne – wenig Strom produziert wird.

In der überarbeiteten Erneuerbare-Energien-Richtlinie sind Maßnahmen zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien in den einzelnen Sektoren vorgesehen. So sollen EU-Mitgliedstaaten nach der informellen Einigung im Trilog verpflichtet sein, ab dem Jahr 2021 einen Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältesektor um 1,1 Prozentpunkte pro Jahr anzustreben (bei Anrechnung von Abwärme und -kälte 1,3 Prozentpunkte, jedoch

höchstens bis zu einem anzurechnenden Anteil von Abwärme und -kälte von 40 Prozent). Im Verkehr sollen die Mitgliedstaaten eine Verpflichtung für das Inverkehrbringen von Kraftstoffen einführen, um den Anteil erneuerbarer Energien in diesem Sektor bis 2030 auf 14 Prozent zu steigern. Zudem sind gemeinsame Regeln zur Ausgestaltung von Fördersystemen vorgesehen, die die Marktintegration steigender Anteile erneuerbarer Energien im Stromsektor unterstützen.

Herzstück der Governance-Verordnung sind die integrierten Nationalen Energie- und Klimapläne (National Energy and

Tabelle 3.1: Übersicht zu wesentlichen EU-Zielen 2020 und 2030

	2016	2020-Ziele	2030-Ziele (gemäß informeller Einigung im Trilog)	Bemerkungen
THG-Reduktion (ggü. 1990)	23 Prozent	mind. 20 Prozent	mind. 40 Prozent	verbindlich
THG-Reduktion im ETS (ggü. 2005) ¹	26 Prozent	21 Prozent	43 Prozent	verbindlich
THG-Reduktion im Non-ETS-Bereich (ggü. 2005) ¹				
• für EU gesamt	13,3 Prozent ²	10 Prozent	30 Prozent	verbindlich
• für Deutschland	4,9 Prozent ²	14 Prozent	38 Prozent	verbindlich
EE-Anteil				
• am Bruttoendenergieverbrauch auf EU-Ebene	17 Prozent	20 Prozent	32 Prozent	verbindlich
in Deutschland	14,8 Prozent	18 Prozent	keine länder-spezifischen Ziele	verbindlich
• im Wärme-/Kältesektor	13,2 Prozent		Anstieg von 1,1 Prozentpunkten pro Jahr (bei Anrechnung von Abwärme und -kälte 1,3 Prozentpunkte pro Jahr)	indikativ
• im Verkehr	7,1 Prozent (EU) 6,9 Prozent (Deutschland)	10 Prozent	14 Prozent	kein Sektorziel, sondern Verpflichtung, eine Inverkehrbringerquote einzuführen
Verminderung des Energieverbrauchs				
• auf EU-Ebene	10 Prozent Rückgang des PEV ggü. 2005	um 20 Prozent ³ (entspricht 13 Prozent Rückgang des PEV ggü. 2005)	um 32,5 Prozent ³	keine Angabe
• in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten		indikative nationale Beiträge zur Zielerreichung	indikative nationale Beiträge zur Zielerreichung	indikativ
		zudem Endenergieeinsparungen von 1,5 Prozent pro Jahr	zudem reale Endenergieeinsparungen von 0,8 Prozent pro Jahr	verbindlich
Interkonnektivität in den EU-Mitgliedstaaten	2017 in Deutschland: 9 Prozent	10 Prozent	15 Prozent ⁴	indikativ
Stromhandel/-austausch		Gesamtsystem effizienter machen und Versorgungssicherheit erhöhen		

Quelle: BMWi 02/2018

¹ siehe Kapitel 3.2

² vorläufige Werte; Stand für EU gesamt: 09/2017; Stand für Deutschland: 01/2018; dabei sind die 2005-Basisjahr-Emissionen nach EEA wie folgt berechnet:

2005 Basisjahr-Emissionen = absolutes 2020-Ziel/(1 + % des 2020-Ziels)

³ ggü. der Referenzentwicklung für 2020 bzw. 2030 (gemäß Primes-2007-Modell für die EU-Kommission)

⁴ Konkretisierung durch zusätzliche Schwellenwerte

Zentrale Maßnahmen der europäischen Energiepolitik

- Verordnung zur Governance der Energieunion
- Novelle der Erneuerbare-Energien-Richtlinie
- Novelle der Energieeffizienz-Richtlinie
- Novelle der Gebäudeeffizienz-Richtlinie
- Initiative „Beschleunigung der Umstellung auf saubere Energie in Gebäuden“
- Überarbeitetes Energieeffizienz-Label
- Risikoversorge-Verordnung
- Novelle der Gasversorgungssicherheits-Verordnung
- Grenzüberschreitender Netzausbau
- Mitteilung der Kommission zum Schutz der kritischen Energie und Verkehrsinfrastruktur Europas
- Mitteilung der Kommission zum Interkonnektivitätsziel für 2030
- Regionale Kooperationen
- Novelle der Grenzüberschreitende-Erneuerbare-Energien-Verordnung (GEEV)
- Strom-Engpassbewirtschaftung an der deutsch-österreichischen Grenze
- Verordnung zum Elektrizitäts-Binnenmarkt
- Richtlinie zum Elektrizitäts-Binnenmarkt
- ACER-Verordnung
- Verordnung zur Festlegung einer Leitlinie über den Systemausgleich im Elektrizitätssystem
- Novelle der Erdgasbinnenmarkt-Richtlinie
- Tallinn e-Energy Declaration
- Energiediplomatie-Aktionsplan



Climate Plans – NECP). Gemäß der informellen Einigung im Trilog muss jeder Mitgliedstaat der Europäischen Kommission bis Ende 2018 den Entwurf eines Nationalen Energie- und Klimaplanes und bis Ende 2019 den finalen Plan für die Jahre 2021 bis 2030 vorlegen. Darin werden die EU-Mitgliedstaaten ihre nationalen Beiträge zu den EU-Energie- und -Klimazielen für 2030 (insbesondere den EU-Zielen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz) darstellen sowie entsprechende Maßnahmen, um diese Ziele zu erreichen. Die Governance-Verordnung enthält sogenannte „Gapfiller“-Mechanismen, die die gemeinschaftliche Zielerreichung auf EU-Ebene sicherstellen. In den NECP werden alle fünf Dimensionen der Energieunion abgebildet (Dekarbonisierung, Energieeffizienz, Energiebinnenmarkt, Versorgungssicherheit und Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit). Elementar ist, dass für die Pläne der Mitgliedstaaten eine verbindliche Struktur vorgeschrieben ist, so dass sie untereinander vergleichbar sind. Die Pläne müssen national mit Stakeholdern konsultiert und regional mit Nachbarstaaten abgestimmt werden. Aktuell entwickelt die Bundesregierung den Entwurf ihres Nationalen Energie- und Klimaplanes.

3.2 Klimaschutz im Europäischen Emissionshandel und außerhalb

Das im Jahr 2005 eingeführte Europäische Emissionshandelssystem (ETS) erfasst die Emissionen von europaweit rund 12.000 Anlagen der Energiewirtschaft und der energieintensiven Industrie sowie die Emissionen des innereuropäischen Luftverkehrs in den 28 Mitgliedstaaten der EU und in Norwegen, Island und Liechtenstein. Zusammen verursachen die abgedeckten Sektoren etwa 45 Prozent aller CO₂-Emissionen in Europa. Das Ziel, die Treibhausgasemissionen EU-weit um 20 Prozent gegenüber 1990 bzw. um 14 Prozent gegenüber 2005 zu senken, ist aufgeteilt: Etwa zwei Drittel der Minderungen sollen auf die Sektoren innerhalb des ETS entfallen, ein Drittel auf die Sektoren, die nicht dem ETS angehören. Daraus ergibt sich für die ETS-Sektoren bis 2020 ein Minderungsziel von 21 Prozent gegenüber 2005. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Gesamtmenge der am Markt befindlichen Emissionsberechtigungen in der dritten Handelsperiode 2013–2020 jedes Jahr um 1,74 Prozent sinken. Die Berechtigungen werden den Anlagen bzw. Luftverkehrsbetreibern entwe-

der kostenlos zugeteilt oder sie müssen sie ersteigern; am Markt sind sie frei handelbar.

Das Minderungsziel der vom ETS erfassten Bereiche wurde bereits vorzeitig erfüllt. Im Jahr 2016 konnten die ETS-Sektoren ohne den europäischen Luftverkehr ihre Emissionen gegenüber dem Vorjahr noch einmal um 2,9 Prozent senken. Damit ergab sich gegenüber 2005 ein Emissionsrückgang von insgesamt 26 Prozent – von 2.375 auf insgesamt 1.750 Millionen t CO₂-Äquivalente. Der europäische Luftverkehr verzeichnete dagegen zwischen 2015 und 2016 einen Emissionsanstieg um 7,6 Prozent. 2017 lagen nach Auswertung vorläufiger Daten der EU-Kommission die ETS-Emissionen allerdings wohl erstmals seit 2010 wieder leicht über dem Vorjahreswert (plus 0,3 Prozent). Dabei ergibt sich beim europäischen Luftverkehr eine Emissionssteigerung von 4,98 Prozent, für die stationären Anlagen ein Anstieg von 0,25 Prozent gegenüber 2016.

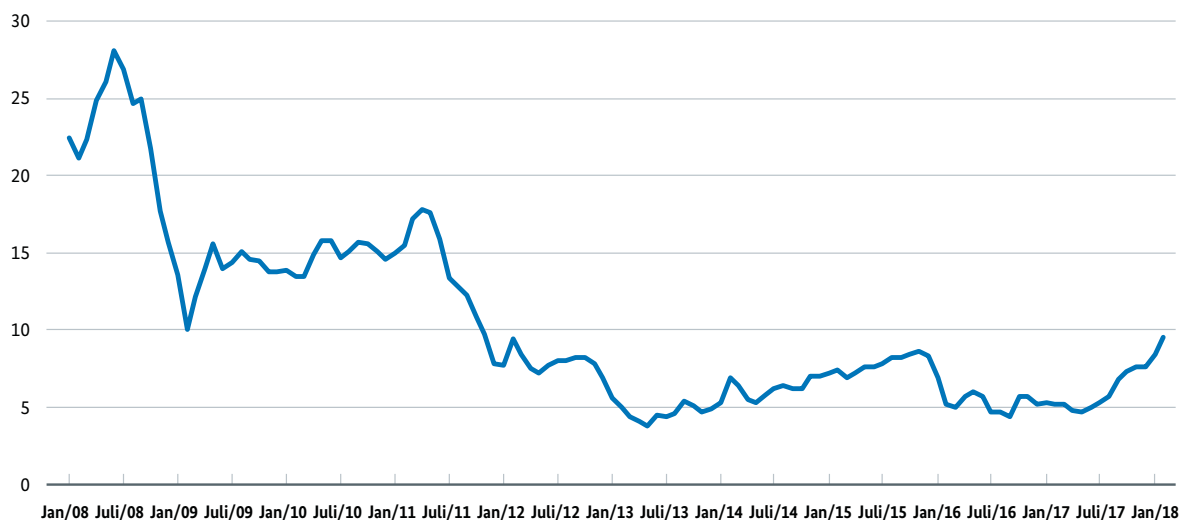
In Deutschland waren im Jahr 2016 nach Angaben der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) rund 1.860 Anlagen (ohne Luftverkehr) im ETS erfasst, die sich etwa zur Hälfte aus Anlagen des Energie- und des Industriesektors zusammensetzten. Zusammen emittierten sie 453 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente und damit 0,6 Prozent weniger als im Vorjahr. Damit fiel der Rückgang deutlich geringer aus als der europäische Durchschnitt. Zum Rückgang trug ausschließlich der Energiesektor bei, während die Emissionen im Industriesektor konstant geblieben sind. Für den Industriesektor lässt sich dies durch die gute Konjunktur begründen. Insgesamt gingen die im ETS erfassten Emissionen in Deutschland zwischen 2005 und 2016 um 13 Prozent zurück. Vorläufige Zahlen für 2017 ergeben, dass die deutschen Emissionen innerhalb des ETS um weitere

3,4 Prozent gesunken sind; dabei konnte – anders als bei den Emissionen der EU insgesamt – die Minderung im Energiesektor einen Anstieg in der Industrie überkompensieren.

Voraussetzung für ein effektives Emissionshandels-System ist ein adäquates Preissignal für Investitionen. In den vergangenen Jahren ist der Zertifikatspreis jedoch im Trend stark gefallen (siehe Abbildung 3.3). Hintergrund des Preisverfalls war, dass sich große Mengen an überschüssigen Zertifikaten ansammeln konnten – Ende 2016 betrug der Gesamtüberschuss etwa 1,6 Milliarden, Ende 2017 1,65 Milliarden Zertifikate. Bei der am 8. April 2018 in Kraft getretenen Reform des europäischen Emissionshandels für die vierte Handelsperiode 2021–2030 hat sich die Bundesregierung gemeinsam mit anderen Mitgliedstaaten erfolgreich für eine nachhaltige Stärkung des Emissionshandels, insbesondere seines Preissignals, eingesetzt. Die Maßnahmen zur Stärkung des Emissionshandels werden dafür sorgen, dass der zurzeit vorhandene Überschuss an Zertifikaten schnell und nachhaltig abgebaut wird. Vor diesem Hintergrund kann verstärkt mit einer Preisbildung auf der Grundlage von Knappheit gerechnet werden. Seit Ende der Reformverhandlungen im November 2017 hat sich der Preis für Emissionszertifikate auf rund 15 Euro/t CO₂ (Stand: Juni 2018) etwa verdoppelt.

Durch einen Abbau des Überschusses soll die Funktionsfähigkeit des ETS gestärkt werden. Deshalb wird ab dem Jahr 2019 eine sogenannte Marktstabilitätsreserve aktiv. Über diese Reserve wird das Angebot an Zertifikaten im Emissionshandelsmarkt einer jährlich ermittelten Überschussanalyse angepasst, indem Teile des Überschusses in die Reserve überführt und nicht mehr versteigert werden. Fällt der Überschuss unter ein festgelegtes Minimum, werden Zertifikate aus der Reserve wieder zurück in den Markt

Abbildung 3.3: CO₂-Zertifikatspreis im EU-Emissionshandelssystem
in Euro/t CO₂



Quelle: EEX 02/2018

überführt. Die Marktstabilitätsreserve soll auch den Effekt des sogenannten Backloading verstärken, bei dem im Zeitraum 2014–2016 900 Millionen Zertifikate zurückgehalten wurden, die eigentlich im Zeitraum 2019–2020 versteigert werden sollten. Diese Zertifikate werden nun direkt in die Marktstabilitätsreserve überführt. Bei der 2018 in Kraft getretenen Reform des Emissionshandels wurde beschlossen, die Entnahmerate der Marktstabilitätsreserve von 12 auf 24 Prozent der Umlaufmenge zu erhöhen, wodurch ein Abbau der Überschüsse an Emissionsrechten bis ca. 2021 zu erwarten ist. Ab 2023 soll außerdem die Menge an Zertifikaten in der Marktstabilitätsreserve auf die im Vorjahr versteigerte Menge begrenzt werden; die restlichen Zertifikate in der Reserve werden gelöscht. Insgesamt kann mit einer Löschung von rund 2 Milliarden Zertifikaten in der vierten Handelsperiode gerechnet werden.

Auch nach dem Jahr 2020 wird das ETS das wesentliche Instrument für die Reduktion von Treibhausgasen in der EU bleiben. Hierfür stellt die Reform des Emissionshandelsystems die Weichen. Um das Ziel zu erreichen, die Emissionen bis 2030 um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 zu senken, müssen die Sektoren, die unter das ETS fallen, ihre Emissionen gegenüber 2005 um 43 Prozent verringern. Das bedeutet, dass die Gesamtzahl der Emissionszertifikate schneller sinken wird als bislang, und zwar ab 2021 um 2,2 Prozent jährlich anstelle von 1,74 Prozent in der laufenden Handelsperiode. Dies entspricht einer Reduktion um rund 484 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente zwischen 2021 und 2030 – eine Menge, die mehr als die Hälfte der gesamten jährlichen Treibhausgasemissionen in Deutschland ausmacht. Die Möglichkeit, Emissionsvermeidungen in Drittstaaten über die Programme Clean Development Mechanism (CDM) bzw. Joint Implementation (JI) anrechnen zu lassen, ist nach 2020 nicht mehr vorgesehen.

Daneben ist mit der Reform sichergestellt, dass die energieintensive und im internationalen Wettbewerb stehende Industrie weiterhin vor unfairer Wettbewerbsverzerrung durch Unternehmen in Ländern mit geringeren Klimaschutzanforderungen geschützt wird. Dementsprechend wird auch in der kommenden Handelsperiode das sogenannte Carbon Leakage vermieden werden (siehe auch Kapitel 10). Unter Carbon Leakage versteht man die Verlagerung von CO₂-emittierender Produktion in Länder, die eine weniger ambitionierte Klimaschutzpolitik betreiben, was zu einem Anstieg der weltweiten Gesamtemissionen führen kann. Um dies zu verhindern, wird es in der nächsten Handelsperiode weiterhin Regeln zur Zuteilung einer angemessenen Zahl von kostenlosen Zertifikaten an Emittenten geben, die einem Risiko der Emissionsverlagerung ausgesetzt sind. Gegenüber der aktuellen Handelsperiode sind die Regelungen jedoch noch gezielter auf das Carbon-Leakage-Risiko zugeschnitten. Die Liste der Sektoren, die einem Carbon-Leakage-Risiko unterliegen, wird nun auf Basis der Kombination von Handels- und Emissionsintensitäten ermittelt. Darüber hinaus wird ein Innovationsfonds zur Förderung von Technologien eingerichtet, die langfristig zu einer klimafreundlichen Transformation der Wirtschaft beitragen sollen. Dabei werden auch innovative Industrietechnologien in Deutschland förderfähig sein. Im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD ist vorgesehen, das EU-ETS als Leitinstrument weiter zu stärken.

Neben der EU haben auch andere Regionen der Welt Emissionshandelssysteme etabliert oder sind dabei, dies zu tun. Dazu gehören aktuell China sowie beispielsweise Kalifornien, Neuseeland und die Schweiz. Mit der Schweiz hat die EU ein Abkommen unterzeichnet, das beide Systeme verknüpfen soll. Für die Zukunft strebt der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD ein nach Möglichkeit globales, jedenfalls aber die G20-Staaten umfassendes CO₂-Bepreisungssystem an.



Zentrale Maßnahmen im Bereich Klimaschutz im Europäischen Emissionshandel und außerhalb

- Marktstabilitätsreserve im EU-ETS
- Reform des Emissionshandels für die Handelsperiode 2021–2030
- Überführung von Backloading-Zertifikaten in die Marktstabilitätsreserve
- Verknüpfung des EU-ETS mit dem Schweizer Emissionshandelssystem
- Lastenverteilungs-Verordnung
- Strategie für emissionsarme Mobilität
- Mobilitätspaket „Europa in Bewegung“
- Zweites Mobilitäts-Paket – Regulierung des CO₂-Ausstoßes von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen

Es reicht allerdings für das Erreichen des EU-Emissionsziels nicht aus, den Blick lediglich auf ein funktionierendes ETS zu lenken; denn auch die Nicht-ETS-Sektoren (insbesondere Gebäude, Verkehr ohne Luftverkehr, Landwirtschaft, Abfall) leisten einen entscheidenden Beitrag. Zwar lagen die Emissionen hier im Jahr 2016 bereits um 13 Prozent unter dem Wert von 2005; der Trend zeigt in den letzten Jahren aber aufgrund niedriger Ölpreise und witterungsbedingten Heizbedarfs wieder einen Anstieg. Dennoch kann man davon ausgehen, dass die EU ihr Ziel eines Emissionsrückgangs in den Nicht-ETS-Sektoren von 10 Prozent bis 2020 wohl erreichen wird.

Während das Ziel für die ETS-Sektoren nicht auf Mitgliedstaaten aufgeteilt wird, ist das Minderungsziel für die Nicht-ETS-Sektoren in nationale Ziele für jeden Mitgliedstaat unterteilt. Diese sind in der im Jahr 2013 beschlossenen Lastenteilungsentscheidung festgelegt. Während die Mehrheit der Mitgliedstaaten ihren Verpflichtungen wahrscheinlich nachkommen wird, könnte Deutschland sein Ziel, die Emissionen im Nicht-ETS-Bereich bis 2020 um 14 Prozent zu verringern, verfehlen. Die Mitgliedstaaten sind allerdings rechtlich nicht verpflichtet, ihr jeweiliges 2020-Ziel punktgenau zu erreichen. Sie müssen lediglich nachweisen, dass sie für jedes Jahr zwischen 2013 und 2020 über ausreichende Emissionszuteilungen aus der Lastenteilung verfügen, um die tatsächlichen Emissionen abzudecken. Nicht genutzte Zuteilungen können unbegrenzt in spätere Jahre des Geltungszeitraums oder an andere Mitgliedstaaten übertragen werden. Sollte das zwischen 2013 und 2015 angesparte Guthaben von Emissionen, die unterhalb der jeweiligen jährlichen Zuteilung lagen, nicht ausreichen, um eventuelle Defizite bis 2020 auszugleichen, besteht die Möglichkeit, Emissionsrechte von EU-Mitgliedstaaten zu kaufen, die ihre Ziele übertreffen.

Im Sommer 2018 ist die neue Lastenverteilungsverordnung in Kraft getreten. Darin ist bis zum Jahr 2030 eine EU-weite Minderung der Treibhausgasemissionen um 30 Prozent gegenüber dem Jahr 2005 vorgesehen. Die verbindlichen nationalen Ziele für diesen Zeitraum liegen zwischen null und 40 Prozent Treibhausgasreduktion; Deutschland liegt

mit 38 Prozent am oberen Rand. Das Ambitionsniveau entspricht in der Größenordnung den entsprechenden nationalen Sektorzielen für 2030 aus dem Klimaschutzplan 2050 und hat gegenüber dem 2020-Ziel deutlich angezogen: Zwischen 2020 und 2030 werden erheblich weitreichendere jährliche Minderungen erreicht werden müssen als bislang. Die Mitgliedstaaten können die ihnen zugeordneten jährlichen Emissionszuteilungen in begrenztem Umfang zeitlich verteilen und untereinander übertragen.

Um die Emissionen im Verkehrsbereich einzudämmen, hatte die Europäische Kommission bereits im Juli 2016 eine Strategie für emissionsarme Mobilität veröffentlicht. Darin spezifiziert sie für die kommenden Jahre geplante Initiativen innerhalb von drei Säulen: einem effizienteren Verkehrssystem, der Nutzung von emissionsarmen alternativen Energieträgern im Verkehr sowie emissionsarmen bzw. -freien Fahrzeugen. Im Mai 2017 hat die Kommission mit dem Mobilitätspaket „Europa in Bewegung“ einen langfristigen Plan für eine saubere und wettbewerbsfähige Mobilität skizziert und mehrere konkrete Initiativen angestoßen. Diese befassen sich unter anderem mit der Funktionsweise des Güterkraftverkehrsmarkts sowie mit einem intelligenten System für die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren.

Das zweite Mobilitätspaket, das im November 2017 folgte, enthält neun Gesetzesinitiativen, die auch die Regulierung des CO₂-Ausstoßes für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge nach 2021 umfassen. Danach soll die Neuwagenflotte bis 2025 gegenüber 2021 15 Prozent und bis 2030 30 Prozent weniger CO₂ emittieren. Ein Verstoß gegen diese Vorgaben soll mit einer Geldbuße bestraft werden. Eine verbindliche Mindestquote für Elektroautos ist dagegen im Paket nicht vorgesehen. Stattdessen will die Kommission ihr Ziel, bis 2030 30 Prozent Neuwagen mit Elektro- oder anderen alternativen Antrieben auf die Straße zu bringen, über ein Anreizsystem erreichen (siehe Kapitel 7).

3.3 Internationale Energiepolitik

In den Jahren 2015 und 2016 ist der Anstieg der weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen zum Stillstand gekommen (siehe Abbildung 3.4). Gründe sind der in vielen Regionen sinkende Einsatz von Kohle, die Verbesserung der Energieeffizienz sowie der steigende Anteil erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung. Allerdings ergab sich 2017 nach Angaben der IEA ein erneutes Plus von 1,4 Prozent.

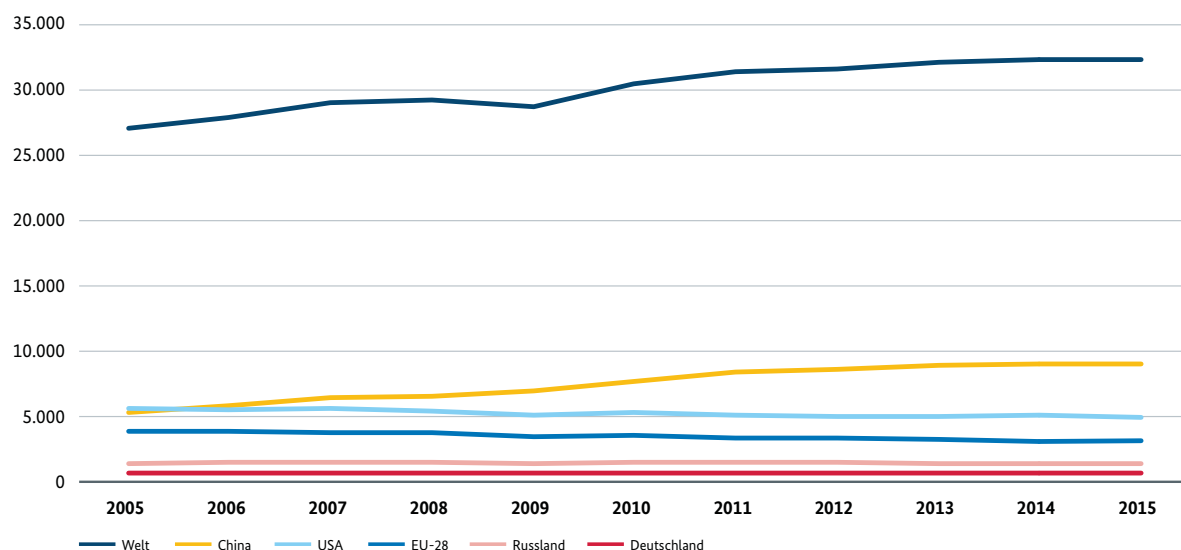
Größter Emittent ist China mit einem Anteil von über einem Viertel an den gesamten weltweiten Emissionen. Entsprechend groß ist sein Einfluss auf die globale Emissionsentwicklung: Der geringe Anstieg in den letzten Jahren ist wesentlich darauf zurückzuführen, dass die Emissionen in China kaum noch zunehmen. Im Dezember 2017 hat China einen eigenen Markt für CO₂-Zertifikate gestartet, der das europäische ETS als größten Markt weltweit ablöst. Der chinesische Markt gilt zunächst nur für die Energiewirtschaft; die derzeit einbezogenen rund 1.700 Kraftwerke produzieren nach Angaben des China Carbon Forum etwa ein Drittel aller chinesischen Emissionen.

Ein Beispiel für eine internationale Initiative zur Reduktion klimaschädlicher Emissionen außerhalb von Emissionshandelssystemen kommt aus der Seeschifffahrt: 173 Mitgliedstaaten der Internationalen Seeschifffahrtsorganisation haben sich jüngst im Rahmen einer freiwilligen, nicht bindenden Zusage darauf geeinigt, bis 2050 die CO₂-Emissionen ihrer Hochsee-Handelsflotte gegenüber 2008 um mehr als die Hälfte zu reduzieren. Die Seeschifffahrt ist als durchaus bedeutender Emittent für 2 bis 3 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstoßes verantwortlich. Sie emittiert jährlich mehr Kohlendioxid als Deutschland insgesamt.

Insgesamt schreitet die globale Energiewende hin zu einer emissionsärmeren Energieversorgung voran. So entfielen gemäß IEA jeweils etwa 40 Prozent der gesamten Investitionen im Stromsektor von 718 Milliarden US-Dollar im Jahr 2016 auf erneuerbare Energien und auf den Ausbau der Stromnetze, nur etwas mehr als 16 Prozent auf fossile Erzeugungskapazitäten. Für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien standen Ende 2016 weltweit über 2.000, Ende 2017 bereits über 2.100 Gigawatt an Kapazitäten zur Verfügung; das ist ein jährlicher Anstieg von jeweils über 8 Prozent. Vor dem Hintergrund sinkender Kosten und technologischer Fortschritte expandierten die Photovoltaik-Kapazitäten erstmals stärker als alle anderen Formen der Stromerzeugung.

In den vergangenen Jahren sind die Kosten insbesondere für Technologien der Photovoltaik und der Windenergieerzeugung deutlich gefallen. Diese Entwicklung begünstigt hohe Zuwachsraten bei den Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien gerade in den Entwicklungs- und Schwellenländern mit dynamisch wachsendem Bedarf. So erfolgte im Jahr 2016 über die Hälfte des Kapazitätsausbaus in Nicht-OECD-Ländern. China als Hauptinvestor tätigte alleine fast ein Drittel aller Investitionen; Europa konnte fast zwanzig Prozent für sich verbuchen. Ähnlich ist das Bild bezogen auf die Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energien: Auch hier hielt China 2016 einen Anteil von etwa einem Drittel, 2017 nach Angaben von Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF sogar von 45 Prozent. Vor diesem Hintergrund ist bereits seit 2013 nicht mehr Europa, sondern China die Region mit dem größten Investitionsvolumen – und der Abstand wird tendenziell immer größer. Schaut man allerdings auf das Tempo, mit dem der Kraft-

Abbildung 3.4: Energiebedingte CO₂-Emissionen in ausgewählten Weltregionen
in Mio. t CO₂



Quelle: IEA 09/2017

werkspark umgestellt wird, so sind die EU-Staaten Weltspitze: 2016 basierten hier rund 86 Prozent aller neuen Kraftwerke auf erneuerbaren Energiequellen – im Vergleich zu 62 Prozent weltweit.

Bei der installierten Leistung war Deutschland 2016 mit über 100 GW Spitzenreiter innerhalb Europas und verbuchte etwa ein Fünftel der europaweit installierten Leistung für sich. Weltweit hatten nur China, die USA und Brasilien mehr Kapazitäten für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (siehe Abbildung 3.5). Für 2017 ergibt sich ein ähnliches Bild.

Im Jahr 2015 wurde über ein Achtel des globalen Primärenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien gedeckt; beim Endenergieverbrauch lag der Anteil bei fast einem Fünftel. Moderne Erneuerbare und traditionelle Biomasse hatten dabei ein ähnlich großes Gewicht. Dabei spielten die modernen Erneuerbaren die deutlich stärker wachsende Rolle. An der Stromerzeugung waren alle erneuerbaren Energien zusammengekommen zu knapp einem Viertel beteiligt.

Mit Blick auf die Energieeffizienz hat es im internationalen Umfeld weitere Fortschritte gegeben. Im Jahr 2016 ist die Energieintensität um 1,8 Prozent gegenüber dem Vorjahr gefallen. In den Jahren davor gab es sogar noch größere Rückgänge: zwischen 2010 und 2015 im Schnitt um 2,1 Prozent jährlich. Die Investitionen in Energieeffizienz, die sich 2016 weltweit auf 231 Milliarden US-Dollar beliefen, konnten gegenüber dem Vorjahr um gut neun Prozent gesteigert werden. Starker Treiber dieser Entwicklung ist China, auch wenn der größte Anteil von Energieeffizienzinvestitionen nach wie vor auf Europa entfällt. Nach Analysen der IEA ist die steigende Energieeffizienz die zurzeit wichtigste Bremse für den Anstieg der CO₂-Emissionen (OECD/IEA 2017a).

Den großen Rahmen für die globale Energiewende setzt das im November 2016 in Kraft getretene Pariser Klimaabkommen. Es verfolgt drei wesentliche Ziele:

- die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen;
- die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel zu erhöhen und
- die weltweiten Finanzmittelflüsse mit den Klimazielen in Einklang zu bringen.

Das Übereinkommen ist mittlerweile von 178 der 197 Staaten ratifiziert, darunter auch die EU und Deutschland. In dem Abkommen haben sich alle Vertragsstaaten zu nationalen Klimaschutzbeiträgen (sog. NDCs – Nationally Determined Contributions) verpflichtet. Die Bundesregierung

unterstützt mit verschiedenen Maßnahmen die rasche Umsetzung der NDCs weltweit. Im Juni 2017 kündigte US-Präsident Donald Trump den Ausstieg der USA aus dem Abkommen an, der allerdings frühestens im November 2020 wirksam werden könnte. Die langfristigen Folgen dieses Ausstiegs lassen sich nur schwer prognostizieren; viele US-Bundesstaaten und Städte sind beim Klimaschutz weiterhin sehr aktiv. Festzustellen ist auch, dass andere Staaten dem Beispiel der USA bisher nicht gefolgt sind.

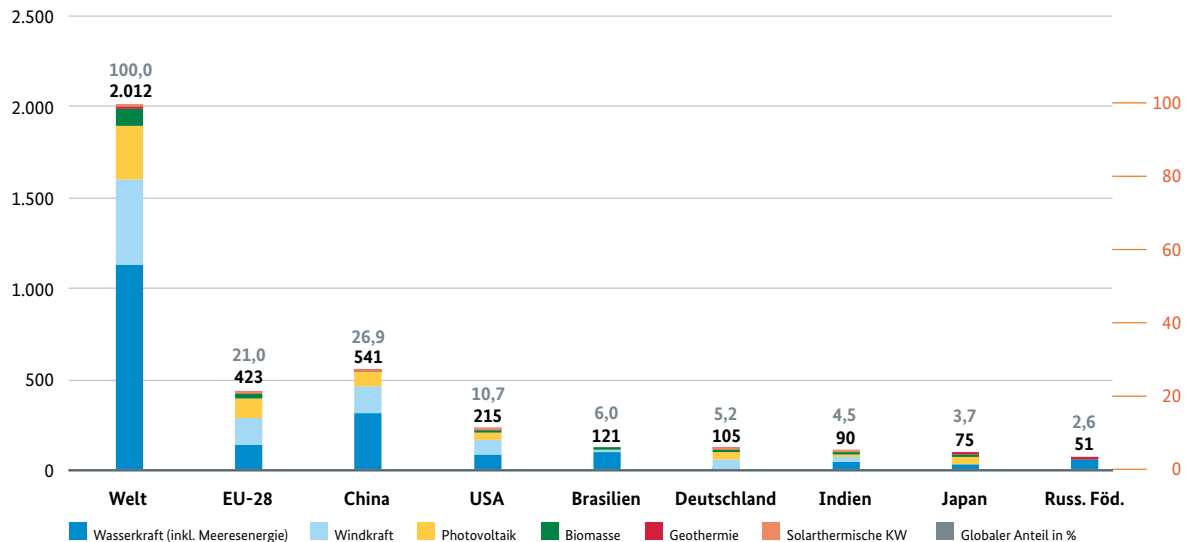


Bei der Gestaltung der internationalen Energiewende ist Deutschland für viele Länder ein wichtiger Partner. Es besteht weltweit großes Interesse an deutschen Erfahrungen, Kompetenzen und Technologien, wenn es beispielsweise darum geht, gesetzliche Grundlagen anzupassen oder erneuerbare Energien in ein versorgungssicheres System zu integrieren. Dass sich der Erfahrungsaustausch, zum Beispiel bei der jährlichen internationalen Energiewendekonferenz „Berlin Energy Transition Dialogue“, auszahlt, zeigt sich daran, wie sehr der Umbau der Energiesysteme in vielen Regionen der Welt Fahrt aufgenommen hat. Das ist eine gute Nachricht, denn die globale Energiewende eröffnet Chancen, die Kosten zu senken und Synergien zu nutzen. Ein weiteres Beispiel ist die Initiative von Deutschland, Norwegen und den Vereinigten Arabischen Emiraten, eine „Global Commission on the Geopolitics of Energy Transformation“ unter dem Dach der IRENA zu gründen. Dabei handelt es sich um ein internationales Expertengremium, das sich mit den geopolitischen Auswirkungen der globalen Energiewende beschäftigt.

Abbildung 3.5: Global installierte Leistung der erneuerbaren Energien, 2016

in GW

Globaler Anteil in %



Quelle: REN21 2017

Vor diesem Hintergrund sieht der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD vor, die internationale Energiezusammenarbeit auszubauen. Dabei sollen Formate wie die G20 oder die G7 sowie internationale Energieinstitutionen (IEA, IRENA) verstärkt genutzt und weitere bilaterale Energiepartnerschaften entwickelt werden. Ziel ist, die deutsche Wirtschaft weltweit zu vernetzen, Marktpotenziale zu erschließen und die globale Energiewende voranzubringen.

Beim Gipfel der G20 unter deutscher Präsidentschaft im Juli 2017 in Hamburg beschlossen die Staats- und Regierungschefs – mit Ausnahme der USA – einen G20-Aktionsplan zu Klima und Energie für Wachstum. Darin bekennen sie sich dazu, das Paris-Abkommen und die Ziele der Agenda 2030 zur nachhaltigen Entwicklung uneingeschränkt umzusetzen, sowie zu einer damit verbundenen effizienten Transformation der Energiesysteme. Dies ist ein wichtiges

Signal, denn die G20-Staaten sind für rund 80 Prozent des globalen Primärenergieverbrauchs und sogar für mehr als 80 Prozent aller CO₂-Emissionen verantwortlich.

Eine während der deutschen G20-Präsidentschaft von der Internationalen Energieagentur (IEA) und der IRENA vorgelegte Studie zu den Perspektiven für die Energiewende zeigt auf, dass eine weitgehende Dekarbonisierung des Energiesystems bis zum Jahr 2050 anspruchsvoll, aber technisch möglich und wirtschaftlich machbar ist (OECD/IEA und IRENA 2017). Notwendige Mehrinvestitionen bis 2050 würden etwa 0,3 Prozent des globalen BIP betragen. Dabei müssten die Investitionen in die Energieeffizienz in allen Sektoren um das Zehnfache des heutigen Niveaus steigen. Die Investitionen in die Energieerzeugung würden nicht signifikant steigen, müssten aber massiv vor allem in erneuerbare Energien umgeleitet werden.

Zentrale Maßnahmen der internationalen Energiepolitik

- G20-Aktionsplan zu Klima und Energie für Wachstum
- 23. Weltklimakonferenz (COP 23)
- IEA/IRENA-Studie „Perspectives for the Energy Transition – Investment Needs for a Low-Carbon Energy System“ im Auftrag der deutschen G20-Präsidentschaft
- Intensivierung bestehender und Gründung neuer bilateraler Energiepartnerschaften (zuletzt mit Mexiko, den Vereinigten Arabischen Emiraten und Australien)
- Berlin Energy Transition Dialogue
- Exportinitiative Energie
- Wanderausstellung „Deutschlands Energiewende“

Teil I: Quantitative Ziele der Energiewende

Die quantitativen Ziele der Energiewende
beziehen sich auf fünf Themenfelder:

Erneuerbare Energien

Energieverbrauch und Energieeffizienz

Gebäude

Verkehr

Treibhausgasemissionen



4 Erneuerbare Energien

Wo stehen wir?

Mit einem Anteil von 31,6 Prozent am Bruttostromverbrauch stammte 2016 fast jede dritte Kilowattstunde Strom aus erneuerbaren Energien. Im Jahr 2017 ist ein starker Aufwärtstrend zu verzeichnen.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme ist mit 13,2 Prozent leicht gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Im Verkehrsbereich erreichte der Beitrag der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch 5,2 Prozent – ein leichter Rückgang gegenüber dem Vorjahr mit 5,3 Prozent.

Was ist neu?

Mit dem EEG 2014/2017 wurden wettbewerbliche Ausschreibungen für Solar-, Windenergie- und Biomasse-Anlagen eingeführt. Die Ausschreibungen wirken kosteneffizient für die Förderung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sowie von Windkraftanlagen an Land und auf See.

Das Mieterstromgesetz beteiligt Mieterinnen und Mieter unmittelbar an der Energiewende und setzt neue Impulse für den Ausbau der Solarstromerzeugung in Deutschland.

Mit dem Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD wurde ein weiterer zielstrebigere, effizienter, netzsynchroner und zunehmender marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien beschlossen. Unter diesen Voraussetzungen ist ein Anteil von etwa 65 Prozent erneuerbare Energien bis 2030 angestrebt; entsprechende Anpassungen werden vorgenommen. Sonderausschreibungen im Bereich Wind und Solarenergie sollen zum Klimaschutzziel 2020 beitragen. Die Herausforderung besteht in einer besseren Synchronisierung von erneuerbaren Energien und Netzkapazitäten.

	2016	2020	2030	2040	2050
Erneuerbare Energien					
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	14,8 %	18 %	30 %	45 %	60 %
Anteil am Bruttostromverbrauch	31,6 %	mindestens 35 %*	mindestens 50 % EEG 2017: 40 bis 45 % bis 2025*	mindestens 65 % EEG 2017: 55 bis 60 % bis 2035	mindestens 80 %
Anteil am Wärmeverbrauch	13,2 %	14 %			

*Mit dem Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD wurde ein weiterer zielstrebigere, effizienter, netzsynchroner und zunehmender marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien beschlossen. Unter diesen Voraussetzungen ist ein Anteil von etwa 65 Prozent erneuerbare Energien bis 2030 angestrebt; entsprechende Anpassungen werden vorgenommen. Sonderausschreibungen im Bereich Wind und Solarenergie sollen zum Klimaschutzziel 2020 beitragen. Die Herausforderung besteht in einer besseren Synchronisierung von erneuerbaren Energien und Netzkapazitäten.

4.1 Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch

Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch steigt insgesamt an. Der Bruttoendenergieverbrauch umfasst die Endenergie beim Letztverbraucher vor Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten in den drei Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (Kraftstoffe). Strom deckt dabei rund ein Viertel des gesamten Energiebedarfes, Prozess- und Raumwärme rund die Hälfte und Kraftstoffe rund ein Viertel. Im Jahr 2016 betrug die aus erneuerbaren Energien bereitgestellte Bruttoendenergie 385,6 TWh und lag damit bei 14,8 Prozent des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs. Das entspricht einer geringfügigen Zunahme gegenüber dem Vorjahr in Höhe von 0,1 Prozentpunkten (siehe Abbildung 4.1).

Seit dem Jahr 2008 hat sich der Erneuerbaren-Anteil am Bruttoendenergieverbrauch insgesamt um mehr als die Hälfte (5,6 Prozentpunkte) erhöht. Seit dem Jahr 2000 hat sich der Anteil Erneuerbarer über alle drei Sektoren hinweg insgesamt sogar verdreifacht. Diese positive Entwicklung wurde im Wesentlichen vom Anstieg der erneuerbaren Erzeugung im Stromsektor getragen. Der Anteil der erneuerbaren Energien ist im Wärmesektor leicht angestiegen, der Anteil im Verkehrssektor nimmt seit 2008 leicht ab. Zur 18-Prozent-Zielmarke bis zum Jahr 2020 verbleibt eine Differenz von 3,2 Prozentpunkten. Dieses Ziel kann nur durch

einen weiterhin ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom und Wärme sowie eine deutliche Erhöhung der Anstrengungen im Bereich Verkehr erreicht werden.

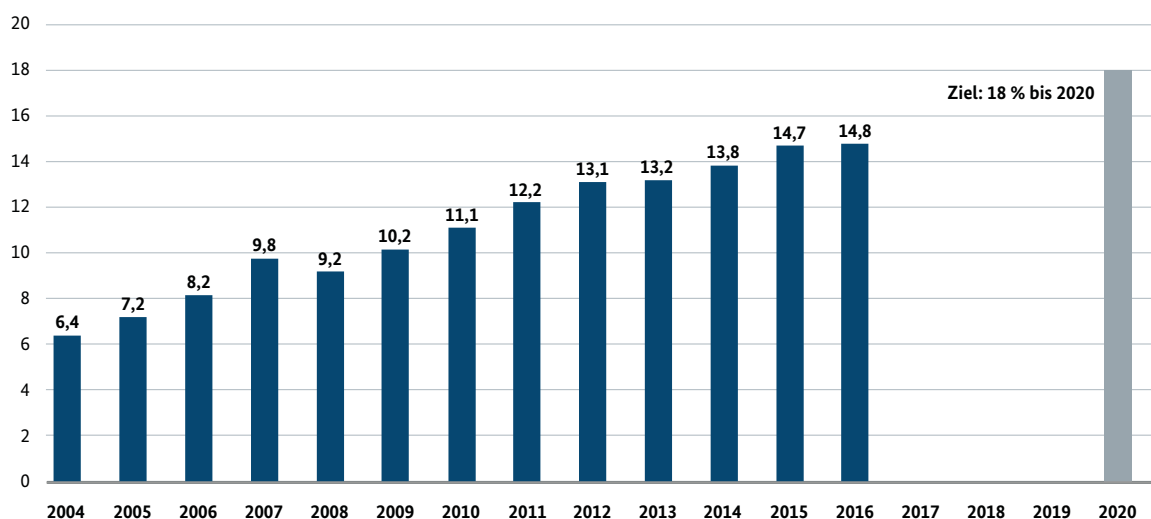
Die Zielarchitektur-Studie (siehe Kapitel 2.2) kommt auf Basis der durchgeführten Analysen zu folgendem Szenario: Das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2020 auf 18 Prozent zu erhöhen, wird danach erreicht. Wesentlicher Grund dafür ist der hohe Anteil erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmesektor. Die Studie geht davon aus, dass sich der Anteil bis 2020 auf 18,4 Prozent beläuft (innerhalb einer Bandbreite von 17,7 bis 20,0 Prozent, siehe Abbildung 4.2). Dabei wurde die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur berücksichtigt.

Weitere Schritte bei der Umsetzung der Energiewende bauen zunehmend auf eine integrierte Entwicklung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Auch in den nächsten Jahren ist von einer steigenden Bedeutung der Erneuerbaren in allen drei Sektoren auszugehen. Neben der Steigerung der Energieeffizienz und dem Ausbau der erneuerbaren Energien wird auch die Interaktion zwischen den Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr und Gebäude (Sektorkopplung) zunehmen (siehe Kapitel 13.1).

Abbildung 4.1: Zielsteckbrief: Erneuerbare Energien und Bruttoendenergieverbrauch

Ziel 2020	Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch von 18 Prozent
Status 2016	14,8 Prozent

Anteil am Brutto-EEV in Prozent



Quelle: AGEE-Stat 02/2018

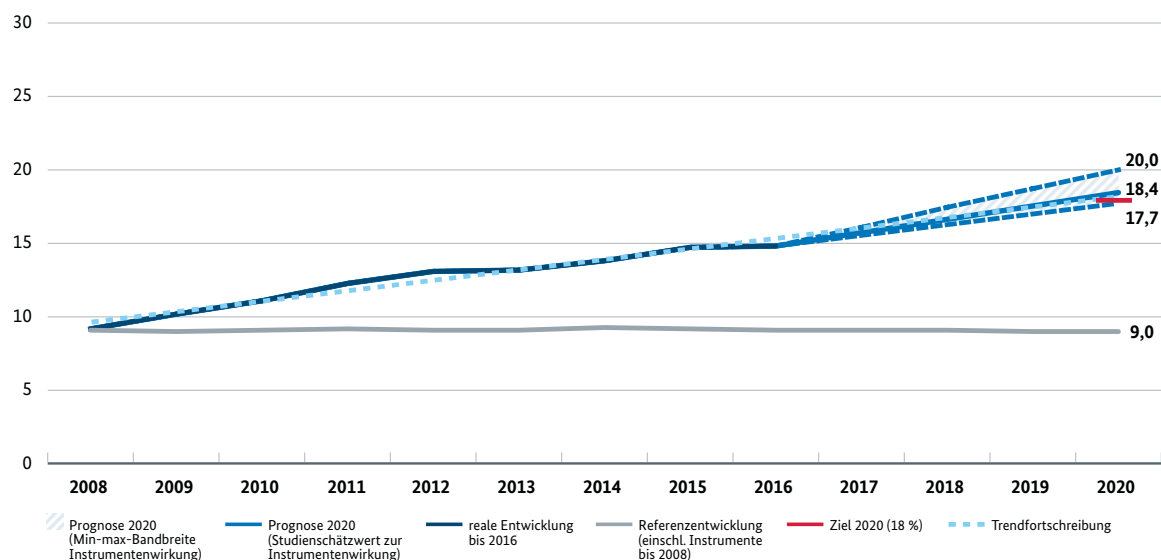
Trend



Maßnahmen

Erneuerbare-Energien-Gesetz, Marktanreizprogramm, Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, Treibhausgasquote u.a.

Abbildung 4.2: Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch laut Zielarchitektur-Studie in Prozent



Quelle: Prognos, Fraunhofer ISI, DLR 2018

4.2 Erneuerbare Energien im Stromsektor

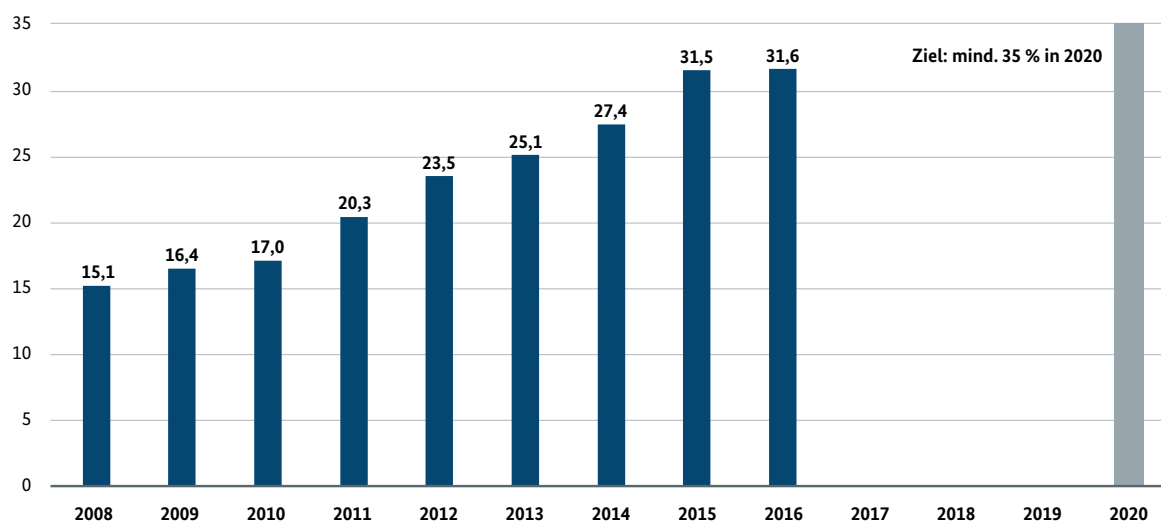
Mit 189,7 TWh wurde im Jahr 2016 nur geringfügig mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt als im Vorjahr (2015: 188,8 TWh). Sie konnten jedoch witterungsbedingt,

trotz großer Steigerung der installierten Leistung, nicht für einen entsprechenden Zuwachs bei der erzeugten Strommenge sorgen und erreichten einen Anteil von 31,6 Prozent (2015: 31,5 Prozent) am Bruttostromverbrauch (siehe Abbil-

Abbildung 4.3: Zielsteckbrief: Erneuerbare Energien und Bruttostromverbrauch

Ziel 2020	Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch von mindestens 35 Prozent
Status 2016	31,6 Prozent

Anteil am Bruttostromverbrauch in Prozent



Quelle: AGEE-Stat 02/2018

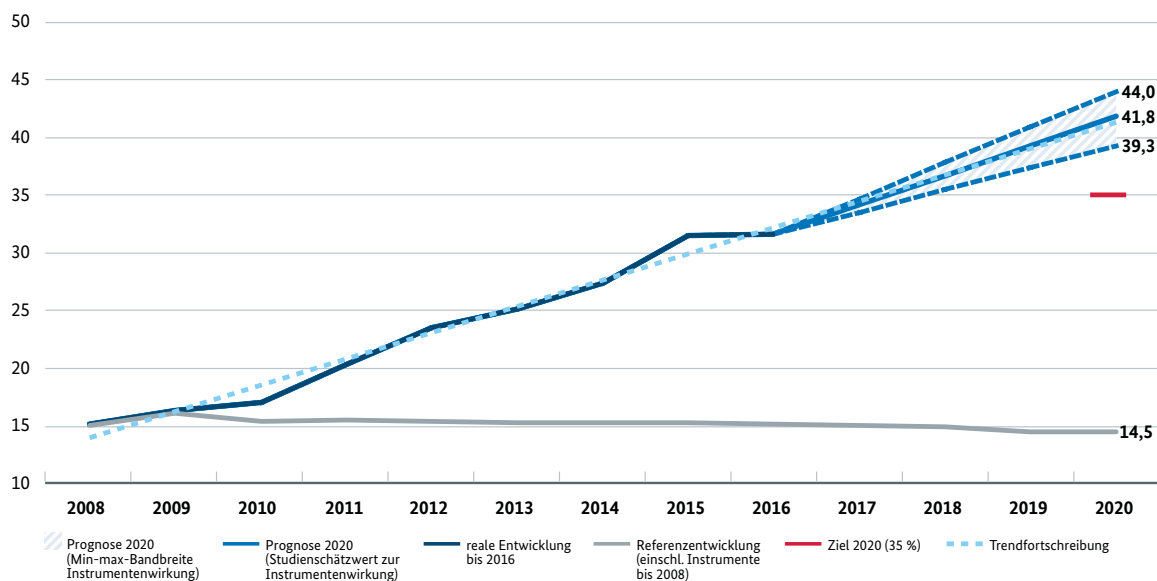
Trend



Maßnahmen

Erneuerbare-Energien-Gesetz

Abbildung 4.4: Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch laut Zielarchitektur-Studie in Prozent



Quelle: Prognos, Fraunhofer ISI, DLR 2018

dung 4.3). Der Anteil der erneuerbaren Energien im Stromsektor hat sich seit 2008 mehr als verdoppelt. Auf dem Weg zu einer sicheren, bezahlbaren und umweltverträglichen Energieversorgung hat die Bundesregierung damit schon viel erreicht. So ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch im Jahr 2017 auf 36,2 Prozent gestiegen – der bislang stärkste Anstieg innerhalb eines Jahres. Damit ist das 2020-Ziel (35 Prozent) bereits im Jahr 2017 übertroffen.

Die Zielarchitektur-Studie (siehe Kapitel 2.2) kommt auf Basis der durchgeführten Analysen zu folgendem Szenario: Das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2020 auf mindestens 35 Prozent zu erhöhen, wird danach übererfüllt. Die Studie geht davon aus, dass sich der Anteil bis zum Jahr 2020 auf rund 41,8 Prozent beläuft (innerhalb einer Bandbreite von 39,3 bis 44,0 Prozent, siehe Abbildung 4.4). Dabei wurde die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur berücksichtigt.

Die Windenergienutzung an Land wurde auch im Jahr 2016 weiter kräftig ausgebaut. Auf die Windstromerzeugung schlug sich der starke Ausbau jedoch noch nicht direkt nieder, denn das Jahr 2016 war ein vergleichsweise windschwaches Jahr. So ging die Stromerzeugung durch Windenergieanlagen an Land trotz des Zubaus von ca. 4,2 Gigawatt (netto) im Jahr 2016 (Kapazitätsaufwuchs 10 Prozent) gegenüber dem Vorjahr um mehr als 6 Prozent auf 67,7 TWh zurück (2015: 72,3 TWh). Die Bedeutung der Offshore-Windenergie

für die Stromversorgung nahm von 8,3 TWh im Jahr 2015 auf 12,3 TWh in 2016 deutlich zu. Insgesamt deckte die Windenergie im Jahr 2016 mit rund 80 TWh 13,3 Prozent des gesamten deutschen Bruttostromverbrauchs und lag damit nur geringfügig unter dem Vorjahr (2015: 13,5 Prozent).

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik (PV), Biomasse und Geothermie bleibt im Jahr 2016 konstant. Die Stromerzeugung aus PV lag aufgrund der geringeren Sonnenscheindauer im Jahr 2016 trotz des Zubaus von 1.492 Megawatt (2015: 1.324 Megawatt) mit 38,1 TWh leicht unterhalb des Vorjahresniveaus (2015: 38,7 TWh). Aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse einschließlich Deponie- und Klärgas sowie des biogenen Anteils der Siedlungsabfälle wurden insgesamt rund 50,9 TWh Strom erzeugt (2015: 50,3 TWh). Damit trug die Biomasse im Jahr 2016 zu 8,5 Prozent des gesamten Bruttostromverbrauchs bei. Die Stromerzeugung aus Wasserkraft lag aufgrund höherer Niederschlagsmengen mit 20,5 TWh über dem Vorjahreswert (2015: 19 TWh). Dies entspricht 3,4 Prozent des Bruttostromverbrauchs. Die Bedeutung der Stromerzeugung aus Geothermie blieb gering, nahm aber leicht zu und betrug 175 GWh (2015: 133 GWh).

Motor des Erneuerbaren-Ausbaus in der Langfristperspektive bleibt erwartungsgemäß insbesondere der Zubau bei Wind und PV. Wie Abbildung 4.5 zeigt, hat sich seit dem Jahr 2008 die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 94 auf 189,7 TWh verdoppelt. Maßgebliche Treiber

hierfür waren PV und in den letzten Jahren der Ausbau der Nutzung von Windenergie an Land und auf See. Der in der Vergangenheit starke Zuwachs der Biomasse verlangsamte sich hingegen zuletzt. Die Anteile von Wasserkraft und Tiefengeothermie haben sich kaum verändert.

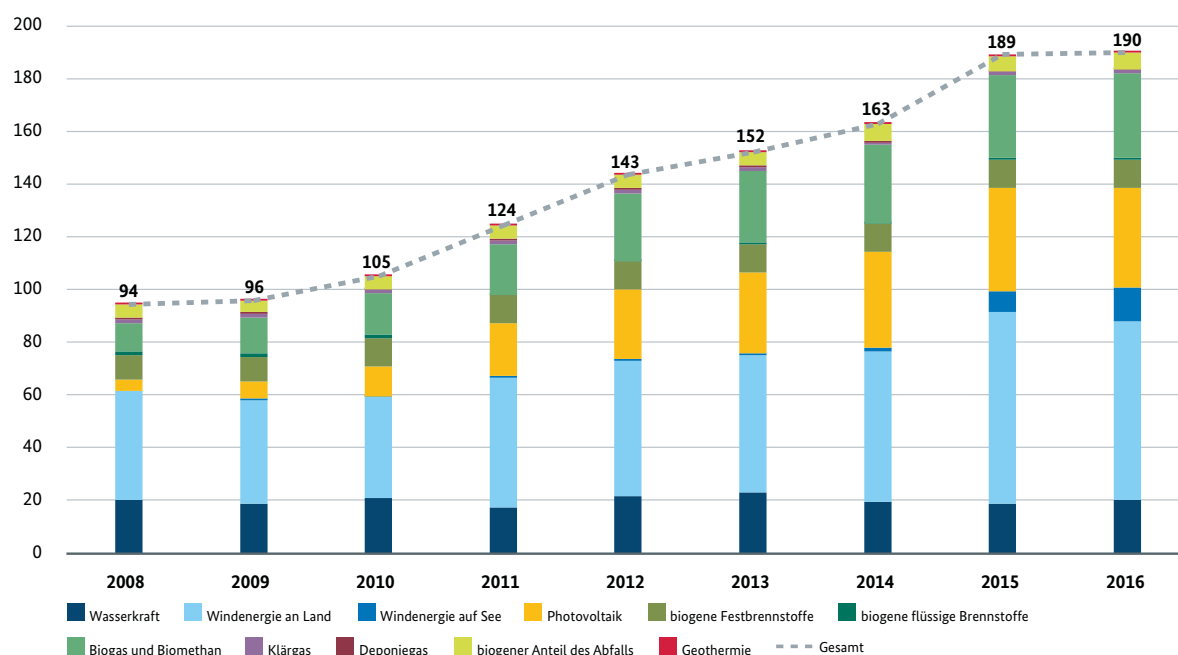
Der Erneuerbaren-Ausbau schreitet bei der Windenergie schnell, bei den anderen Technologien langsamer voran.

Zentraler Erfolgsfaktor für die Energiewende im Stromsektor ist der Ausbau der Windenergie an Land mit 4.436 MW (brutto) neu installierter Leistung im Jahr 2016. Unter Berücksichtigung der rückgebauten Anlagenleistung ergab sich insgesamt ein Nettozubau an Land von 4.157 MW. Damit liegt der Ausbau ca. 1.700 MW über dem im EEG 2014 definierten Ausbaupfad von 2.500 MW. Gleichzeitig lag der PV-Zubau mit 1.492 MW installierter Leistung im Jahr 2016

knapp 1.000 MW unter dem im EEG 2014 definierten Ausbaupfad von 2.500 MW. Bei Wind auf See wurden Anlagen mit 849 MW neu errichtet. Im Bereich der Biomasse (fest, flüssig und gasförmig) setzte sich die Verlangsamung des Ausbaus fort, dieser erfüllte mit 32 MW (brutto – ohne Leistungserhöhung mit dem Ziel der Flexibilisierung) aber die Vorgaben des Ausbaukorridors (< 100 MW).

Im deutschen Strommix bauen die erneuerbaren Energien ihre Bedeutung insgesamt aus. Die gesamte Bruttostromerzeugung hat in Deutschland im Jahr 2016 zugenommen (siehe Abbildung 4.6). Gegenüber dem Vorjahr ist der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen an der gesamten Stromerzeugung 2016 witterungsbedingt nahezu gleich geblieben und lag mit 189,7 TWh bei 29,2 Prozent (2015: 29,1). Das heißt: Erneuerbare produzierten auch im

Abbildung 4.5: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in TWh



Quelle: AGEE-Stat 02/2018

Tabelle 4.1: Ausbaukorridor gemäß EEG 2014 und tatsächliche Neuinstallationen in 2016

Technologie	Zielvorgabe zur Steigerung der installierten Leistung nach EEG 2014 §3	Tatsächliche Neuinstallationen in 2016
Windenergie an Land	2.500 MW pro Jahr (netto)	4.157 MW (netto)
Windenergie auf See	6.500 MW bis 2020, 15.000 MW bis 2030	849 MW (netto kumuliert: 4.132 MW)
Photovoltaik	2.500 MW pro Jahr (brutto)	1.492 MW (brutto)
Biomasse	um bis zu 100 MW pro Jahr (brutto)	32,4 MW (brutto)*

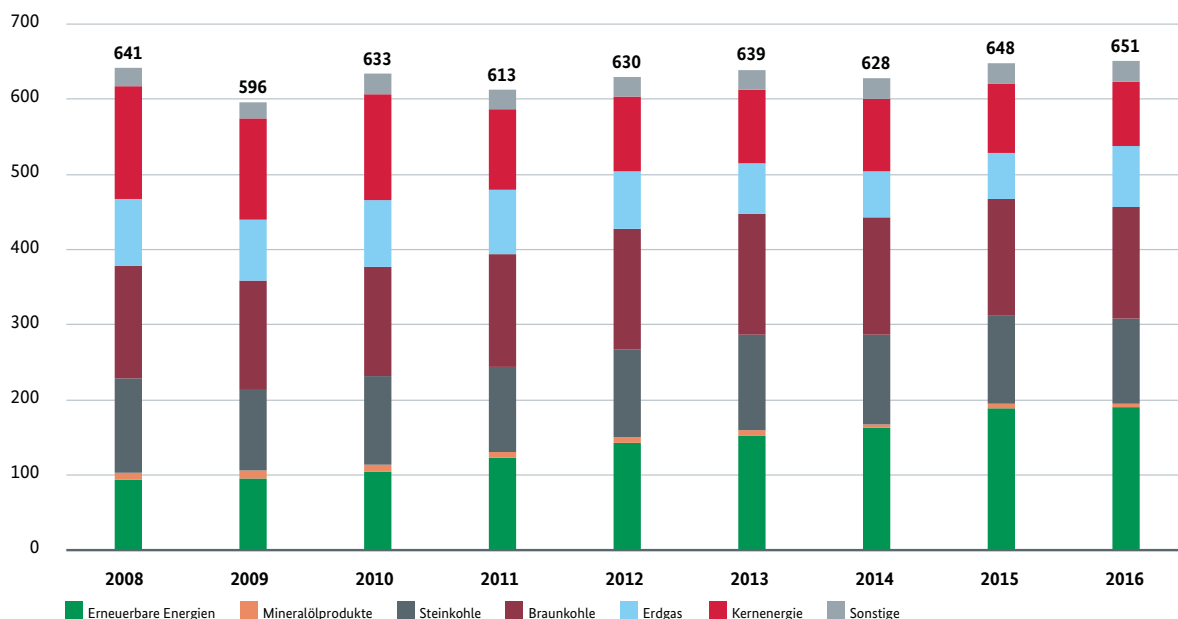
Quelle: AGEE-Stat 12/2017, UBA, BNetzA. Bei PV: Brutto = netto

*Der Gesamtzuwachs der installierten Leistung von Biomasseanlagen, überwiegend aufgrund nicht-erzeugungsrelevanter Leistungsänderung zur Flexibilisierung, betrug im Jahr 2016 199 MW (netto).

Jahr 2016 rund ein Drittel des deutschen Stromverbrauchs und konnten so ihre Bedeutung beibehalten. Die Windkraft an Land ist mit einem Anteil von knapp 10,4 Prozent

(67,7 TWh) an der gesamten Stromerzeugung wie schon in den Jahren zuvor der bedeutendste erneuerbare Stromerzeuger.

Abbildung 4.6: Bruttostromerzeugung nach Energieträgern
in TWh



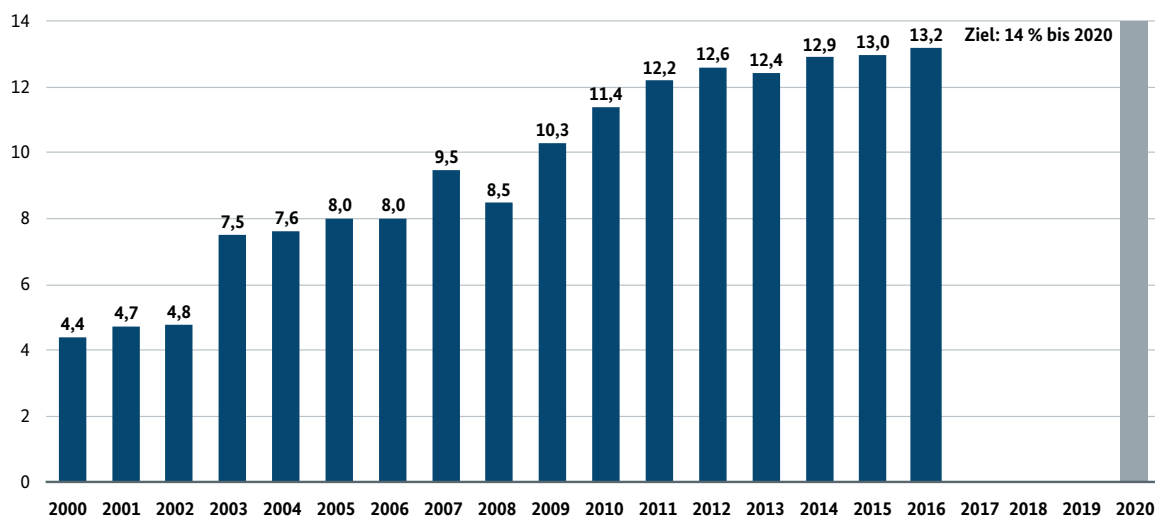
Quelle: AGEB 02/2018

Abbildung 4.7 Zielsteckbrief: Anteil erneuerbarer Energien am Wärme- und Kälteverbrauch

Ziel 2020 Anteil erneuerbarer Energien am Wärme- und Kälteverbrauch von 14 Prozent

Status 2016 13,2 Prozent

Anteil am Wärmeverbrauch in Prozent



Quelle: AGEE-Stat 02/2018

Trend



Maßnahmen

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, Marktanzreizprogramm

4.3 Erneuerbare Energien im Wärmesektor

Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung hat im Jahr 2016 unter anderem infolge der im Vergleich zum Vorjahr kühleren Witterung zugenommen. Der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte erhöhte sich witterungsbedingt um 3,3 Prozent. Daher blieb der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte etwa stabil: Im Jahr 2016 wurden rund 13,2 Prozent (etwa 163,7 TWh) des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte durch erneuerbare Energien gedeckt – 2015 waren es mit 155,5 TWh ebenfalls 13 Prozent.

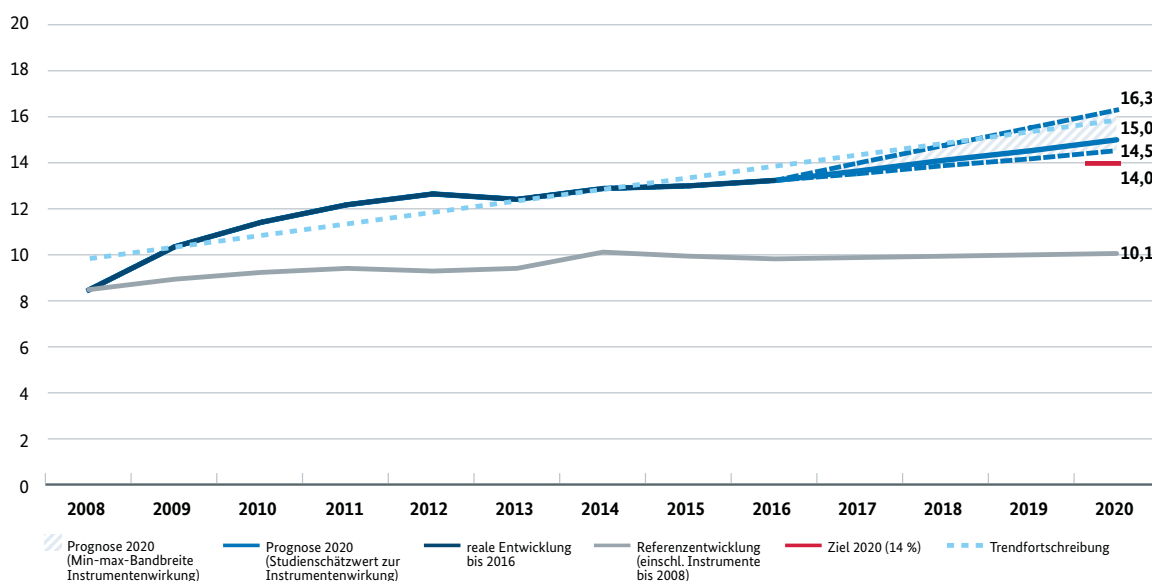
Die bedeutendste Wärmequelle der erneuerbaren Energien ist weiterhin die Biomasse. Witterungsbedingt stieg insbesondere der Holzverbrauch (einschließlich Holzpellets) privater Haushalte im vergangenen Jahr an. Insgesamt blieb die Biomasse (fest, flüssig, gasförmig sowie biogene Abfälle) so mit einem Anteil von 87,6 Prozent die wichtigste erneuerbare Energiequelle im Wärmebereich. Wärmepumpenheizungen stellten 7,6 Prozent und Solarkollektoren 4,8 Prozent der gesamten Wärme aus erneuerbaren Energien.

Die Zielarchitektur-Studie (siehe Kapitel 2.2) kommt auf Basis der durchgeführten Analysen zu folgendem Szenario: Das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien am Wärme- und Kälteverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 14 Prozent zu erhöhen, wird danach erfüllt. Die Studie geht davon aus,



dass sich der Anteil bis 2020 auf rund 15,0 Prozent beläuft (innerhalb einer Bandbreite von 14,5 bis 16,3 Prozent, siehe Abbildung 4.8). Dabei wurde die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur berücksichtigt.

Abbildung 4.8: Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Wärme- und Kälteverbrauch laut Zielarchitektur-Studie in Prozent



Quelle: Prognos, Fraunhofer ISI, DLR 2018

Für die Erreichung des Ziels des EEWärmeG im Jahr 2020 bleibt eine weitere, kontinuierliche Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien in den Bereichen Wärme und Kälte notwendig. Bis zum Jahr 2050 soll der gesamte Gebäudebestand in der Bundesrepublik Deutschland nahezu klimaneutral sein. Wie die Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) gezeigt hat, ist dies nur möglich, wenn durch eine Kombination aus Effizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien zur Bereitstellung von Wärme und Kälte deutliche Fortschritte erzielt werden.

4.4 Erneuerbare Energien im Verkehrssektor

Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch des Verkehrs ist gesunken und beträgt im Jahr 2016 mit 33,6 TWh 5,2 Prozent (2015: 5,3 Prozent). Der Anteil der Biokraftstoffe am gesamten Endenergieverbrauch im Jahr 2016 lag bei 4,6 Prozent und der erneuerbare Anteil des Stromverbrauchs im Schienen- und Straßenverkehr bei 0,6 Prozent. Biokraftstoffe machen damit fast 90 Prozent der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor aus.

Ursache für die rückläufige Entwicklung der erneuerbaren Anteile im Verkehr war ein Anstieg des gesamten Endenergieverbrauchs in diesem Sektor. So stieg der gesamte Endenergieverbrauch von 636 TWh im Jahr 2015 auf 650 TWh im Jahr 2016 (ohne internationalen Flugverkehr) insbesondere wegen des erhöhten Personen- wie Güterverkehrsaufkommens an (siehe Kapitel 7).

Die Treibhausgasquote wird fortentwickelt. Im Jahr 2015 erfolgte die Umstellung der Förderung von einer energiebezogenen Quote für Biokraftstoffe auf eine Treibhausgasquote. Danach ist die Mineralölindustrie verpflichtet, den Treibhausgasausstoß pro Kraftstoffeinheit ab 2015 um 3,5 Prozent, ab 2017 um 4 Prozent und ab 2020 um 6 Prozent zu senken. Neben Biokraftstoffen können seit Januar 2018 auch andere Optionen zum Klimaschutz im Verkehr auf die Treibhausgasquote angerechnet werden (z.B. in Elektrofahrzeugen genutzter Strom). Durch die THG-Quote wurden in Deutschland Biokraftstoffe mit geringen spezifischen THG-Emissionen in den deutschen Markt gebracht (BLE 2016).

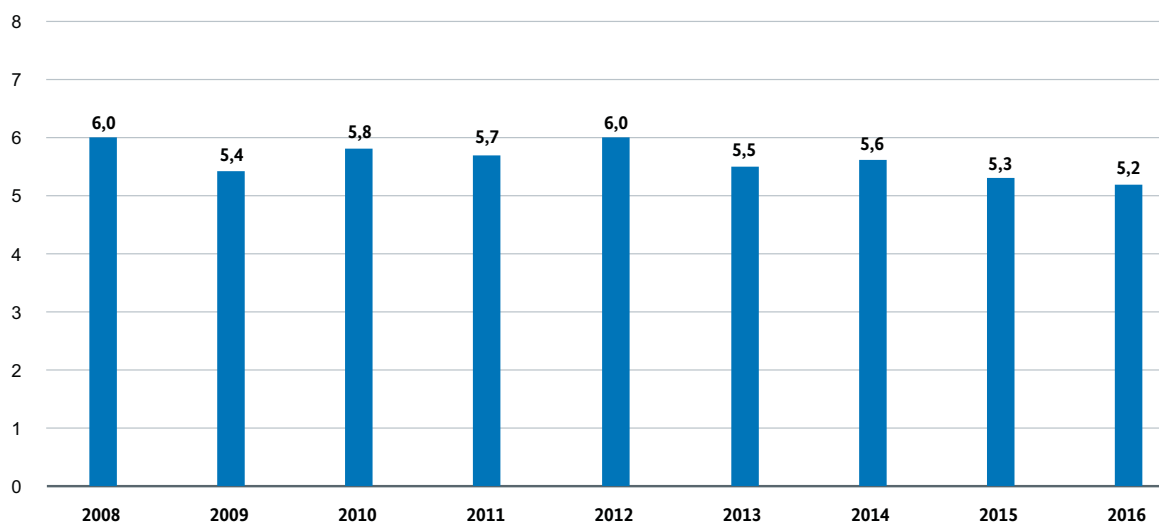
4.5 Erneuerbare-Energien-Gesetz

Das EEG ist das zentrale Steuerungsinstrument zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Seit seiner Einführung im Jahr 2000 wurde das Gesetz stetig weiterentwickelt – mit den Novellen in den Jahren 2004, 2009, 2012, verschiedenen PV-Novellen und dem EEG 2014 – sowie zuletzt mit dem EEG 2017.

- Die Novelle des EEG 2014 legte fest, die Förderhöhe für die erneuerbaren Energien ab spätestens 2017 wettbewerblich durch Ausschreibungen zu ermitteln. Dazu wurden in den Jahren 2015 und 2016 erste Pilot-Ausschreibungen für PV-Freiflächenanlagen durchgeführt, um anhand dieser Erfahrungen den Systemwechsel anschließend umsetzen zu können. Mit dem EEG 2014 wurde zudem die verpflichtende Direktvermarktung eingeführt. Wer Strom produziert, muss ihn seitdem auch vermarkten.

Abbildung 4.9: Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich

Anteil am EEV im Verkehr in Prozent



Quelle: AGEE-Stat 02/2018

- Das EEG 2017 führt zu einem Paradigmenwechsel in der Erneuerbaren-Förderung – hin zu mehr Wettbewerb und Kosteneffizienz. Die wichtigsten erneuerbaren Energien, Windenergie an Land, Windenergie auf See, große PV und Biomasse, müssen sich von nun an in Ausschreibungen behaupten, denn nur die kostengünstigsten Gebote erhalten einen Zuschlag. Damit geht eine Phase der Technologieförderung mit politisch festgesetzten Förderhöhen zu Ende, wobei es für Wasserkraft, Geothermie und kleine PV-Dachanlagen weiterhin die festgelegten Einspeisevergütungen gibt.

Im Verhältnis zu den gesamten Erzeugungskapazitäten ist der Anteil der Erzeugungskapazitäten, der den Netzbetreibern für die Marktprämie gemeldet wurde, nach rund 43 Prozent im Jahr 2013 auf über 58 Prozent im Jahr 2016 gestiegen (2017: durchschnittlich 60 Prozent). Die Erzeugungskapazitäten in der Direktvermarktung lagen Ende des Jahres 2016 bei insgesamt rund 59,2 GW. Mit rund 45 GW wird das Portfolio des direkt vermarkteten Stroms aus erneuerbaren Energien weiterhin stark von der Windenergie bestimmt. Die gemeldete Leistung für PV lag Ende des Jahres 2016 bei rund 8,2 GW, die gemeldete Leistung für Biomasse bei rund 5,1 GW. Gut 90 Prozent der installierten Leistung von Windenergieanlagen an Land und 100 Prozent Windenergie auf See vermarkten den Strom über die Marktprämie. Dieser Anteil beträgt rund 74 Prozent bei der Biomasse und rund 20 Prozent bei der PV.

Über das Instrument der Marktprämie wurden im Jahr 2016 rund 118 TWh Strom aus erneuerbaren Energien gefördert. Dies entspricht einem Anteil von rund 63 Prozent des gesamten aus erneuerbaren Energien produzierten Stroms und einer Steigerung von über 3 Prozent zum Vorjahr. Die Fördersumme der Marktprämie belief sich im Jahr 2016 auf rund 12,6 Milliarden Euro (2015: 11,6 Milliarden Euro).

Erste Ergebnisse aus den wettbewerblichen Ausschreibungen für den Ausbau von Windenergie und PV nach den EEG-Novellen 2014 und 2017 bestätigen die Reformen als wichtige Schritte auf dem Weg zu einer erfolgreichen Energiewende. Die Ausschreibungen haben zu deutlich sinkenden Förderkosten geführt:

- **Solaranlagen:** Die Ausschreibungen im Bereich PV orientieren sich an den Erfahrungen, die von 2015 bis 2016 im Rahmen der Pilotausschreibungen für Freiflächenanlagen gesammelt wurden. Nach dem EEG 2017 sind im Jahr 2017 drei Ausschreibungsrunden durchgeführt worden. Die Trends, die sich schon bei den sechs Pilotausschreibungen gezeigt haben, setzen sich bei den ersten Ausschreibungen nach dem EEG 2017 fort: Die Ausschreibungen waren von einem hohen Wettbewerbsniveau gekennzeichnet und mehrfach überzeichnet. Die durchschnittliche Förderhöhe für Strom aus großen PV-Anlagen sinkt weiter und konnte über alle Ausschreibungsrunden hinweg (einschließlich der Pilotphase) um rund 50 Prozent reduziert werden. Der bislang niedrigste durchschnittliche Zuschlagswert der Ausschreibung vom Februar 2018 betrug 4,33 ct/kWh. Weitere Details enthält Tabelle 4.2. Abschließende Ergebnisse für die Realisierungsrate liegen für die vier Pilotausschreibungen der Jahre 2015/2016 vor. Demnach wurden im Schnitt 95 Prozent der Anlagen, die einen Zuschlag für eine staatliche Förderung erhalten haben, innerhalb der zweijährigen Realisierungsfrist umgesetzt und in Betrieb genommen.
- **Windenergie an Land:** Im Mai 2017 wurden die ersten Ausschreibungen für Windenergieanlagen an Land nach den neuen Regelungen des EEG 2017 gestartet. Analog zu Ausschreibungen bei PV sind die drei Ausschreibungen bei Wind an Land im Jahr 2017 geprägt von einem hohen Wettbewerbsniveau und sinkenden Förderhöhen. So sank der durchschnittliche mengengewichtete Zu-

Tabelle 4.2: Ergebnisse der ersten Ausschreibung für Solaranlagen nach dem EEG 2017

Ausschreibungen 2017				
Gebotstermin	1. Februar 2017	1. Juni 2017	1. Oktober 2017	1. Februar 2018
Anzahl der eingegangenen Gebote	97	133	110	79
Mit Gebotsvolumen	488 MW	646 MW	754 MW	546 MW
Ausgeschlossene Gebote	9	17	6	16
Niedrigster Gebotswert	6,00 ct/kWh	5,34 ct/kWh	4,29 ct/kWh	3,86 ct/kWh
Höchster Gebotswert	8,86 ct/kWh	7,47 ct/kWh	7,20 ct/kWh	5,74 ct/kWh
Anzahl der bezuschlagten Gebote	38	32	20	24
Bezuschlagtes Gebotsvolumen	200 MW	201 MW	222 MW	201 MW
Niedrigster Zuschlagswert	6,00 ct/kWh	5,34 ct/kWh	4,29 ct/kWh	3,86 ct/kWh
Höchster Zuschlagswert	6,75 ct/kWh	5,9 ct/kWh	5,06 ct/kWh	4,59 ct/kWh
Durchschnittlicher Zuschlagswert	6,58 ct/kWh	5,66 ct/kWh	4,91 ct/kWh	4,33 ct/kWh

Quelle: BNetzA

schlagspreis von der ersten Runde von 5,71 ct/kWh auf 3,82 ct/kWh in der dritten Ausschreibungsrunde im Jahr 2017. Hier lag der niedrigste Zuschlagspreis bei 3,80 ct/kWh, der höchste bei 3,82 ct/kWh. Daraus resultieren Förderhöhen zwischen 3,40 ct/kWh (an einem 120-Prozent-Standort) und 4,93 ct/kWh (an einem 70-Prozent-Standort). In den beiden bisherigen Ausschreibungsrunden des Jahres 2018 gingen die eingereichten Gebote sowie die Gebotsmenge zurück. Zum 1. Februar 2018 gingen



132 Gebote über 989 MW bei einem Ausschreibungsvolumen von 700 MW ein. Zum 1. Mai gingen 111 Gebote mit einem Umfang von 604 MW bei einem Ausschreibungsvolumen von 670 MW ein. In der Folge stieg der durchschnittliche mengengewichtete Zuschlagswert auf 4,73 ct/kWh in der ersten bzw. 5,73 ct/kWh in der zweiten Runde an. Damit liegt er auf dem Niveau der Ausschreibung von Mai 2017. Damit wurde erstmals weniger Volumen geboten, als ausgeschrieben wurde. Weitere Details enthält die nachfolgende Tabelle 4.3. Ein hoher Anteil der Zuschläge im Jahr 2017 konzentrierte sich auf den Osten Deutschlands. Wie bereits bei den Solarausschreibungen zeigt dies, dass neben der Qualität der Standorte auch die Flächenverfügbarkeit bei der Projektentwicklung eine Rolle spielt. Mehr als 90 Prozent der Zuschläge der beiden ersten Ausschreibungen gingen an Bürgerenergiegesellschaften, die unter erleichterten Bedingungen an den Ausschreibungen teilnehmen konnten. Die Kostenentwicklung wurde begünstigt durch die verlängerte Realisierungszeit für Bürgerenergiegesellschaften, die es den Bietern ermöglichte, Kosten- und Ertragsvorteile der nächsten Anlagengeneration einzupreisen. Der Erfolg der Bürgerenergiegesellschaften, die sich in einem frühen Planungsstadium mehrheitlich ohne eine bundesimmissionsschutzrechtliche Genehmigung befinden, zieht nach sich, dass der wesentliche Zubau der im Jahr 2017 bezuschlagten Projekte erst in den Jahren 2021/2022 erwartet wird, sofern die Projekte eine Genehmigung erlangen. Mögliche negative Auswirkungen auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der Anlagen sind die Folge. In beiden bislang durchgeführten Ausschreibungsrunden des Jahres 2018 waren die Bürgerenergieprivilegien gegenüber den Ausschreibungen im Jahr 2017 eingeschränkt. Auch Bürgerwindprojekte konnten nur mit einem bereits genehmigten Windprojekt an der Ausschreibung teilnehmen.

Tabelle 4.3: Ergebnisse der ersten Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land nach dem EEG

Ausschreibungen 2017					
Gebotstermin	1. Mai 2017	1. August 2017	1. November 2017	1. Februar 2018	1. Mai 2018
Anzahl der eingegangenen Gebote	256	281	210	132	111
mit Gebotsvolumen	2.137 MW	2.927 MW	2.591 MW	989 MW	604 MW
Ausgeschlossene Gebote	12	14	15	2	-
Niedrigster Gebotswert	4,20 ct/kWh	3,50 ct/kWh	2,2 ct/kWh	3,82 ct/kWh	4,3 ct/kWh
Höchster Gebotswert	7,00 ct/kWh	6,45 ct/kWh	6,66 ct/kWh	5,28 ct/kWh	6,28 ct/kWh
Anzahl der bezuschlagten Gebote	70	67	61	83	111
Bezuschlagtes Gebotsvolumen	807 MW	1.013 MW	1.000 MW	709 MW	604 MW
Niedrigster Zuschlagswert	5,25 ct/kWh	4,16 ct/kWh	2,2 ct/kWh	3,8 ct/kWh	4,3 ct/kWh
Höchster Zuschlagswert	5,78 ct/kWh	4,29 ct/kWh	3,82 ct/kWh	5,28 ct/kWh	6,28 ct/kWh
Durchschnittlicher mengengewichteter Zuschlagswert	5,71 ct/kWh	4,28 ct/kWh	3,82 ct/kWh	4,72 ct/kWh	5,73 ct/kWh

Quelle: BNetzA

- **Windenergie auf See:** Im Ergebnis der Anfang 2017 durchgeführten Ausschreibungsrunde wurden vier Windparks auf See mit 1.490 MW bezuschlagt. Der durchschnittliche Mittelwert der Zuschläge lag bei 0,44 ct/kWh. Drei Zuschläge wurden mit 0 ct/kWh bezuschlagt, ein Windpark mit 6 ct/kWh. Die Zuschläge beziehen sich auf Projekte in den Nordsee-Clustern 1, 3 und 7, die ab dem Jahr 2023 in Betrieb gehen. Gebote von 0 ct/kWh bedeuten, dass die Projekte ohne Förderung auskommen.
- **In der zweiten Ausschreibungsrunde (1. April 2018)** wurden sechs Zuschläge mit einem Volumen von 1.610 MW erteilt. Das Wettbewerbsniveau war etwas geringer als in der ersten Runde, da nur bestehende Projekte teilnehmen konnten, für die noch freie Netzkapazitäten verfügbar waren, und die in der ersten Runde keinen Zuschlag erhalten hatten. Darüber hinaus griff die sogenannte „Ostseequote“, nach der mindestens 500 Megawatt an Projekten in der Ostsee bezuschlagt werden mussten. Der durchschnittliche mengengewichtete Zuschlagswert in der zweiten Runde lag bei 4,66 ct/kWh. Der höchste Gebotswert, der noch einen Zuschlag erhalten hat, lag bei 9,83 ct/kWh. Zwei Zuschläge wurden für 0 ct/kWh erteilt. Der mittlere mengengewichtete Zuschlagswert über beide Runden liegt bei 2,3 ct/kWh.

Ausnahme bleibt die Biomasse: Die erste Ausschreibung für Biomasseanlagen wich von den Ausschreibungen bei Solar- und Windenergie hinsichtlich des Teilnehmerkreises und des Ausschreibungsergebnisses ab. Betreiber von Bestandsanlagen, deren bisheriger Förderanspruch nur noch maximal acht Jahre beträgt, konnten an der Ausschreibung teilnehmen und einen Zuschlag für eine 10-jährige Anschlussförderung erhalten. Anders als bei den überzeichneten Wind- und Solarausschreibungen wies die Ausschreibung bei Biomasse im Ergebnis eine geringe Wettbewerbsintensität auf. Zwar wurden Kostensenkungen erzielt, jedoch sind diese aufgrund der Betriebs- bzw. Rohstoffkosten nicht im Umfang von Wind und Solar möglich. Im September 2017 wurde ein Volumen von 122 Megawatt ausgeschrieben. Insgesamt gingen bei der Bundesnetzagentur 33 Gebote mit einem Gesamtvolumen von ca. 41 Megawatt ein. 24 Gebote mit einem Gebotsumfang von 27,551 Megawatt erhielten einen Zuschlag, ca. 78 Prozent entfielen auf Bestandsanlagen. Teilnehmen konnten Neuanlagen mit einer installierten Leistung größer als 150 kW. Der durchschnittliche Zuschlagswert aller Gebote lag bei 14,30 ct/kWh. Bei Neuanlagen lag der mittlere Zuschlagswert bei 14,81 ct/kWh, für Bestandsanlagen bei 14,16 ct/kWh. Weitere Ausschreibungen finden zukünftig einmal jährlich zum Gebotstermin 1. September statt.

Tabelle 4.4: Ergebnisse der ersten Ausschreibung für Offshore-Windenergieanlagen nach dem WindSeeG

Ausschreibungen 2017	Windenergieanlagen auf See	
Gebotstermin	1. April 2017	1. April 2018
Anzahl der bezuschlagten Gebote	4	6
Bezuschlagtes Gebotsvolumen	1.490 MW	1.610 MW
Niedrigster Zuschlagswert	0,00 ct/kWh	0,00 ct/kWh
Höchster Zuschlagswert	6,00 ct/kWh	9,83 ct/kWh
Durchschnittlicher Zuschlagswert (mengengewichtet)	0,44 ct/kWh	4,66 ct/kWh

Quelle: BNetzA

Tabelle 4.5: Ergebnisse der ersten Ausschreibung für Biomasse nach dem EEG

Ausschreibungen 2017	Biomasse
Gebotstermin	1. September 2017
Anzahl der bezuschlagten Gebote	24
Bezuschlagtes Gebotsvolumen	27,55 MW (davon 77 % Bestandsanlagen > 150 kW und 22 % Neuanlagen)
Niedrigster Zuschlagswert	9,86 ct/kWh
Höchster Zuschlagswert	16,9 ct/kWh
Durchschnittlicher Zuschlagswert (mengengewichtet)	Neuanlagen: 14,83 ct/kWh Bestandsanlagen ≤150 kW: 16,9 ct/kWh Bestandsanlagen >150 kW: 13,88 ct/kWh

Quelle: BNetzA

Transparenz und Beteiligung: Mieterstrom wird wirtschaftlich attraktiver.

Ziel der Mieterstromförderung ist, Mieterinnen und Mieter unmittelbar an der Energiewende zu beteiligen und weitere Anreize für den Betrieb von Solaranlagen auf Wohngebäuden zu schaffen.

Als Mieterstrom wird Strom bezeichnet, der in Solaranlagen auf dem Dach eines Wohngebäudes erzeugt und an Letztverbraucher, insbesondere Mieter, in diesem Gebäude oder in Wohngebäuden und Nebenanlagen im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang ohne Netzdurchleitung geliefert wird. Der von den Mietern nicht verbrauchte Strom wird ins Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist und vergütet.

Anders als beim Strombezug aus dem Netz entfallen beim Mieterstrom einige Kostenbestandteile (z. B. Netzentgelte und Stromsteuer). Zusätzlich gibt es künftig eine Förderung für jede Kilowattstunde Mieterstrom – den sogenannten Mieterstromzuschlag –, welche über die EEG-Umlage finan-

ziert wird. Auf diese Weise rechnet sich das Projekt für den Vermieter durch die direkte und indirekte Förderung, und Mieter beziehen Strom vom „eigenen“ Dach. Sie helfen damit, den Ausbau der erneuerbaren Energien in den Städten voranzutreiben. Das Potenzial ist da: Bis zu 3,8 Millionen Wohnungen könnten mit Mieterstrom versorgt werden.

Bislang rechnete sich Mieterstrom für Vermieter in der Regel dennoch nicht, unter anderem, weil in Mieterstrommodellen erhebliche Kosten für Vertrieb, Messwesen und Abrechnung entstehen. Der Mieterstromzuschlag macht den Mieterstrom künftig wirtschaftlich attraktiver.

Gleichzeitig schafft das Mieterstromgesetz die Rahmenbedingungen dafür, dass Mieter von niedrigen Strompreisen profitieren können, weil sie ihren Stromanbieter weiterhin frei wählen können (Wettbewerb).

Der Finanzierungsbedarf für bestehende Erneuerbaren-Anlagen stieg im Jahr 2016 weiter an. Dieser entspricht der Differenz von EEG-Vergütungs- bzw. Prämienzahlungen an

die Betreiber von Erneuerbare-Energie-Anlagen und den Einnahmen aus dem Verkauf des Stroms aus erneuerbaren Energien an der Strombörse. 2016 sanken die Preise und Einnahmen an der Strombörse, u. a. durch das Überangebot von konventionellen und erneuerbaren Kraftwerkskapazitäten und die geringe europäische Stromnachfrage. Auch die erneuerbaren Energien selbst haben wegen ihrer geringen Grenzkosten mit etwa 1 ct/kWh zur Senkung der Börsenstrompreise beigetragen (sogenannter Merit-Order-Effekt). Dies spiegelt sich in einem leichten Anstieg des Finanzierungsbedarfs von 21,9 Milliarden Euro in 2015 auf 22,2 Milliarden Euro im Jahr 2016 wider. Die Vergütungen für bestehende erneuerbare Anlagen basieren auf garantierten Vergütungssätzen von bis zu 20 Jahren. Im Falle von Neuanlagen ist auch im Rahmen der ersten Ausschreibungsergebnisse zu beobachten, dass diese durch technischen Fortschritt Kostensenkungspotenziale heben und dementsprechend die EEG-Vergütungssätze sinken. Dem Finanzierungsbedarf stehen positive Wirkungen der erneuerbaren Energien gegenüber, wie zum Beispiel vermiedene Emissionen von Treibhausgasen sowie von Luftschadstoffen und daraus resultierend verringerte Gesundheits- und Umweltschäden. Außerdem schafft der Ausbau der erneuerbaren Energien gesamtwirtschaftliche Impulse wie die Einsparung fossiler Energieträger, wodurch Energieimporte sinken (siehe Kapitel 3 und 8). Zudem hat die Förderung der erneuerbaren Energien in Deutschland über das EEG hinaus auch international zur Technologiekostensenkung im Bereich der erneuerbaren Energien beigetragen.

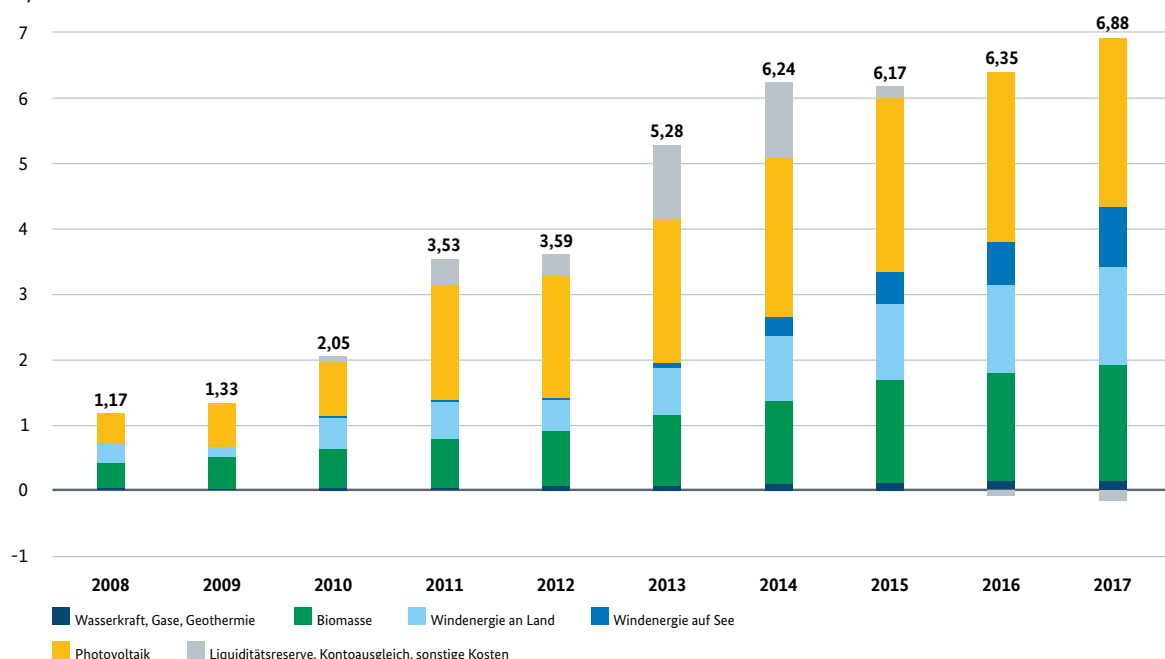


Die EEG-Umlage 2018 beträgt 6,792 ct/kWh. Damit sinkt sie leicht um 0,09 ct/kWh gegenüber dem Vorjahr. Seit dem Jahr 2014 liegt die Umlage im Bereich zwischen 6,2 und 6,9 ct/kWh. In den Jahren zuvor stieg sie noch drastisch an (von 3,59 ct/kWh in 2012 auf 6,24 ct/kWh in 2014). Die EEG-Umlage schleppt einen großen Kostenrucksack aus der Vergangenheit mit sich, nämlich die Vergütung der Bestandsanlagen mit hohen Vergütungssätzen, die wegen Bestands- und Vertrauensschutz nicht veränderbar sind. Neuanlagen benötigen viel niedrigere Vergütungssätze, wodurch sie die EEG-Umlage im Vergleich auf lange Sicht deutlich weniger belasten (siehe Abbildung 4.10).

Infolge der EEG-Reformen 2014 und 2017 ist es gelungen, den Anstieg der EEG-Umlage zu begrenzen und gleichzeitig den EE-Ausbau voranzutreiben. Die Kostendynamik in den Jahren davor konnte somit spürbar abgebremst werden. Gleichzeitig wuchs der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch schneller als je zuvor. Im Jahr 2013 lag er bei 25 Prozent. Im Jahr 2017 ist er auf rund 36 Prozent gestiegen (AGEE-Stat/AGEB). Eine Steigerung um 11 Prozentpunkte hat es in keiner Legislaturperiode seit Einführung des EEG gegeben.

Abbildung 4.10: EEG-Umlage nach Technologiesparten

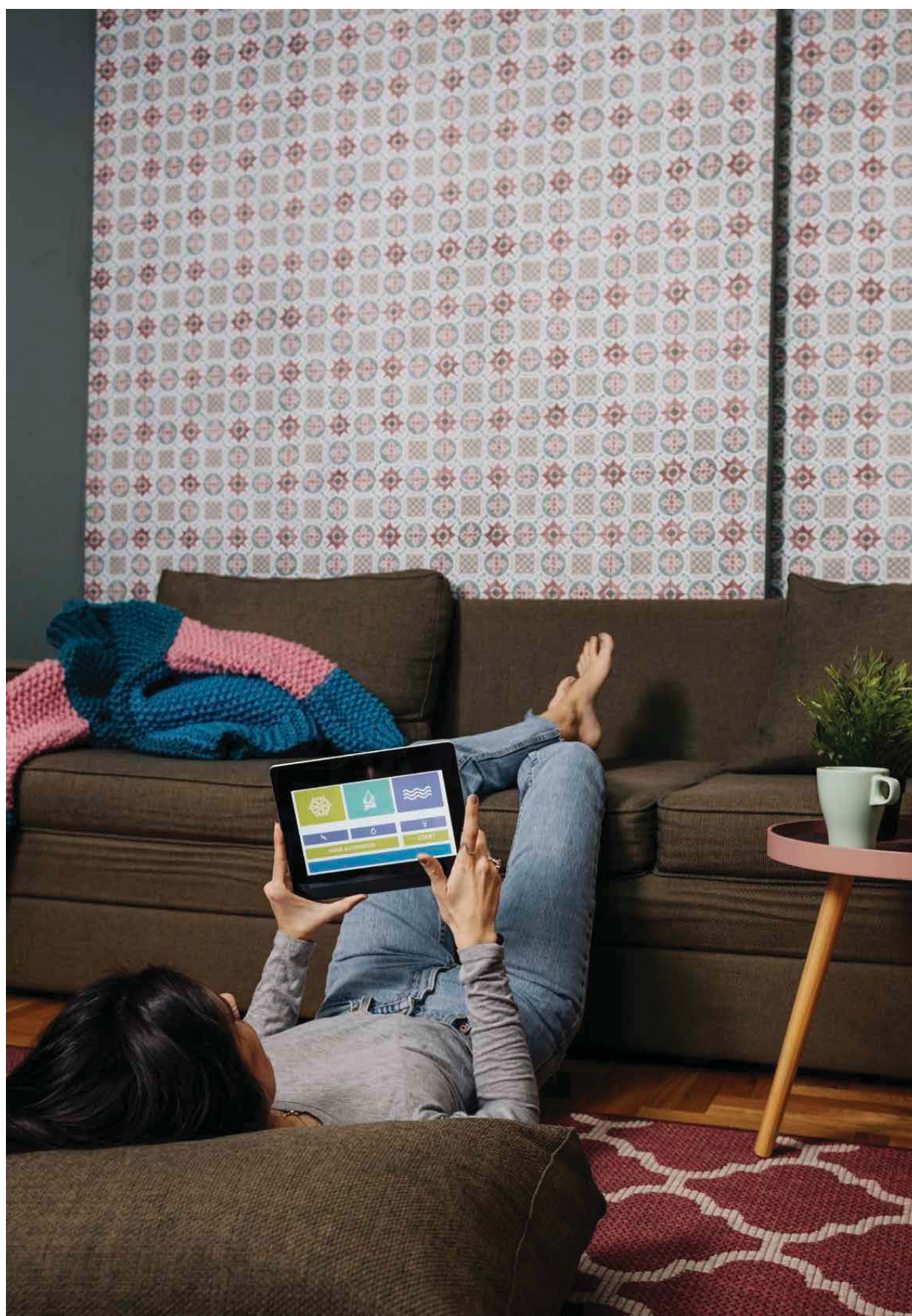
in ct/kWh



Quelle: BMWi auf Basis der Prognose der ÜNB gem. AusglMechV

Zentrale Maßnahmen im Bereich erneuerbare Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr

- Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017
- Änderungsgesetz zum EEG 2017
- Mieterstromgesetz
- Novelle des Marktanreizprogramms von 2015 (siehe Kapitel 5 und 6)
- Abgestimmtes Regelungswerk für den Wärmemarkt (siehe Kapitel 5)
- Maßnahmen Elektromobilität/Biokraftstoffe/Schienenverkehr (siehe Kapitel 7)
- Wärmepumpen-Förderung
- Niedertemperaturwärmenetze mit Saisonalwärmespeicher



5 Energieverbrauch und Energieeffizienz

Wo stehen wir?

Der Primärenergieverbrauch ist im Jahr 2016 um 1,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Zu diesem Anstieg trugen das gute Wirtschaftswachstum, die im Vergleich zum Vorjahr kühlere Witterung sowie der zusätzliche Tag im Schaltjahr 2016 bei. Im Jahr 2017 stieg der Primärenergieverbrauch nach einer ersten Schätzung weiter leicht an.

Die Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) und der energiepolitischen Beschlüsse vom 1. Juli 2015 sind inzwischen angelaufen und beginnen ihre Wirkung zu entfalten. Im Jahr 2016 wurden u. a. das Ausschreibungsmodell für Energieeffizienz (STEP up!) und das Pilotprogramm Einsparzähler gestartet.

Die bisher erreichten jährlichen Reduktionen von durchschnittlich 0,8 Prozent seit 2008 reichen nicht aus, um das Primärenergieeinsparziel bis 2020 zu erreichen. Hierzu müsste in den bis 2020 verbleibenden Jahren beispielsweise der gesamte deutsche Stromverbrauch eines Jahres eingespart werden. Eine solche Reduktion bis 2020 zu realisieren ist unwahrscheinlich. Insgesamt bleibt der Handlungsbedarf sehr hoch, um das Einsparziel so schnell wie möglich zu erreichen.

Was ist neu?

Mit dem „Grünbuch Energieeffizienz“ hat die Bundesregierung einen Konsultationsprozess zur Weiterentwicklung der Energieeffizienzpolitik durchgeführt. Im nächsten Schritt soll eine Effizienzstrategie der Bundesregierung erarbeitet werden. Darin soll das Prinzip „Efficiency First“ als Leitprinzip der Energiepolitik etabliert werden.

Mit der Förderstrategie „Energieeffizienz und Wärme aus erneuerbaren Energien“ strebt die Bundesregierung eine Vereinfachung und Entbürokratisierung von Förderprogrammen an.

	2016	2020	2030	2040	2050
Effizienz und Verbrauch					
Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-6,5 %	-20 %	 -50 %		
Endenergieproduktivität (2008–2050)	1,1 % pro Jahr (2008–2016)	2,1 % pro Jahr (2008–2050)			
Bruttostromverbrauch (gegenüber 2008)	-3,6 %	-10 %	 -25 %		

5.1 Primärenergieverbrauch und Primärenergieproduktivität

Der Primärenergieverbrauch ist 2016 gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Im Jahr 2016 lag der Primärenergieverbrauch bei 13.451 PJ und damit 1,4 Prozent über dem Vorjahreswert (siehe Abbildung 5.1). Zu dem Anstieg trugen sowohl das gute Wirtschaftswachstum von 1,9 Prozent als auch ein Zuwachs der Bevölkerung um rund 662.000 Personen bei. Darüber hinaus war 2016 ein Schaltjahr und hatte somit einen zusätzlichen Tag, an dem Energie verbraucht wurde und der etwa 0,3 Prozentpunkte zum Anstieg des Primärenergieverbrauchs beitrug. Schließlich hatte auch die im Vergleich zum Vorjahr kühlere Witterung einen verbrauchssteigernden Effekt, da ein beträchtlicher Teil der Primärenergie für Raumwärme eingesetzt wird. Bereinigt um Witterungs- und Lagerstandeffekte lag der Primärenergieverbrauch im Jahr 2016 bei 1,2 Prozent über dem Vorjahresniveau. Den verbrauchssteigernden Effekten der Konjunktur, des Schaltjahres sowie des Bevölkerungswachstums konnte also nur teilweise durch die Steigerung der Energieeffizienz entgegengewirkt werden.

Die Nachfrage nach erneuerbaren Energien und Erdgas ist im Jahr 2016 erneut deutlich gestiegen. Auch Mineralöl wurde verstärkt nachgefragt. Dagegen ging der Verbrauch von Stein- und Braunkohle sowie von Kernenergie zurück. Insbesondere im Wärmemarkt hat, wie bereits im Vorjahr,

besonders der erneut vergleichsweise kühle Winter 2016 zur höheren Nachfrage nach Erdgas beigetragen. Aber auch der verstärkte Einsatz von Erdgas zur Stromerzeugung hat zu diesem Anstieg beigetragen.

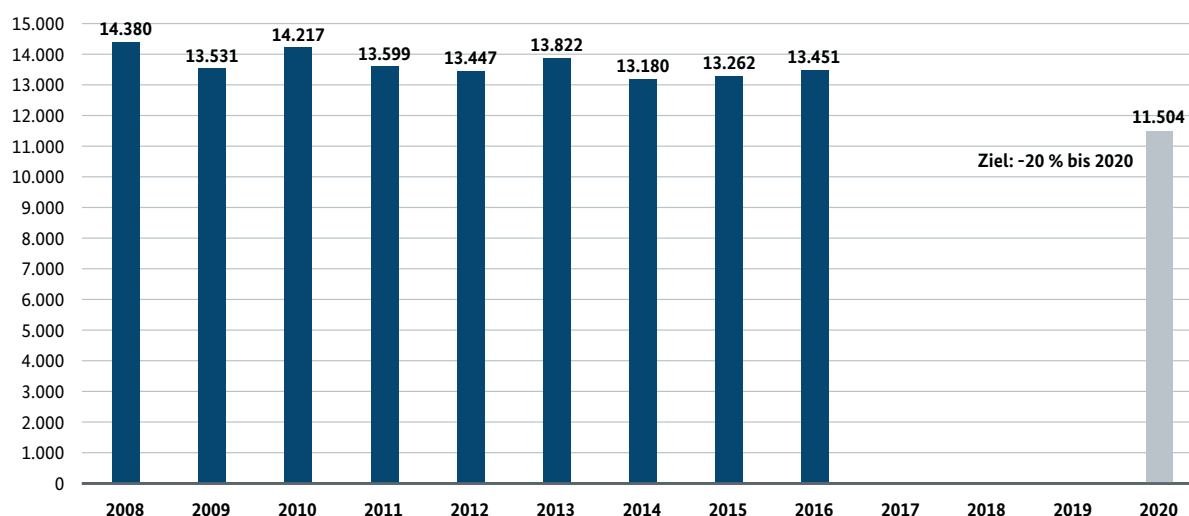
Gegenüber dem Bezugsjahr 2008 hat sich der Primärenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2016 insgesamt um 6,5 Prozent verringert. Um das Reduktionsziel für den Primärenergieverbrauch bis 2020 noch zu erreichen, müsste der Primärenergieverbrauch gegenüber dem Niveau von 2016 noch um rund 14,5 Prozent zurückgehen. In absoluten Zahlen entspräche dies rund 2.000 PJ, also etwa dem gesamten deutschen Stromverbrauch eines Jahres. Einen solchen Rückgang bis 2020 zu erreichen ist unwahrscheinlich. Dies verdeutlicht auch der folgende Vergleich: Seit 2008 ging der Primärenergieverbrauch durchschnittlich um 0,8 Prozent im Jahr zurück. Um das Reduktionsziel 2020 zu erreichen, wäre fortan ein Rückgang um 3,8 Prozent pro Jahr nötig. Die Reduktionsrate müsste sich also beinahe verfünffachen. Insgesamt bleibt der Handlungsbedarf sehr hoch, um das Einsparziel so schnell wie möglich zu erreichen. Dabei ist zu bedenken, dass auch neue Sofortmaßnahmen ihre Einsparwirkung erst mit einer gewissen Vorlaufzeit entfalten würden.

Die Zielarchitektur-Studie (siehe Kapitel 2.2) kommt auf Basis der durchgeführten Analysen zu folgendem Szenario: Das Ziel, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020

Abbildung 5.1: Zielsteckbrief: Reduktion des Primärenergieverbrauchs

Ziel 2020	Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 20 Prozent (ggü. 2008)
Status 2016	-6,5 Prozent

in PJ



Quelle: AGE 08/2017

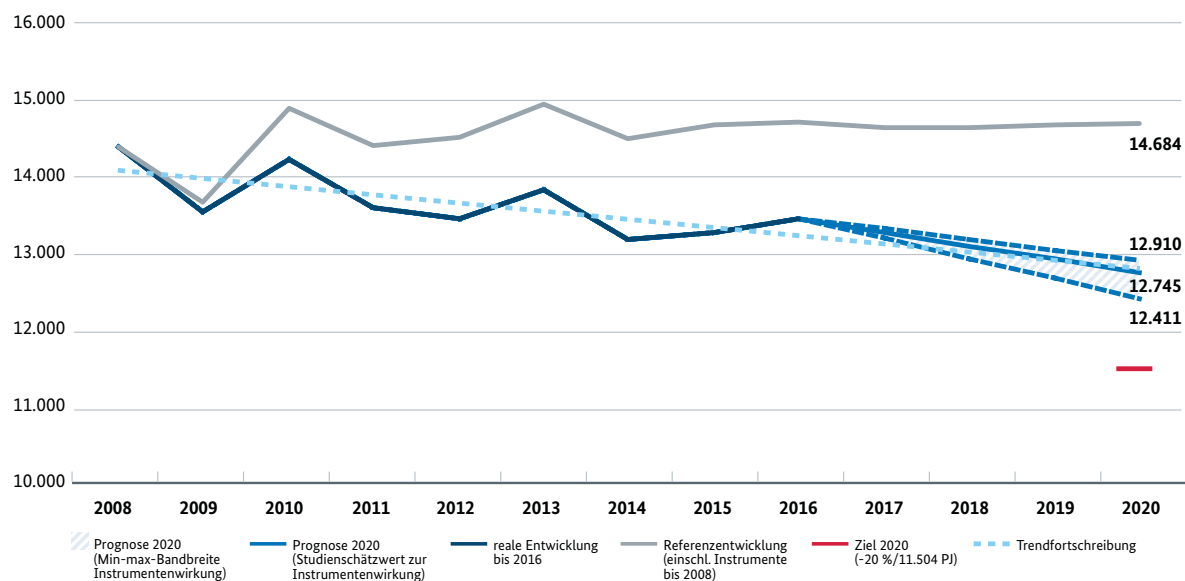
Trend



Maßnahmen

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz und weitere bestehende Energieeffizienzprogramme

Abbildung 5.2: Reduktion des Primärenergieverbrauchs laut Zielarchitektur-Studie in PJ



Quelle: Prognos, Fraunhofer ISI, DLR 2018

gegenüber dem Jahr 2008 um 20 Prozent zu senken, wird danach deutlich verfehlt. Die Studie geht davon aus, dass sich die Reduktion bis 2020 lediglich auf rund minus 11,4 Prozent beläuft (innerhalb einer Bandbreite von minus 10,2 bis minus 13,6 Prozent, siehe Abbildung 5.2). Dabei wurde die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur berücksichtigt.

Im Jahr 2017 stieg der Primärenergieverbrauch nach einer ersten Schätzung weiter leicht an. Dies geht aus dem Jahresbericht der AGEb (2018) hervor. Demnach betrug der Primärenergieverbrauch im Jahr 2017 rund 13.550 PJ. Ursachen waren weiterhin vor allem die positive Konjunktorentwicklung, die gegenüber dem Vorjahr kühler Witterung zu Beginn des Jahres 2017 sowie ein weiterer Bevölkerungsanstieg. Betrachtet man die Entwicklung der einzelnen Energieträger auf Erzeugungsebene, so führten bei den erneuerbaren Energien im Wesentlichen gute Windverhältnisse an Land und auf See sowie eine leicht höhere Zahl von Sonnenstunden zu einer weiteren Zunahme der Stromerzeugungen. Unter den konventionellen Energieträgern war der Anstieg am höchsten beim Erdgas. Hauptursache war der Mehreinsatz von Erdgas in den Kraftwerken zur Stromversorgung. Der Verbrauch von Steinkohle sank dagegen, was vorrangig an einem Ersatz dieses Energieträgers durch Erdgas und erneuerbare Energien bei der Stromerzeugung lag.

Zentral ist neben dem absoluten Energieverbrauch auch, wie effizient eine Volkswirtschaft mit der Ressource Energie umgeht. Ein Maß dafür ist die Energieeffizienz. Um diese zu berechnen, wird die volkswirtschaftliche Leistung

eines Landes (z. B. Bruttoinlandsprodukt oder Bruttowertschöpfung) ins Verhältnis zum Energieverbrauch gesetzt. Somit gibt die Energieproduktivität den Wert der Güter und Dienstleistungen an, die mit einer Einheit Energie erzeugt werden können.

Die Primärenergieproduktivität ist gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen. Im Jahr 2016 konnten gegenüber dem Vorjahr mit demselben Energieeinsatz 0,5 Prozent mehr Produkte und Dienstleistungen erzeugt werden (siehe untere Kurve in Abbildung 5.3). Bereinigt um Witterungseffekte sowie um Änderungen der Lagerbestände lag der Anstieg bei 0,8 Prozent.



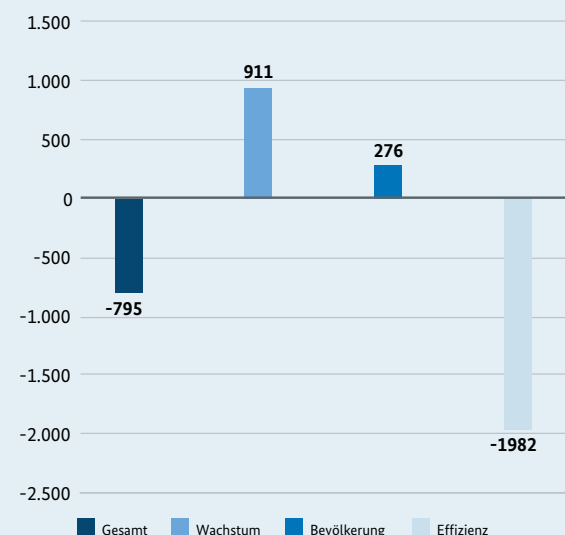
Einflussfaktoren des Energieverbrauchs

Die Veränderungen des Primärenergieverbrauchs lassen sich auf unterschiedliche Einflussfaktoren zurückführen. Die wichtigsten Determinanten sind neben der Witterung die Entwicklung der Bevölkerung (demografische Komponente), die Veränderung des Bruttoinlandsprodukts (Wachstumskomponente) und die gesamtwirtschaftliche Energieintensität (Energieintensitätskomponente). Mithilfe einer Komponentenzerlegung etwa nach der Methode von Sun (1998) können Aussagen über die Beiträge der einzelnen Einflussfaktoren zur Entwicklung des Primärenergieverbrauchs getroffen werden. Die einzelnen Beiträge quantifizieren die Veränderung des Gesamtenergieverbrauchs, die sich theoretisch ergäbe, wenn sich nur eine der Komponenten verändern würde, während alle übrigen Faktoren konstant gehalten werden.

Im Ergebnis ist der Gesamtrückgang beim temperaturbereinigten Energieverbrauch zwischen 2008 und 2016 um 795 PJ maßgeblich auf die Steigerung der Energieeffizienz zurückzuführen. Im Gegensatz dazu wirkte sich die positive Wirtschaftsentwicklung in diesem Zeitraum verbrauchssteigernd auf den Energieverbrauch aus. Auch das Bevölkerungswachstum, das im betrachteten Zeitraum von 2008 bis 2016 insgesamt rund 1,6 Millionen Personen betrug, führte für sich genommen zu einer leichten Erhöhung des Energieverbrauchs. Die Komponentenzerlegung gibt Anhaltspunkte dafür, dass Effizienzsteigerungen im Zeitraum von 2008 bis 2016 verbrauchserhöhende Effekte wie steigende Pro-Kopf-Einkommen und wachsende Bevölkerung überkompensieren konnten. Dies wird auch durch die Berechnungsergebnisse der Europäischen Kommission für die einzelnen Verbrauchssektoren in den Jahren 2005–2015 bestätigt (KOM-1). So zeigen diese Ergebnisse, dass im Industriesektor sowie im Sektor Gewerbe/

Handel/Dienstleistungen (GHD) der Anstieg des Endenergieverbrauchs von 2005 bis 2015 insbesondere auf gestiegene Wirtschaftsaktivitäten zurückgeführt werden kann. Aus den Ergebnissen der EU-Kommission geht auch hervor, dass eine Verbesserung der Energieintensität im Industrie- und GHD-Sektor und eine geringfügige Verlagerung zu weniger energieintensiven Prozessen (struktureller Effekt) im gleichen Zeitraum diesem Anstieg entgegengewirkt haben.

Abbildung 5.3: Komponenten der Veränderung des bereinigten Primärenergieverbrauchs in Deutschland von 2008 bis 2016
in PJ



Quelle: BMWi, eigene Darstellung auf Basis von AGE 11/2017

5.2 Endenergieverbrauch und Endenergieproduktivität

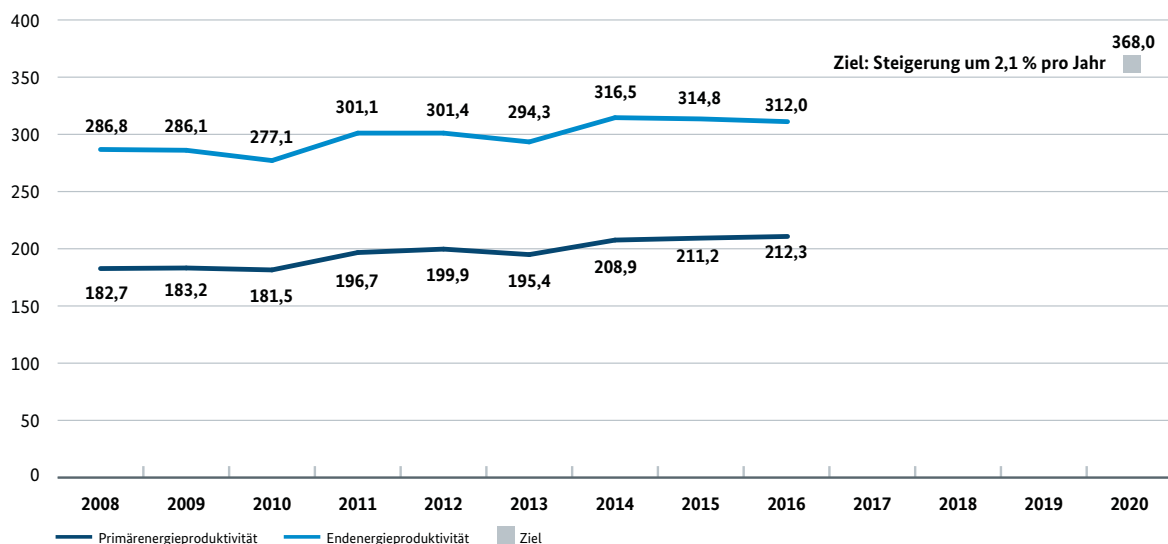
Der Endenergieverbrauch ist gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Endenergie ist der Teil der Primärenergie, der den Verbrauchern nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten zur Verfügung steht. Im Jahr 2016 lag der Endenergieverbrauch bei 9.152 PJ und 2,8 Prozent höher als 2015. Bereinigt um Temperatur- und Lagerstandseffekte lag der Endenergieverbrauch im Jahr 2016 um 2,9 Prozent über dem Vorjahreswert. Differenziert nach Sektoren, verzeichneten die Haushalte mit 4,0 Prozent den größten Anstieg des Endenergieverbrauchs, vor dem Gewerbe- und Dienstleistungssektor mit 3,7 und dem Verkehr mit 2,9 Prozent. In der Industrie betrug der Anstieg 1,3 Prozent.

Betrachtet man die einzelnen Energieträger, so war der Anstieg des Gasverbrauchs mit 6,9 Prozent am deutlichsten. Der Verbrauch von Kraftstoffen und Fernwärme stieg jeweils um 3,0 bzw. 1,4 Prozent. Außerdem wurde 1,0 Prozent mehr Steinkohle verbraucht als noch im Vorjahr. Deutlich gesunken ist dagegen der Verbrauch von Heizöl, und zwar um 5,1 Prozent.

Die Endenergieproduktivität ist im Jahr 2016 leicht gesunken. Das Energiekonzept der Bundesregierung bezieht das Effizienzziel auch auf die Endenergieproduktivität, also auf das reale Bruttoinlandsprodukt pro Einheit Endenergieverbrauch. Im Jahr 2016 lag die Endenergieproduktivität bei 312,0 Euro/PJ gegenüber 314,8 Euro/PJ im Vorjahr, ein Rückgang um rund 0,9 Prozent (siehe obere Kurve in Abbildung 5.4).

Abbildung 5.4: Zielsteckbrief: Energieproduktivität**Ziel 2020** Erhöhung der Endenergieproduktivität um 2,1 Prozent pro Jahr**Status 2016** 1,1 Prozent pro Jahr seit 2008

in Euro/GJ



Quelle: AGE 08/2017

Trend**Maßnahmen**

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz

Transparenz und Beteiligung: Energieeffizienz – viele Möglichkeiten, um sich an der Energiewende zu beteiligen

Gerade im Bereich der Energieeffizienz gibt es vielfältige Möglichkeiten für Bürger, Unternehmen und Kommunen, die Energiewende aktiv mitzugestalten und von ihr zu profitieren. Dazu stellt die Bundesregierung für Unternehmen, Kommunen und private Haushalte hohe finanzielle Fördermittel zu Verfügung. So stehen dem BMWi zwischen 2016 und 2020 für alle laufenden und neuen Effizienzmaßnahmen insgesamt rund 17 Milliarden Euro zur Verfügung. Hiervon stehen zur Umsetzung der Maßnahmen des NAPE Mittel von insgesamt rund 2,5 Milliarden Euro für die Jahre 2016 bis 2020 zur Verfügung. Schon kleinere Maßnahmen z. B. im Gebäudebereich, für die es Investitionszuschüsse oder Darlehen gibt, können sich durch die damit erreichte Energieeinsparung finanziell lohnen.

Im Sommer 2016 hat das BMWi mit dem Grünbuch Energieeffizienz einen breiten Konsultationsprozess mit allen gesellschaftlichen Akteuren zur mittel- und langfristigen Weiterentwicklung der Energieeffizienzpolitik angestoßen. Von Mitte August bis Ende Oktober 2016 ist das Grünbuch

in verschiedenen Formaten öffentlich diskutiert worden: Stellungnahmen wurden eingereicht und eine Reihe von Dialogveranstaltungen durchgeführt, ergänzend fand eine Online-Konsultation statt. Das Prinzip „Efficiency First“ soll zukünftig als strategisches Leitprinzip der Energiepolitik etabliert werden. Im nächsten Schritt sollen Handlungsoptionen für eine mittel- bis langfristige Effizienzstrategie der Bundesregierung erarbeitet werden. Dies ist auch im Klimaschutzplan 2050 verankert.

Im Mai 2016 wurde eine breit angelegte Kampagne zur Steigerung der Energieeffizienz gestartet. Die Informations- und Aktivierungskampagne „Deutschland macht's effizient“ soll alle gesellschaftlichen Akteure über das Gemeinschaftsprojekt Energiewende informieren und von der Notwendigkeit eines noch effizienteren Einsatzes von Energie überzeugen. Die Kampagne richtet sich gleichermaßen an private Haushalte, Unternehmen sowie öffentliche Einrichtungen und bindet alle Akteure im Rahmen des Stakeholder-Dialogs ein. Das BMWi wird hierfür ein Projektbüro einrichten.



Bruttoinlandsprodukt mit einem möglichst geringen Endenergieeinsatz zu produzieren und unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden. Aus diesem Grund müssen Unternehmen, Haushalte und der öffentliche Sektor weiterhin ihr Augenmerk auf den effizienten Umgang mit Energieressourcen legen.

5.3 Stromverbrauch und Stromeffizienz

Der Bruttostromverbrauch ist im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr annähernd konstant geblieben. Der Bruttostromverbrauch gibt die im Inland verbrauchte Strommenge wieder. Er lag im Jahr 2016 bei rund 597 TWh (siehe Abbildung 5.5). Effizienzgewinne konnten die verbrauchssteigernden Faktoren, also das gute Wirtschaftswachstum und den Bevölkerungsanstieg, zwar ausgleichen, jedoch keine deutliche Reduktion des Verbrauchs bewirken.

Zwischen 2008 und 2016 hat sich der Bruttostromverbrauch um rund 3,6 Prozent verringert. Dies entspricht einem durchschnittlichen Rückgang von etwa 0,5 Prozent pro Jahr. Um das Reduktionsziel bis zum Jahr 2020 zu erreichen, müsste der Stromverbrauch in den verbleibenden vier Jahren ab dem Berichtsjahr 2016 um durchschnittlich 1,7 Prozent pro Jahr zurückgehen. Die Reduktionsrate müsste sich also mehr als verdreifachen – dies ist jedoch unwahrscheinlich. In absoluten Zahlen ausgedrückt, entspricht die verbleibende

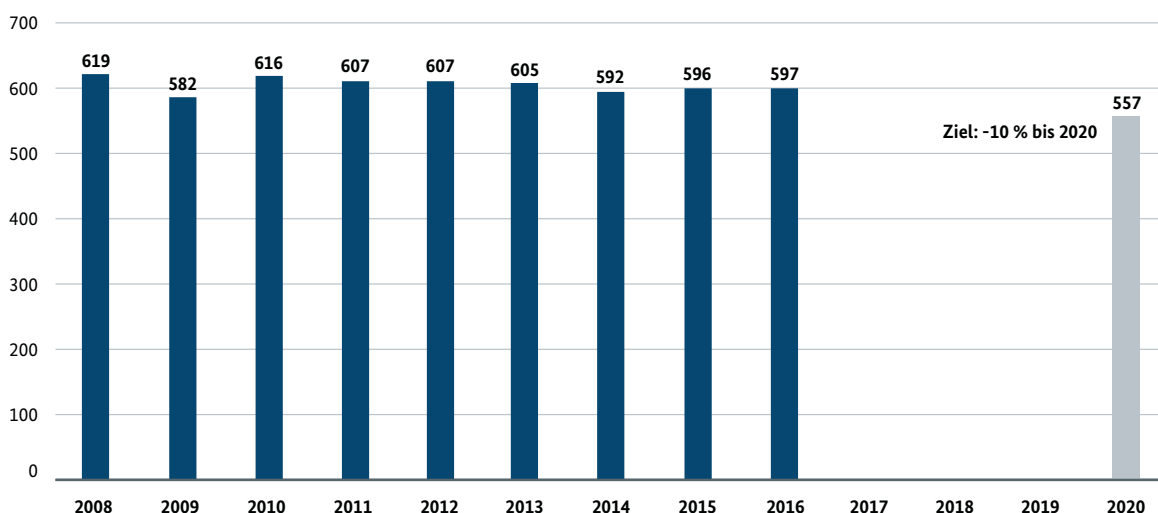
Zwischen 2008 und 2016 ist die Endenergieproduktivität jährlich um durchschnittlich 1,1 Prozent gestiegen, was deutlich unter der Zielvorgabe von jährlich 2,1 Prozent liegt. Um die Zielvorgabe des Energiekonzepts für die Endenergieproduktivität zu erreichen, müsste sie in den vier Jahren zwischen dem Berichtsjahr 2016 und dem Zieljahr 2020 um durchschnittlich 4,2 Prozent im Jahr steigen. Dies entspräche beinahe einer Vervielfachung der Wachstumsraten der vergangenen Jahre. Eine solche Beschleunigung ist unwahrscheinlich. Ziel ist und bleibt jedoch, das reale

Abbildung 5.5: Zielsteckbrief: Bruttostromverbrauch

Ziel 2020 Reduktion des Bruttostromverbrauchs um 10 Prozent bis 2020 (ggü. 2008)

Status 2016 -3,6 Prozent

in TWh



Quelle: AGEF 12/2017

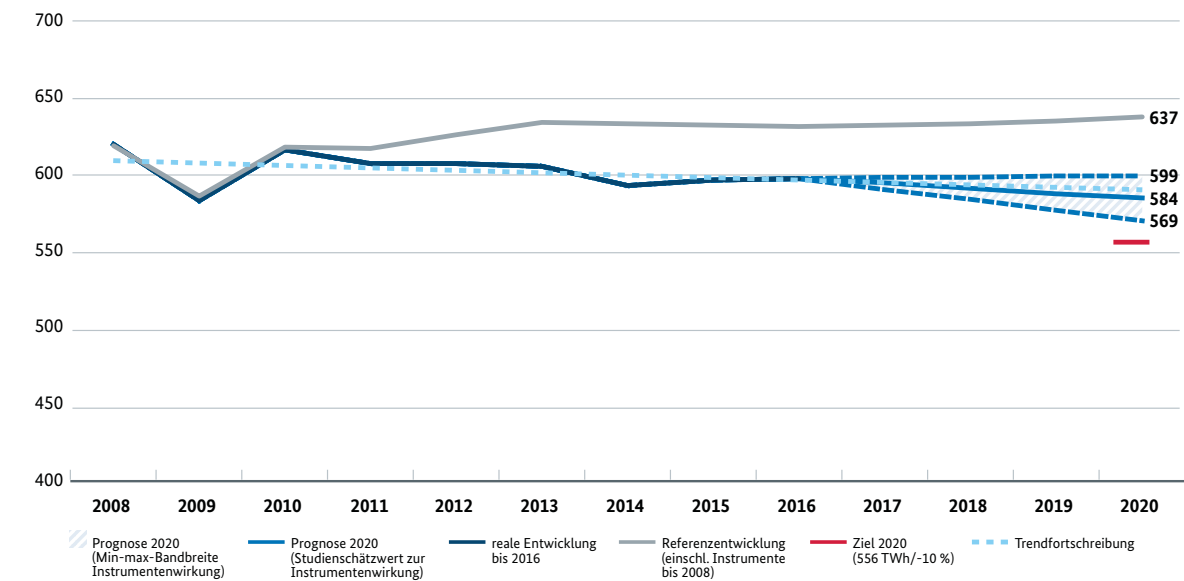
Trend



Maßnahmen

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz

Abbildung 5.6: Reduktion des Bruttostromverbrauchs laut Zielarchitektur-Studie in TWh



Quelle: Prognos, Fraunhofer ISI, DLR 2018

Differenz zum Zielwert mit rund 40 TWh etwa der jährlichen Stromproduktion von vier Kernkraftwerken. Dabei ist auch zu berücksichtigen: Um in den Bereichen Wärme und Verkehr die Dekarbonisierung weiter voranzutreiben, soll dort im Rahmen der Sektorkopplung zunehmend erneuerbar erzeugter Strom auf effiziente Weise eingesetzt werden. Dadurch entstehen neue Stromverbraucher. Damit der zusätzliche Bedarf an erneuerbarem Strom jedoch so gering wie möglich gehalten werden kann, sollen bei der Sektorkopplung grundsätzlich die Technologien verwendet werden, die Strom effizient in Wärme, Kälte oder Antrieb umwandeln und somit mit wenig erneuerbarem Strom möglichst viele Brennstoffe ersetzen (siehe Kapitel 13.1).

Die Zielarchitektur-Studie (siehe Kapitel 2.2) kommt auf Basis der durchgeführten Analysen zu folgendem Szenario: Das Ziel, den Bruttostromverbrauch bis 2020 gegenüber 2008 um 10 Prozent zu senken, wird danach verfehlt. Die Studie geht davon aus, dass sich die Reduktion bis zum Jahr 2020 auf rund minus 5,5 Prozent beläuft (innerhalb einer Bandbreite von minus 3,1 bis minus 7,9 Prozent, siehe Abbildung 5.5). Dabei wurde die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur berücksichtigt.

Die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität ist im Jahr 2016 weiter gestiegen. Die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität stellt das reale Bruttoinlandsprodukt bezogen auf den gesamten Bruttostromverbrauch dar und ist somit ein Maß dafür, wie effizient Strom in einer Volkswirtschaft eingesetzt wird. Sie verzeichnete im Jahr 2016 einen Anstieg

gegenüber dem Vorjahr um 1,8 Prozent. Bereits seit den 1990er Jahren besteht ein Trend zur zunehmenden Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Entwicklung des Stromverbrauchs. Im Jahr 2016 lag die gesamtwirtschaftliche Stromproduktivität mehr als ein Drittel über dem Niveau von 1990. Durchschnittlich stieg sie in diesem Zeitraum jedes Jahr um rund 1,2 Prozent.

5.4 Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz

Um die Energieeffizienz zu steigern, hat die Bundesregierung mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) im Jahr 2014 eine umfassende Strategie auf den Weg gebracht. Der NAPE definiert Sofortmaßnahmen und weiterführende Arbeitsprozesse, um die nationalen Effizienz- und Klimaschutzziele zu erreichen. Der NAPE leistet auch einen signifikanten Beitrag zum Aktionsprogramm Klimaschutz 2020.

Die wichtigsten Handlungsfelder der Energieeffizienzpolitik sind:

- Voranbringen der Energieeffizienz im Gebäudebereich
- Etablieren der Energieeffizienz als Rendite- und Geschäftsmodell
- Erhöhen der Eigenverantwortlichkeit für Energieeffizienz

Für diese Handlungsfelder definiert der NAPE sektorübergreifende Maßnahmen, mit denen der Energieverbrauch auf der Nachfrageseite gesenkt werden kann. Das Ziel war, durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Zusammenhang des NAPE insgesamt 390 bis 460 PJ Primärenergie bis zum Jahr 2020 einzusparen.

Programme auf Grundlage der Beschlüsse der Parteivorsitzenden der Koalition aus CDU, CSU und SPD vom 1. Juli 2015 ergänzen den NAPE. Damit sollen bis zum Jahr 2020 zusätzlich 5,5 Millionen t CO₂ durch Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich, in den Kommunen, in der Industrie sowie bei der Deutschen Bahn AG eingespart werden.

Die Maßnahmen des NAPE und der Beschlüsse vom 1. Juli 2015 sind inzwischen angelaufen und beginnen ihre Wirkung zu entfalten. Die mit dem NAPE geplante steuerliche Förderung der Gebäudesanierung konnte aufgrund der fehlenden Einigung mit den Bundesländern nicht implementiert werden. Als Ersatzprogramm des Bundes wurde das Anreizprogramm Energieeffizienz (Fördermaßnahmen im Gebäudebereich) mit 42,5 Prozent entsprechend dem Finanzierungsanteils des Bundes an der ursprünglich beabsichtigten steuerlichen Förderung ausgestattet.

Im Jahr 2016 wurden mit den Maßnahmen, für die bislang Daten verfügbar sind, rund 11 Millionen t CO₂-Minderung bzw. rund 140 PJ Primärenergieeinsparung erzielt. Diese im Jahr 2016 erzielten Einsparungen berücksichtigen sowohl neue Einsparungen aus Effizienzmaßnahmen, die im Jahr

2016 durchgeführt wurden, als auch Einsparungen im Jahr 2016, die sich aus durchgeführten Effizienzmaßnahmen in den Vorjahren ergeben (sog. NAPE-Logik). Ein direkter Vergleich mit den prognostizierten Wirkungen des NAPE ist nicht möglich, da hier teilweise nur die Aufstockung einzelner Programme berücksichtigt wurde. Dies betrifft insbesondere das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm. In Tabelle 8.1 erfolgt eine Darstellung der prognostizierten Wirkungen der NAPE-Maßnahmen bis 2020.

Die direkte und indirekte Einsparwirkung von Energieeffizienzinstrumenten ist teilweise nicht einfach zu quantifizieren. Insbesondere ist schwer zu messen, wie sich Informationsangebote auf das tatsächliche Handeln der Akteure auswirken. Hinzu kommt, dass Informations- und Beratungsmaßnahmen ihre Wirkung oftmals erst mittelbar entfalten, indem sie z. B. andere Maßnahmen flankieren oder tatsächliche Energieeffizienzinvestitionen im Nachgang aktivieren. Erhebliche methodische Schwierigkeiten und verschiedene methodische Ansätze bestehen auch bei der Quantifizierung von Mitnahme-, Multiplikatoren- und Überlappungseffekten. Überlappungseffekte, also Doppelzählungen von Einsparung, sind zu vermeiden. Sie würden entstehen, wenn eine eingesparte Einheit Energie sowohl der mittelbaren Wirkung einer Informations- und Aktivierungsmaßnahme als auch der unmittelbaren Wirkung eines Förderprogramms (z. B. Dämmung des Gebäudes) zugeschrieben würde.

Aufgrund individueller Starttermine, Wirkungsweisen und der frühen Entwicklungsstände der einzelnen Effizienz-



Tabelle 5.1: Bislang quantifizierbare Wirkungen des NAPE im Jahr 2016

NAPE-Maßnahmen und Programme auf Grundlage der Beschlüsse der Parteivorsitzenden der Koalition aus CDU, CSU und SPD vom 1. Juli 2015	Primärenergieeinsparung (in PJ)	CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq. kumuliert)
	2016	2016
NAPE-Maßnahmen (nur Maßnahmen mit für das Berichtsjahr 2016 quantifizierten Primäreinsparungen)		
CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Wohngebäude	101	7.683
CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Nichtwohngebäude	k.A.	466
Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE), Maßnahmen von KfW und BAFA	2	142
Nationales Effizienzlabel für Heizungsanlagen	0,02	133
Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP)	1	792
KfW-Energieeffizienzprogramm für Produktionsanlagen und -prozesse	16	475
Initiative Energieeffizienznetzwerke	1	36
Energieauditpflicht für Nicht-KMU	4	264
Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz (MIE)	1	37
Energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse	3	183
Nationale Top-Runner-Initiative (NTRI)	0,2	k.A.
STEP up! „STromEffizienzPotenziale nutzen“	0,1	6
Förderrichtlinie Energiemanagementsysteme	1	67
Energieberatung	5	325
Programme auf Grundlage der Beschlüsse vom 1. Juli 2015		
Heizungsoptimierung	0,03	2
Querschnittstechnologieförderung	6	359
Abwärme	0,78	52
Gesamtwirkung	140	11.022

Quelle: BMWi 05/2018

maßnahmen wird ihr Wirkungspotenzial noch sehr unterschiedlich ausgeschöpft. Für eine Reihe von Maßnahmen, insbesondere für die erst im Jahr 2016 gestarteten, gibt es teilweise noch keine robusten Daten zu ihrer Wirkung. Viele der Maßnahmen wirken erst seit Kurzem und befinden sich noch in der Anlaufphase, so dass sie derzeit noch nicht ihre durchschnittliche (volle) Jahreswirkung erreichen.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Wirkungen der neuen Instrumente im Laufe ihrer jeweiligen Programmlaufzeiten weiter verstärken werden. Insofern stellen die in Tabelle 7.1 aufgeführten Summenwerte der bislang quantifizierbaren Maßnahmenwirkungen keine repräsentativen Anteile für die Gesamtwirkung des NAPE bis zum Jahr 2020 dar. Präzisere Aussagen zu den NAPE-Wirkungen werden

erst in den Folgejahren auf Basis der laufenden Programmevaluierungen getroffen werden können. In den nächsten Jahren soll das NAPE-Monitoring noch weiter verbessert werden. Insgesamt ist für einige Maßnahmen aber schon absehbar, dass ihr Zielniveau nicht vollständig erreicht werden dürfte.

Im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD für die laufende Legislaturperiode ist vorgesehen, den NAPE basierend auf den Ergebnissen des Grünbuchs Energieeffizienz weiterzuentwickeln und schnellstmöglich umzusetzen. Bestehende Programme zur Förderung der Energieeffizienz sollen evaluiert und bei Bedarf nutzergerecht optimiert werden. Die Fördermittel sollen auf dem derzeitigen Niveau stabilisiert werden.

Monitoring der zentralen Maßnahmen zur Förderung von Energieeinsparungen

KfW-Energieeffizienzprogramm für Produktionsanlagen und -prozesse		
Kurzbeschreibung	Das KfW-Energieeffizienzprogramm unterstützt Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich Produktionsanlagen und -prozesse gewerblicher Unternehmen mit zinsgünstigen Darlehen. Gefördert werden alle Investitionsmaßnahmen, die eine Energieeinsparung von mind. 10 % (Einstiegsstandard) bzw. mind. 0 % (Premiumstandard) erzielen. Es werden sowohl Modernisierungs- als auch Neuinvestitionen in den Bereichen Maschinen/Anlagen/Prozesstechnik, Druckluft/Vakuum/Absaugtechnik, Elektrische Antriebe/Pumpen, Prozesswärme/-kälte, Wärmerückgewinnung/Abwärmennutzung, Mess-, Regel- und Steuerungstechnik, Informations- und Kommunikationstechnik sowie KWK-Anlagen gefördert. Der Kredithöchstbetrag beträgt in der Regel bis zu 25 Millionen Euro pro Vorhaben. Die Kreditlaufzeiten können zwischen 5, 10 oder 20 Jahre gewählt werden.	
Aktueller Stand	Das KfW-Energieeffizienzprogramm Produktionsanlagen/-prozesse besteht in seiner jetzigen Form seit dem 01.07.15. Zuvor war es ein Bestandteil des KfW-Energieeffizienzprogramms, das auch die Förderung von Maßnahmen an Gebäuden (Neuinvestition, Sanierung, gebäudebezogene Anlagentechnik wie Heizung oder Beleuchtung) beinhaltete. Dieser Förderschwerpunkt wird seit dem 01.07.15 im KfW-Energieeffizienzprogramm „Energieeffizient Bauen und Sanieren“ (Kreditnummern 276, 277, 278) gebündelt.	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Unternehmen	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	2015	
Vollzug	KfW	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Prognos AG, Förderdaten: KfW (Ergänzungen und Abschätzungen durch Prognos AG); Evaluation abgeschlossen im Dezember 2017; Förderung erfolgt als Darlehen. Auf Basis der vorliegenden Daten ist die Bestimmung von Wirtschaftlichkeitsfaktoren nicht möglich.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	16	30
Endenergieeinsparung (in PJ)	4	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	475	2.000

Initiative Energieeffizienznetzwerke		
Kurzbeschreibung	Ziel der „Initiative Energieeffizienznetzwerke“, die von der Bundesregierung gemeinsam mit mittlerweile 22 Verbänden und Organisationen der Wirtschaft getragen wird, ist es, bis Ende 2020 rund 500 neue Energieeffizienz-Netzwerke (EEN) in Deutschland zu initiieren. An dem Aktionsbündnis sind die relevanten Industriesektoren, die Energiewirtschaft, das Handwerk und der Handel beteiligt. Der Leitgedanke dabei ist, dass über den Erfahrungsaustausch im Netzwerk erheblich mehr Effizienzmaßnahmen in den Unternehmen angeregt werden als ohne diesen. Die Unternehmen setzen sich zu Beginn des Netzwerks sowohl individuelle Ziele als auch ein gemeinsames Einsparziel. Fachkundige Energieberater strukturieren und begleiten die Netzwerkarbeit.	
Aktueller Stand	• seit Beginn der Maßnahme insgesamt 102 Netzwerke gegründet • Durchführung eines internationalen Workshops am 15.09.16 (gemeinsam mit IPEEC) • 1. Jahreskonferenz der Initiative am 20.09.16 • Zusammenarbeit mit Bundesländern und Verbandsakteuren (hierzu Workshop am 22.09.16 in Nürnberg) • Arbeiten zur Definition eines abgestuften Netzwerkstandards für KMU	
Charakter des Instruments	Selbstverpflichtung der Wirtschaft	
Zielgruppe	Unternehmen in Industrie, Gewerbe, Handel	
Betroffene Energieträger	alle	

→

Initiative Energieeffizienznetzwerke		
Start des Instruments	03.12.14	
Vollzug	Ansprache der Unternehmen durch Verbände und Organisationen der Wirtschaft. Diese treten in Einzelfällen auch als Netzwerkinitiatoren auf. Bundesregierung unterstützt insbesondere durch Öffentlichkeitsarbeit und Finanzierung einer Geschäftsstelle.	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	jährliches Monitoring ab Ende 2017 durch Konsortium adelphi und Fraunhofer ISI	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	1	75
Endenergieeinsparung (in PJ)	0,4	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	36	5.000



Energieauditpflicht für Nicht-KMU

Kurzbeschreibung	Zur Steigerung der Energieeffizienz von Unternehmen sind seit dem 22.04.15 alle Unternehmen, die kein kleines oder mittleres Unternehmen (KMU) sind, nach dem Energiedienstleistungsgesetz (EDL-G) verpflichtet gewesen, bis zum 05.12. 15 ein Energieaudit durchzuführen und ab diesem Zeitpunkt mindestens alle vier Jahre ein weiteres Energieaudit durchzuführen. Durch die Einführung der Auditpflicht im Rahmen des NAPE hat die Bundesregierung Art. 8 Absatz 4-7 der europäischen Energieeffizienzrichtlinie umgesetzt.	
Aktueller Stand	laufende Umsetzung	
Charakter des Instruments	Ordnungsrecht	
Zielgruppe	Nicht-KMU/verbundene Unternehmen	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	01.05.15 mit erster Nachweisverpflichtung zur Durchführung Energieaudit zum 05.12.15 oder alternativ Energiemanagementsystem nach ISO 50001 oder EMAS zum 31.12.16	
Vollzug	BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Evaluierung im Herbst 2016. BAFA führt regelmäßige Stichprobenkontrollen durch, in denen jährlich ca. 500 Unternehmen auf die Erfüllung ihrer Verpflichtungen überprüft werden.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	4	51
Endenergieeinsparung (in PJ)	3	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	264	3.400

Querschnittstechnologieförderung

Kurzbeschreibung	Ziel der Förderung von Investitionen in hocheffiziente Querschnittstechnologien ist es, die in der Industrie und im Gewerbe bestehenden Potenziale für Effizienzverbesserungen bei allgemein anwendbaren Technologien rasch zu erschließen. Das Förderprogramm schafft somit spezielle Anreize für Investitionen von Unternehmen in diese Technologien. Gefördert werden im Rahmen von Einzelmaßnahmen elektrische Motoren und Antriebe, Pumpen, Ventilatoren, Druckluftsysteme und Standardtechnologien zur Abwärmenutzung. Bei systemischen Maßnahmen wird die Erneuerung mind. eines technischen Systems in den unter Einzelmaßnahmen genannten Technologien gefördert. Voraussetzung für systemische Maßnahmen ist eine Energieberatung. Die Fördersätze betragen nach Unternehmensgröße gestaffelt 20–30 %. Bei systemischen Maßnahmen sind die Fördersätze zudem abhängig von der nachgewiesenen Energieeinsparung (mind. 25 %).	
Aktueller Stand	Das Programm wird in unveränderter Form 2018 weitergeführt. Bisher wurden im Rahmen des Programms (seit Juni 2016) rd. 8.000 Förderanträge gestellt und rd. 45 Millionen Euro an Fördermitteln bewilligt.	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Unternehmen (insbesondere KMU)	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	2012	
Vollzug	BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Evaluierung durch Fraunhofer ISI im Jahr 2016 im Rahmen des Energieeffizienzfonds, davor externe Evaluation (separat vom Energieeffizienzfonds) der dena. Veröffentlicht im November 2016.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	6	k.A.

→

Querschnittstechnologieförderung		
Endenergieeinsparung (in PJ)	3	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	359	900
Förderfälle (Anzahl/Jahr)	3.125 Vorhaben	Mindestens 5.000 Vorhaben pro Jahr

Abwärme		
Kurzbeschreibung	Ziel des Programms zur Förderung von Abwärmevermeidung und Abwärmenutzung in gewerblichen Unternehmen (Abwärmeprogramm) ist es, bis 2020 jährlich 1 Million t CO ₂ einzusparen. Das Programm dient der Umsetzung der sog. „Offensive Abwärmevermeidung“ aus dem NAPE. Gefördert werden Investitionen in Ersatz, Modernisierung, Erweiterung oder Neubau von Anlagen, wenn dadurch Abwärme vermieden oder bislang ungenutzte Abwärme inner- und außerbetrieblich effizient genutzt wird. Die Förderung wird wahlweise als Zuschuss oder als Tilgungszuschuss zu einem KfW-Kredit gewährt. Fördervoraussetzung ist die Vorlage eines Abwärmekonzepts, das von einem zugelassenen Energieberater zu erstellen ist. Darlehen mit Tilgungszuschuss (Zuschuss: 30 bis 40 % der förderfähigen Investitionen; Bonus von 10 % für KMU).	
Aktueller Stand	Laufende Umsetzung. Das Programm ist in 2016 gestartet und kann aktuell nach einer erwartungsgemäßen Anlaufphase eine hohe Nachfrage und Inanspruchnahme vorweisen. Laut vorliegender aktueller Evaluierung durch Fraunhofer ISI vom März 2018 kann eine Einsparung von 937 kt CO ₂ -Äq./Jahr erreicht werden.	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Unternehmen	
Betroffene Energieträger	Strom, Brennstoffe	
Start des Instruments	2016	
Vollzug	KfW	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	erste Berechnung mit detaillierten Daten aus dem Monitoring Abwärme (dena) aus nur 39 Fällen	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	1	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	1	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	52	1.000



Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz (MIE)

Kurzbeschreibung	Die Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz (MIE) unterstützt seit dem 01.01.13 Unternehmen bei der Energiewende und bietet durch Qualifizierungs- und Netzwerkprojekte konkrete Hilfestellung für kleine und mittelständische Unternehmen aus Handwerk und Industrie beim Thema Energieeffizienz und Klimaschutz. Die Unternehmen sollen durch eine Optimierung von Informationen und Beratung sowie die Intensivierung von Weiterbildung, Qualifizierung und Erfahrungsaustausch konkret unterstützt werden. Die Mittelstandsinitiative ist ein Gemeinschaftsprojekt von BMWi, BMU, DIHK und ZdH. Die Finanzierung des Projektvolumens erfolgte je zur Hälfte von BMWi und BMU aus dem EKF mit einem 20-prozentigen Eigenanteil der Projektpartner. Zur Vermeidung von Mischfinanzierungen werden die Projekte des DIHK vom BMU und die Projekte des ZDH durch das BMWi gefördert.	
Aktueller Stand	Die erste Förderperiode lief zum 31.12.15 aus. Die Fortsetzung der Mittelstandsinitiative ist am 01.01.16 gestartet und konnte damit nahtlos an das Vorgängerprojekt anschließen. Die Mittelstandsinitiative 2.0 ist wie das Vorgängerprojekt ein Gemeinschaftsprojekt von BMU und BMWi. Die sieben Entwicklungswerkstätten wurden bereits in Transferwerkstätten umgewandelt und geben ihr erworbenes Wissen an neue Transferpartner weiter. Das Energiebuch konnte fertiggestellt werden und steht den Handwerksunternehmen zur Nutzung zur Verfügung.	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Unternehmen (Mittelstand, Handwerk)	
Betroffene Energieträger	Strom, Brennstoffe	
Start des Instruments	2013	
Vollzug	BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Die Evaluierung stützt sich auf die Auswertung vorliegenden Materials von BMWi, BAFA, ZDH, den sieben beteiligten Handelskammern und – für die Webseite – DIHK. Für die zweite Förderperiode ab 2016 liegt dabei weitaus umfangreicheres Material in Form von vierteljährlichen Statusberichten vor. Auch zur Nutzung der für die zweite Programmphase neu gestalteten Webseite gibt es detailliertere Daten. Für die Quantifizierung der Einsparwirkungen wurde außerdem auf Informationen zum Energieverbrauch in den von der MIE bisher adressierten Branchen aus der Erhebung zum Energieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie zur mittleren Energieeinsparung bei verschiedenen Energieeffizienzmaßnahmen aus der Evaluierung des Programms „Energieberatung Mittelstand“ zurückgegriffen.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	1	75
Endenergieeinsparung (in PJ)	0	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	37	5.000

Energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse

Kurzbeschreibung	Gefördert werden Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung in gewerblichen und industriellen Produktionsprozessen. Hierzu gehören insbesondere die Umstellung von Produktionsprozessen und Produktionsverfahren sowie Maßnahmen zur effizienten Nutzung von Energie aus Produktionsprozessen bzw. Produktionsanlagen. Die Maßnahmen werden bis zu einem Höchstbetrag von 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben gefördert. Hierfür müssen kumulativ die Voraussetzungen von mind. 50.000 Euro Investitionsmehrkosten, eine spezifische Energieeinsparung von mind. 5 % gegenüber dem Durchschnittsverbrauch der letzten 3 Jahre sowie eine Einsparung von mind. 100 kg CO ₂ /Jahr im Verhältnis zu 100 Euro Investitionskosten gegeben sein.
Aktueller Stand	im Jahr 2016 Maßnahme bis zum 31.12.17 verlängert
Charakter des Instruments	Förderprogramm
Zielgruppe	Unternehmen, Kontraktoren

→

Energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse		
Betroffene Energieträger	Strom, Brennstoffe	
Start des Instruments	2013 (erste Ausschreibung 2014)	
Vollzug	Projektträger Karlsruhe – Produktionstechnologie	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Evaluierung durch die Prognos AG auf Basis von Förderdaten des Projektträgers, ergänzenden Informationen aus den Anträgen sowie schriftlichen Befragungen	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	3	5
Endenergieeinsparung (in PJ)	2	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	183	350

Unterstützung der Marktüberwachung		
Kurzbeschreibung	Zur Stärkung der Zuverlässigkeit, Effektivität und Effizienz bestehender und gegebenenfalls neuer Prüfmethode/-standards, und damit letztlich auch zur Stärkung der Effektivität und Glaubwürdigkeit der produktbezogenen Energieeffizienzinstrumente der EU, wurde die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) mit der Durchführung dieses Projekts beauftragt. Dazu werden Ringversuche durchgeführt, die die Prüfmethode validieren oder mögliche Mängel aufzeigen sollen. Es wird geprüft, ob die Normen, die im Rahmen der Prüfungen der Marktüberwachung zur Anwendung kommen, geeignet, d.h. reproduzierbar, wirksam und effizient, sind sowie die in der Praxis auftretenden Energieverbräuche realistisch abbilden. Die Methoden werden außerdem auf die Möglichkeit der Vereinfachung und Optimierung durch weitere Einzelprüfungen bei unabhängigen Instituten untersucht, wobei mögliche Mangelschwerpunkte bei den untersuchten Produkten erkannt werden können.	
Aktueller Stand	Abschluss der Ringversuche bis Ende 2017, Abschluss Produktprüfungen bis Q3/2018	
Charakter des Instruments	Marktüberwachung	
Zielgruppe	Gerätehersteller, Marktüberwachungsbehörden, Haushalte	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	01.01.16	
Vollzug	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Die Energie- und Treibhausgaseinsparungen des Projekts zur Verbesserung der Marktüberwachung in 2016 sind aktuell noch nicht abschätzbar. Die Evaluation ist erst in 2017 gestartet.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	k.A. (Wirkung erst mit Übernahme der Ergebnisse durch Marktüberwachung)	0,2
Endenergieeinsparung (in PJ)	k.A. (Wirkung erst mit Übernahme der Ergebnisse durch Marktüberwachung)	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	k.A. (Wirkung erst mit Übernahme der Ergebnisse durch Marktüberwachung)	14

Nationale Top-Runner-Initiative (NTRI)

Kurzbeschreibung	Mit der Nationalen Top-Runner-Initiative (NTRI) strebt die Bundesregierung eine Bündelung von Maßnahmen zur beschleunigten Marktdurchdringung energieeffizienter Produkte (Top-Runner) an, um so die produktbezogene und sektorübergreifende Stromeffizienz zu steigern. Dieses Ziel soll erreicht werden, indem die Motivation und Kompetenz für Stromeffizienz, produktbezogene Energieeffizienz und rationelle Energienutzung entlang der Wertschöpfungskette – von den Geräteherstellern über den Handel bis zu den Verbraucherinnen und Verbrauchern – ausgeweitet werden. Die NTRI bezieht sich auf alle Produkte, die von den EU-Richtlinien Ökodesign und EU-Label geregelt werden. Sie begann im Januar 2016 und ist vor allem in folgenden Bereichen aktiv: (a) Verbraucher-Kommunikation (energieeffiziente Produkte, Nutzerverhalten), (b) Handel als Effizienz-Multiplikator, (c) Anstöße zur Entwicklung zukünftiger Produkte, Prototyp der EU-Produktdatenbank, (d) Stakeholder-Veranstaltungen.	
Aktueller Stand	Ab Januar 2017 erfolgte eine zielgruppenspezifische und zugleich öffentlichkeitswirksame Verbreitung der Inhalte und Botschaften in Zusammenarbeit mit dem Handel. Außerdem wurden Innovationsworkshops und Stakeholder-Veranstaltungen konzipiert, die seit 2017 durchgeführt werden.	
Charakter des Instruments	Öffentlichkeitsarbeit, Zusammenarbeit mit Stakeholdern	
Zielgruppe	Gerätehersteller, Handel, Endverbraucher	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	01.01.16	
Vollzug	BAFA/BfEE	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Einsparwirkungen werden im Rahmen der begleitenden Evaluation durch IZT ermittelt.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	0,2	0,4
Endenergieeinsparung (in PJ)	k.A.	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	k.A.	21



EU-Energie-Label-Verordnung		
Kurzbeschreibung	Deutschland hat sich im Rahmen der EU-Verhandlungen zur Energie-Label-Verordnung erfolgreich für ein klares und aussagekräftiges Energielabel eingesetzt. Die Verordnung sieht einen Übergang von A+++ zum A- bis G-Label vor und beschreibt das Verfahren und die Fristen, in deren Rahmen der Übergang vollzogen wird. Mit dem Aufbau einer EU-Produktdatenbank zum 01.01.19 soll den Verbrauchern der Effizienzvergleich zwischen den Produkten und den Marktüberwachungsbehörden die Überprüfung der Labelanforderungen erleichtert werden. Mit der neuen Verordnung werden auch die Anforderungen für die Marktüberwachung sowie der Austausch der Marktüberwachungsbehörden auf EU-Ebene verbessert.	
Aktueller Stand	Die ersten novellierten Produktgruppen dürften zum Februar 2020 wirksam werden. Hierzu zählen Waschmaschinen, Geschirrspüler, Kühlgeräte, TV, Lampen und Leuchten. Danach werden schrittweise weitere Produktgruppen angepasst oder neu erlassen.	
Charakter des Instruments	Information	
Zielgruppe	Gerätehersteller, Marktüberwachungsbehörden, Haushalte	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	Die neue Verordnung trat im August 2017 in Kraft.	
Vollzug	BMW i	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Einsparwirkungen können ggfs. im Rahmen einer Evaluation ermittelt werden, erste Zahlen könnten ggf. Ende 2019 vorliegen.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	k.A. (Die Einsparwirkungen der neuen Verordnung werden erst nach der ersten Neuskalierung einer Produktgruppe realisiert werden können, ca. 2018–2019).	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	k.A. (Die Einsparwirkungen der neuen Verordnung werden erst nach der ersten Neuskalierung einer Produktgruppe realisiert werden können, ca. 2018–2019).	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	k.A. (Die Einsparwirkungen der neuen Verordnung werden erst nach der ersten Neuskalierung einer Produktgruppe realisiert werden können, ca. 2018–2019).	k.A.

STEP up! „STromEffizienzPotenziale nutzen“	
Kurzbeschreibung	Die bis Ende des Jahres 2018 geplante Pilotphase des Förderprogramms STEP up! (STromEffizienzPotenziale nutzen) wurde im Juni 2016 gestartet. Mit STEP up! wird in Deutschland erstmals ein wettbewerblich ausgestaltetes Ausschreibungsmodell zur Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt. Mit dem Programm soll die Suchfunktion des Marktes nach den kostenoptimal erschließbaren Einsparmöglichkeiten aktiviert werden. Das Programm wurde technologie-, akteurs- und sektoroffen gestaltet. Auf der Grundlage des Kosten-Nutzen-Wertes (Förder-Euro/eingesparter kWh) werden alle in einer Runde zur Förderung eingereichten Maßnahmen im Vergleich zueinander bewertet. Den Zuschlag erhalten die Maßnahmen, die im Wettbewerb um die Förderzuschüsse die wirtschaftlichsten Kosten-Nutzen-Werte aufweisen. Ergänzt werden die offenen Ausschreibungen durch thematisch wechselnde sog. „geschlossene Ausschreibungen“. Während der Pilotphase soll die Umsetzbarkeit wettbewerblicher Ausschreibungen für Energieeffizienzmaßnahmen erprobt werden sowie das Programm kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert werden (lernendes Programm).
Aktueller Stand	1. Ausschreibungsrunde lief vom 01.06.16 – 31.08.16; 2. Runde (01.11.16 – 31.01.17); 3. Runde (01.03.17 – 31.05.17); 4. Runde (01.09.17 – 30.11.17). Für 2018 sind zwei weitere Ausschreibungsrunden geplant.
Charakter des Instruments	Förderprogramm (Pilotphase)
Zielgruppe	Unternehmen (und über Sammelprojekt ggf. auch private Verbraucher)
Betroffene Energieträger	Strom; Einsparungen anderer Energieträger sind ab der 4. Runde im Rahmen der geschlossenen Ausschreibungen zulässig; Ausweitung auf Wärme soll bis Ende 2018 geprüft werden.

→

STEP up! „STromEffizienzPotenziale nutzen“

Start des Instruments	01.06.16	
Vollzug	Projektträger VDI/VDE-IT GmbH	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Die Evaluierung erfolgt durch die Prognos AG und das ifeu Institut auf Basis von Förderdaten des Projektträgers, ergänzenden Informationen aus den Anträgen sowie schriftlichen Befragungen.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	0,10	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	0,04	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	6	k.A.

Pilotprogramm Einsparzähler

Kurzbeschreibung	Das Pilotprogramm Einsparzähler fördert digitale Plattformen für die Energiewende. Förderfähig sind alle Unternehmen, die innovative digitale Systeme und darauf aufbauende Geschäftsmodelle zur Energieeinsparung erproben und bei Endkunden als skalierbares Geschäftsmodell entwickeln wollen. Voraussetzung ist, dass digitale Systeme wie z.B. Smart Home, Smart Meter, Smart Building, Mess-, Steuer- und Regeltechnik bei Kunden installiert werden und diesen dabei helfen, Energie zu sparen. Die Hälfte der Projektförderung wird dabei vom Nachweis der erzielten Energieeinsparungen beim Endkunden mittels eines Energiesparzählers abhängig gemacht. Pilotprojekte zur Einsparung von Strom, Gas, Wärme und Kälte können bis zu 1 Millionen Euro Projektförderung erhalten. Leitgedanke ist, auf Grundlage der kontinuierlich gemessenen individuellen Energieverbrauchswerte tatsächliche Energiesparpotenziale individualisiert („Assistent“) auszuweisen und darauf basierend Mehrwertdienste für Energieeffizienz auf digitalen Plattformen zu ermöglichen. Zusätzlich schafft das Förderprogramm erstmals die methodischen Voraussetzungen zur – methodisch stets vergleichbaren – Quantifizierung tatsächlicher Energieeinsparungen. Hierbei sollen u.a. das Ausmaß von Rebound-Effekten quantifiziert, Gegenmaßnahmen entwickelt und Mehrwertdienste wie Lastmanagement zur Sektorkopplung implementiert werden. Förderfähig ist die Entwicklung digitaler Plattformen und Energiedienstleistungen, welche Einsparungen bei Endkunden anreizen, nicht aber die Umsetzung der Einsparmaßnahmen selbst; diese bleibt dem Markt vorbehalten.
Aktueller Stand	• Fördermittel: Fördermittel wurden auf 62 Millionen Euro im Projektzeitraum erhöht. • Methodenentwicklung: Rund ein Dutzend themenspezifische Workshops mit 10–60 Teilnehmern und quartalsweise rund ein Workshop mit 50–100 interessierten Unternehmen in Berlin und Eschborn. Erarbeitung der methodischen Grundlagen, um skalierbare, universelle Messmethodik mittels digitaler Plattformen zu definieren und in unterschiedlichen Anwendungsbereichen einzuführen, um diese vergleichbar und damit handelbar und „kontrahierbar“ zu machen. Stetige Verifizierung, Weiterentwicklung und Standardisierung der Messmethodik. • Antragszahlen: bislang 38 Anträge, 21 davon bislang beschieden • nächste Meilensteine: Seit 2018 werden monatlich anonymisierte und aggregierte Energieeinsparmengen übermittelt. Zur Weiterentwicklung der Methoden wird geprüft, welche Einsparungen tatsächlich nach Durchführung von Energiesparmaßnahmen erreicht werden und ob per Einsparzähler nachgewiesene „eingesparte kWh“ gebündelt und damit kommerziellen Investoren verfügbar gemacht werden können (Scale-up) „ESZ als Betriebssystem für die Effizienz 4.0“.
Charakter des Instruments	Innovationsprogramm zur Einführung digitaler Energiesparassistenten und -geschäftsmodelle
Zielgruppe	Start-ups, Energiewirtschaft, Kontraktoren, Unternehmen, die Energiesparprojekte bei Endkunden durchführen
Betroffene Energieträger	leitungsgebundene Energieträger (Strom, Gas, Wärme, Kälte)
Start des Instruments	Mai 2016
Vollzug	BAFA

→

Pilotprogramm Einsparzähler

Evaluierung und Hintergrundinformationen	Evaluierung durch ifeu im Rahmen des Begleitprojekts „Evaluation und Fördercontrolling zum Förderprogramm Energieeinsparzähler“, Gesamtprojektleitung: co2online, weiterer Partner: Ökotec. Grundlage sind Informationen des BAFA zum Fördergeschehen. Das Förderprogramm ist im Mai 2016 gestartet. Die innovative Fördersystematik mit leistungsabhängiger Komponente für tatsächlich erreichte Endenergieeinsparungen bedingt einen ausreichenden Antrags- und Prüfungszeitraum. So erklärt sich auch die im Vergleich zum Folgejahr 2017 noch geringe Zahl bewilligter Anträge in 2016. Genauere Ergebnisse in Form erster Messwerte werden ab 2018 erwartet.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	0	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	0	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	0	k.A.

Förderrichtlinie Energiemanagementsysteme

Kurzbeschreibung	Ziel der Förderrichtlinie „Energiemanagementsysteme“ ist es, die Verbreitung von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001 in der Industrie zu erhöhen. Der Leitgedanke dabei ist, dass nur durch die Identifikation von Energieverbräuchen wirkungsvolle Einsparmaßnahmen identifiziert und in der Folge umgesetzt werden können. Die ISO 50001-Norm folgt dem Plan-Do-Act-Check-Zyklus und sieht eine kontinuierliche Verbesserung der Energieleistung des Unternehmens vor. Es zeigt sich, dass Unternehmen, die ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001 betreiben, insbesondere sich schnell amortisierende Maßnahmen umsetzen. Es wird davon ausgegangen, dass Unternehmen mit einem Berichtssystem je nach Branche bis zu 10 % ihres Primärenergieverbrauchs einsparen können.	
Aktueller Stand	aktuelle Richtlinie in Kraft seit 01.01.17, darin kleine Änderungen bei den antragsberechtigten Unternehmen und den geförderten Maßnahmen	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Unternehmen	
Betroffene Energieträger	Brennstoffe, Strom	
Start des Instruments	Juli 2013	
Vollzug	BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Evaluation des Programms im Jahr 2017 durch Fraunhofer ISI für das BMWi sowie im Rahmen der Evaluation des Energieeffizienzfonds (siehe Zwischenbericht 2017 für BMWi, Abschnitt Energiemanagementsysteme)	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	1	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	1	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	67	83

Das Monitoring der zentralen Maßnahmen zur Förderung von Energieeinsparungen im Gebäudebereich erfolgt in Kapitel 6.4.



6 Gebäude

Wo stehen wir?

Der Primärenergiebedarf im Gebäudebereich (Definition siehe Kapitel 6.2) ist im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr gesunken, und zwar um 3,2 Prozent. Gegenüber dem Basisjahr 2008 bedeutet das eine Minderung um 18,3 Prozent.

Im Gegensatz dazu ist der Endenergieverbrauch in Gebäuden im Vergleich zum Jahr 2015 um 4,3 Prozent gestiegen. Gegenüber dem Basisjahr 2008 liegt eine Minderung um 6,3 Prozent vor. Seit 2008 ist der gebäudebezogene Endenergieverbrauch durchschnittlich um rund 0,8 Prozent pro Jahr gesunken. Um die Zielvorgabe einer Reduktion von 20 Prozent bis 2020 einzuhalten, müsste er in den bis 2020 verbleibenden Jahren jedoch fünfmal schneller sinken. Eine solch starke Minderung zu erreichen ist unwahrscheinlich. Erhebliche weitere Anstrengungen sind erforderlich, um das Einsparziel so schnell wie möglich zu erreichen.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch betrug im Jahr 2016 13,2 Prozent, was dem 2020-Ziel von 14 Prozent bereits sehr nahe kommt.

Im Jahr 2016 wurden, auch im Rahmen der Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG), zahlreiche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich weiterentwickelt und neu gestartet. Zu weiteren erfolgreichen Maßnahmen des Bundes (siehe Kapitel 16) gehört auch die Markteinführung des Effizienzhaus-Plus-Gebäudestandards. Dabei werden Primär- und Endenergiebedarf zusammenhängend betrachtet und der Einsatz erneuerbarer Energien gefördert.

Was ist neu?

Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD bekräftigt: Um die Energiewende im Wärmesektor zu beschleunigen, sollen sowohl die Energieeffizienz als auch der Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich vorangebracht werden. Dabei gelten die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit, Technologieoffenheit und der Vereinfachung. Vorgesehen ist zudem eine vollständige Umsetzung des Klimaschutzplans 2050.

	2016	2020	2030	2040	2050
Effizienz und Verbrauch					
Primärenergiebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-18,3 %	 -80 %			
Wärmebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-6,3 %	-20 %			
Erneuerbare Energien					
Anteil am Wärmeverbrauch	13,2 %	14 %			

6.1 Gebäuderelevanter Energieverbrauch

Der Gebäudesektor spielt eine zentrale Rolle bei der Energiewende. Der Anteil des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs lag im Jahr 2016 bei insgesamt rund 35,3 Prozent. Der größte Teil davon entfiel auf die privaten Haushalte, gefolgt vom Gewerbe- und Dienstleistungssektor und der Industrie (siehe Abbildung 6.1).

Der Endenergieverbrauch in Gebäuden, im Folgenden auch als Wärmebedarf bezeichnet, ist im Jahr 2016 im Vergleich zum Vorjahr gestiegen. Als gebäuderelevanter Endenergieverbrauch für Wärme (Wärmebedarf) werden die Verbrauchswerte für Raumwärme (Heizung), Raumkühlung und Warmwasserbereitung ausgewiesen. Zusätzlich wird in Nichtwohngebäuden der Stromverbrauch für die (fest installierte) Beleuchtung bilanziert. Im Jahr 2016 betrug der Wärmebedarf rund 3.235 PJ, ein Anstieg um 4,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Der Anstieg ist hauptsächlich auf die im Vergleich zum Vorjahr kühle Witterung zurückzuführen, die mit erhöhtem Heizbedarf einherging.

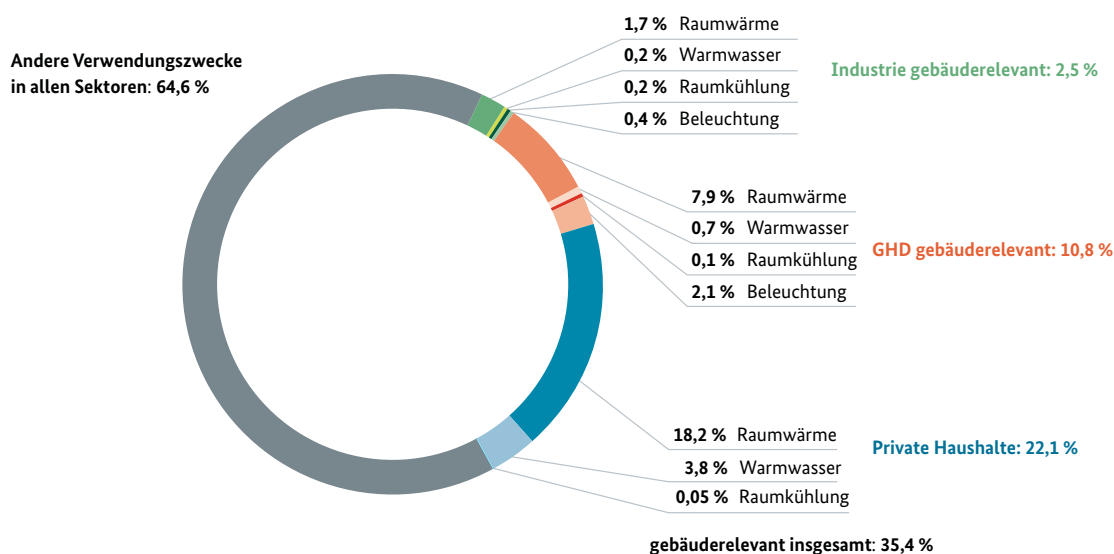
Auch wenn der Wärmebedarf in den vergangenen drei Jahren wieder angestiegen ist, hat dieser sich seit dem Jahr 2008 insgesamt um 6,3 Prozent verringert. Das bedeutet: Der Wärmebedarf ist in diesem Zeitraum im Durchschnitt um rund 0,8 Prozent pro Jahr gesunken. Um die Zielvorgabe einer Reduktion von 20 Prozent bis 2020 gegenüber dem Niveau von 2008 einzuhalten, müsste der Wärmebedarf in den vier Jahren zwischen 2016 und 2020 im Durchschnitt um 3,9 Prozent pro Jahr sinken, also fünfmal schneller als

bisher. Eine solch starke Minderung zu erreichen ist unwahrscheinlich. Es sind erhebliche weitere Anstrengungen erforderlich, um das Einsparziel so schnell wie möglich zu erreichen. Mit der Verabschiedung des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz und der Entwicklung der Energieeffizienzstrategie Gebäude wurden bereits wichtige Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs auf den Weg gebracht (siehe Kapitel 6.4).

Die Zielarchitektur-Studie (siehe Kapitel 2.2) kommt auf Basis der durchgeführten Analysen zu folgendem Szenario: Das Ziel, den gebäuderelevanten Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2008 um 20 Prozent zu senken, wird danach verfehlt. Die Studie geht davon aus, dass sich die Reduktion bis 2020 auf rund minus 12,5 Prozent beläuft (innerhalb einer Bandbreite von minus 11,5 Prozent bis minus 15,8 Prozent, siehe Abbildung 6.3). Dabei wurde die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur berücksichtigt.

Die Energieeffizienz im Gebäudebereich ist im Jahr 2016 im Vergleich zum Jahr 2015 gesunken. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte ist gegenüber dem Vorjahr stärker gestiegen als die Wohnfläche. Das Verhältnis dieser beiden Größen spiegelt die Energieeffizienz im Gebäudebereich wider: Der sogenannte spezifische Endenergieverbrauch für Raumwärme pro Wohnfläche der privaten Haushalte ist gegenüber dem Vorjahr um 4,3 Prozent gestiegen. Bereinigt um Witterungseffekte fällt dieser Anstieg mit 2,8 Prozent geringer aus.

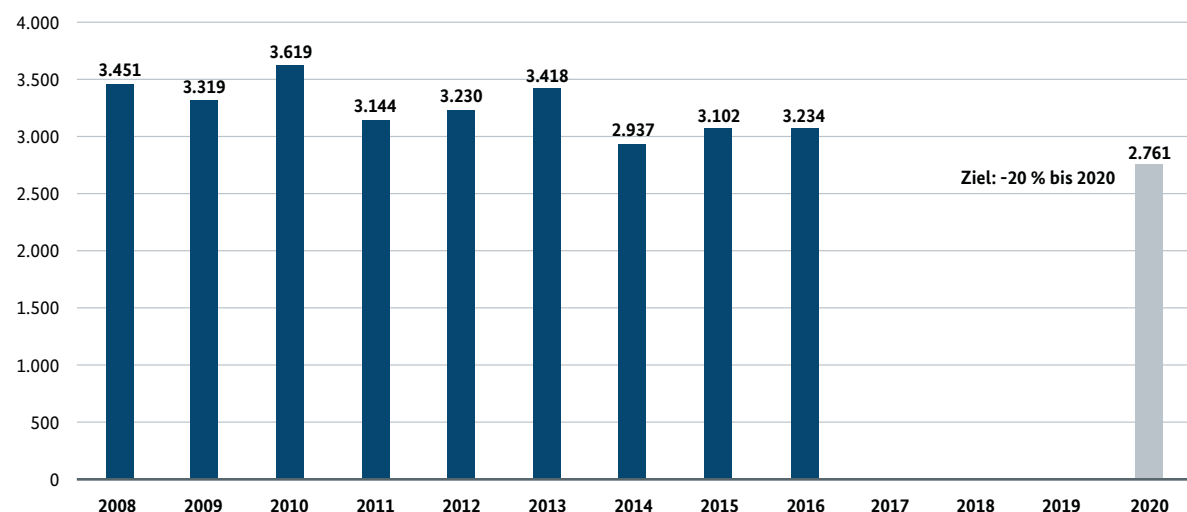
Abbildung 6.1: Anteil des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs am gesamten Endenergieverbrauch im Jahr 2016



Quelle: AGEb 11/2017

Abbildung 6.2: Zielsteckbrief: Endenergieverbrauch für Wärme**Ziel 2020** Reduktion des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs (Wärmebedarf) um 20 Prozent (ggü. 2008)**Status 2016** -6,3 Prozent

in PJ



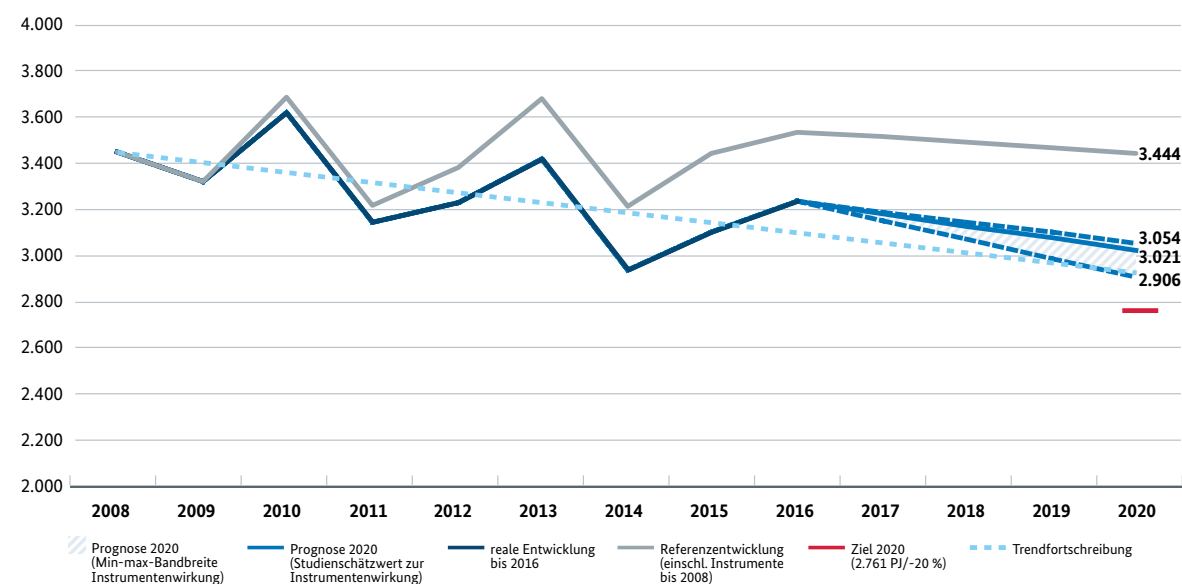
Quelle: AGEb 11/2017

Trend**Maßnahmen**

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz, Energieeffizienzstrategie Gebäude und Aktionsprogramm Klimaschutz

Abbildung 6.3: Reduktion des gebäuderelevanten Endenergieverbrauchs laut Zielarchitektur-Studie

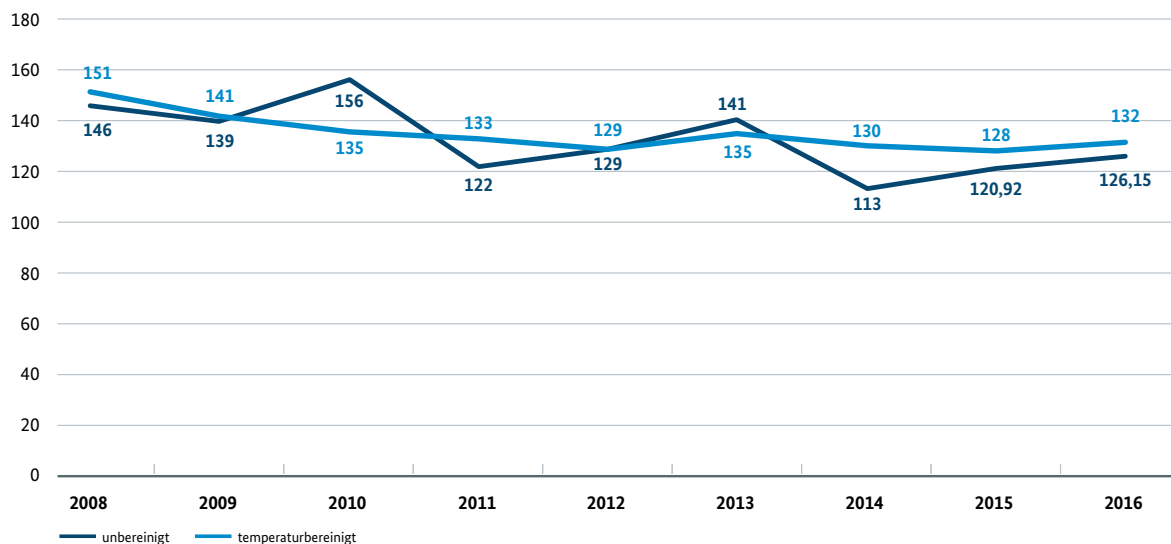
in PJ



Quelle: Prognos, Fraunhofer ISI, DLR 2018

Abbildung 6.4: Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs zur Erzeugung von Raumwärme in privaten Haushalten

in kWh/m²



Quelle: AGEB und StBA 11/2017

Verglichen mit dem Jahr 2008 wird Energie im Wohngebäudebereich heute deutlich effizienter genutzt. So wurde im Jahr 2016 im Mittel 13,5 Prozent weniger Energie zur Beheizung eines Quadratmeters benötigt als noch 2008 (siehe Abbildung 6.4). Das bedeutet, dass Energie im Wohngebäudebereich im Mittel zunehmend effizienter genutzt wurde

und damit trotz steigender Wohnfläche insgesamt eine Verringerung des Wärmebedarfs stattfand. Temperaturbereinigt ergab sich im Jahr 2016 ein um 12,9 Prozent niedriger Endenergieverbrauch für Raumwärme der privaten Haushalte als 2008.

6.2 Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf von Gebäuden lag im Jahr 2016 3,2 Prozent niedriger als im Vorjahr. Der Indikator Primärenergiebedarf berücksichtigt neben der Bereitstellung von Heizung, Kühlung, Warmwasser (für Nichtwohngebäude zusätzlich Beleuchtung) auch den nicht erneuerbaren Aufwand für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport bzw. die Verteilung der einzelnen Energieträger. Der Primärenergiebedarf umfasst jedoch keine erneuerbaren Energien. Er kann somit sowohl durch Energieeffizienzsteigerungen als auch durch die Erhöhung des Anteils von erneuerbaren Energien an der Deckung des Wärmebedarfs gesenkt werden. Im Jahr 2016 lag der Primärenergiebedarf bei 3.597 PJ gegenüber 3.696 PJ im Vorjahr.

Seit dem Jahr 2008 hat sich der Primärenergiebedarf bereits um gut 18 Prozent verringert. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Minderung um 2,5 Prozent. Das zeigt, dass der richtige Pfad zur Reduktion des Primärenergiebedarfs eingeschlagen ist (siehe Abbildung 6.5). Eine lineare Fortschreibung zur Einschätzung des Zielerrei-

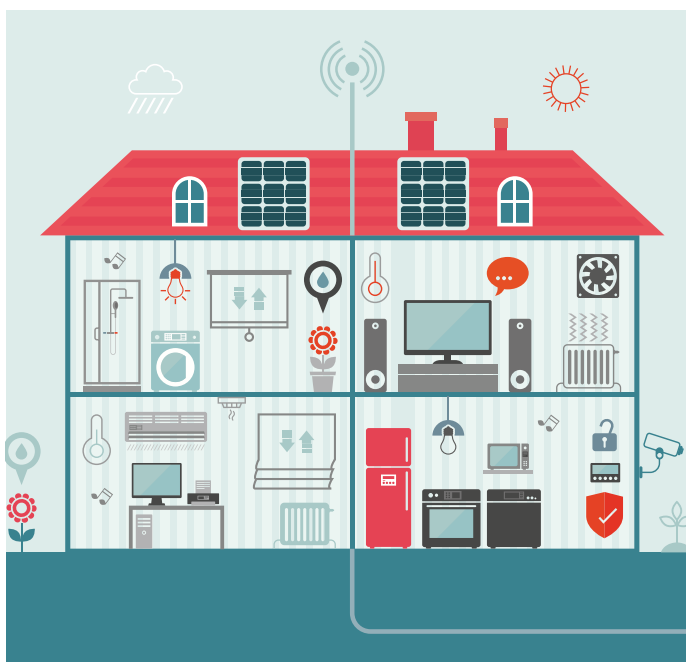
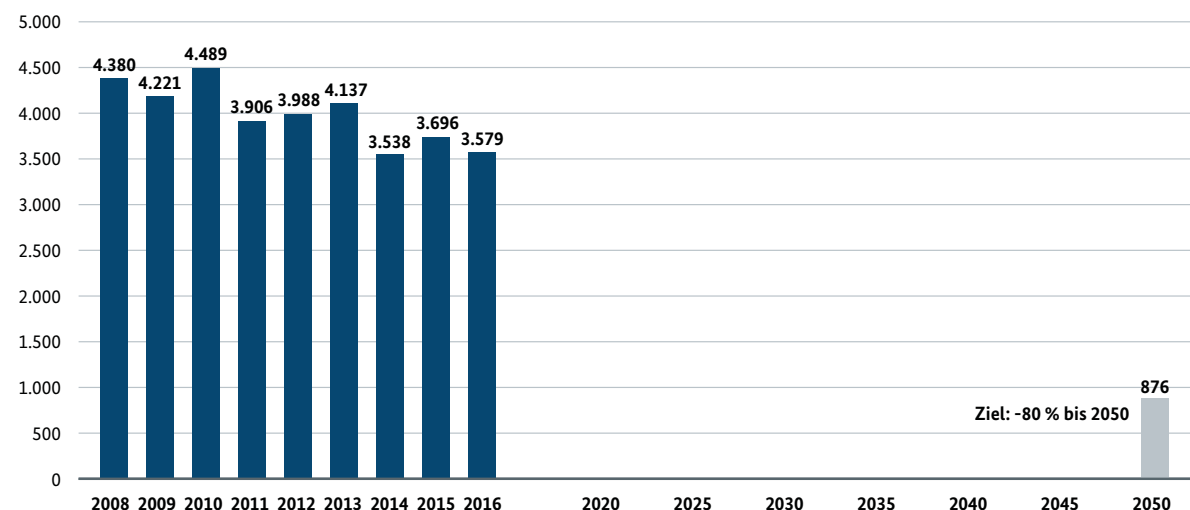


Abbildung 6.5: Zielsteckbrief: Primärenergiebedarf

Ziel 2020	Reduktion des Primärenergiebedarfs um 80 Prozent (ggü. 2008)
------------------	--

Status 2016	-18,3 Prozent
--------------------	---------------

in PJ



Quelle: BMWi auf Basis AGEb 11/2017

Trend	Wegen des langen Zeitraums bis 2050 hier keine Trendaussage
--------------	---

Maßnahmen	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz, Energieeffizienzstrategie Gebäude und Aktionsprogramm Klimaschutz
------------------	--

chungsgrades ist aufgrund des weit in der Zukunft liegenden Zielwertes (80 Prozent Reduktion gegenüber 2008 bis 2050) nicht sinnvoll. Allerdings ergibt die Prognose des Referenzszenarios der Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG), dass der Primärenergiebedarf auf Grundlage der bestehenden Instrumente (Stand 2013) bis 2050 um rund 60 Prozent gegenüber 2008 sinken könnte.

6.3 Sanierung und Investitionen im Gebäudesektor

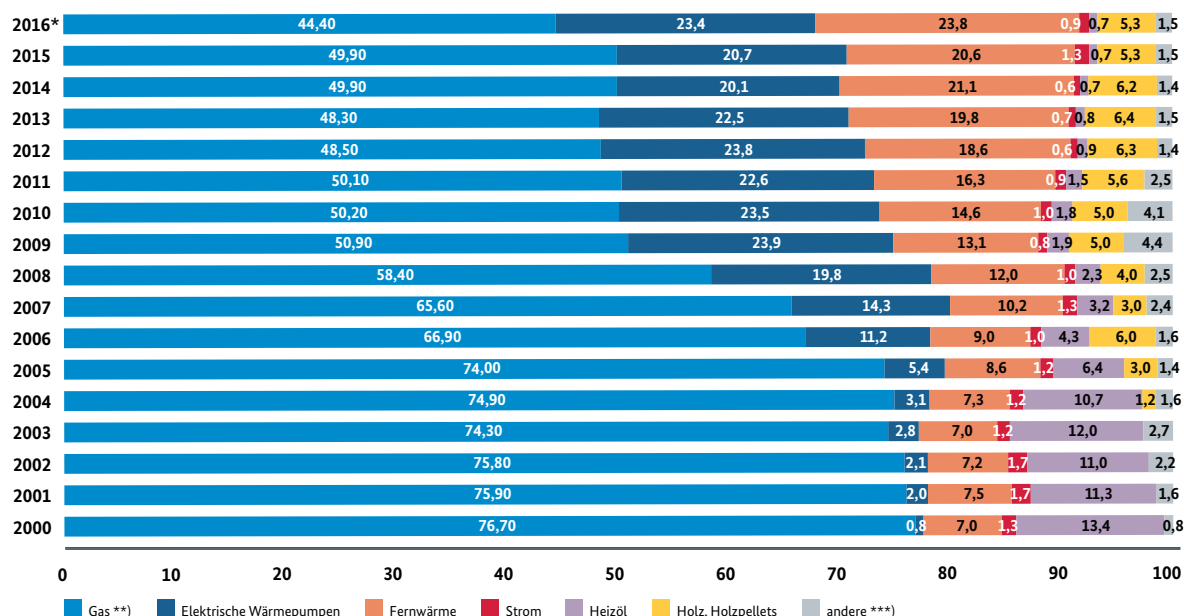
Im Jahr 2016 wurden im Wohnungsbau Baugenehmigungen für die Sanierung bzw. die Errichtung von insgesamt rund 365.000 Wohneinheiten erteilt und rund 270.000 Baufertigstellungen verzeichnet. Dies entspricht einem Anstieg um knapp 20 bzw. 12 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Neuerrichtungen machten rund 317.000, d. h. etwa 86 Prozent, der 365.000 Wohneinheiten aus. Zeitgleich wurden im Jahr 2016 Neubauvorhaben mit rund 160.000 Wohneinheiten über das KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“ im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms finanziell unterstützt. Das heißt, etwa die Hälfte der 2016 genehmigten neuen Wohneinheiten wurden vom Bund gefördert und damit nach höherem Energieeffizienzstandard errichtet, als die Energieeinsparverordnung (EnEV) vorschreibt. Durch das KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanie-

ren“ wurde 2016 die Energieeffizienz von insgesamt rund 276.000 Wohneinheiten erhöht. Energieeffizientes Bauen erschließt Potenziale für wirtschaftliche Lösungen. Dies stärkt zugleich die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Baubereichs.

Im Bereich erneuerbare Energien (EE) zur Wärmeerzeugung wurde im Jahr 2016 im Rahmen des „Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien im Wärmemarkt“ (MAP) der Einbau von rund 67.800 EE-Heizungsanlagen, vorwiegend in Wohngebäuden, gefördert. Dies entspricht einem Anstieg gegenüber dem Vorjahr um fast 80 Prozent. Die eingesetzten Technologien waren Solarthermie, Biomasse und Wärmepumpen. Insgesamt betrug die Höhe der in 2016 ausgezahlten Investitionszuschüsse 182,3 Millionen Euro. Dies entspricht beinahe einer Verdopplung gegenüber dem Vorjahr. Das Investitionsvolumen dieser Maßnahmen lag bei rund 937 Millionen Euro.

Neubauten werden zunehmend mit klimafreundlichen Heizsystemen ausgestattet. So ist der Einbau von THG-intensiven Ölheizungen seit dem Jahr 2000 von 13,4 Prozent auf 0,7 Prozent im Jahr 2016 gesunken. Demgegenüber gibt es eine stetige Zunahme von Wärmepumpen im Neubau und zwar von 0,8 Prozent im Jahr 2000 auf 23,4 Prozent im Jahr 2016 (siehe Abbildung 6.6 und Kapitel 13.1).

Abbildung 6.6: Beheizungssysteme in neuen Wohnungen 2000 bis 2016
in Prozent



Quelle: BDEW 02/2017

Transparenz und Beteiligung: An der Wärmewende kann sich jeder beteiligen.

Die im Jahr 2014 gegründete Energiewendeplattform Gebäude bietet den Akteuren aus Immobilienwirtschaft, Gewerbe, Industrie sowie der Verbraucherseite und der öffentlichen Hand die Möglichkeit für eine gemeinsame Diskussion der vielfältigen Potenziale des Gebäudesektors wie auch der bestehenden Herausforderungen. Ende 2017 fand die siebte Sitzung der Plattform statt. Ein verbraucherfreundlicher Überblick über alle Effizienzförderprogramme des Bundes im Gebäudebereich wird unter www.deutschland-machts-effizient.de bereitgestellt. Bei den umfangreichen Informationen rund um die Themen Energieeffizienz und Energiesparen stellen gebäuderelevante Themen wie energetisches Bauen und Sanieren einen Schwerpunkt dar.

Die in 2011 gegründete Initiative „Effizienzhaus Plus“ informiert alle Zielgruppen der Gesellschaft praxisnah und anschaulich über energieeffizientes, nachhaltiges sowie zukunftsgerechtes Bauen. Vorbildlich wird angeregt, über das Bauen der Zukunft neu zu denken und die Klima- und Energieziele im Gebäudebereich gemeinsam umzusetzen. Mehr unter www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus.

Seit 2017 informiert das bundeseigene Informations- und Kompetenzzentrum für zukunftsgerechtes Bauen die Öffentlichkeit im ehemaligen Effizienzhaus-Plus-Forschungsvorhaben des Bundes gezielt über Lösungsansätze für klimagerechtes Bauen. Der Bund bietet mit dieser Plattform allen Interessierten ein Forum für einen Dialog zum Thema. Weitere Informationen bietet die Seite www.bauen-der-zukunft.de.



6.4 Energieeffizienzstrategie Gebäude und Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz im Gebäudebereich

Um die Ziele der Bundesregierung im Gebäudebereich bis zum Jahr 2050 zu erreichen, bedarf es sowohl einer weiteren Reduktion des Endenergieverbrauchs als auch einer stetigen Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Wärmebereich. Das 14-Prozent-Ziel für den Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Wärmeverbrauch wird bald erreicht. Auf die Fortschritte in diesem Bereich wird in Kapitel 4.3 im Detail eingegangen. Um den Energieverbrauch im Gebäudebereich weiter zu senken, wurden mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) neben anderen Sektoren auch im Gebäudebereich zusätzliche Sofortmaßnahmen und weiterführende Arbeitsprozesse zur Energieeffizienzsteigerung angestoßen. Darauf baut die Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) auf. Einen wichtigen Beitrag zu den Zielen im Gebäudebereich leisten auch weiterhin das Energieeinsparungsgesetz mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG).

Mit der ESG gibt es eine umfassende Strategie für die Energiewende im Gebäudebereich. Die ESG enthält sowohl Vorschläge für die Weiterentwicklung bestehender Maßnahmen als auch neue Maßnahmen. Sie zeigt Wege auf, wie das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes bis zum Jahr 2050 durch eine Kombination aus der Steigerung der Energieeffizienz und der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien erreicht werden kann. Mit dem bestehenden Instrumentarium werden bereits in großem Umfang Gebäudeeigentümer erreicht und Anreize für energieeffiziente Bau- und Sanierungstätigkeiten sowie für Investitionen gesetzt. Im Jahr 2016 wurde mit der Umsetzung der ESG begonnen. Einige Maßnahmen befinden sich aktuell in der Anlaufphase und müssen noch gezielter in die Breite getragen werden. Eine umfassende Kommunikationsstrategie wie die Kampagne „Deutschland macht's effizient“ kann dies unterstützen.

Im Jahr 2016 wurden, auch im Rahmen der ESG, zahlreiche Maßnahmen im Gebäudebereich weiterentwickelt und neue Maßnahmen gestartet. So bietet etwa das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) mit den Förderkomponenten „Heizungs- und Lüftungspaket“ nun erstmalig eine Förderung von effizienten Kombinationslösungen. Neu gestartet ist auch das „Programm zur Förderung der Heizungsoptimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich“, das mit seiner Ausrichtung auf niedrigschwellige, kleinere Effizienzmaßnahmen eine sinnvolle Ergänzung der bestehenden Förderlandschaft darstellt und als Einstieg für weitere Effizienzmaßnahmen dienen kann. In der Förderinitiative „EnEff.Gebäude.2050 – Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand

2050“ wird seit April 2016 der Transfer innovativer Lösungen und Technologien hin zur Breitenwirkung unterstützt und beschleunigt. Um den Trend zur Digitalisierung auch für die Energieeffizienz nutzbar zu machen, hat das BMWi im Mai 2016 das Pilotprogramm Einsparzähler gestartet. Um die hohe Nachfrage zu decken und einen Förderstopp zu vermeiden, wurde das Fördervolumen bereits nahezu verdoppelt. Mit dem Förderprogramm Wärmenetzsysteme 4.0 wurde zudem im Juli 2017 erstmals eine systemische Förderung der Wärmeinfrastruktur eingeführt, die nicht nur Einzeltechnologien und -komponenten, sondern Gesamtsysteme umfasst. Die ESG wurde auch im Rahmen der Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“ des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung aufgegriffen.

Das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, das Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP) und das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) waren im Jahr 2016 sehr erfolgreich. Im Jahr 2016 ist für diese Förderprogramme eine sehr positive Förderbilanz zu verzeichnen. So werden die im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms aufgelegten KfW-Förderprogramme zum energieeffizienten Bauen und Sanieren auch weiterhin auf hohem Niveau nachgefragt. Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum sind die geförderten Wohneinheiten um rund 18 Prozent und die erteilten Förderzusagen um rund 20 Prozent angestiegen. Auch die mit dem NAPE beschlossene Förderung gewerblicher Gebäude verzeichnet eine positive Bilanz. Das MAP weist sowohl im Bereich der Innovationsförderung hocheffizienter Wärmepumpen als auch bei der ertragsorientierten Förderung von Solarthermieanlagen eine immer stärkere Nachfrage auf. Das als Alternative für die steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung aufgelegte APEE wird seit dem Förderbeginn in 2016 sehr gut nachgefragt. Das APEE fördert den Austausch ineffizienter Heizungen („Heizungspaket“), den Einbau von Lüftungsanlagen („Lüftungspaket“) sowie innovative Brennstoffzellenheizungen für Neubau und Bestandsgebäude.

Maßnahmen zur Energieberatung sind wichtige Bestandteile der Energieeffizienz- und Klimaschutzpolitik der Bundesregierung. So stellt etwa eine qualifizierte Energieberatung konkrete Effizienz- und Einsparpotenziale dar und führt auf, mit welchen Kosten eine Umsetzung verbunden ist und wie diese gegebenenfalls finanziert oder gefördert werden können. Zugleich stärkt Energieberatung die Eigenkompetenz der Energieverbraucher zu entscheiden und hilft, Fehlinvestitionen zu vermeiden. Sie ist häufig Auslöser für ambitioniertere Effizienzmaßnahmen und trägt so indirekt wesentlich dazu bei, Energie zu sparen. Um die Energieberatung zu verbessern, startete im Mai 2017 ein zentrales Instrument der ESG, der „Individuelle Sanierungsfahrplan“ (iSFP) für private Wohngebäude. Mit Hilfe des iSFP wird dem Beratungsempfänger ein individuell abgestimmtes Schritt-für-Schritt-Sanierungskonzept angeboten.

Monitoring der zentralen Maßnahmen zur Förderung von Energieeinsparungen im Gebäudebereich

CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Wohngebäude

Kurzbeschreibung	Im Rahmen des Programms werden energiesparende Sanierungsmaßnahmen von Wohngebäuden durch zinsgünstige Darlehen teilweise in Kombination mit Tilgungszuschüssen oder über Zuschüsse gefördert. Gefördert werden sowohl Einzelmaßnahmen (z. B. Heizung, Lüftung, Dämmung) und Maßnahmenkombinationen (Heizungs- und Lüftungspaket) als auch Gesamtpakete zur Erreichung eines KfW-Effizienzhausstandards (Sanierung und Neubau), bei dem Kennwerte für den Primärenergiebedarf des Gebäudes und den Gesamt-Wärmeschutz der Gebäudehülle eingehalten werden müssen.	
Aktueller Stand	zum 01.04.16 Einführung eines neuen Förderstandards „Effizienzhaus 40 Plus“ im Wohngebäudebereich sowie Erhöhung des Förderhöchstbetrags von 50.000 Euro auf 100.000 Euro	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Eigentümer, Ersterwerber, Bauherren von Wohngebäuden und Eigentumswohnungen	
Betroffene Energieträger	Erdgas, Heizöl, Kohle, Flüssiggas, Biomasse, Strom, Fernwärme	
Start des Instruments	2006	
Vollzug	KfW	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Die NAPE-Einsparwerte umfassen das gesamte Programm ab 2006 inklusive der Aufstockung des Programms im Jahr 2014 im Rahmen des NAPE. Der Wert für die Primärenergieeinsparungen wurde für den auf Maßnahmen in den Jahren 2006–2010 entfallenden Teil nachträglich auf Basis gutachterlich ermittelter CO ₂ -Einsparung und dem Verhältnis von CO ₂ - und Endenergieeinsparung in den Jahren 2011–2016 geschätzt. Grundlage für die Werte ist der Bericht „Monitoring der KfW-Programme 'Energieeffizient Sanieren' und 'Energieeffizient Bauen' 2016, IWU/IFAM, 16.02.18“. Das verwendete Bilanzierungsverfahren basiert auf berechneten Energiebedarfs-werten, die bisher noch nicht mit gemessenen Verbräuchen abgeglichen sind. Ein entsprechendes Verfahren befindet sich zurzeit in Entwicklung. Evaluierung soll 2018 neu ausgeschrieben werden, dabei sollen auch Zielindikatoren definiert werden.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	101	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	77	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	7.683	k.A.

CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Nichtwohngebäude

Kurzbeschreibung	Im Rahmen des Programms werden energiesparende Sanierungsmaßnahmen von Nichtwohngebäuden durch zinsgünstige Darlehen teilweise in Kombination mit Tilgungszuschüssen oder über Zuschüsse gefördert. Gefördert werden sowohl Einzelmaßnahmen (z. B. Heizung, Lüftung, Dämmung) und Maßnahmenkombinationen (Heizungs- und Lüftungspaket) als auch Gesamtpakete zur Erreichung eines KfW-Effizienzhausstandards (Sanierung und Neubau), bei dem Kennwerte für den Primärenergiebedarf des Gebäudes und den Gesamtwärmeschutz der Gebäudehülle eingehalten werden müssen.	
Aktueller Stand	2016 keine Änderungen der zentralen Förderbedingungen	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Eigentümer, Ersterwerber, Bauherren von Nichtwohngebäuden und Eigentumswohnungen	
Betroffene Energieträger	Erdgas, Heizöl, Kohle, Flüssiggas, Biomasse, Strom, Fernwärme	
Start des Instruments	2007	
Vollzug	KfW	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Förderprogramme fortlaufend evaluiert, zuletzt 2015 für die Förderjahre 2011 bis 2014 durch die Arbeitsgemeinschaft IWU und Fraunhofer	

→

CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Nichtwohngebäude		
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	k.A.	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	5	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	466	k.A.

Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)		
Kurzbeschreibung	Das Programm fördert den Heizungs austausch mit gleichzeitiger Optimierung des gesamten Heizsystems (fossile und erneuerbare), den Einbau von Lüftungsanlagen in Kombination mit einer weiteren Maßnahme an der Gebäudehülle (z. B. Fenster) und die Markteinführung von Brennstoffzellen-Heizungen. Das Programm wurde in das CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm und Marktanreizprogramm integriert.	
Aktueller Stand	zum 01.01.16 Programmstart mit den Förderkomponenten ‚Heizungspaket‘ und ‚Lüftungspaket‘, zum 01.08.16 Programmstart des Förderbausteins „Brennstoffzelle“	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Eigentümer von Wohngebäuden und Eigentumswohnungen, Energiedienstleistungsunternehmen (Kontraktoren)	
Betroffene Energieträger	Erdgas, Heizöl, Kohle, Flüssiggas, Biomasse, Strom, Fernwärme	
Start des Instruments	2016	
Vollzug	KfW und BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Grundlage ist der Bericht „Monitoring der KfW-Programme 'Energieeffizient Sanieren' und 'Energieeffizient Bauen' 2016, IWU/IFAM, 16.02.18“. Das verwendete Bilanzierungsverfahren basiert auf berechneten Energiebedarfswerten, die bisher noch nicht mit gemessenen Verbräuchen abgeglichen sind. Ein entsprechendes Verfahren befindet sich zurzeit in Entwicklung. Evaluierung soll 2018 neu ausgeschrieben werden, dabei sollen auch Zielindikatoren definiert werden. Hinweis: In der vorliegenden Tabelle werden die Energieeinsparungen und Treibhausgasinderungen der geförderten Maßnahmen ausgewiesen. Die durch das Förderprogramm ausgelösten Gesamteffekte können hingegen nicht quantifiziert werden. Dies stellt keine ganzheitliche Quantifizierung der Effekte des Förderprogramms dar.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	2	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	1	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	142	k.A.

Nationales Effizienzlabel für Heizungsanlagen	
Kurzbeschreibung	Das Nationale Effizienzlabel für Heizungsanlagen soll Verbraucher über den Effizienzstatus ihrer alten Heizgeräte informieren und sie motivieren, ihre ineffizienten Heizgeräte auszutauschen. Der Bezirksschornsteinfeger, Installateur oder Energieberater nimmt bei der Labelvergabe eine individuelle Bewertung des Heizgerätes vor, informiert über die Bedeutung des Labels und verteilt einen Flyer mit Hinweis über Beratungs- und Förderangebote. Es wird erwartet, dass über das nationale Heizungslabel die Austauschrate in Deutschland um circa 20 % auf 3,7 % pro Jahr gesteigert werden kann.
Aktueller Stand	Seit dem 01.01.16 können Heizungsinstallateure und weitere Akteure das Label vergeben. Seit dem 01.01.17 sind die Bezirksschornsteinfeger verpflichtet, das Label in einer bestimmten Reihenfolge an die Heizungsanlagen anzubringen. Auf Grundlage der Ergebnisse des 1. Zwischenberichtes der Evaluatoren kann seit dem Tätigwerden des Bezirksschornsteinfegers im Jahr 2017 von einer Zielerreichung ausgegangen werden.

→

Nationales Effizienzlabel für Heizungsanlagen		
Charakter des Instruments	Information	
Zielgruppe	Haushalte, kleine GHD	
Betroffene Energieträger	Gas, Öl	
Start des Instruments	2016	
Vollzug	BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Evaluierung der Maßnahme durch IZT und Ökoinstitut im Rahmen der NAPE-Bilanz 2016, halbjährlicher interner Bericht. Methodik zur Abschätzung der Einsparwirkung: Abschätzung erfolgt auf Basis der Anzahl abgerufener Labelpakete und Auswertung der Daten zur Labelbestellung, Online-Befragung von Berechtigten und Verpflichteten sowie der Angaben aus der Literatur zur Austauschrate und Art des Austauschs. In Zukunft werden auch die Ergebnisse einer Befragung von Eigentümern berücksichtigt.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	0,006 bis 0,019	4,6 bis 13,9
Endenergieeinsparung (in PJ)	0,005 bis 0,016	0,3 bis 2
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	0,42 bis 1,33	0,3 bis 1

Förderung der Heizungsoptimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich		
Kurzbeschreibung	Ziel des Heizungsoptimierungsprogramms ist es, bis Ende 2020 jährlich bis zu zwei Millionen ineffiziente Heizungs- und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen zu ersetzen und jährlich den Betrieb von bis zu 200.000 bestehenden Heizungsanlagen durch einen sog. hydraulischen Abgleich zu optimieren. Um dieses Potenzial zu heben, setzt das Heizungsoptimierungsprogramm mit einem Zuschuss von bis zu 30 % der Nettoinvestitionskosten Anreize zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen.	
Aktueller Stand	bis Ende 2016 Anlaufphase des Programms mit monatlich steigenden Förderanträgen	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Privatpersonen, Unternehmen, Kommunen, Genossenschaften, gemeinnützige Organisationen	
Betroffene Energieträger	Gas, Öl, Strom	
Start des Instruments	01.08.16	
Vollzug	BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	jährliche Evaluation des Programms in 06/17 gestartet, erste belastbare Ergebnisse in 2018 erwartet	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	0,03	k.A.
Endenergieeinsparung (in PJ)	0,02	k.A.
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	2	1.800
Förderfälle (Anzahl/Jahr)	20.989 (08/16–12/16)	2 Millionen ineffiziente Pumpen pro Jahr ersetzen; 200.000 hydraulische Abgleiche pro Jahr

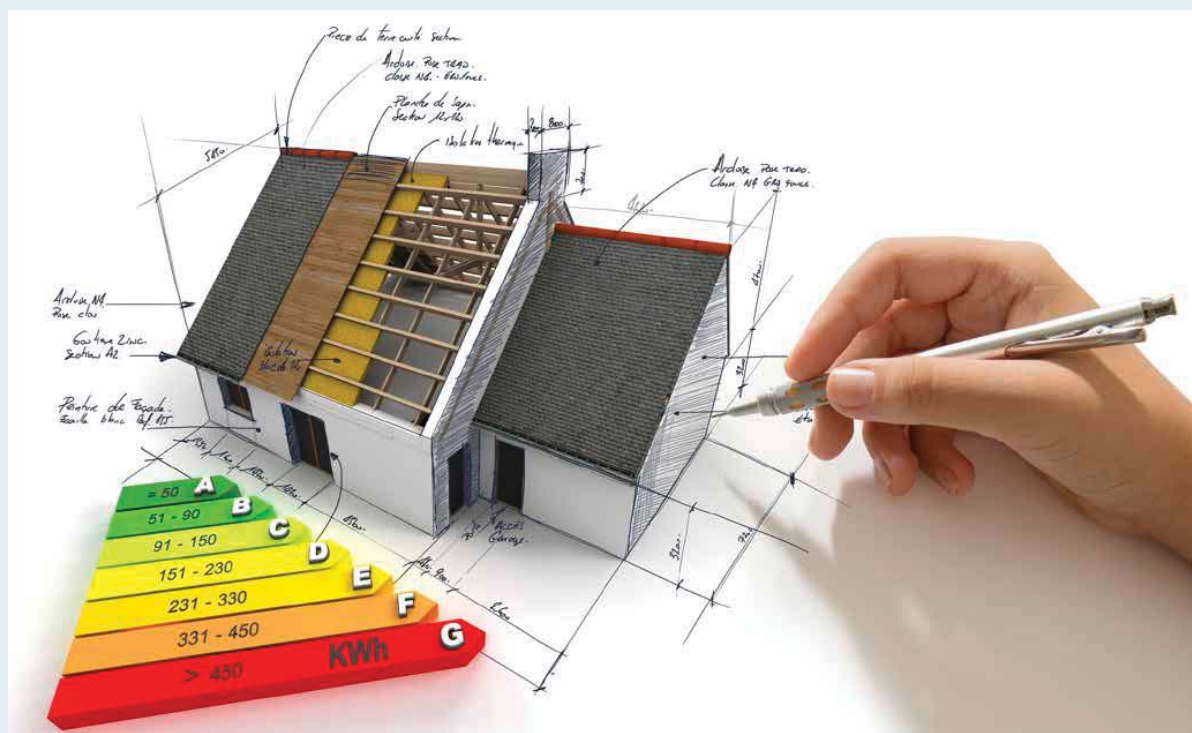
Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP)

Kurzbeschreibung	Das MAP fördert Investitionen/Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, vorwiegend im Gebäudebestand. Das MAP umfasst zwei Programmteile: 1) Investitionszuschüsse über das BAFA für kleinere Solarthermieanlagen und Biomasseanlagen sowie effiziente Wärmepumpen und 2) Tilgungszuschüsse in Verbindung mit KfW-Darlehen im KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium bzw. Tiefengeothermie“ für große Solarthermieanlagen, Biomasseheizwerke, bestimmte effiziente Wärmepumpen, Biogasleitungen, Tiefengeothermieanlagen, Nahwärmenetze für Wärme aus erneuerbaren Energien (nachrangig zur KWKG-Förderung), große Wärmespeicher für Wärme aus erneuerbaren Energien.	
Aktueller Stand	Mit dem Inkrafttreten der weiterentwickelten Förderrichtlinie zum 01.04.15 wurden die Mittel für das MAP für die Jahre 2015–2019 mit einem Volumen von über 300 Millionen Euro pro Jahr verstetigt. Das MAP soll die Marktentwicklung im erneuerbaren Wärme-/Kältemarkt kontinuierlich beleben und weitere Innovationen in diesem Marktsegment anreizen.	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Privathaushalte, Unternehmen, Kommunen	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	2000	
Vollzug	BAFA und KfW	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Das MAP wird kontinuierlich evaluiert und wissenschaftlich fortentwickelt, um insbesondere den aktuellen Stand der Technik sowie die Marktentwicklung zu berücksichtigen. Daten stammen aus einer vorläufigen Fassung des Evaluierungsberichts 2016.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	1,4	5
Endenergieeinsparung (in PJ)	1,5	5
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	792	2.373



EnEff.Gebäude.2050 – Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050

Kurzbeschreibung	Ziel der Förderinitiative „EnEff.Gebäude.2050“ ist es, ambitionierte Konzepte für nahezu klimaneutrale Gebäude und Quartiersansätze zu demonstrieren und damit eine breitere Umsetzung anzustoßen. Der Leitgedanke ist, dass die Projekte die Herausforderungen auf dem Weg zum nahezu klimaneutralen Gebäudebestand umfassend adressieren, aktuelle Forschungsergebnisse und Innovationen aufgreifen und als modellhafte Vorhaben stellvertretend für eine breite Anwendungsmöglichkeit stehen sollen.	
Aktueller Stand	Im Oktober 2017 erfolgte eine Überarbeitung und Neuveröffentlichung der Förderbekanntmachung. Förderprojekte können jetzt eine Laufzeit von bis zu fünf Jahren haben und die Förderbedingungen wurden leicht angepasst, um die Attraktivität der Maßnahme insbesondere für Transformationsprojekte weiter zu steigern.	
Charakter des Instruments	Förderprogramm	
Zielgruppe	Konsortien aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen	
Betroffene Energieträger	alle	
Start des Instruments	2016	
Vollzug	unterschiedliche Projektträger	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Aufgrund des Charakters der Maßnahme (Projektförderung von Leuchtturmvorhaben, zum Teil mit Forschungs- und Entwicklungsanteilen) sind direkte Energieeinsparwirkungen nicht primäres Ziel von EnEff.Gebäude.2050 und folglich sehr gering. Ziel ist vielmehr eine Multiplikatorwirkung der erarbeiteten Konzepte, Technologien und Lösungen und dadurch bedingt eine Überwindung von Umsetzungshemmnissen der Energiewende im Gebäudebereich. Eine Untersuchung der Gesamteffekte der Förderinitiative inkl. der intendierten Vorbild- und Verbreitungswirkung ist im Rahmen eines Begleitforschungsprojekts geplant. Erste Abschätzungen der Effekte werden voraussichtlich Ende 2018 vorliegen, wenngleich zurzeit noch unklar ist, ob eine quantitative Projektion der Gesamteffekte möglich ist.	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	0 (s.o.)	0 (s.o.)
Endenergieeinsparung (in PJ)	0 (s.o.)	0 (s.o.)
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	0 (s.o.)	0 (s.o.)



Energieberatung		
Kurzbeschreibung	Energieberatung der Verbraucherzentralen, Energieberatung Kommunen, Energieberatung Mittelstand, Energieberatung für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan)	
Aktueller Stand	Ab 01.01.16 wurden höhere Anforderungen an die Qualifikation der Berater gestellt. Die Qualität der Beratungsberichte wurde kontinuierlich verbessert. 2016/2017 wurde ein individueller Sanierungsfahrplan für die Eigentümer von Wohngebäuden entwickelt, der im Juli 2017 in die Energieberatung für Wohngebäude integriert wurde. Es wurde eine Erweiterung der antragsberechtigten Energieberater in den Programmen „Energieberatung für Wohngebäude“ und „Energieberatung Mittelstand“ um qualifizierte Energieberater wie z.B. Handwerker und Schornsteinfeger vorgenommen. Die Energieberatung erfolgt auch weiterhin neutral und mit hoher Qualität. Angaben zu der beruflichen Tätigkeit der Energieberater müssen veröffentlicht werden (Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes). Die Energieberatung der Verbraucherzentralen ist von dieser Neuregelung nicht umfasst. Um die Energieberatung und Energie-Checks für private Verbraucher näher an die Zielgruppe zu bringen, werden im Projekt mit dem vzbv und den Verbraucherzentralen seit Sommer 2016 örtliche „Regionalmanager“ mitfinanziert. Die Richtlinie „Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen“ ist seit 01.01.16 in Kraft.	
Charakter des Instruments	Förderprogramme	
Zielgruppe	Privatpersonen, Mieter und Eigentümer, Unternehmen, Kommunen, gemeinnützige Organisationen	
Betroffene Energieträger	Strom, Wärme	
Start des Instruments	fortgeführtes Instrument	
Vollzug	BAFA	
Evaluierung und Hintergrundinformationen	Evaluationen der Beratungsprogramme erfolgen jeweils mind. alle drei Jahre. Evaluation der Energieeinsparberatung und der Energie-Checks der Verbraucherzentralen (2017), Energieberatung im Mittelstand und Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen (läuft derzeit), Energieberatung für Wohngebäude (2014, Ausschreibung für 2018 in Planung).	
Monitoring-Indikatoren	2016	2020 Zielindikator des Instruments
Primärenergieeinsparung (in PJ)	5	6
Endenergieeinsparung (in PJ)	5	4
CO ₂ -Einsparung (in kt CO ₂ -Äq./Jahr)	325	250



7 Verkehr

Wo stehen wir?

Der Endenergieverbrauch im Verkehr entwickelte sich mit einem Anstieg von 4,2 Prozent gegenüber dem Basisjahr 2005 weiterhin gegenläufig zu den Zielen des Energiekonzepts. Es ist davon auszugehen, dass die Erreichung des 2020-Ziels (minus 10 Prozent) unter den bisherigen Rahmenbedingungen erst um das Jahr 2030 herum erwartet werden kann. Erhebliche weitere Anstrengungen sind erforderlich, um so schnell wie möglich eine Trendumkehr einzuleiten.

Dazu gehört eine möglichst umfassende Elektrifizierung der Fahrzeugantriebe. Mit Ausnahme des Schienenverkehrs steht Deutschland hier noch am Anfang. Gleichwohl nimmt die Zahl an Fahrzeugen mit alternativen Antrieben stetig zu. Der beschleunigte Ausbau entsprechender Infrastrukturen steht im Fokus.

Eine weitere Option, um den Endenergieverbrauch zu reduzieren, ist die Verkehrsverlagerung von der Straße auf die umwelt- und klimafreundliche Schiene. Um dies zu realisieren, sind weiterhin hohe Investitionen in die Schieneninfrastruktur, die Einführung innovativer Technologien im Schienenverkehr sowie neue Logistikkonzepte erforderlich. Derzeit wird ein Bundesforschungsprogramm Schiene erarbeitet. Grundlage dafür ist der gerade entstehende Forschungsüberblick Eisenbahnforschung. Am Ende soll ein automatisierter und digitalisierter Schienenverkehr zur Verfügung stehen.

Was ist neu?

Im Rahmen des Koalitionsvertrages zwischen CDU, CSU und SPD wurde festgelegt, dass die Maßnahmen des „Masterplans Schienengüterverkehr“ dauerhaft umgesetzt werden, um den Schienengüterverkehr dauerhaft zu stärken. Eine wichtige Maßnahme kann die Absenkung der Trassenpreise durch zusätzliche Bundesmittel sein.

Mit dem Umweltbonus, der Änderung der Ladesäulenverordnung und weiteren Maßnahmen zur Unterstützung des Aufbaus einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur setzt die Bundesregierung ihr Bestreben fort, die Elektromobilität massenmarktfähig zu machen.

Die Bundesregierung will Mobilität nachhaltig und klimaschonend gestalten. Dabei soll der Automobilverkehr möglichst ohne Fahrverbote auskommen, wie sie nach dem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom Februar 2018 auf kommunaler Ebene rechtlich möglich sind. Gleichzeitig sind Gesundheitsgefahren zu minimieren. Um auf anhaltende Grenzwertüberschreitungen bei Stickstoffdioxid (NO_x)-Immissionen in Innenstädten zu reagieren, hat die Bundesregierung bereits 2017 im Dialog mit der Automobilindustrie, Ländern und Kommunen mit einem neuen „Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020“ zahlreiche Maßnahmen auf den Weg gebracht, die den bereits vorhandenen Trend zur Verbesserung der Luftqualitätssituation bei Stickstoffdioxid bis 2020 erheblich beschleunigen werden. Wichtig ist hier auch, die Attraktivität des Stadt-Umland-Verkehrs auf der Schiene zu erhöhen. Damit könnten insbesondere Pendlerverkehre umwelt- und klimaschonend stattfinden.

Forschungsinitiativen beschäftigen sich u. a. mit der Energiewende im Verkehrssektor durch Nutzung regenerativ erzeugter Kraftstoffe und durch Sektorkopplung (wie bei der „Initiative Effizienzhaus Plus“). Weitere Initiativen befassen sich mit LNG- und elektrischen Antriebstechnologien für Schiffe und den Schwerlastverkehr.

	2016	2020	2030	2040	2050
Effizienz und Verbrauch					
Endenergieverbrauch Verkehr (ggü. 2005)	4,2 %	-10 %			

7.1 Energieverbrauch im Verkehrssektor

Der Endenergieverbrauch im Verkehr hat sich im Jahr 2016 erhöht. In der Summe aller Verkehrsträger ist der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor im Jahr 2016 mit 2.696 PJ gegenüber dem Vorjahr um 2,9 Prozent gestiegen (siehe Abbildung 7.1). Der Verkehrssektor macht damit etwa 29 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland aus.

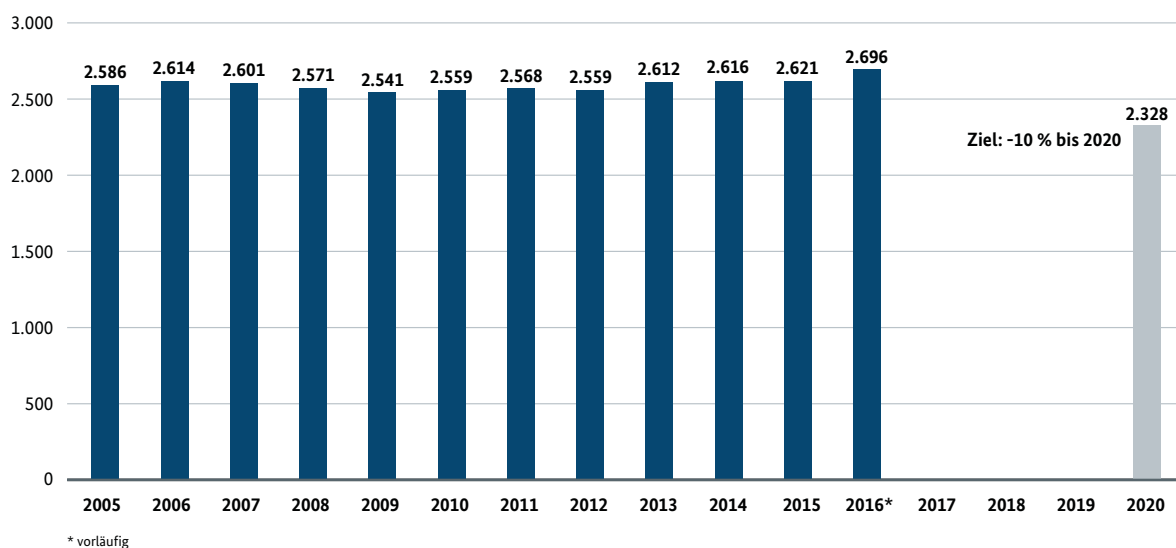
Wie Tabelle 7.1 zeigt, sind die Verbräuche auf der Straße und im Luftverkehr (international und national) gestiegen – sowohl im Vergleich zum Vorjahr als auch gegenüber dem Jahr 2005. Im Schienenverkehr und in der Binnenschifffahrt nahm der Verbrauch gegenüber 2015 ab. Eine direkte Vergleichbarkeit gegenüber 2005 ist aufgrund einer Datenrevision bei der Schiene nicht gegeben, es kann aber von einer Abnahme ausgegangen werden.

Abbildung 7.1: Zielsteckbrief: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor

Ziel 2020 Reduktion des Endenergieverbrauchs um 10 Prozent (ggü. 2005)

Status 2016 4,2 Prozent

in PJ



Quelle: AGEB 09/2017

Trend



Maßnahmen

Verbrauch/Effizienz/Klimaschutz, Elektromobilität/Alternative Kraftstoffe/Tank- und Ladeinfrastruktur, Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger

Tabelle 7.1 Energieverbräuche nach Verkehrsträger und Anstieg im Vergleich zum Basisjahr und zum Vorjahr

	2016 in PJ	2016 Anteil in %	Änderung ggü. 2015 in %	Änderung ggü. 2005 in %
Straße	2.241,5	83,1	2,29	4,26
Luftverkehr*	389,4	14,4	7,52	13,03
Schiene	52,7	2,0	-2,25	-32,65
Binnenschifffahrt	12,4	0,5	-7,06	-8,75
Gesamt	2.696	100	2,87	4,25

Quelle: AGEB 08/2017

* einschließlich internationaler Luftverkehr

Der Endenergieverbrauch im Verkehr ist gegenüber dem Basisjahr 2005 insgesamt um 4,2 Prozent gestiegen. Im Durchschnitt hat der Endenergieverbrauch im Verkehr damit bisher seit 2005 jährlich etwa um rund 0,4 Prozent zugenommen, seit 2010 jährlich sogar um 0,9 Prozent. Es ist mit der Stellungnahme der Expertenkommission zum 5. Monitoring-Bericht zur Energiewende davon auszugehen, dass die Erreichung des 2020-Ziels (minus 10 Prozent) unter den bisherigen Rahmenbedingungen erst um das Jahr 2030 herum erwartet werden kann. Angesichts dieser Entwicklung sind erhebliche weitere Anstrengungen erforderlich, um so schnell wie möglich eine Trendumkehr einzuleiten: Bei linearer Trendfortschreibung der Entwicklung seit 2005 würde das 2020-Ziel um 15,8 Prozent überschritten. Um den Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um 10 Prozent zu senken, müsste dieser in den kommenden vier Jahren um insgesamt 13,7 Prozent gegenüber 2016 und im jährlichen Durchschnitt um 3,6 Prozent reduziert werden. Das ist unwahrscheinlich.

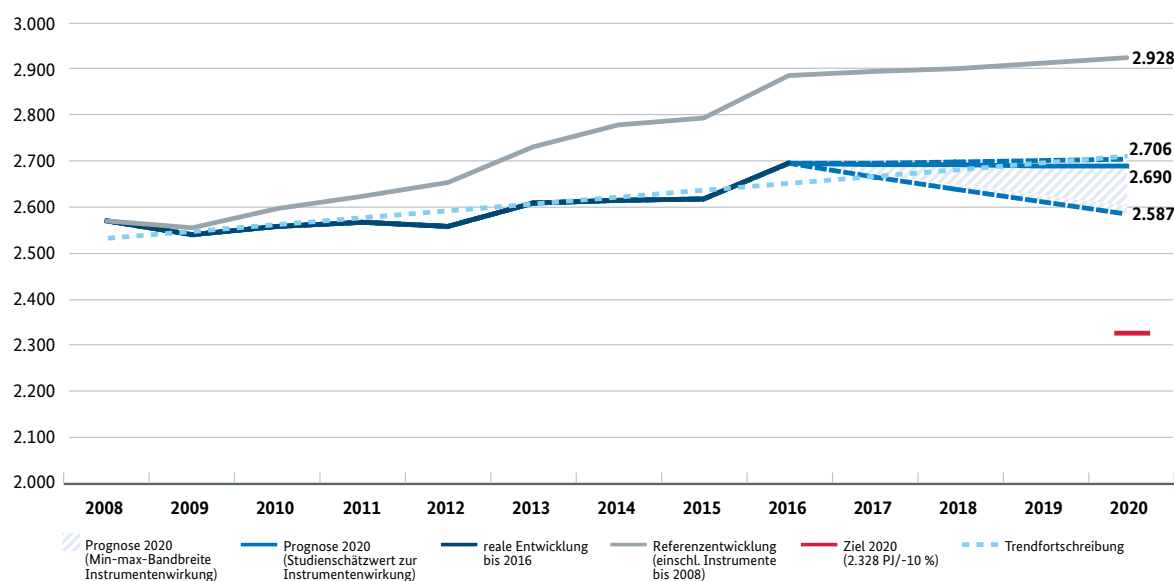
Die Zielarchitektur-Studie (siehe Kapitel 2.2) kommt auf Basis der durchgeführten Analysen zu folgendem Szenario: Das Ziel, den Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2005 um 10 Prozent zu senken, wird danach deutlich verfehlt. Die Studie geht davon aus, dass sich der Verbrauch bis 2020 sogar um rund 4,6 Prozent erhöht (innerhalb einer Bandbreite von minus 0,6 bis plus 5,3 Prozent, siehe Abbildung 7.2). Dabei wurde die Wirkung der Maßnahmen im Rahmen der Zielarchitektur berücksichtigt.

Die Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr verzeichneten im Jahr 2016 wieder einen deutlichen Anstieg. Um die Verkehrsleistung zu berechnen, werden die beförderten Personen oder Güter mit der insgesamt zurückgelegten Entfernung in einer Periode multipliziert. Die Verkehrsleistung sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr ist seit 2005 um 11,0 bzw. 21,7 Prozent gestiegen, gegenüber dem Vorjahr um 2,3 bzw. 0,5 Prozent.

Die spezifischen Energieverbräuche im Bestand sind beim Pkw zurückgegangen, stagnieren aber beim Lkw. Beim Bestand der Pkw und leichten Nutzfahrzeuge ist der Durchschnittsverbrauch pro 100 km zwischen 2005 und 2016 um 7,5 Prozent zurückgegangen, gegenüber dem Vorjahr um 0,6 Prozent. Das zeigt: Auch der Verkehrssektor wird effizienter, vor allem durch verbesserte Antriebstechnologien. Effizienzgewinne sind hier jedoch hauptsächlich beim Benzin-Motor zu verzeichnen, hingegen zeigen sich beim Diesel-Motor kaum Effizienzsteigerungen. Eine Studie des ICCT kommt zu dem Ergebnis, dass bei Lkw in Europa seit dem Jahr 1997 bei der Fahrzeugeffizienz von Bestandsfahrzeugen, gemessen am Durchschnittsverbrauch je 100 Kilometer, und unabhängig von der Auslastung, keine nennenswerte Steigerung erreicht wurde (Lastauto-Omnibus 2015 in ICCT 2015). Insbesondere eine steigende Nachfrage nach höherer Motorleistung hat dies verhindert.

Effizienzgewinne verteilen sich ungleich auf die Verkehrsträger. Ein Vergleich der spezifischen Verbräuche über alle Verkehrsträger auf Basis des TREMOD-Modells des

Abbildung 7.2: Reduktion des Endenergieverbrauchs im Verkehrsbereich laut Zielarchitektur-Studie in PJ



Quelle: Prognos, Fraunhofer ISI, DLR 2018

Umweltbundesamt zeigt die größten Effizienzgewinne bei der Schiene. Diese übertreffen den Effizienzzuwachs auf der Straße deutlich: Im Güterverkehr sind die spezifischen Verbräuche auf der Schiene zwischen den Jahren 2005 und 2014 um mehr als 30 Prozent zurückgegangen, im Personenverkehr sogar um mehr als 40 Prozent. Diese Methode basiert auf den Durchschnittsverbräuchen je Personenkilometer im Personenverkehr bzw. je Tonnenkilometer im Güterverkehr und bezieht somit auch Effizienzverbesserungen durch Lastmanagement und die Verringerung von Leerfahrten im Güterverkehr mit ein.

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch von neu zugelassenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen ist in den letzten Jahren zurückgegangen. Zwischen den Jahren 2005 und 2016 sank der Durchschnittsverbrauch bei Fahrzeugen mit Benzinmotoren insgesamt um 25,7 Prozent bzw. 26,3 Prozent bei den Fahrzeugen mit Dieselmotoren, wie die offiziellen Zahlen des Kraftfahrtbundesamt zeigen. Diese spiegeln allerdings lediglich den Entwicklungsverlauf der Herstellerangaben wider, wie sie im Rahmen der Typgenehmigung festgestellt wurden, und berücksichtigen nicht die in den letzten Jahren zunehmend größer werdene Diskrepanz zu Verbrauchswerten aus dem Realbetrieb. Die Bundesregierung begrüßt daher, dass die neue WLTP-Typgenehmigung für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit verbesserten Testverfahren und -parametern nun Zug um Zug zum Einsatz kommt, um die Repräsentativität der CO₂-Typprüfwerte zu erhöhen und eine verbesserte Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Im Ergebnis sollen sich die Fahrzeugkunden hinsichtlich der Verbrauchsangaben gegenüber den eigenen Alltagserfahrungen besser wiederfinden.

Eine Trendwende im Verkehr durch einen deutlich verringerten Energieverbrauch ist und bleibt ein Langzeitprojekt. Der Endenergieverbrauch im Verkehr entwickelt sich insgesamt gegenläufig zu den Zielen des Energiekonzepts. Effizienzsteigerungen konnten dabei bislang die Zunahme des Energieverbrauchs im Verkehr durch die deutlich gestiegenen Verkehrsleistungen nicht kompensieren. Die Bundesregierung hat mit der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) und dem Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 daher bereits im Jahr 2014 einen Mix aus Förderung, Beratung, Finanzierung und verbessertem Ordnungsrahmen geschaffen, der den Endenergieverbrauch im Verkehrssektor weiter senken soll (siehe Kapitel 7.4). Im Fokus steht zudem bereits der Einsatz von technischen Innovationen durch die F&E-Förderung und Programme für deren Markteinführung (siehe Kapitel 14) sowie die Potenziale digitaler Lösungen (siehe Kapitel 13.2).

Mit dem automatisierten und vernetzten Fahren (AVF) wird die Mobilität im motorisierten Individualverkehr, im Güterverkehr und im öffentlichen Personenverkehr neu definiert. Automatisiertes und vernetztes Fahren ist eine Zukunftstechnologie an der Schnittstelle von Mobilität und digitalem Fortschritt, die einerseits zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und -effizienz sowie zur Reduktion von mobilitätsbedingten Emissionen beitragen kann und aus der andererseits neue Geschäftsfelder in der Service- und Mobilitätswirtschaft entstehen können. Im Rahmen der „Strategie AVF“ hat die Bundesregierung Maßnahmen in den Handlungsfeldern Infrastruktur, Recht, Innovation, Vernetzung, IT-Sicherheit und Datenschutz sowie gesellschaftlicher Dialog umgesetzt. Dazu gehört das Achte Gesetz zur Änderung des Straßen-



verkehrsgesetzes, das nicht nur für Verbraucher, sondern auch für die Industrie mehr Rechtssicherheit für zukünftige Innovationen im Bereich der hoch- und vollautomatisierten Fahrfunktionen schafft. Auf Grundlage der von der Ethik-Kommission „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“ vorgelegten Empfehlungen hat die Bundesregierung zudem einen Maßnahmenplan zur Schaffung von Ethikregeln für Fahrcomputer beschlossen (siehe Kapitel 16).

Angesichts des zunehmenden Transportbedarfs wird es wichtiger denn je, Verkehrsleistungen und Energieverbrauch voneinander zu entkoppeln. Der Projektionsbericht 2017 geht unter der Annahme einer wachsenden Wirtschaft insbesondere von einer starken Zunahme der Verkehrsnachfrage im Straßengüterverkehr bis zum Jahr 2035 aus. Selbst bei Umsetzung aller bis Juli 2016 beschlossenen Maßnahmen würde der Endenergieverbrauch weniger als zur Zielerreichung erforderlich zurückgehen. Zielverfehlungen drohen somit auch für die Zeit nach 2020, da auch bei alternativen Antrieben im Straßengüterverkehr sowie bei der Verlagerung auf den Schienengüterverkehr (siehe Kapitel 7.2 und 7.3) wesentliche Fortschritte zumindest kurzfristig nicht abzusehen sind.

Die europäische Gesetzgebung zur Reduktion der CO₂-Emissionen von Straßenfahrzeugen muss für die Zeit nach 2020 ambitionierter weiterentwickelt werden, um die Energieverbrauchs- und Klimaziele auf nationaler und europäischer Ebene zu erreichen. Die EU-Gesetzgebung zur Regelung der CO₂-Emissionen von Straßenfahrzeugen ist derzeit ein wichtiges Instrument, um den Energieverbrauch zu vermindern und damit die Treibhausgase im Verkehrssektor signifikant zu reduzieren. Es ist entscheidend, dass diese auch für die Zeit nach 2020 konkret und für alle Fahrzeugarten weiterentwickelt wird. Denn die frühzeitige Vorgabe konkreter CO₂-Reduktionsziele für Neufahrzeuge ist ein zentraler Treiber für die beschleunigte Marktdurchdringung CO₂-armer Fahrzeuge (so auch der Elektromobilität, siehe Kapitel 7.2) und schafft Planungssicherheit für Industrie und Verbraucher. Nach dem Klimaschutzplan 2050 muss auch der Verkehrsbereich einen erheblichen Beitrag zur CO₂-Einsparung leisten. Die Bundesregierung setzt sich deshalb auf EU-Ebene dafür ein, dass die CO₂-Flottenregulierung für neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge für die Zeit nach 2020 ambitioniert, aber realistisch weiterentwickelt wird. Ebenso wird die geplante erstmalige Einführung eines Standards für CO₂-Emissionen und Kraftstoffverbrauch von schweren Nutzfahrzeugen begrüßt. Die mit Strom aus erneuerbaren Energien hergestellten Kraftstoffe sollen unter anderem langfristig – insbesondere im Luft- und Seeverkehr – im Rahmen von Quoten für die Anbieter von Kraftstoffen gefördert werden.

Auch Potenziale zur Vermeidung von Transportbedarf bzw. zur Verringerung der Verkehrsleistung gilt es noch stärker auszuschöpfen. Dies kann durch eine Steigerung der Sys-

temeffizienz im Verkehr, zum Beispiel mittels integrierter Raum- und Verkehrsplanung oder kompakter Wegeketten, geschehen. Die Weiterentwicklung der MKS rückt solche Bereiche künftig stärker in den Fokus (siehe Kapitel 16).

7.2 Alternative Kraftstoffe und innovative Antriebstechnologien

Die Energiewende im Verkehr wird nur mit einem deutlich steigenden Anteil alternativer und innovativer Antriebe und Kraftstoffe gelingen. Das Energiekonzept setzt auf eine schnelle Verbreitung von Elektrofahrzeugen (Batteriefahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge) auf deutschen Straßen. Im Fokus des Konzepts steht auch, möglichst regenerativ herstellbare, alternative Kraftstoffe in Verbindung mit innovativen Antriebstechnologien zu stärken und auszubauen. Elektromobilität und andere alternative Antriebe ermöglichen schon heute die lokal CO₂-emissionsfreie oder -arme sowie energieeffiziente Fortbewegung. Ihr Anteil am Verkehrsaufkommen bleibt bisher jedoch insgesamt relativ gering. Einen weiteren Beitrag für eine CO₂-emissionsarme Mobilität können in den nächsten Jahren Biokraftstoffe aus Rest- und Abfallstoffen leisten. Zudem kann durch die Sektorkopplung regenerativ erzeugter Wasserstoff für den Verkehrsbereich bereitgestellt werden. Dieser Wasserstoff kann für die Herstellung von kohlenstoffarmen, synthetischen Kraftstoffen (z. B. Methan, DME, OME etc.) genutzt oder direkt für den Betrieb von Brennstoffzellen verwendet werden. Die Nutzungskonkurrenzen zwischen den verschiedenen Sektoren müssen dabei berücksichtigt werden. Eine Nutzung strombasierter Kraftstoffe ist v. a. im Luft- und Seeverkehr sinnvoll.

Elektromobilität ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende im Verkehr. Elektrische Antriebe ermöglichen den flexiblen Einsatz unterschiedlicher Energieträger und die Rückgewinnung der Bewegungsenergie. Energie- und Kosteneffizienz der jeweiligen Energiespeicher bezüglich spezifischer Mobilitätsanwendungen werden entscheidend für deren Anwendung sein.

Der Bestand an Fahrzeugen mit Elektroantrieb steigt rapide an, wenn auch bei insgesamt noch geringen Marktanteilen. Wie Abbildung 7.3 zeigt, waren im Jahr 2016 rund 62.500 mehrspurige Kraftfahrzeuge mit batterieelektrischem Antrieb zugelassen, davon rund 21.000 extern aufladbare Hybride. Ihr Marktanteil lag jedoch weiter bei unter 0,8 Prozent der Neuzulassungen. Neben mehrspurigen Kraftfahrzeugen mit Elektroantrieb finden sich auch zunehmend Zweiräder mit Elektroantrieb wie Pedelecs und E-Bikes auf deutschen Straßen.

Die Zukunft der Mobilität ist nachhaltig, vernetzt und zunehmend energieeffizient – vor allem im Schienen-, aber auch im Pkw-Verkehr. Fahrzeuge mit alternativen Antrie-

ben sind ein Schlüssel für eine nachhaltige und langfristig klimaneutrale Mobilität. Ein Schwerpunkt liegt bei der Förderung der Elektromobilität. Jetzt geht es darum, die Marktentwicklung weiter zu beschleunigen. Seit dem Jahr 2010 hat sich die Zahl der Elektroautos (ohne Hybride) insgesamt mehr als verzehnfacht. Sie können auf Batterien ebenso wie auf Brennstoffzellen basieren, die an Bord Wasserstoff in elektrische Energie umwandeln. Ziel ist es, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu machen und dabei die gesamte Wertschöpfungskette am Standort anzusiedeln. Der Umweltbonus wird als Maßnahme zur Förderung des Absatzes elektrisch betriebener Fahrzeuge bis längstens 2019 gewährt, wofür insgesamt 600 Millionen Euro zur Verfügung stehen.

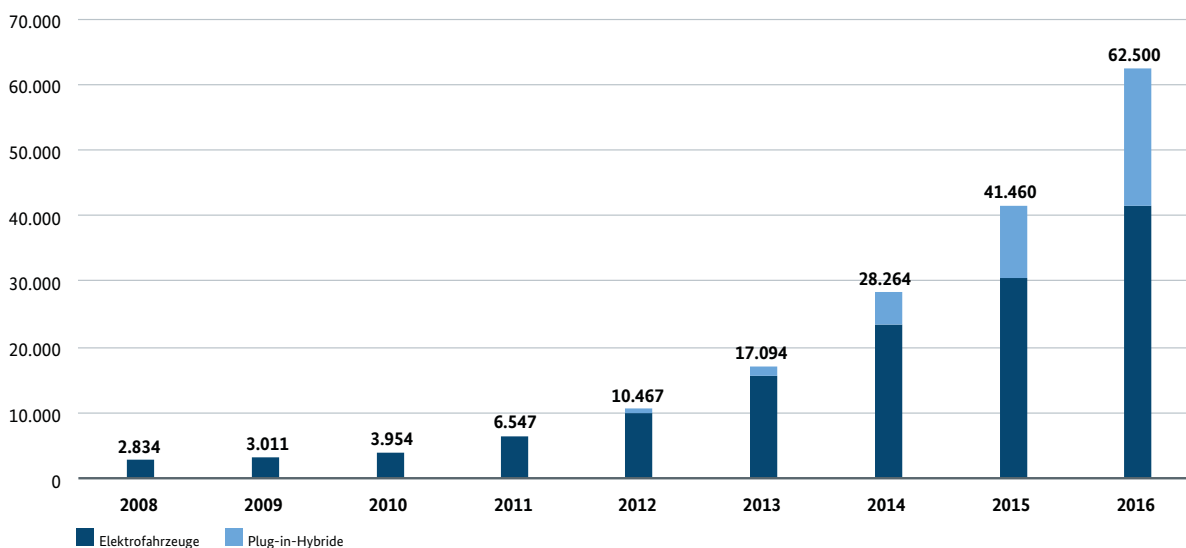
Mit mehr erneuerbaren Energien wird die Mobilität klimafreundlich. Der Erneuerbaren-Anteil im Verkehr liegt im Jahr 2016 weiterhin bei 5,2 Prozent und soll gesteigert werden (siehe Kapitel 4.4). Voraussetzung dafür ist, dass die Erneuerbaren auch bei der Stromerzeugung stetig zunehmen (siehe Kapitel 4.2). Dies senkt die spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des in Elektroautos eingesetzten Stroms.

Neben dem Elektroantrieb spielt die Effizienzsteigerung von Fahrzeugen eine wichtige Rolle. Eine vergleichsweise energieeffiziente Option ist – überall dort, wo es sinnvoll möglich ist – die direkte Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors (siehe Kapitel 13.1). Wie eine Studie im Auftrag des BMVI zeigt, gehen Elektrifizierung durch Sektorkopplung und Energieeffizienz im Verkehrssektor Hand in Hand (DLR et al. 2016a). Dennoch sind Systemvoraussetzungen

wie ausreichende Erzeugungskapazitäten im In- und Ausland aus erneuerbaren Energien sowie eine leistungsfähige Stromnetzinfrastruktur für den potenziell starken Anstieg der Stromnachfrage zu prüfen und – wo ökonomisch sinnvoll – zu schaffen. Gleichzeitig ist die Elektromobilität in einigen Teilmärkten noch nicht wettbewerbsfähig, so dass die Ausbauzahlen bei der Elektromobilität den früheren Erwartungen noch hinterherhinken. Dies macht es umso mehr notwendig, alle vorhandenen Fahrzeugtechnologien (u. a. Hybridisierung, Leichtbau) und Kraftstoffe in Betracht zu ziehen, die sauberer und weniger CO₂-intensiv sind. Dabei sind jedoch die teils langen Investitionszyklen im Verkehrsbereich zu berücksichtigen und Lock-in-Effekte in nur geringfügig effizientere Technologien zu vermeiden. Power-to-X-Erzeugnisse auf der Basis von grünem Wasserstoff können durch die bereits vorhandene Infrastruktur und konventionelle Antriebstechnik genutzt werden und erhöhen die technische Flexibilität. Ihre Nutzung ist insbesondere dort interessant, wo die Elektromobilität auf absehbare Zeit keine technische Lösung darstellt (z. B. Luftverkehr, Seeverkehr). Allerdings kann aufgrund der hohen Energieintensität bei der Herstellung von Power-to-X-Erzeugnissen und noch teurer sowie technisch anspruchsvoller Erzeugungstechnologien (z. B. industrialisierte Kohlenstoffbereitstellung) nicht von einer kurzfristigen Umsetzung ausgegangen werden.

Regenerativ erzeugte Kraftstoffe werden zunehmend für den Verkehr genutzt. Luft- und Schiffsverkehr können perspektivisch nur durch regenerativ erzeugte Kraftstoffe aus der Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen befreit werden. Da das Biomassepotenzial begrenzt ist, könnte der überwiegende Teil dieser Kraftstoffe auf der Basis von regenerativ

Abbildung 7.3: Bestand an mehrspurigen Elektrofahrzeugen
Anzahl



Quelle: KBA 09/2017

Ab 2012 einschließlich aufladbarer Hybridfahrzeuge und „Range-Extender“-Fahrzeuge.



erzeugter elektrischer Energie hergestellt werden. Bei beiden Kraftstoffoptionen sind noch hinreichend Potenziale zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung bei der Produktion vorhanden. Dies betrifft insbesondere die bei beiden Arten notwendigen Elektrolyseure zur Herstellung von Wasserstoff. Die Förderung durch die Bundesregierung erstreckt sich von Plug-in-Hybriden über Batterieantriebe bis hin zur Brennstoffzelle und jüngst zur Sektorkopplung durch die Nutzung strombasierter Kraftstoffe (siehe Kapitel 16). Die Bundesregierung wird ihre Anstrengungen bei der Forschung (insbesondere im Bereich der Material- und Oberflächenforschung von Elektrolyseuren) weiter erhöhen, um Potenziale zur Steigerung der Effizienz möglichst zeitnah zu heben. Zudem ist damit zu rechnen, dass der Markthochlauf von regenerativ erzeugten Kraftstoffen im Verkehrssektor zu Skaleneffekten und Effizienzsteigerungen führen wird. Vom Einsatz dieser alternativen Kraftstoffe unberührt bleibt die Frage des Energieverbrauchs, der nach wie vor in der Größenordnung heutiger fossiler Kraftstoffe liegt.

Biokraftstoffe aus Abfällen und Reststoffen gewinnen ein größeres Gewicht. Zurzeit beträgt der Anteil der Biokraftstoffe zur Vermeidung von CO₂-Emissionen lediglich 4,6 Prozent des Energieverbrauchs im Verkehr. In Zukunft sollen Anreize zur Nutzung des Potenzials von aus Abfall- und Reststoffen produzierten – „fortschrittlichen“ – Biokraftstoffen gesetzt werden. Diese Biokraftstoffe können einen erheblichen CO₂-Vermeidungseffekt leisten. Auf EU-Ebene soll dieser Entwicklung mit der Novellierung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie ein klarer Schub gegeben werden.

Bei der Senkung von CO₂- und Schadstoffemissionen des Verkehrs spielen auch Elektrobusse eine wichtige Rolle. Die Bundesregierung hat in den letzten Jahren zahlreiche Pro-

jekte zur Unterstützung der Elektrifizierung des straßenge-bundenen ÖPNV mit dem Ziel gefördert, emissionsarme und emissionsfreie Fahrzeuge rascher im Markt zu etablieren. Insbesondere im Bereich der batterieelektrischen Busse ist ein zunehmendes Marktangebot und ein stark steigendes Interesse der Verkehrsbetriebe zu beobachten, bis hin zu konkreten Beschaffungsplänen. Eine Studie im Auftrag des BMVI kommt zu dem Ergebnis, dass zudem besondere Potenziale von Hybrid-Oberleitungsbussen auf nachfrage-starken Relationen bestehen (DLR et al. 2016b). Die Bundesregierung unterstützt bereits den Einsatz von Hybrid-Oberleitungsbussen in Städten. Bei schweren Nutzfahrzeugen lassen sich weitere erforderliche Emissionsminderungen u. a. durch den Einsatz elektrischer Antriebe erreichen. Diese werden derzeit schon bei schweren Nutzfahrzeugen im regionalen Lieferverkehr erprobt. Das Bundesministerium für Umwelt bereitet derzeit einen Feldversuch zum Hybrid-Oberleitungs-Lkw unter realen Bedingungen vor. Zur Förderung von Plug-in-Hybrid- und Elektrobussen im ÖPNV wurde mit der Änderung des Stromsteuergesetzes zum 1. Januar 2018 der Steuersatz auf 11,42 Euro ermäßigt (siehe Kapitel 16).

Die Zahl am Markt bereits verfügbarer Brennstoffzellen-fahrzeuge wächst, ein Durchbruch braucht aber noch Zeit. Bei der mobilen Anwendung von Brennstoffzellen in Verbindung mit der Wasserstofftechnologie im Fahrzeug wird der elektrische Antrieb über eine Brennstoffzelle mit Strom versorgt, die mit Wasserstoff als Sekundärenergieträger betrieben wird. In Deutschland gibt es derzeit rund 500 Wasserstoff- bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge. Seit 10 Jahren fördert die Bundesregierung die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Insgesamt 1,4 Milliarden Euro haben Bund und Industrie im Zeitraum 2006–2016 investiert.

Zahlreiche Verkehrsprojekte wurden erfolgreich in den Bereichen Straße, Schiene, Luft und Wasser umgesetzt. Die Förderung soll im Zeitraum 2016–2026 fortgesetzt werden. Ungefähr 40 Prozent der Mittel sollen für Forschung, Entwicklung, Demonstration und Marktvorbereitung und rund 60 Prozent für jeweils zeitlich begrenzte unterstützende Maßnahmen der Marktaktivierung zur Verfügung stehen. Vertreter der deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche aus Industrie und Wissenschaft haben im Jahr 2015 dazu ihre Bereitschaft erklärt, in den nächsten zehn Jahren mehr als 2 Milliarden Euro in die Forschung und Entwicklung sowie in den Markthochlauf von entsprechenden Produkten zu investieren. Die Bundesregierung beabsichtigt dazu zusätzlich einen stabilen Förderrahmen von bis zu 1,4 Milliarden Euro in diesem Zeitraum. Die verfügbaren Mittel ergeben sich aus den jeweiligen Haushaltsansätzen der Ressorts für die einschlägigen Programme.

Erdgasmobilität soll ein fester Bestandteil der Energiewende im Verkehrssektor werden. LNG und CNG bieten im Straßengüterfernverkehr, im nähräumlichen Verteilverkehr, dem ÖPNV und bei Pkw große Potenziale, die kosteneffizient zur deutlichen Schadstoff- sowie zur CO₂-Reduzierung beitragen können. Durch die Beimischung von Biomethan oder synthetischem Methan können Erdgasfahrzeuge, abhängig vom Strommix, ähnlich klimafreundlich wie E-Fahrzeuge betrieben werden. Erdgas ist insbesondere im Schiffsverkehr ein Kraftstoff der Zukunft. Hauptvorteile von Erdgas sind ein deutlich geringerer Ausstoß von Schadstoffen und weniger Lärm im Vergleich zum Antrieb mit Schiffsdiesel oder Schweröl. Die Erdgasmobilität bietet sich daher in Form von Flüssigerdgas (LNG) vor allem in der See- und Binnenschifffahrt an, um den Schiffsdiesel und Schweröl abzulösen – also gerade da, wo bisher hohe Schadstoffemissionen anfallen. Stellt man auf LNG fossilen Ursprungs um, kann unter Ausschöpfung der technischen Möglichkeiten die Treibhausgasbilanz durch Reduktion der CO₂-Emissionen verbessert werden. Für das Erreichen der Klimaschutzziele im Schiffsverkehr ist jedoch eine Umstellung auf Kraftstoffe auf der Basis regenerativer Energien erforderlich.

Die Zahl der erdgasbetriebenen Personenkraftwagen liegt bei rund 80.000. Die Anzahl der jährlichen Neuzulassungen unterliegt starken Schwankungen und ist zuletzt deutlich gestiegen. Im Rahmen des Branchendialogs Fahrzeugindustrie wurde im Dezember 2015 ein Erdgasanteil von 4 Prozent im Kraftstoffmarkt im Straßenverkehr bis zum Jahr 2020 vereinbart. Das BMWi hat dazu den Runden Tisch Erdgasmobilität einberufen. Seit Januar 2018 ist zudem eine Änderung des Energie- und Stromsteuergesetzes in Kraft. Diese sieht unter anderem vor, die Steuerbegünstigung für Erdgas bis einschließlich 2026 fortzuführen, mit degressiver Abschmelzung ab 2024. Die Steuerbegünstigung für Autogas/Flüssiggas wird ab 2019 degressiv abgeschmolzen, bis 2023 der reguläre Steuersatz Anwendung findet. Diese Steuerbegünstigung ist ein Anreiz für einen NO_x-freien und CO₂-ärmeren öffentlichen und individuellen Verkehr in Innenstädten (siehe Kapitel 16).

Die Infrastruktur für alternative Antriebsarten erfordert einen beschleunigten Ausbau und einheitliche Standards. Bei der erforderlichen Schaffung eines bedarfsgerechten Ladeinfrastrukturnetzes für batterieelektrische Fahrzeuge sowie von Wasserstofftankstellen für Brennstoffzellenfahrzeuge wurden zuletzt folgende Fortschritte erzielt:

- Die meisten Ladevorgänge finden zu Hause oder am Arbeitsplatz statt. Mit diesen privaten Normalladepunkten kann ein Großteil der alltäglichen Wegstrecken bewältigt werden. Für Strecken, die ein Nachladen erfordern, ist eine öffentlich zugängliche Schnellladeinfrastruktur notwendig, aktuell gibt es aber noch kein zusammenhängendes und flächendeckendes Schnellladenetz. Laut



dem Bundesverband für Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) waren Ende 2017 in Deutschland rund 10.700 Ladepunkte öffentlich zugänglich, davon 530 Schnellladepunkte. Die Schnellladepunkte sind derzeit vor allem an den Metropolen verbindenden Achsen zu finden. So wurden laut BMVI bis Ende 2017 rund 300 der etwa 400 Autobahnstandorte mit Schnellladestationen sowie den entsprechenden Parkplätzen ausgestattet. Die Ausstattung der noch nicht ausgerüsteten Standorte mit Schnellladestationen läuft weiter. Am Ziel, möglichst alle Standorte mit Schnellladestationen auszustatten, wird festgehalten.

- Mit Stand März 2018 sind nach Angaben der Nationalen Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) 45 Wasserstofftankstellen für Brennstoffzellenfahrzeuge in Betrieb bzw. fertiggestellt. Der Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur erfolgt in Deutschland durch die Industrie. Die beteiligten Unternehmen haben die organisatorische Grundlage für den Aufbau eines flächendeckenden Netzwerks von Wasserstofftankstellen und damit eine landesweite Versorgung mit Wasserstoff geschaffen. Im Rahmen der Fortführung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) mit der Programmlaufzeit 2016 bis 2026 kann der Aufbau einer Wasserstoffversorgung für Brennstoffzellenfahrzeuge unterstützt werden (siehe Kapitel 14).
- Das Tankstellennetz für komprimiertes Erdgas (CNG) umfasste nach Erhebungen der Initiative Erdgasmobilität Anfang des Jahres 2016 über 900 Stationen, die überwiegend in bestehende Tankstellen integriert wurden. In Ulm wurde 2016 die erste LNG-Tankstelle für Lkw eröffnet. Seit April 2017 ist die zweite öffentliche LNG-Tankstelle in Grünheide bei Berlin im Rahmen eines Pilotprojektes des BMVI in Betrieb genommen worden. Derzeit sind in Deutschland mehr als 20 weitere LNG-Tankstellen auf der Grundlage einer CEF-Förderung in Planung. An einigen Häfen kann bereits LNG gebunkert werden.

Aktuelle Maßnahmen zur Unterstützung des Aufbaus einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur: Nach der Änderung der Ladesäulenverordnung können Nutzerinnen und Nutzer mit einem gängigen webbasierten Zahlungsmittel an allen öffentlich zugänglichen Ladepunkten Strom beziehen und bezahlen. Um weitere Akzeptanz für die Elektromobilität zu schaffen und Kaufentscheidungen für ein Elektrofahrzeug positiv zu beeinflussen, bedarf es einer ausreichenden bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur nicht nur in Metropolregionen, sondern auch im ländlichen Raum und in touristisch erschlossenen Gebieten. Mit dem Programm Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland fördert das BMVI im Zeitraum 2017 bis 2020 eine flächendeckende und bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge mit mindestens 15.000 Ladestationen



im gesamten Bundesgebiet (siehe Kapitel 16). Durch die Richtlinie über Zuwendungen für Aus- und Umrüstung von Seeschiffen zur Nutzung von LNG als Schiffskraftstoff vom 17.08.2017 fördert das BMVI LNG-Schiffsneubauten oder eine Umrüstung bestehender Schiffe auf LNG/Dual-Fuel-Antriebe einschließlich der Hilfsmaschinen mit einer Förderquote von 40 bis 60 Prozent der LNG-bedingten Mehrkosten gegenüber einem herkömmlichen Antriebssystem. Im Laufe des Geltungszeitraums bis zum 31. Dezember 2020 sind mehrere Förderaufrufe beabsichtigt. Zielrichtung ist – neben dem Klima-, Umwelt- und Gesundheitsschutz – die Steigerung der Nachfrage nach LNG als Schiffskraftstoff in Deutschland, um damit Anreize für den Aufbau der entsprechenden LNG-Versorgungsinfrastruktur in Häfen für Unternehmen der Gasbranche zu geben. Eine indirekte Förderung des LNG-Infrastrukturaufbaus durch Nachfragesteigerung erfolgt auch durch Pilotfördermaßnahmen des BMVI im Bereich der Binnen- und Seeschifffahrt (LNG-Umrüstung eines Containerfeeders; Neubau einer Bodenseefähre) und durch die Bezuschussung bundeseigener Schiffe für die Ausrüstung mit LNG-Antrieb.

BMVI fördert im schweren Straßengüterverkehr im Rahmen von Pilotprojekten mit Speditionen zudem die Anschaffung von LNG-Lkw und von zu 100 % mit Biomethan betriebenen Erdgas-Lkw. Die Projekte werden wissenschaftlich zur Feststellung von Emissionen und Verbräuchen der Antriebssysteme im Betrieb begleitet.

Die Bundesregierung will Mobilität nachhaltig und klimaschonend gestalten; dabei soll der Automobilverkehr möglichst ohne Fahrverbote auskommen, gleichzeitig sind Gesundheitsgefahren zu minimieren. Um auf anhaltende Grenzwertüberschreitungen bei Stickstoffdioxid (NO_x)-Immissionen in Innenstädten zu reagieren, hat die Bundesregierung im Dialog mit der Automobilindustrie, Ländern und Kommunen eine Reihe von Maßnahmen entwickelt, die bis

zum Jahr 2020 umgesetzt werden sollen. So wurde im August 2017 der Fonds „Nachhaltige Mobilität für die Stadt“ ins Leben gerufen, an dem sich auch die Automobilindustrie beteiligt. Der Fonds ist im „Sofortprogramm Saubere Luft 2017 – 2020“ aufgegangen, mit dem die Umsetzung von Maßnahmen in den von NO₂-Grenzwertüberschreitung betroffenen Kommunen finanziert werden soll (siehe Kapitel 16). Mit dem Programm soll ein Beitrag zur Reduktion der NO₂-Immissionen geleistet werden, um eine Grenzwerteinhaltung zu erreichen. Schwerpunkte des Programms sind die Elektrifizierung von urbanen Flotten (zum Beispiel Taxis sowie Busse des Öffentlichen Personennahverkehrs) einschließlich des Ausbaus der Ladeinfrastruktur sowie Maßnahmen zur Netzstabilisierung, die emissionsmindernde Nachrüstung von Diesel-Bussen, eine verbesserte Verkehrslenkung sowie die Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme.

7.3 Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger

Die Verlagerung von erheblichen Teilen des Verkehrs auf Schiene und öffentliche Verkehrsmittel ist ein wichtiger Faktor für die Energiewende im Verkehr. Laut Energiekonzept sollen die notwendigen Voraussetzungen für eine Verlagerung auf umweltfreundlichere Mobilitätsformen als Alternative zum motorisierten Individualverkehr geschaffen werden. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD sieht vor, mit einem Schienepakt von Politik und Wirtschaft bis zum Jahr 2030 doppelt so viele Bahnkundinnen und Bahnkunden zu gewinnen und dabei u. a. mehr Güterverkehr auf die Schiene zu verlagern. Die Maßnahmen des Masterplans Schienengüterverkehr sollen dauerhaft umgesetzt werden. Die Eisenbahnen sollen im Gegenzug in mehr Service, mehr Zuverlässigkeit und mehr Innovationen investieren.

Die Verlagerung auf die Schiene könnte signifikant zur Erreichung des Ziels einer 40- bis 42-prozentigen Reduktion der verkehrlichen Treibhausgasemissionen im Zeitraum 1990 – 2030 beitragen, wie sie im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung vereinbart wurde. In puncto Endenergieverbrauch könnte die Verlagerung auf die Schiene ebenfalls zur 20-prozentigen Reduktion des Endenergieverbrauchs

im Zeitraum 2005–2030 beitragen. Dies wiederum wäre ein bedeutender Beitrag zur Reduktion des Endenergieverbrauchs um 40 Prozent im Zeitraum 2005 bis 2050, wie es das Energiekonzept der Bundesregierung fordert.

In den vergangenen Jahren hat die Verkehrsleistung des Schienengüterverkehrs insgesamt zugenommen, sein Anteil an der gesamten Güterverkehrsleistung stagnierte jedoch. Aufgrund der stark anwachsenden Verkehrsleistungen im Güterverkehr in den vergangenen Jahren sowie aufgrund der dominierenden Rolle des Straßengüterverkehrs sind die CO₂-Emissionen sowie der Endenergieverbrauch des Güterverkehrs in Deutschland in den letzten Jahren leicht gestiegen. Eine Fortsetzung dieses Trends sieht die Verkehrsprognose 2030 in den kommenden Jahren. Darüber hinaus geht der Projektionsbericht 2017 davon aus, dass auch die bis einschließlich Juli 2016 beschlossenen Maßnahmen genauso wie Effizienzsteigerungen im Straßenverkehr (siehe Kapitel 7.1) nicht ausreichen werden, um die Ziele beim Energieverbrauch und den CO₂-Emissionen im Güterverkehr zu erreichen. Eine stärkere Nutzung des Verkehrsträgers Schiene könnte zur Zielerreichung beitragen, sofern die entsprechende Infrastruktur, rollendes Material sowie Logistikkonzepte vorhanden sind, da ein Großteil der Züge bereits elektrisch fährt und damit eine beachtliche Energieeffizienz aufweist. Auch wächst der Anteil erneuerbarer Energien am Bahnstrommix kontinuierlich. Die Eisenbahngüterverkehrsleistung ging unterdessen um 0,4 Prozent auf 116,2 Milliarden Tonnenkilometer zurück. Dennoch lag sie um 21,7 Prozent höher als im Jahr 2005. Im Jahr 2016 wurden nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 364 Millionen Tonnen Güter auf dem Schienennetz des öffentlichen Verkehrs in Deutschland transportiert. In den vergangenen Jahren war der Anteil des Schienengüterverkehrs an der gesamten Güterverkehrsleistung seit 2011 leicht rückläufig, so lag er auch 2016 weiterhin unter 18 Prozent. Eine Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (INFRAS und Fraunhofer-ISI 2016) kommt zu dem Ergebnis, dass eine Steigerung bis 2030 um weitere 5 Prozent auf 23 Prozent bzw. auf 30 Prozent bis 2050 möglich ist, wenn ambitionierte Maßnahmen ergriffen werden, u. a. eine Ausweitung und Erhöhung der Lkw-Maut, eine Erhöhung und Ausdifferenzierung der Trassenpreise zur Stärkung der Nutzerfinanzierung bei der Schiene oder eine Erhöhung der Gesamtkapazität im Schienengüterverkehr um 60 bis 70 Prozent.

Tabelle 7.2: Reduktion des Endenergieverbrauchs durch Nutzung der Verlagerungspotenziale auf die Schiene

Verkehrsträger	Reduktion Endenergieverbrauch in 2030 gemäß Studien DLR in PJ gegenüber 2010	Reduktion CO ₂ -Emissionen in 2030 gemäß Studien DLR in Mio. t gegenüber 2010
Güterverkehr	98	8,5
Personenfernverkehr	15	1,2
Personennahverkehr	102	8,6
Summe Verkehr	215	18,3

Quelle: DLR et al. 2016c, d

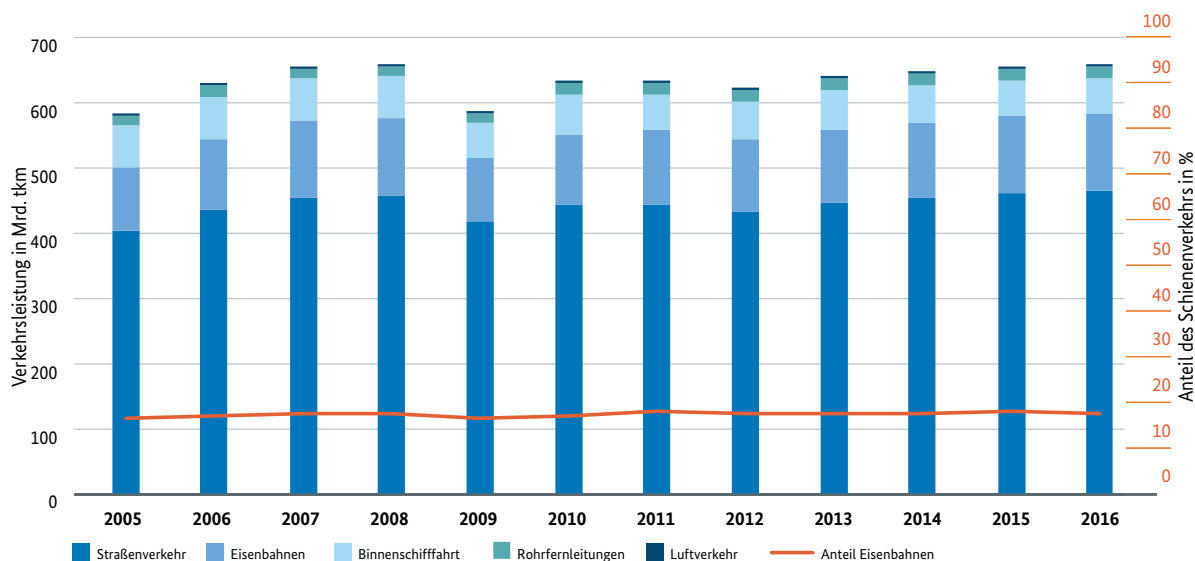
Um die Wettbewerbsposition des Schienengüterverkehrs gegenüber dem Straßengüterverkehr zu erhöhen, bedarf es eines digitalisierten und automatisierten Schienengüterverkehrs. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD sieht vor, die Digitalisierung der Schiene, auch auf hochbelasteten S-Bahnstrecken, voranzutreiben und den Ausbau der europäischen Leit- und Sicherungstechnik ETCS und elektronischer Stellwerke sowie die Umrüstung der Lokomotiven durch den Bund zu unterstützen. Die Automatisierung des Güterverkehrs und das autonome Fahren auf der Schiene sollen durch Forschung und Förderung unterstützt werden. Darüber hinaus unterstützt die Bundesregierung den Neu- und Ausbau von Umschlaganlagen des kombinierten Verkehrs sowie von Gleisanschlüssen bei privaten Unternehmen mit finanziellen Zuschüssen für die Errichtung der Infrastruktur (siehe Kapitel 16).

Obwohl die Verkehrsleistung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) insgesamt zunimmt, verändert sich sein Anteil am gesamten Personenverkehr kaum. In Deutschland werden gerade die kurzen Wege mit dem Auto zurückgelegt. Diese machen den Großteil des Verbrauchs und der Emissionen im Personenverkehr aus. Im Jahr 2016 nutzten laut Statistischem Bundesamt Fahrgäste den Liniennah- und -fernverkehr mit Bussen und Bahnen fast 11,2 Milliarden Mal, im Jahr 2017 mehr als 11,5 Milliarden Mal. Dies entspricht einem Anstieg um 1,1 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Durchschnittlich wurden im Jahr 2016 pro Tag 31 Millionen Fahrgäste im Linienverkehr befördert, im Jahr 2017 waren es 31,5 Millionen. Die Zahl der Fahrgäste im Liniennahverkehr ist seit 2004 – dem ersten Jahr, für das vergleichbare Daten vorliegen – kontinuierlich angestiegen. Im Jahr 2017 war das Fahrgastaufkommen um fast 1,4 Mil-

liarden höher (+ 14 Prozent) als zwölf Jahre zuvor. Besonders starke Zuwächse gab es in diesem Zeitraum im Eisenbahnnahverkehr (+ 37,7 Prozent) und bei Straßenbahnen (+ 20,3 Prozent). Der Anteil der Verkehrsleistung des ÖPNV am gesamten Personenverkehr bewegt sich trotz dieses Anstiegs seit einigen Jahren konstant unter 10 Prozent.

Um die Chancen des öffentlichen Verkehrs stärker zu nutzen, muss er konsequent und flächendeckend gestärkt werden. Gemäß Studien im Auftrag des BMVI und des BMU bestehen vielfältige Optionen, um die Potenziale des ÖPNV stärker zu nutzen (DLR et al. 2016; Öko-Institut et al. 2016). Die Studie des Öko-Instituts kommt zu dem Ergebnis, dass insbesondere eine stärkere Parkraumbewirtschaftung die Wettbewerbsfähigkeit des ÖPNV verbessern kann. Die Autoren verweisen diesbezüglich auf die Moderations- und Koordinationsfunktion des Bundes und fordern u. a. die „Entwicklung einer Nationalen ÖPNV-Strategie“. Die Zuständigkeit für Planung, Ausgestaltung, Organisation und Finanzierung des ÖPNV einschließlich des Schienenpersonennahverkehrs liegt jedoch bei den Ländern bzw. den Kommunen. Der Bund unterstützt die Länder und Kommunen in erheblichem Umfang bei der Finanzierung des Öffentlichen Personennahverkehrs. So wurden die Regionalisierungsmittel im Jahr 2016 deutlich auf 8,2 Milliarden Euro erhöht. Im Jahr 2018 betragen die Regionalisierungsmittel 8,5 Milliarden Euro. Bis zum Jahr 2031 einschließlich steigt dieser Betrag jährlich um 1,8 Prozent auf dann 10,7 Milliarden Euro an. Außerdem erhalten die Länder jährlich Kompensationszahlungen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden von rund 1,336 Milliarden Euro nach dem Entflechtungsgesetz sowie Bundesfinanzhilfen in Höhe von 332,6 Millionen Euro aufgrund des GVFG-Bundesprogramms.

Abbildung 7.4: Anteil des Schienengüterverkehrs an der gesamten Güterverkehrsleistung



Quelle: Verkehr in Zahlen 2017/2018

Der Ausbau des ÖPV sollte in Zukunft seinen Beitrag zur Erreichung der Energiewende-Ziele erhöhen. Die Bundesregierung hat deshalb im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 festgelegt, den ÖPV klimafreundlicher zu gestalten. Nicht zuletzt fördert die Bundesregierung das betriebliche Mobilitätsmanagement sowie Innovationen im ÖPNV, wie etwa ein verbessertes Fahrgastinformationssystem und elektronische Tickets. Mit der Initiative Digitale Vernetzung im Öffentlichen Personenverkehr werden solche Aktivitäten unterstützt. Um vertakteten Fernverkehr auf der Schiene deutlich zu stärken und so mehr Fahrgäste von Direktverbindungen im Fernverkehr profitieren zu lassen, sieht der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD vor, die Umsetzung des Deutschlandtakts voranzutreiben. Darüber hinaus sollten der Ausbau der Straßen-, Stadt- und U-Bahnnetze und die Elektrifizierung des städtischen Busverkehrs weiter vorangebracht werden.

Der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) besitzt als zentrales Infrastrukturinstrument das Potenzial, die Verlagerung auf effiziente und emissionsarme Verkehrsträger voranzutreiben. Der im August 2016 verabschiedete Bundesverkehrswegeplan 2030 bildet die Grundlage für den Erhalt und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur des Bundes. Im Bereich des Aus- und Neubaus findet der BVWP seine gesetzliche Umsetzung in den Ausbaugesetzen für die drei Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße. Der BVWP dient in erster Linie der Herstellung eines bedarfsgerechten Verkehrsnetzes und richtet seinen Fokus daher insbesondere auf diejenigen Ziele der Verkehrspolitik, die durch die Wei-

terentwicklung der Verkehrsinfrastruktur konkret beeinflusst werden können. So sind eine reibungslose Mobilität im Personenverkehr und ein leistungsfähiger Güterverkehr elementar von einer starken Infrastruktur abhängig. Der BVWP 2030 sowie die daraus abgeleiteten Ausbaugesetze beeinflussen zudem in einem gewissen Umfang den Energieverbrauch im Verkehrssektor und somit die Erreichung der Ziele der Energiewende in diesem Sektor bis zum Jahr 2030 und darüber hinaus. Die im Vordringlichen Bedarf des BVWP enthaltenen Neu- und Ausbauprojekte im Schienen- und Wasserstraßennetz führen zu einer Verlagerung von Verkehrsströmen, so dass sich der Energieaufwand und damit die CO₂-Emissionen des Verkehrs vermindern. In der Summe ergibt sich durch den BVWP 2030 eine Einsparung von bis zu 0,4 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr. Sie entspricht rund 0,2 Prozent der derzeitigen Emissionen des Verkehrssektors und ist Ergebnis einer Stärkung der klimafreundlichen Verkehrsträger. Erstmals findet darüber hinaus im BVWP auch die Radverkehrsinfrastruktur Erwähnung, insbesondere eine zukünftig stärkere Beteiligung des Bundes am Bau von Radschnellwegen.

Umsetzung des „Masterplans Schienengüterverkehr“: Mit der Umsetzung der Maßnahmen des Masterplans kann der Schienengüterverkehr dauerhaft belebt werden. Eine vorgesehene Maßnahme ist die Absenkung der Trassenpreise im Schienengüterverkehr durch zusätzliche Bundesmittel in Höhe von 350 Millionen Euro p. a., die im Jahr 2019 beginnen und bei erfolgreicher Evaluation im Jahr 2021 dann bis 2023 laufen soll.



7.4 Instrumentenmix im Verkehr

Das BMVI wurde im vierten Monitoring-Bericht gebeten, die Wirksamkeit neuer Maßnahmen hinsichtlich der Zielerreichung im Verkehrsbereich in den nächsten Monitoring-Berichten darzustellen und gegebenenfalls weitere Maßnahmen zu ergreifen. Die bislang beschlossenen verkehrlichen Maßnahmen bewirken nach Einschätzung des vom BMVI beauftragten wissenschaftlichen Beratungskonsortiums der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie eine Reduktion des Endenergieverbrauchs im Verkehr im Zeitraum 2005 bis 2020 um 148 PJ. Dies entspricht einer Reduktion um 5,7 Prozent. Ursächlich für die Zielabweichung gegenüber der anvisierten

Reduktion um 10 Prozent ist unter anderem die mittlerweile schwächer eingeschätzte Wirkung einer CO₂- bzw. energieeffizienzgespreizten Lkw-Maut als Ersatz der derzeitigen schadstoffgespreizten Lkw-Maut. Die Nachfrage nach Fördermaßnahmen im Bereich batterieelektrischer Mobilität und im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzelle nimmt seit Jahren zu. Die Förderaufrufe beider Programme sind aktuell regelmäßig überzeichnet. Auch neue Förderprogramme wie das Ladeinfrastrukturprogramm übertreffen die Erwartungen. Diese Entwicklung stimmt überein mit der dynamischen Zunahme an Elektrofahrzeugen seit 2010.

Transparenz und Beteiligung: Forschungsinitiative mFUND und Öffentlichkeitsbeteiligung im Bundesverkehrswegeplan 2030

Forschungsinitiative mFUND

Mit der Forschungsinitiative mFUND stellt das BMVI bis 2020 Fördermittel in Höhe von 150 Millionen Euro für digitale datenbasierte Innovationen für die Mobilität 4.0 zur Verfügung.

- Ziel ist es, Mobilität über alle Verkehrsträger effizienter, sicherer und umweltfreundlicher zu machen und mit offenen Verwaltungsdaten neue Geschäftsfelder zu erschließen.
- In der mFUND-Förderlinie 2 (Projekte bis 3 Millionen Euro Förderung) wurden bisher drei Förderaufrufe veröffentlicht, eine Förderung in Förderlinie 1 (Fördersumme bis 100 Tsd. Euro) kann laufend und ohne Stichtag beantragt werden.
- Seit Programmstart im Juni 2016 wurden insgesamt 367 Projektskizzen von mehr als 1.080 Akteuren eingereicht.
- Die Umsetzung des mFUND wird begleitet von öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen (v.a. mFUND-Konferenzen, Start-up-Pitches, Hackathons) u. Internet-Kommunikation.
- Dabei führt der mFUND kreative Akteure aus Start-ups, Verbänden und Hochschulen zusammen und ermöglicht somit die Vernetzung zwischen Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Forschung.
- Somit ist der mFUND ein wichtiger Motor für den Dialogprozess im Verkehrssektor.

- In der Konzept- und Prognosephase wurden seit 2011 in einem transparenten Prozess unter Beteiligung von Fachleuten und Öffentlichkeit die Bewertungsmethodik sowie die Leitlinien des BVWP bestimmt. Zudem wurde eine aktualisierte Verkehrsprognose für das Jahr 2030 erarbeitet.
- Ab 2012 erfolgte die Bewertungsphase mit der Prüfung und Bewertung der u.a. auch von Verbänden und Bürgern angemeldeten Projekte.
- Zum Entwurf des BVWP 2030 konsultierte das BMVI in der Beteiligungs-, Abstimmungs- und Beschlussphase u.a. Länder, Bundesressorts, Verbände und Bürger.

Die Aufgabe der Beteiligung besteht darin, ein hohes Maß an Transparenz und umfassende Möglichkeiten zur Mitwirkung zu schaffen. Auf diese Weise können die verschiedenen Sichtweisen sinnvoll in den Erarbeitungsprozess eingebracht und fundiert abgewogen werden, um auf dieser Grundlage eine fachgerechte Lösung zu erzielen. Auch die Schaffung einer möglichst breiten Akzeptanz des BVWP ist ein wichtiges Ziel, das aber nicht zum alleinigen Kriterium der Entscheidungen der Bundesregierung werden kann. Aufgrund der Komplexität und vielfältigen Interessen ist es bei aufkommenden Interessenkonflikten nicht immer möglich, mit allen Akteuren einen Konsens zu erzielen. Der BVWP ist und bleibt eine fachlich begründete Feststellung des Bedarfs an Verkehrsinfrastrukturinvestitionen.

Öffentlichkeitsbeteiligung im Bundesverkehrswegeplan 2030

Das BMVI hat die Beteiligung von Fachöffentlichkeit und Bürgern bei der Erstellung des BVWP 2030 gegenüber früheren Bundesverkehrswegeplänen deutlich ausgeweitet. Dies betrifft alle Phasen zur Erarbeitung des BVWP, die sich zeitlich überschneiden:

Weitere zentrale Aussagen des Koalitionsvertrags zwischen CDU, CSU und SPD für die Energiewende im Verkehrsbereich

- Fortsetzung des Investitionshochlaufs für die Verkehrsinfrastruktur und dauerhafte Sicherstellung der Überjährigkeit der zur Verfügung gestellten Haushaltsmittel
- Auskömmliche Finanzierung der prioritären Projekte des Bundesverkehrswegeplans 2030
- Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden – Regionalverkehr – (GVFG)
- Fonds „Nachhaltige Mobilität für die Stadt“. Mobilitätspläne zur Schadstoffreduktion sowie Förderung der darin verankerten Maßnahmen
- Verkehrsverlagerung bei Pendlern auf die Schiene, u. a. durch P+R
- Stärkung Schiene durch Schienenpakt mit Ziel Verdoppelung des Personenverkehrs bis 2030 und mehr Schienengüterverkehr
- Umsetzung des Masterplans SGV
- Realisierung der priorisierten Maßnahmen eines 740-m-Netzes
- Vorantreiben der Digitalisierung der Schiene, auch auf hochbelasteten S-Bahnstrecken
- Ausbau der europäischen Leit- und Sicherungstechnik ETCS, elektronischer Stellwerke und Unterstützung der Umrüstung der Lokomotiven durch den Bund
- Unterstützung der Automatisierung des Güterverkehrs und des autonomen Fahrens auf der Schiene durch Forschung und Förderung
- Bis zum Jahr 2025 sollen 70 Prozent des Schienennetzes in Deutschland elektrifiziert sein.
- Senkung der Trassenpreise
- Umsetzung des Deutschland-Takts
- Entwicklung des bundesweiten eTicket im ÖPNV
- Schaffung eines eigenständigen Forschungsprogramms für den Schienenverkehr
- Etablierung eines deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung
- Förderung der Lärmforschung an der Schiene sowie Maßnahmen zu mehr Schutz vor Schienenlärm
- Innovationsbonus für die Neuanschaffung und den Umbau von Triebwagen und Lokomotiven
- Investitionen in Elektromobilität, u. a. in Wasserstoff- und Brennstoffzelle: Unterstützung Batteriezellproduktion in Deutschland, Aufbau Ladeinfrastruktur mit 100.000 Ladepunkten bis zum Jahr 2020
- Aufbau einer Batteriezellproduktion in Deutschland
- Stärkung der Wasserstofftechnologie
- LNG-Infrastruktur schaffen
- Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird fortgeführt.
- Die Sektorenkopplung soll vorangebracht und der regulative Rahmen geändert werden, damit „grüner Wasserstoff“ und Wasserstoff als Produkt aus industriellen Prozessen als Kraftstoff oder für die Herstellung konventioneller Kraftstoffe (z. B. Erdgas) genutzt werden kann.
- Abfall- und reststoffbasierte Produktion von Biokraftstoffen sowie auf Pflanzenbasis
- Elektromobilität (batterieelektrisch, Wasserstoff und Brennstoffzelle) in Deutschland deutlich steigern, u. a. Senkung EEG-Umlage für Batteriebusse, reduzierte Dienstwagenbesteuerung für Elektrofahrzeuge
- Weiterentwicklung der Nationalen Plattform Elektromobilität zu einer Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität
- Digitale Testfelder auf der Straße (insbesondere in den Städten), Schiene und Wasserstraße
- Open-Data-Anwendungen sollen die Mobilität der Menschen und den Transport der Waren vereinfachen.
- Technologieoffene Initiativen zugunsten alternativer Antriebe und Energiequellen in der Schifffahrt und in den Häfen (LNG, Wasserstoff/Brennstoffzelle, Methanol, Elektromobilität) sollen verstärkt werden.
- Digitale Technologien und der automatisierte Betrieb in der Schifffahrt, den Häfen und der maritimen Lieferkette sollen vorangetrieben werden.



Zentrale Maßnahmen im Verkehrssektor

Verbrauch/Effizienz/Klimaschutz

- Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) 2013
- Neues weltweites Prüfverfahren „World Harmonised Light Vehicle Test Procedure“ (WLTP)
- Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren
- Achtes Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes
- Maßnahmenplan zur Schaffung von Ethikregeln für Fahrcomputer
- Reform der EU-Verordnungen zur Verringerung der CO₂-Emissionen bei neuen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen
- EU-Verordnung zur Verringerung der CO₂-Emissionen bei schweren Nutzfahrzeugen (SNF)
- EU-Verordnung zu nationalen THG-Minderungsbeiträgen außerhalb des ETS 2021–2030 (non-ETS) (siehe Kapitel 3.1)
- Klimaschutzgesetz
- Bildung einer Kommission und Erarbeitung einer Strategie „Zukunft der bezahlbaren und nachhaltigen Mobilität“

Elektromobilität – Alternative Kraftstoffe – Tank- und Ladeinfrastruktur

- Marktanzreizpaket Elektromobilität
- Förderprogramm „Elektromobilität vor Ort“
- Ladesäulenverordnung I, II und III
- Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile
- Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur
- Förderprogramm „Erneuerbar Mobil“
- Zweites Gesetz zur Änderung des Energiesteuer- und des Stromsteuergesetzes
- Runder Tisch Erdgasmobilität
- Forschungsprogramm „Maritime Technologien der nächsten Generation“
- Taskforce LNG in schweren Nutzfahrzeugen
- Projekt H2-Mobility
- Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020

Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger

- Förderung von Investitionen in die Schieneninfrastruktur
- Nationaler Radverkehrsplan (NRVP) 2020
- Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2030
- Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020
- Regierungsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016–2026 – von der Marktvorbereitung zu wettbewerbsfähigen Produktionen (NIP 2)
- Förderung des kombinierten Verkehrs
- Verlagerung von Stadt-Umland-Verkehren auf die Schiene fördern – Verbesserung der Luftqualität in den Städten



8 Treibhausgasemissionen

Wo stehen wir?

Bis 2016 wurden insgesamt 27,3 Prozent weniger Treibhausgasemissionen ausgestoßen als 1990. Die Emissionen sind gegenüber dem Vorjahr jedoch leicht angestiegen. Am stärksten gestiegen sind die Emissionen des Verkehrssektors, die insbesondere auf die steigende Verkehrsnachfrage infolge des guten Wirtschaftswachstums zurückzuführen sind.

Im Lichte der Ergebnisse des Klimaschutzübereinkommens von Paris (siehe Kapitel 3) hat die Bundesregierung im November 2016 einen nationalen Klimaschutzplan 2050 beschlossen. Der Klimaschutzplan 2050 enthält erstmals Zielkorridore für Emissionsminderungen der einzelnen Sektoren bis 2030. Diese werden einer umfassenden Folgenabschätzung unterzogen, deren Ergebnis mit den Sozialpartnern diskutiert wird, und gegebenenfalls im Jahr 2018 eine Anpassung der Sektorziele ermöglicht. Diese Sektorziele stehen zugleich im Einklang mit den entsprechenden EU-Zielen. Die Bundesregierung erarbeitet ein Maßnahmenprogramm 2030, das sicherstellen soll, dass die 2030er Ziele erreicht werden können.

Was ist neu?

Die Bundesregierung wird die Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 weiterhin begleiten und ihre Minderungswirkung bewerten. Sie prüft, welche ergänzenden Maßnahmen vorzunehmen sind, um das Klimaschutzziel für 2020 (minus 40 Prozent gegenüber 1990) gemäß dem Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD so schnell wie möglich zu erreichen. Hierzu muss der Ausstoß an Treibhausgasen beispielsweise in einem Zeitraum von vier Jahren um die Menge reduziert werden, die in einem Jahr im Verkehrsbereich anfällt.

Die Bundesregierung hat im Juni 2018 die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ eingesetzt, die bis Ende dieses Jahres konkrete Vorschläge zu im Einsetzungsbeschluss der Kommission benannten Schwerpunkten erarbeiten soll. Zu ihrem Auftrag gehört insbesondere die Erarbeitung eines Aktionsprogramms mit den im Einsetzungsbeschluss bestimmten Schwerpunkten.

	2016	2020	2030	2040	2050
Treibhausgasemissionen					
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	-27,3 %*	mindestens -40 %	mindestens -55 %	mindestens -70 %	weitgehend treibhausgas-neutral -80 % bis -95 %

*vorläufiger Wert für 2016

8.1 Gesamte Treibhausgasemissionen

Seit 1990 sind die gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Berechnungen des Umweltbundesamtes für 2016 um 27,3 Prozent bzw. insgesamt 342 Millionen t CO₂-Äquivalente gesunken. Es wurden etwa 909 Millionen t Treibhausgase freigesetzt, dies entspricht einem Fünftel der jährlichen Treibhausgasemissionen der Europäischen Union. Der Zuwachs beträgt etwa 3 Millionen t gegenüber 2015. Von den Gesamtemissionen des Jahres 2016 entfallen auf die Energiewirtschaft mit fast 37 Prozent die meisten Treibhausgase. Zweitgrößter Verursacher von Emissionen waren die energetischen und prozessbedingten Emissionen der Industrie mit zusammen fast 21 Prozent, gefolgt vom Verkehrssektor mit über 18 Prozent und den privaten Haushalten mit 10 Prozent. Die Kategorie Landwirtschaft trägt mit etwas über 7 Prozent zu den Gesamtemissionen bei. Die restlichen 7 Prozent werden durch die übrigen Feuerungsanlagen und zu kleinen Teilen durch die Branchen Abfall und Abwasser sowie Brennstoffgewinnung und -verteilung ausgestoßen. Im Jahr 2017 sanken nach einer ersten Prognoseberechnung die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Vorjahr leicht um 0,5 Prozent (gegenüber 1990: -27,7 Prozent). Dazu trug insbesondere ein deutlicher Rückgang des Ausstoßes der Energiewirtschaft um 4,1 Prozent bei. Zu beachten ist bei den vorstehenden Angaben, dass die hier zugrunde gelegte Abgrenzung der Sektoren nicht exakt der im Klimaschutzplan 2050 zugrunde gelegten

Abgrenzung entspricht. Die Angaben sind insoweit nicht vergleichbar.

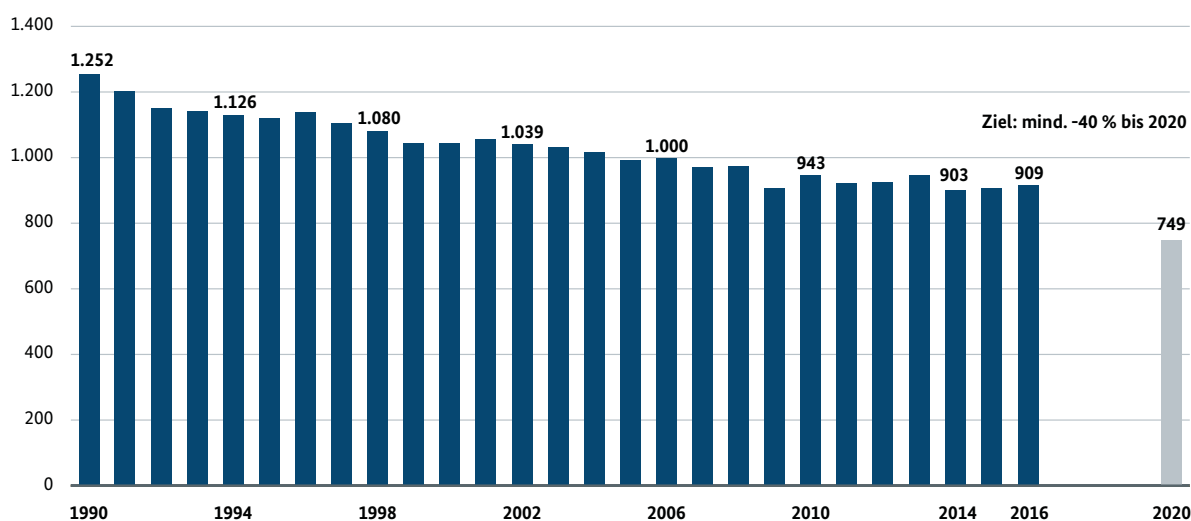
Die Senkung der Treibhausgasemissionen in Deutschland ist eingebettet in einen europäischen Rahmen. Insgesamt hat sich die EU verpflichtet, ihre Emissionen bis 2020 um 20 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Während für den Energiesektor und die Industrie das daraus abgeleitete Teilziel von der EU gemeinsam innerhalb des Europäischen Emissionshandelssystems (Emission Trading System ETS) erreicht werden soll, ist das Minderungsziel für die übrigen Sektoren Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Abfall in nationale Ziele für jeden Mitgliedstaat unterteilt. Deutschland hat sich nach der aktuellen Lastenteilung verpflichtet, seine Emissionen in diesen Sektoren bis 2020 um 14 Prozent gegenüber 2005 zu senken. Um dieses Ziel noch erreichen zu können, sind ambitionierte nationale Maßnahmen dringend erforderlich (siehe Kapitel 3).

Im Vergleich zum Vorjahr gingen die Emissionen der Energiewirtschaft leicht zurück, Verkehr und Haushalte hingegen emittierten deutlich mehr als im Vorjahr. Am stärksten gestiegen sind die Emissionen im Verkehrssektor: Hier sind es 4 Millionen t mehr als 2015, ein Plus von 2,5 Prozent. Der Anstieg der Verkehrsemissionen geht vor allem darauf zurück, dass der Straßengüterverkehr um 2,8 Prozent und der Pkw-Verkehr um 2 Prozent gewachsen ist. Bei den privaten Haushalten machte sich neben der im Vergleich zum Vorjahr

Abbildung 8.1: Zielsteckbrief: Treibhausgasemissionen in Deutschland

Ziel 2020	Reduktion der Treibhausgasemissionen um mindestens 40 Prozent (ggü. 1990)
Status 2016	-27,3 Prozent

in Mio. t CO₂-Äquivalente



Quelle: UBA 12/2017

Trend



Maßnahmen

Aktionsprogramm Klimaschutz 2020

kühleren Witterung auch der zusätzliche Schalltag bemerkbar. Die Temperaturentwicklung und der damit verbundene höhere Heizenergiebedarf führten auch bei Haushalten und anderen Kleinverbrauchern zu einem Emissionsanstieg um 3,6 Millionen Tonnen (+4,1 Prozent). Der Treibhausgasausstoß der Energiewirtschaft sank um 1,4 Prozent.

Die Emissionen des Sektors Energiewirtschaft sind auch langfristig deutlich gesunken. 2016 lag der Ausstoß ca. 22 Prozent unter den Emissionen des Jahres 1990 und damit deutlich unterhalb der erreichten Gesamtminderung. Dies wurde unter anderem durch die steigende Bedeutung der Nutzung der erneuerbaren Energien (siehe Kapitel 4) und die damit verbundene Substitution fossiler Energiebereitstellung sowie eine gesteigerte Anlageneffizienz erreicht.

Die Witterung, niedrige Rohstoffpreise und hohe Stromexportüberschüsse hatten einen großen Einfluss auf die Klimabilanz 2016. Eine im Vergleich zum Vorjahr kühlere Witterung und demzufolge mehr benötigte Heizenergie sowie günstigere Kraftstoffpreise haben 2016 zu einem leichten Anstieg der Treibhausgasemissionen geführt. Hohe Stromexportüberschüsse bei einem nach wie vor hohen Anteil an Kohleverstromung und damit hoher Kohlenstoffintensität der Emissionen verhinderten zudem, dass die THG-Emissionen im Stromsektor trotz des Ausbaus der erneuerbaren Energien deutlicher zurückgingen.

Im Vergleich der einzelnen Treibhausgase dominierte CO₂, verursacht vor allem durch Verbrennungsvorgänge. Aufgrund des überdurchschnittlichen Rückgangs anderer Treibhausgase ist der Anteil der CO₂-Emissionen seit dem Jahr 1990 um 4 Prozentpunkte auf rund 88 Prozent gestiegen. Methanemissionen (CH₄) hatten im Jahr 2016 einen Anteil von circa 6 Prozent, Lachgas (N₂O) 4,2 Prozent. Die fluorierten Treibhausgase machten wiederum etwa 1,7 Prozent aus. Dieses Verteilungsspektrum der Treibhausgasemissionen ist typisch für ein hoch industrialisiertes Land.

Um das 40-Prozent-Ziel zu erreichen, hat die Bundesregierung im Dezember 2014 das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 mit einem Bündel von mehr als 100 Maßnahmen beschlossen. Ausgangspunkt für das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 war eine identifizierte Differenz zum Zielwert von 5 bis 8 Prozentpunkten.

Die Bundesregierung begleitet in einem kontinuierlichen Prozess die Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms und legt hierzu jährlich einen Klimaschutzbericht vor. Dieser beschreibt die aktuellen Trends der Emissionsentwicklung in den verschiedenen Handlungsfeldern, den Stand der Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms und gibt einen Ausblick auf die zu erwartenden Minderungswirkungen der einzelnen Maßnahmen bis zum Jahr 2020. Erstmals hat die Bundesregierung im November 2015 einen Klimaschutzbericht vorgelegt (siehe Kapitel 8.4).



Der im April 2017 veröffentlichte Projektionsbericht 2017 untersucht zwei Szenarien: Die Modellrechnungen im Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) berücksichtigen alle klima- und energiepolitischen Maßnahmen in den verschiedenen Sektoren, die bis Ende Juli 2016 neu eingeführt oder maßgeblich geändert und umgesetzt bzw. auf den Weg gebracht wurden. Im Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) werden die Wirkungen zusätzlicher bereits beschlossener oder geplanter politischer Maßnahmen untersucht, in erster Linie die im ressortübergreifenden „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“ und im „Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz“ bisher noch nicht umgesetzten Maßnahmen. Die Projektion weist damit gegenüber 1990 eine Minderungsspanne zwischen 34,7 Prozent (MMS) und 35,5 Prozent (MWMS) auf. Mit Sensitivitätsanalysen wird zusätzlich untersucht, wie sich Unterschiede etwa des Wirtschaftswachstums, der Bevölkerungsentwicklung oder der Brennstoffpreise auf die Entwicklung der Treibhausgasemissionen auswirken könnten. In Anbetracht dieser Sensitivitäten ergibt sich für das Jahr 2020 ein möglicher Korridor der Emissionsminderung zwischen 33,7 Prozent (MMS, stärkeres Wirtschaftswachstum) und 38,4 Prozent (MWMS, geringerer Stromexportsaldo) im Vergleich zu 1990. Die Bundesregierung bezieht die Ergebnisse des Projektionsberichts in ihre klimapolitischen Überlegungen mit ein; sie macht sich diese aber nicht zu eigen. Seit der Erarbeitung des Projektionsberichts haben verschiedene Faktoren, u. a. eine höhere Wirtschaftsleistung, niedrige Energiepreise, höhere Fahrleistungen im Verkehrssektor und etwas höhere Bevölkerungszahlen, dazu geführt, dass für 2020 von einer deutlich niedrigeren Emissionsminderung ausgegangen werden muss. Nach einer aktuellen Studie des BMU ist davon auszugehen, dass die Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen nur etwa 32 Prozent betragen wird.

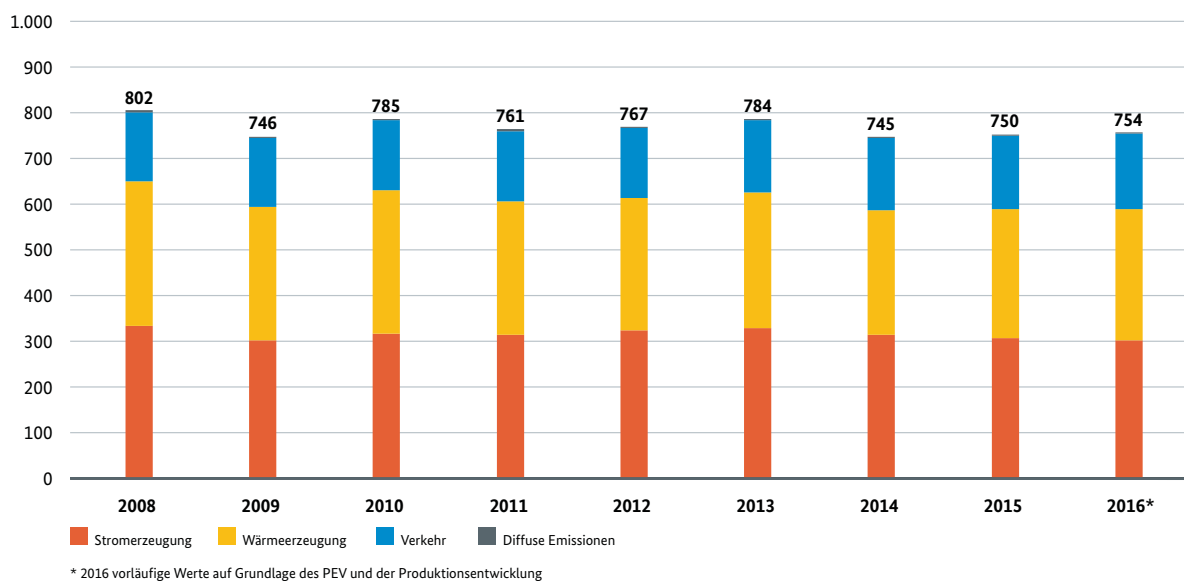
Für die Zeit nach 2020 gibt der Klimaschutzplan 2050 eine wichtige Orientierung. Diesen hat die Bundesregierung im November 2016 beschlossen. Der Klimaschutzplan zielt darauf ab, das bestehende deutsche Klimaschutzziel 2050 und die vereinbarten Zwischenziele im Lichte des Übereinkommens von Paris zu konkretisieren und mit Maßnahmen auf Basis von umfassenden Folgeabschätzungen zu unterlegen (siehe Kapitel 8.4).

8.2 Energiebedingte Treibhausgasemissionen

Der Ausstoß energiebedingter Treibhausgase ist nach Berechnungen des Umweltbundesamtes in Deutschland im Jahr 2016 erneut gegenüber dem Vorjahr um etwa 3,8 Millionen t CO₂-Äquivalente (etwa 0,5 Prozent) leicht auf 772 Millionen t CO₂-Äquivalente gestiegen. Somit verursacht der Energiesektor (Verbrennungsprozesse Energiewirtschaft, diffuse

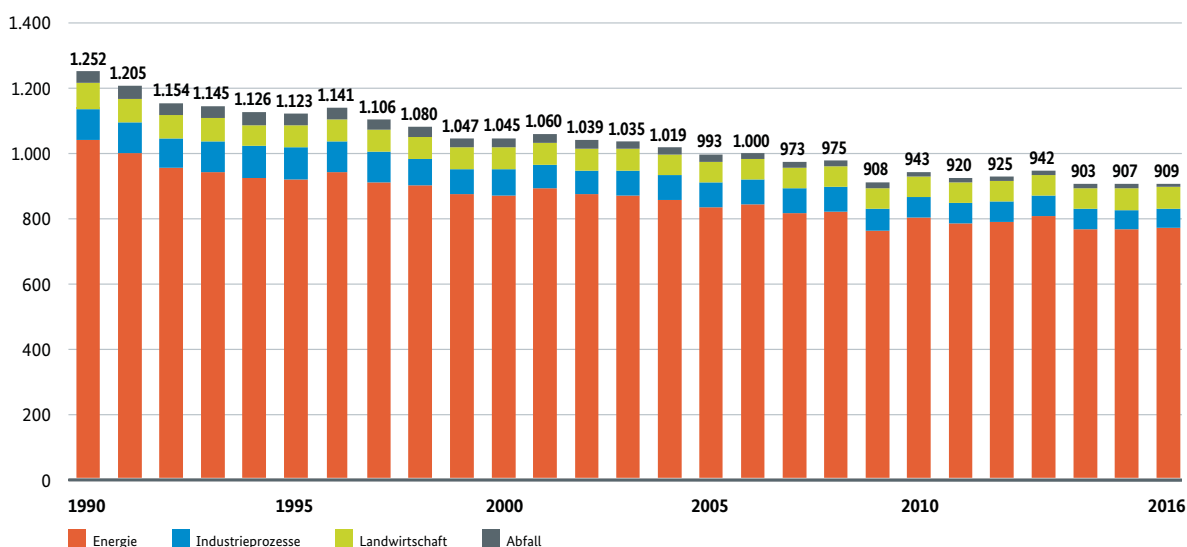
Emissionen sowie zusätzliche Emissionen Gewerbe, Heizungsanlagen und Fahrzeuge – siehe Glossar) fast 85 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen. Da diese aber zu etwa 98 Prozent durch die Freisetzung von Kohlendioxid verursacht werden, setzen die nachfolgenden Analysen und Bewertungen ihren Schwerpunkt auf CO₂. Die energiebedingten CO₂-Emissionen verursachten etwa 96 Prozent des gesamten CO₂-Ausstoßes (siehe Abbildung 8.3). Ebenso wie

Abbildung 8.2: Energiebedingte CO₂-Emissionen der Sektoren Strom, Wärme, Verkehr sowie diffuse Emissionen
in Mio. t CO₂



Quelle: UBA 04/2017

Abbildung 8.3: Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen
in Mio. t CO₂-Äquivalente



Quelle: UBA 12/2017

Durch erneuerbare Energien vermiedene Treibhausgasemissionen

Der Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien (siehe Kapitel 4) trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Im Jahr 2016 wurden Emissionen von rund 160 Millionen t CO₂-Äquivalente vermieden, verglichen mit einem Referenzsystem ohne erneuerbare Energien bei gleicher Energienachfrage. Die so vermiedenen Treibhausgasemissionen entsprechen dem Ausstoß des Straßenverkehrssektors im Jahr 2016. Auf den Stromsektor entfielen 119 Millionen t CO₂-Äquivalente. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmebereich wurden 34 Millionen t und durch biogene Kraftstoffe 7 Millionen t CO₂-Äquivalente weniger emittiert.

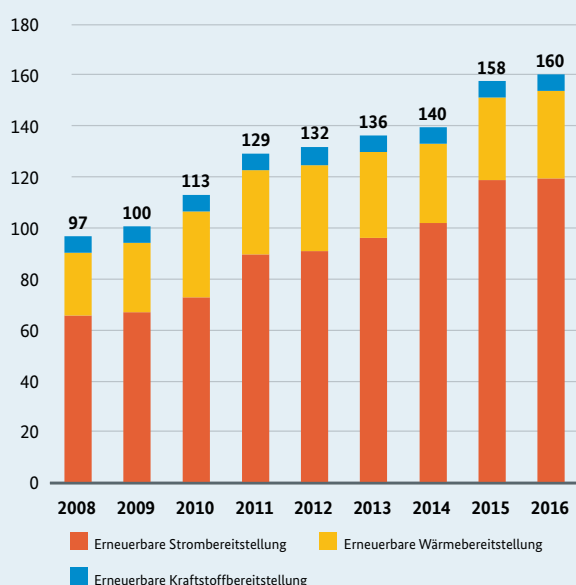
Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf einer Netto-Betrachtung. Dabei werden die durch die Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verursachten Emissionen mit denen verrechnet, die durch die Substitution fossiler und/oder gegebenenfalls nuklearer Energieträger brutto vermieden werden (UBA 2017a). Anders als bei den nach international verbindlichen Regeln ermittelten THG-Emissionen der THG-Inventare werden hier alle vorgelagerten

Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie für die Herstellung und den Betrieb der Anlagen (ohne Rückbau) berücksichtigt.

Biomasse trägt im Jahr 2016 in allen Verbrauchssektoren zur Emissionsvermeidung bei. 65 Millionen t CO₂-Äquivalente, das entspricht den jährlichen Treibhausgasemissionen des Landwirtschaftssektors, wurden durch den Einsatz von fester, flüssiger oder gasförmiger Biomasse in allen drei Verbrauchssektoren vermieden. Rund 45 Millionen t CO₂-Äquivalente werden durch die Nutzung von Windenergie an Land vermieden, 23 Millionen t CO₂-Äquivalente durch Photovoltaik und knapp 16 Millionen t CO₂-Äquivalente durch Wasserkraftanlagen. Für das Jahr 2017 zeichnet sich sogar ein Vermeidungsbeitrag in Höhe von insgesamt rund 179 Millionen t CO₂-Äquivalente ab.

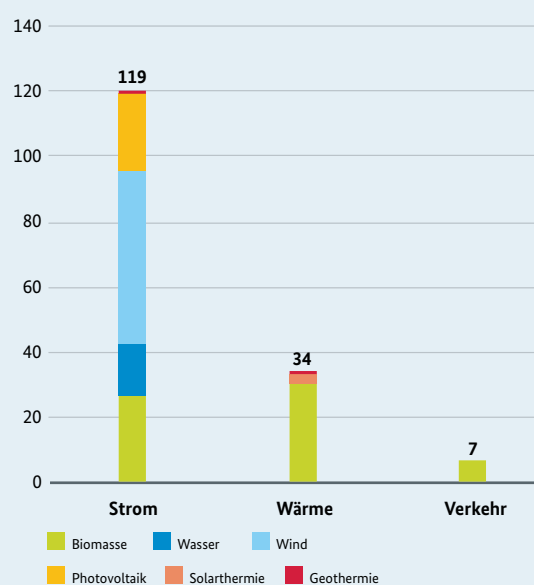
Im Strom- und Wärmesektor wird das Ergebnis maßgeblich dadurch beeinflusst, welche fossilen bzw. nuklearen Brennstoffe ersetzt werden. Bei der energetischen Nutzung von Biomasse sind zusätzlich die Art und Herkunft der verwendeten Rohstoffe ausschlaggebend für die Emissionsbilanz.

Abbildung 8.4: Durch erneuerbare Energien vermiedene Treibhausgasemissionen
in Mio. t CO₂-Äquivalente



Quelle: BMWi auf Basis UBA 02/2018

Abbildung 8.5: THG-Vermeidungswirkungen erneuerbarer Energien nach Energieträgern und Sektoren im Jahr 2016
in Mio. t CO₂-Äquivalente



Quelle: BMWi auf Basis UBA 02/2018

Die Methodik (Abbildungen 8.4 und 8.5) zur Berechnung der vermiedenen Emissionen durch erneuerbare Energien orientiert sich an den Vorgaben der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (RL 2009/28/EG).

der gesamte Kohlendioxidausstoß Deutschlands erhöhten sich die energiebedingten CO₂-Emissionen um etwa 1 Prozent im Vergleich zum Vorjahr.

Die CO₂-Emissionen des Energiesektors sind seit 1990 deutlich gesunken. Während die energiebedingten CO₂-Emissionen in der Langfristspektive weiterhin einem rückläufigen Trend folgen, verzeichneten sie 2016 gegenüber dem Vorjahr 2015 einen leichten Anstieg um etwa 0,5 Prozent auf 772 Millionen t (siehe Abbildung 8.2). Damit stellen sie den Großteil der insgesamt 802 Millionen t CO₂-Emissionen im Jahr 2016 dar.

Der überwiegende Teil dieser energiebedingten CO₂-Emissionen stammte aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Erzeugung von Strom und Wärme sowie im Verkehr. Der Anstieg im Jahr 2016 insgesamt ist im Wesentlichen auf einen Mehrausstoß im Verkehrssektor und bei den Haushalten und Kleinverbrauchern zurückzuführen. Die CO₂-Emissionen bei der Stromerzeugung gingen hingegen um etwa 5 Millionen t CO₂ zurück. Die sonstigen energiebedingten Emissionen, die sich aus diffusen Emissionen bspw. durch Leitungsverluste zusammensetzen, blieben im Vergleich zum Vorjahr etwa konstant bei etwas mehr als 2 Millionen t CO₂.

Witterungsbereinigt lagen die CO₂-Emissionen, die das Gros der energiebedingten Treibhausgasemissionen ausmachen, oberhalb der realen Emissionen. Nach Berechnungen des UBA auf Basis von DIW (1995) lagen die temperaturbereinigten energiebedingten CO₂-Emissionen (Verbrennung von fossilen Brennstoffen und diffuse Emissionen, Quellgruppen 1A und 1B) im Jahr 2016 bei 765,3 Millionen t (2015: 762,6 Millionen t) und damit oberhalb der realen

Emissionen von 751,7 Millionen t in 2016 (2015: 747,5 Millionen t). Der witterungsbedingte Wert wird hier nur nachrichtlich genannt und hat keine Relevanz für die Zielerreichung, da diese über die realen Emissionen bewertet wird.

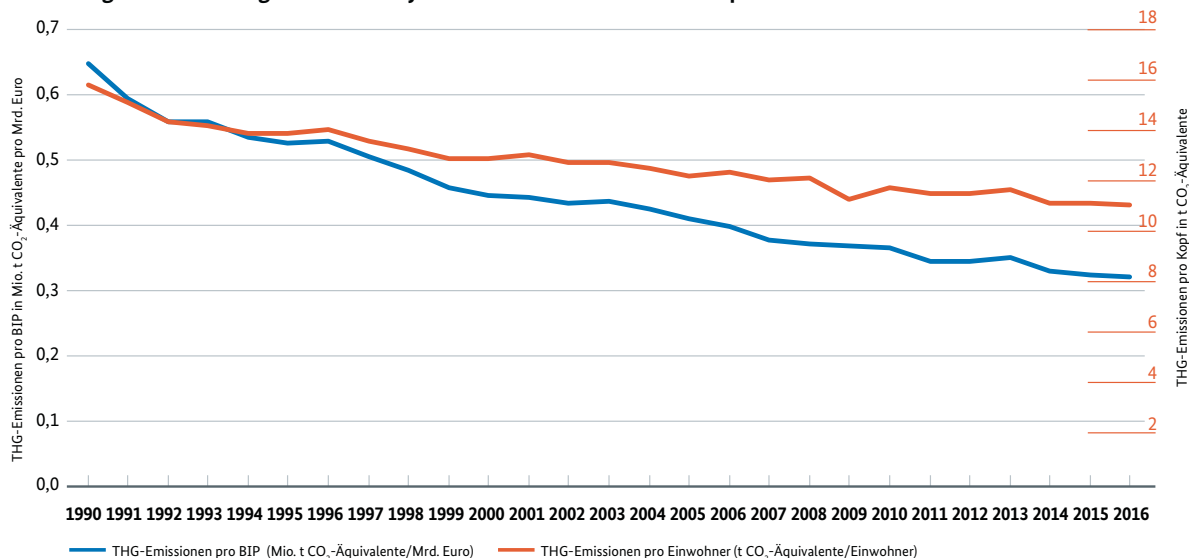
8.3 Treibhausgasemissionen und Wirtschaftsleistung

Die Treibhausgasemissionen sind im Verhältnis zur Wirtschaftsleistung insgesamt weiter gesunken. Während 1990 je Milliarde Euro Bruttoinlandsprodukt rund 0,65 Millionen t CO₂-Äquivalente an Treibhausgasen freigesetzt wurden, waren es im Jahr 2016 nur noch 0,37 Millionen t CO₂-Äquivalente. Das ist ein Rückgang von rund 65 Prozent. Auch die spezifischen Treibhausgasemissionen pro Einwohner sind zwischen 1990 und 2016 um circa 28 Prozent von 15,7 t auf 11,3 t CO₂-Äquivalente zurückgegangen (siehe Abbildung 8.6). In der EU-28 sind die spezifischen Treibhausgasemissionen pro Einwohner zwischen 1991 und 2015 um 25,5 Prozent von 11,72 auf 8,74 t CO₂-Äquivalente gesunken.

8.4 Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 und Klimaschutzplan 2050

Das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 ist das zentrale Instrument zur Deckung der mit dem Projektionsbericht 2013 identifizierten Differenz zum Zielwert 2020. Das Aktionsprogramm sollte einen Beitrag im Umfang von 62 bis 78 Millionen t CO₂-Äquivalente leisten, um das Klimaschutzziel für 2020 zu erreichen. Dieser Gesamtbeitrag stützt sich dabei auf Beiträge aus mehr als 110 Einzelmaßnahmen.

Abbildung 8.6: Treibhausgasemissionen je Einwohner und Bruttoinlandsprodukt





Die im Klimaschutzbericht 2017 dargestellte Quantifizierung zur Schätzung der Minderungswirkung wurde im Auftrag des Bundesumweltministeriums durch ein Gutachterkonsortium vorgenommen. Sie zeigt, dass die Maßnahmen des Aktionsprogramms wirken und ein nicht unerheblicher Beitrag erwartet werden kann, um das Klimaschutzziel so

schnell wie möglich zu erreichen. Allerdings zeigt die aktuelle Schätzung auch, dass die insgesamt erwartete Minderungswirkung der Einzelmaßnahmen mit 40 bis 52 Millionen t CO₂-Äquivalente für das Jahr 2020 unterhalb der des Jahres 2014 liegt (siehe Tabelle 8.1). Mit dieser Schätzung sind allerdings Unsicherheiten bezüglich der Annahmen

Tabelle 8.1: Beiträge der zentralen politischen Maßnahmen zum Erreichen des 40-Prozent-Ziels

Zentrale politische Maßnahmen	Beitrag zur Treibhausgasemissionsminderung im Jahr 2020 in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente	
	Beitrag nach ursprünglicher Schätzung, Stand Dezember 2014	Beitrag nach aktueller gutachterlicher Schätzung (gerundete Werte)
Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) ohne Maßnahmen im Verkehrssektor	circa 25 bis 30 (einschließlich Energieeffizienz Gebäude)	19 bis 26 (einschließlich Energieeffizienz Gebäude)
Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“ und energetische Sanierungsfahrpläne Bund, Länder und Kommunen	Gesamt circa 5,7 bis 10 (davon 1,5 bis 4,7 zusätzlich zu NAPE)	Gesamt 3,2 bis 3,8 (davon 0,8 zusätzlich zu NAPE)
Maßnahmen im Verkehrssektor	circa 7 bis 10	1,1 bis 2
Minderung von nicht energiebedingten Emissionen in den Sektoren:		
Industrie, GHD	2,5 bis 5,2	1,3 bis 1,8
Abfallwirtschaft	0,5 bis 2,5	0,16
Landwirtschaft*	3,6	0,6 bis 2,2
Reform des Emissionshandels	Auswirkungen der jüngsten Reformen sind hier noch nicht abgebildet	
Weitere Maßnahmen, insbesondere im Stromsektor	22	16,4 bis 18,4
Beratung, Aufklärung und Eigeninitiative für mehr Klimaschutz		0,48
Gesamt	62 bis 78	40 bis 58

Quelle: Klimaschutzbericht 2017

* Die im Dezember 2014 geschätzten Minderungsbeiträge beruhen auf den zum damaligen Zeitpunkt für die internationale Berichterstattung gültigen Emissionsfaktoren für Lachgas. Diese wurden mittlerweile angepasst und der Schätzung zum Klimaschutzbericht 2016 zugrunde gelegt.



und Wirkungen verbunden. Insbesondere bei neu eingeführten Maßnahmen liegt häufig noch keine empirische Basis für die Quantifizierung vor. Insofern macht sich die Bundesregierung die Bewertung der Einzelbeiträge der Maßnahmen nicht zu eigen. Darüber hinaus gibt es weitere laufende und geplante Studien, die bei zukünftigen Schätzungen berücksichtigt werden. Die Bundesregierung wird die Umsetzung der Maßnahmen weiterhin begleiten und ihre Minderungswirkung bewerten. Dennoch kann abgeschätzt werden, dass die Maßnahmen voraussichtlich nicht die erhoffte Minderung bis 2020 werden liefern können. Nach einer aktuellen Studie des BMU ist davon auszugehen, dass mit den bisher umgesetzten Maßnahmen bis 2020 eine

Minderung der Treibhausgasemissionen um etwa 32 Prozent gegenüber 1990 erreicht wird. Dies wird zu einer Lücke von etwa 8 Prozentpunkten führen.

Die Bundesregierung bekräftigt daher die Notwendigkeit einer konsequenten Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen, um die mit dem Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 avisierten Minderungen tatsächlich zu erreichen. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD sieht ferner vor, Ergänzungen vorzunehmen, um die Handlungslücke zur Erreichung des Klimaziels 2020 so schnell wie möglich zu schließen. Darüber hinaus erarbeitet die Bundesregierung ein Maßnahmenprogramm 2030 zum Klimaschutzplan 2050.

Der im November 2016 von der Bundesregierung beschlossene Klimaschutzplan 2050 greift die Ergebnisse der 21. Konferenz der Vertragsstaaten des Klimarahmenübereinkommens auf und wird als Modernisierungsstrategie auf drei Ebenen umgesetzt: Er entwickelt konkrete Leitbilder für die einzelnen Handlungsfelder für das Jahr 2050, lässt Raum für Innovationen und strebt ein Höchstmaß an Nachhaltigkeit an. Er beschreibt für alle Handlungsfelder robuste transformative Pfade, beleuchtet kritische Pfadabhängigkeiten und stellt Interdependenzen dar. Er unterlegt insbesondere das THG-Zwischenziel für das Jahr 2030 mit konkreten Meilensteinen und strategisch angelegten Maßnahmen, auch unter Berücksichtigung von Wirkungs- und Kostenanalysen. Die Bundesregierung erarbeitet ein Maßnahmenprogramm 2030.

Transparenz und Beteiligung: Aktionsbündnis Klimaschutz

Mit der Verabschiedung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 hat die Bundesregierung ein Aktionsbündnis Klimaschutz unter Federführung des BMU eingesetzt. Das Aktionsbündnis Klimaschutz hat die Aufgabe, die Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen des Aktionsprogramms zu unterstützen, die Aktivierung der Potenziale zu erleichtern, die derzeit als noch nicht quantifizierbar eingestuft werden, und weitere

Handlungsmöglichkeiten zu identifizieren. Das Aktionsbündnis tagte erstmals im März 2015 und tritt seitdem halbjährlich jeweils im Frühjahr und Herbst zusammen. Unter anderem wurden in den bisherigen Sitzungen die Themenfelder Klimaschutz im Verkehrssektor, in Kommunen, der Landwirtschaft, in kleinen und mittelständischen Unternehmen, dem Handwerk und der Industrie diskutiert.

Zentrale Maßnahmen im Bereich Klimaschutz

- Maßnahmen zur Erreichung des 40-Prozent-Ziels (siehe Tabelle 8.1)
- Klimaschutzplan 2050 und vorgesehenes Maßnahmenprogramm 2030 (siehe Kapitel 8.4)

Teil II: Ziele und Rahmen- bedingungen der Energiewende

Dieser Teil des Monitoring-Berichts behandelt weitere Ziele und den energiepolitischen Rahmen, in dem die Energiewende umgesetzt wird. Im Einzelnen geht dieser Teil auf die folgenden Themen ein:

Kraftwerke und Versorgungssicherheit

Bezahlbare Energie und faire Wettbewerbsbedingungen

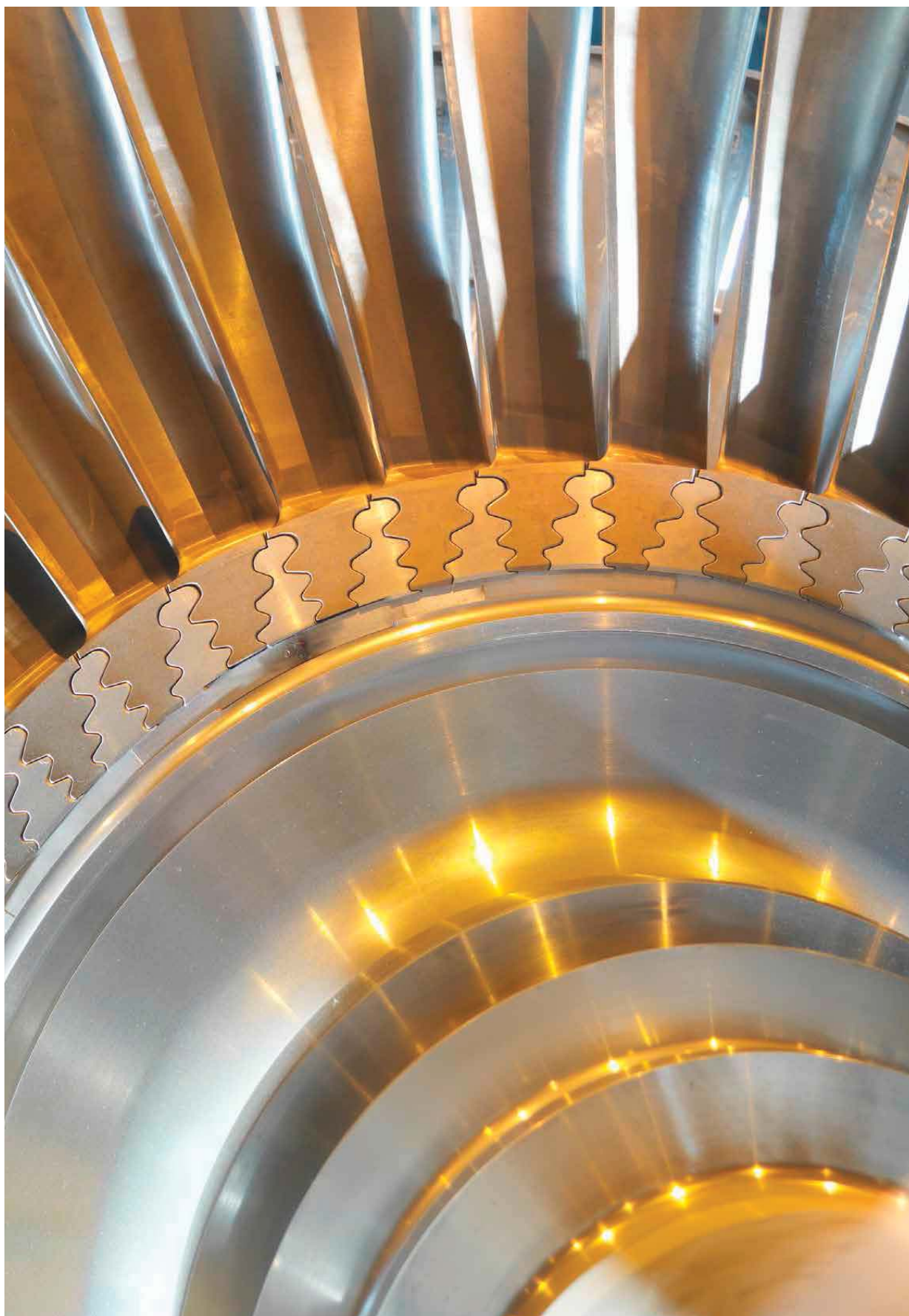
Umweltverträglichkeit der Energieversorgung

Netzinfrastruktur

Integrierte Entwicklung des Energiesystems

Energieforschung und Innovationen

Investitionen, Wachstum und Beschäftigung



9 Kraftwerke und Versorgungssicherheit

Wo stehen wir?

Deutschlands Stromversorgung ist sicher. Die Energienachfrage in Deutschland ist jederzeit gedeckt, so dass ein hohes Maß an Versorgungssicherheit gewährleistet ist.

Die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien ist erneut kräftig angestiegen. Erneuerbare Energien decken rund die Hälfte der Kraftwerkskapazität ab.

Das im Juli 2016 in Kraft getretene Strommarktgesetz hat den Strommarkt zu einem Strommarkt 2.0 weiterentwickelt.

Das Strommarktgesetz hat auch das Monitoring der Versorgungssicherheit am Strommarkt weiterentwickelt.

Was ist neu?

Ende des Jahres 2017 wurde Block B des Kernkraftwerks Gundremmingen abgeschaltet – ein weiterer Schritt hin zum Kernenergieausstieg.

Seit Juli 2017 ist SMARD, die Informationsplattform zum Strommarkt, online. Sie bietet aktuelle und verständlich aufbereitete Strommarktdaten und stärkt damit die Transparenz am Strommarkt. Die Inbetriebnahme des Marktstammdatenregisters ist für Dezember 2018 geplant.

Versorgungssicherheit	Die Energienachfrage in Deutschland jederzeit effizient decken.
Kernenergieausstieg	Die letzten Kernkraftwerke mit dem Ablauf des Jahres 2022 abschalten.

9.1 Kraftwerke

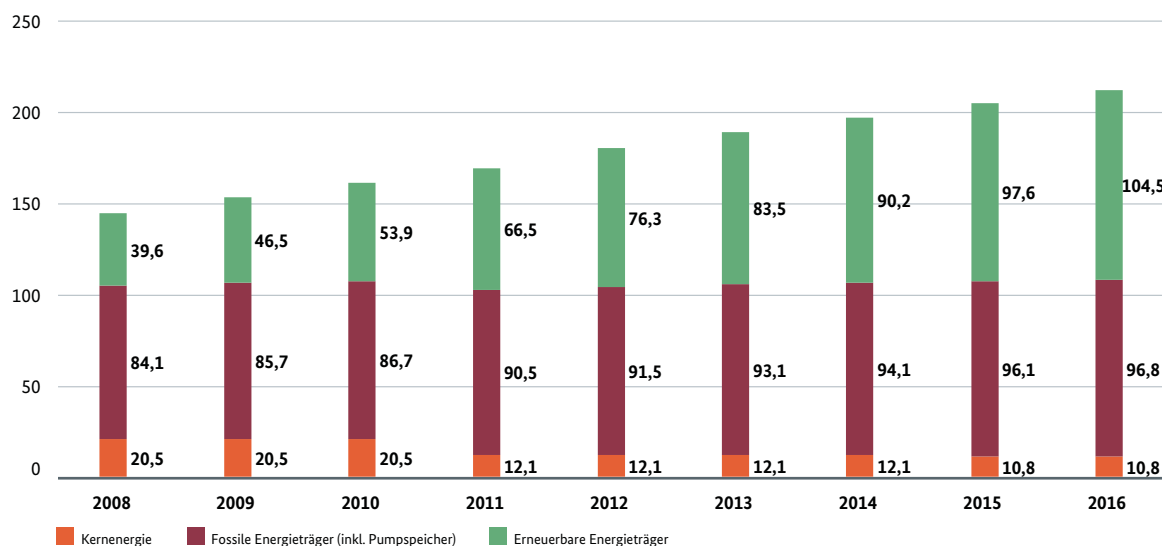
Die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien ist im Jahr 2016 weiter kräftig gestiegen. Insgesamt hat die Netto-Nennleistung der Stromerzeugungsanlagen, die an das deutsche Stromnetz angeschlossen sind, zwischen 2008 und 2016 um rund 68 GW zugenommen (siehe Abbildung 9.1). Die Nennleistung von Stromerzeugungsanlagen auf Basis von erneuerbaren Energien betrug im Jahr 2016 105 GW und lag somit um 7 Prozent höher als im Vorjahr. Den größten Zuwachs verzeichnete dabei die Windenergie. Der Anteil der Nennleistung aus erneuerbaren Energien stieg 2016 auf gut 49 Prozent der gesamten Kraftwerksleistung (siehe auch Kapitel 4). Da das Energieangebot vor allem bei Nutzung von Wind- und Sonnenenergie von natürlichen Bedingungen abhängt und daher nicht jederzeit die volle installierte Leistung abgerufen werden kann, wird deutlich mehr Leistung beim Einsatz von Windenergie- und Photovoltaikanlagen benötigt als beim bisherigen konventionellen Kraftwerkspark, um eine bestimmte Strommenge zu erzeugen. Installierte Leistung allein ist daher kein Indikator für Versorgungssicherheit. Letztere wird in Kapitel 9.2 diskutiert.

Während in einigen Bundesländern überwiegend konventionelle Kraftwerke ins Netz einspeisen, dominieren in neun Bundesländern die erneuerbaren Energien (siehe Abbildung 9.2). Kernkraftwerke sind derzeit noch in vier Bundesländern an der Stromerzeugung beteiligt. An das deutsche Stromnetz sind zudem ausländische Stromerzeugungsanlagen mit einer Netto-Nennleistung von rund 4,6 GW angeschlossen. Bayern und Niedersachsen bilden

die Schwerpunkte der installierten Kraftwerksleistung basierend auf erneuerbaren Energien, während Nordrhein-Westfalen der Spitzenreiter für konventionelle Kraftwerke ist. Den höchsten Anteil an erneuerbaren Energien, gemessen an der gesamten installierten Leistung, haben die Länder Mecklenburg-Vorpommern (85 Prozent), Sachsen-Anhalt (76 Prozent), Schleswig-Holstein (jeweils 75 Prozent) und Rheinland-Pfalz (73 Prozent). Der Anteil der konventionellen Kraftwerke an der installierten Leistung ist am höchsten in den Stadtstaaten Berlin, Hamburg (beide 93 Prozent) und Bremen (85 Prozent).

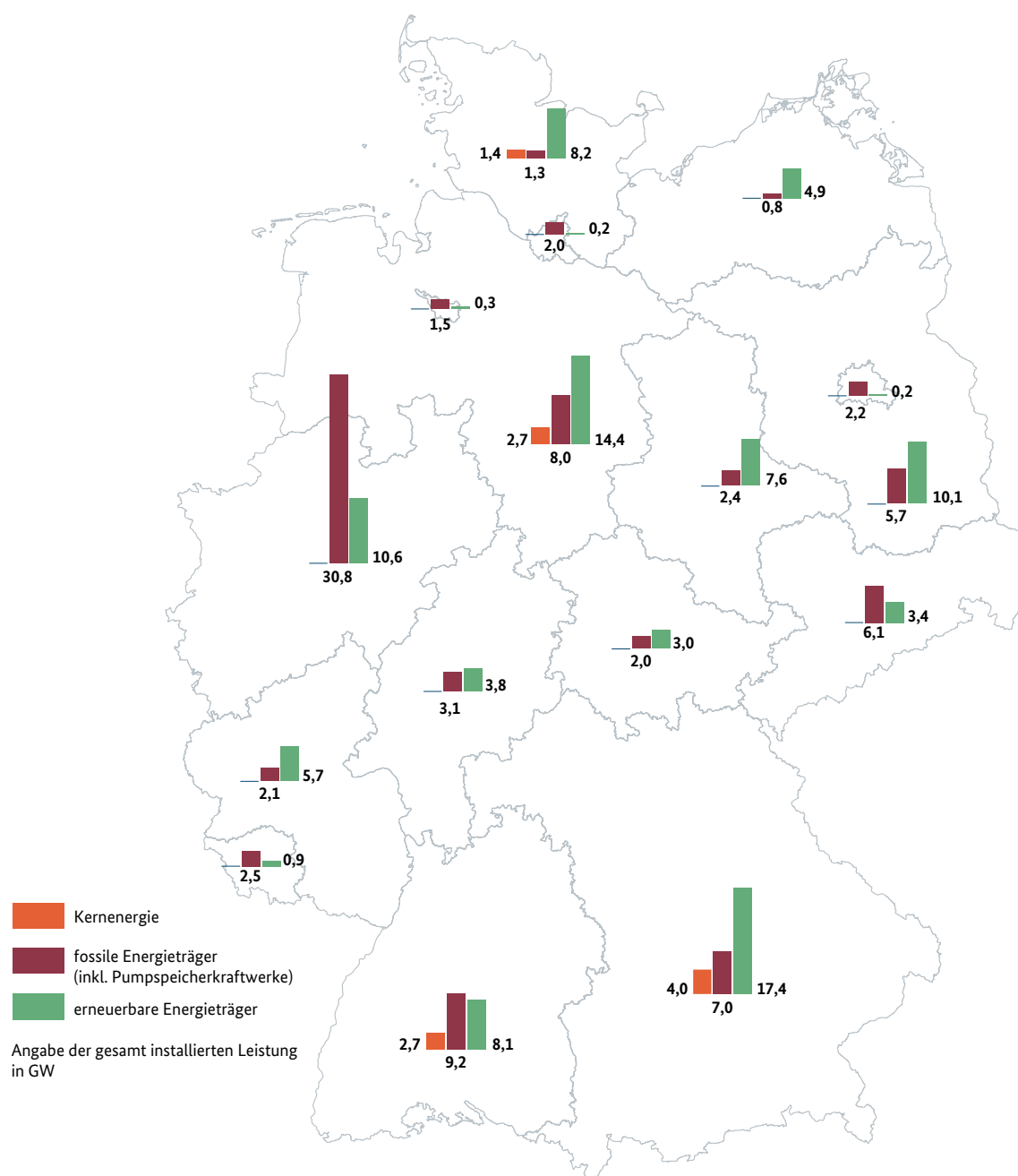
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein wichtiger Baustein der Energiewende. Ihr kommt eine besondere Rolle bei der konventionellen Stromerzeugung und der Wärmeversorgung vor Ort zu. Indem sie gleichzeitig elektrische Energie und Wärme (z. B. für die Fernwärmeversorgung) erzeugen, nutzen KWK-Anlagen den Brennstoff effizienter als bei der Produktion aus getrennt betriebenen Anlagen. Das schont Ressourcen und ist gut für das Klima und die Umwelt. Das Ziel des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) ist, die KWK auszubauen. Das KWKG sieht daher als Ausbauziele für das Jahr 2020 eine Stromerzeugung von 110 TWh und für das Jahr 2025 von 120 TWh vor. Tatsächlich lag die KWK-Stromerzeugung bereits im Jahr 2016 bei 117,1 TWh, dies war ein Anstieg gegenüber dem Vorjahr um 11 Prozent. Die Wärmeerzeugung stieg um knapp 5 Prozent auf 224,1 TWh (AGEB 2017). Damit wurde das Ziel für 2020 bereits vier Jahre im Voraus erreicht und sogar übererfüllt. Das Ziel für 2025 wird mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls erreicht werden. Der Ausbau der KWK ist damit erfolgreich geschafft. Bei der Weiterentwicklung geht es daher jetzt

Abbildung 9.1: Installierte Leistung der an das deutsche Stromnetz angeschlossenen Stromerzeugungsanlagen in GW



Quelle: BNetzA 11/2017
Angabe ist die Netto-Nennleistung.

Abbildung 9.2: Verteilung aller Kraftwerkskapazitäten auf die Bundesländer



Quelle: BNetzA 11/2017

darum, die KWK CO₂-ärmer auszugestalten und zu flexibilisieren, so dass sie im Rahmen der Energiewende eine Zukunft hat. Dies unterstreicht auch der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD.

Pumpspeicherkraftwerke sind eine etablierte und bewährte großtechnische Speicherform. Im Jahr 2016 waren Pumpspeicherkraftwerke mit einer Netto-Nennleistung von 9,4 GW an das deutsche Netz angeschlossen, darunter auch

Pumpspeicherkraftwerke in Luxemburg und Österreich mit einer Leistung von zusammen rund 3,1 GW. Neue Anlagen mit einer Leistung von 372 MW, die von Österreich ins deutsche Netz einspeisen werden, befinden sich derzeit in Bau.

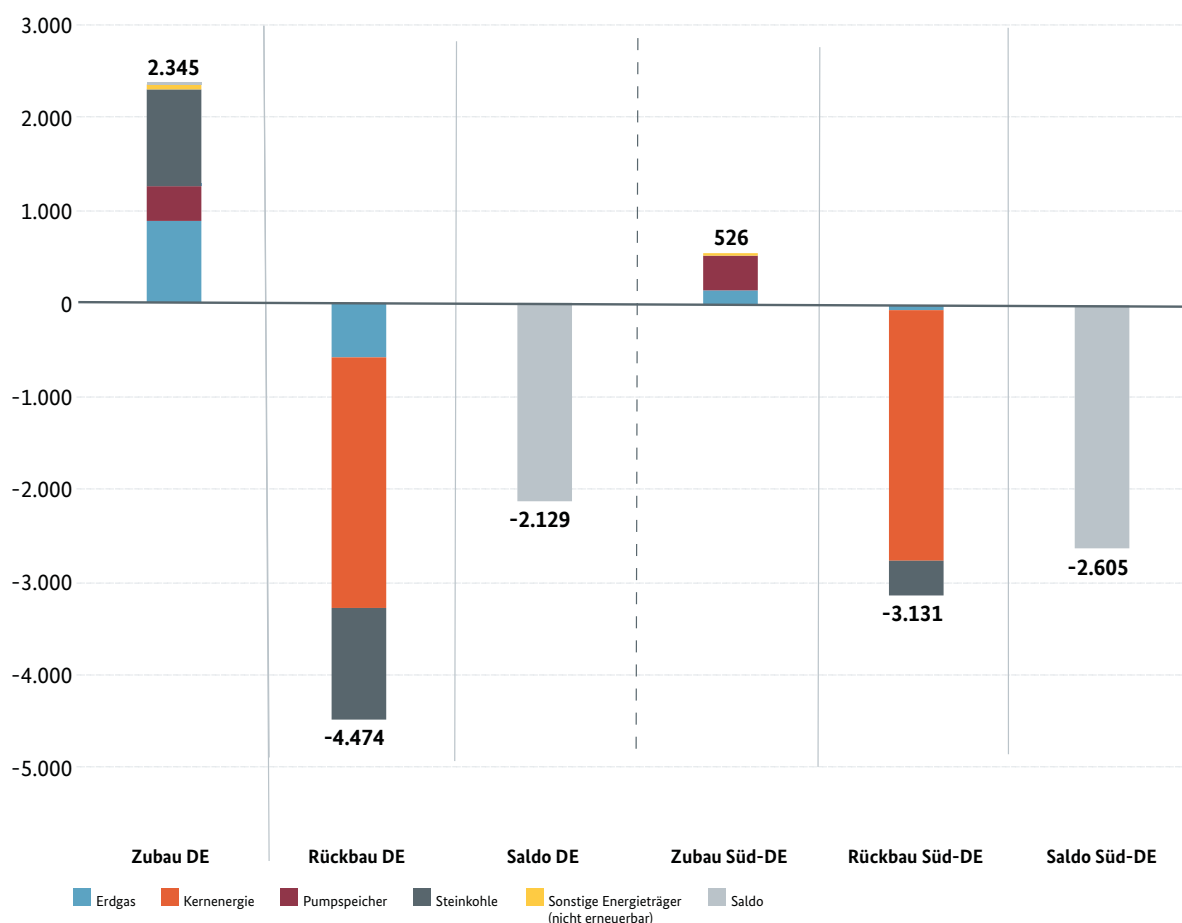
Zwischen den Jahren 2017 und 2020 werden die vorhandenen Überkapazitäten bei den konventionellen Kraftwerkskapazitäten voraussichtlich etwas verringert. Die Gesamt-

Transparenz und Beteiligung: einfacher Zugang zu Daten und Informationen rund um den Strommarkt

Seit Juli 2017 ist die neue Informationsplattform **SMARD** der Bundesnetzagentur online und stärkt die Transparenz am Strommarkt. Unter www.smard.de lassen sich die zentralen Strommarktdaten für Deutschland und teilweise auch für Europa nahezu in Echtzeit abrufen, anschaulich in Grafiken darstellen und herunterladen. Erzeugung, Verbrauch, Großhandelspreise, Im- und Export sowie Daten zu Regelenergie können für unterschiedliche Zeiträume ermittelt und in Grafiken visualisiert werden. SMARD richtet sich sowohl an Bürger, die sich für die Energiewende und den Strommarkt interessieren, als auch an Fachleute aus dem Energiebereich, in Unternehmen und der Wissenschaft. SMARD ermöglicht einen einfachen Zugang zu Informationen und trägt zu einer sachlichen Diskussion über die Energiewende und den Strommarkt bei.

Zu mehr Transparenz am Strommarkt wird auch das **Marktstammdatenregister** (MaStR) beitragen. Die Marktstammdatenregister-Verordnung ist im Juli 2017 in Kraft getreten. Das Register soll die Stammdaten aller Anlagen der leistungsgelassenen Energieversorgung im Strom- und Gasmarkt in Deutschland sowie von Marktakteuren in Form einer einheitlichen online-basierten Datenbank zusammenführen. Meldepflichten werden vereinfacht und reduziert. Die Daten des MaStR sollen zudem auf SMARD veröffentlicht werden. Die BNetzA plant, das MaStR im Dezember 2018 in Betrieb zu nehmen.

Abbildung 9.3: Prognostizierter Zu- und Rückbau konventioneller Erzeugungskapazitäten (inklusive Pumpspeicher) im Zeitraum von 2017 bis 2020 unterteilt nach Deutschland und Süddeutschland in MW



Quelle: BNetzA 11/2017

Die Angaben für Rückbau berücksichtigen Kraftwerke, die endgültig gemäß StA § 13a EnWG stillgelegt werden, sowie Kernkraftwerke. Angegeben ist jeweils die Netto-Nennleistung.

kapazität konventioneller Kraftwerksanlagen veränderte sich gegenüber dem Vorjahr kaum, wobei ein leichter Rückbau beim Energieträger Steinkohle durch einen Zubau bei Gas ausgeglichen wurde. Nach Angaben der BNetzA wird sich der Zubau an konventionellen Kraftwerkskapazitäten in diesem Zeitraum bundesweit auf etwa 2,3 GW Netto-Nennleistung belaufen. Demgegenüber werden rund 4,5 GW konventioneller Kraftwerksleistung stillgelegt. Der Rückbau konzentriert sich auf die Kernenergie (dazu siehe Kapitel 9.3). Darüber hinaus ergibt sich im Saldo beim Energieträger Erdgas sowie bei Pumpspeichern ein leichter Zuwachs, bei Steinkohle dagegen ein leichter Rückgang an Kapazität. Mehr als zwei Drittel des Rückbaus vollziehen sich in Süddeutschland, während nur gut ein Fünftel des Zubaus dort stattfindet (siehe Abbildung 9.3).

Bis Oktober 2019 werden 13 Prozent der Braunkohlekapazitäten in eine Sicherheitsbereitschaft überführt. Das Strommarktgesetz sieht eine schrittweise Stilllegung von Braunkohlekraftwerksblöcken in einem Umfang von 2,7 GW Netto-Nennleistung vor. Diese werden vor der endgültigen Stilllegung zunächst für vier Jahre in eine Sicherheitsbereit-

schaft überführt, auf die als letzte Absicherung der Stromversorgung zurückgegriffen werden kann. Bis Oktober 2017 waren bereits drei der für die Sicherheitsbereitschaft vorgesehenen Kraftwerksblöcke vorläufig stillgelegt.

Die Sicherheitsbereitschaft soll eine Emissionseinsparung von 12,5 Millionen t CO₂ bis zum Jahr 2020 erbringen. Dieser Minderungsbetrag ist ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz. Sollte die Maßnahme nicht die angestrebte Einsparung von 12,5 Millionen t CO₂ erzielen, werden die Kraftwerksbetreiber eine zusätzliche Einsparung in Höhe von insgesamt bis zu 1,5 Millionen t CO₂ pro Jahr, beginnend im Jahr 2019, erbringen müssen.

Die jüngste Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) setzt Anreize für Investitionen in hocheffiziente, flexible und CO₂-arme Kraftwerke. Durch den Ersatz des Brennstoffs Kohle durch Erdgas und moderaten Neubau von KWK-Anlagen sollen zusätzliche 4 Millionen t CO₂ im Stromsektor bis zum Jahr 2020 eingespart werden. Im Oktober 2016 hat die Europäische Kommission die Förderung nach dem KWKG, im Mai 2017 die Umlagesystematik

Speicher als Beitrag zu einem flexibleren Stromsystem

In Zukunft wird ein immer größerer Teil unseres Stroms aus erneuerbaren Energien stammen. Windenergie und Photovoltaik werden dabei die Hauptanteile stellen (siehe Kapitel 4). Bei beiden Energieformen fluktuiert die Einspeisung in Abhängigkeit von Wetter und Tageszeit. Dies muss ein Stromsystem der Zukunft berücksichtigen. Daher muss das Stromsystem flexibler werden. Gemeinsam mit anderen Flexibilitätsoptionen wie z. B. flexiblen Verbrauchern und Erzeugern können Speicher bei einem hohen Anteil von erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung zur Versorgungssicherheit beitragen (siehe auch Grünbuch Strommarkt des BMWi). Sie können helfen, Erzeugung und Verbrauch zu entkoppeln. Zusätzlich können sie Regelleistung erbringen und so dazu beitragen, die Netzfrequenz stabil zu halten.

Die Energiewende hängt kurz- und mittelfristig nicht vom Ausbau von Stromspeichern ab. Flexible Verbraucher und Spitzenlastkraftwerke können – auch im Zusammenspiel mit innovativen Geschäftsmodellen und Digitalisierung (siehe Kapitel 12.2) – Schwankungen zwischen Stromangebot und -nachfrage auch bei sehr hohen Anteilen von erneuerbaren Energien ausgleichen. Zudem sind Speicher bislang teilweise teurer als andere Flexibilitätsoptionen. Um jedoch dem absehbaren mittel- bis langfristigen Bedarf an Speichern gerecht zu werden, fördert die Bundesregierung bereits heute die Weiterentwicklung von Technologien zur Erschließung von Kostensenkungspotenzialen im Rahmen der „Forschungsinitiative Energiespeicher“ (siehe Kapitel 3).

Relevante Speichertechnologien sind Batteriespeicher, Pumpspeicher, Druckluftspeicher und Power-to-X-Erzeugnisse wie Power-to-Gas. Bei Power-to-X-Erzeugnissen wird EE-Strom genutzt, um Wasserstoff oder Methan zu erzeugen, die dann entweder direkt genutzt oder wieder in Strom umgewandelt werden können. Power-to-Gas bietet den Vorteil, Energie über einen langen Zeitraum und in großen Mengen speichern zu können. Zudem kann die bereits vorhandene Infrastruktur – das Gasnetz und unterirdische Gasspeicher – genutzt werden.

Stromspeicher haben unter anderem nach EnWG bzw. EEG bei der Stromentnahme den Status eines Letztverbrauchers und unterliegen daher im Prinzip den entsprechenden Zahlungsverpflichtungen. Tatsächlich ist aber die überwiegende Zahl von Speichern von den meisten dieser Verpflichtungen freigestellt. Voraussetzung ist, dass die Speicher wieder Strom in das öffentliche Netz einspeisen. Grundsätzlich soll der Wettbewerb über den Einsatz einzelner Flexibilitätsoptionen bestimmen. Entscheidend sind dabei Effizienz und Wirtschaftlichkeit.

In den letzten Jahren ist bereits der Primärregelungsmarkt zunehmend ins Blickfeld von Batteriegroßspeichern geraten. Bis Ende des Jahres 2017 sind nach Branchenangaben Kapazitäten von knapp 180 MW insgesamt in Deutschland installiert. Am Markt für Primärregelleistung in Deutschland hätten Batteriespeicher dann einen Anteil von etwa 25 Prozent.

des KWKG genehmigt. Die Förderung für neue und modernisierte KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von mehr als 1 bis einschließlich 50 Megawatt wird seit 2017 ausgeschrieben. Die Ausschreibungsverordnung dazu ist im August 2017 in Kraft getreten. Neben KWK-Anlagen werden in einer neuen Förderkategorie zusätzlich ab 2018 innovative KWK-Systeme ausgeschrieben. Solche Systeme kombinieren besonders flexible KWK-Anlagen mit erneuerbarer Wärme, beispielsweise aus Solarthermieranlagen oder Wärmepumpen. Neue, modernisierte und nachgerüstete KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis einschließlich 1 oder mehr als 50 Megawatt bekommen weiterhin gesetzlich festgelegte Fördersätze.

9.2 Versorgungssicherheit

Versorgungssicherheit bedeutet, dass die Nachfrage nach Energie jederzeit gedeckt werden kann. Neben dem Vorhandensein ausreichender Stromerzeugungskapazitäten ist dabei ein funktionierender Strommarkt sowie der reibungslose Transport des Stroms von den Erzeugern zu den Verbrauchern zentral. Das BMWi veröffentlicht regelmäßig und mindestens alle zwei Jahre einen umfassenden Bericht zur Versorgungssicherheit, der die Versorgungssicherheit in seiner Breite anhand einer Vielzahl von Unterthemen untersucht (BMWi 2016b). Der nächste Bericht wird im Juli 2018 erscheinen. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Aspekte und Ergebnisse im Überblick dargestellt.

Die Versorgungssicherheit am Strommarkt ist weiterhin auf hohem Niveau gewährleistet – Angebot und Nachfrage am Markt gleichen sich jederzeit aus. Verschiedene Studien aus den Jahren 2015 bis 2018 zeigen für den Betrachtungszeitraum 2015 bis 2025: Der Strommarkt in Deutschland und

seinen Nachbarländern kann – bezogen auf Deutschland – Last und Erzeugung durchweg mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit von nahezu 100 Prozent jederzeit ausgleichen (Amprion et al. 2018, Consentec u. r2b Energy Consulting 2015, ENTSO-E 2017). Dabei wird Versorgungssicherheit am Strommarkt grenzüberschreitend betrachtet und nach dem Stand der Wissenschaft bewertet. Die Studien zeigen darüber hinaus: Auch im internationalen Vergleich liegt die Versorgungssicherheit in Deutschland auf sehr hohem Niveau. Deutschland hat eines der sichersten Stromversorgungssysteme der Welt.

Deutschland verfügt über sehr viele Kraftwerke, Speicher und steuerbare erneuerbare Energien, die bei Bedarf jederzeit Strom produzieren können. Zudem können manche Unternehmen ihre Stromnachfrage in gewissem Umfang senken oder verschieben. Sie passen ihre Nachfrage damit an den Marktpreis an, so wie sie es mit anderen Produktionsfaktoren (z. B. Rohstoffe) auch tun. Da ein großes Angebot erneuerbarer Energien regelmäßig zu niedrigeren Strompreisen führt, können Unternehmen mit flexiblem Stromverbrauch hiervon profitieren. Das gilt auch für Speicher, die dadurch günstig aufgeladen werden können.

Die im Rahmen des im Juli 2016 in Kraft getretenen Strommarktgesetzes angepassten Regeln am Strommarkt erhöhen die Versorgungssicherheit zusätzlich. Sie ermöglichen es den Marktteilnehmern, sich noch besser auf Zeiten mit fluktuierenden erneuerbaren Energien einzustellen. Ein Baustein ist die rechtliche Verpflichtung aller Stromhändler (sogenannte Bilanzkreise), die Nachfrage ihrer Kunden jederzeit zu decken und sich entsprechend abzusichern. Sonst müssen sie eine empfindliche Strafe zahlen. Dadurch gibt es einen erheblichen Druck, den Bilanzkreis immer ausgeglichen zu halten (siehe auch Kapitel 9.4).

Versorgung mit Strom ist mehrfach abgesichert. Neben einer Reserve für regionale Risiken in den Übertragungsnetzen (Netzreserve) steht bereits heute die sogenannte Sicherheitsbereitschaft für längerfristige Risiken am Strommarkt bereit. Zur Deckung der Stromnachfrage zu jedem Zeitpunkt soll ab Oktober 2019 zudem eine Kapazitätsreserve für etwaige kurzfristige Extremereignisse am Strommarkt bereitstehen.

Das Monitoring der Versorgungssicherheit am Strommarkt wird weiterentwickelt. Mit Inkrafttreten des Strommarktgesetzes 2016 wurde der bisherige Bericht zur deutschen Leistungsbilanz durch eine Methode ersetzt, die die Anforderungen an die Versorgungssicherheit im Strommarkt weiterentwickelt. Die neue Methode berücksichtigt die Einbettung des deutschen Stromsystems in den europäischen Strombinnenmarkt, bezieht Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der wahrscheinkeitsbasierten Analyse ein und bildet insgesamt die Rahmenbedingungen des reformierten Strommarktes 2.0 expliziter ab. Das Energiewirtschaftsgesetz sieht in § 51 vor, dass das BMWi fortlaufend ein Monitoring



Versorgung mit Erdgas

Deutschland ist mit einem Jahresverbrauch von 95 Milliarden Kubikmetern der größte Absatzmarkt für Erdgas in der Europäischen Union und gleichzeitig ein wichtiges Gastransitland. Insbesondere als Übergangstechnologie von fossilen zu erneuerbaren Energien kann Erdgas auch weiterhin eine wichtige Rolle spielen. Deutschland importiert rund 92 Prozent seines Jahresverbrauchs hauptsächlich aus Russland, Norwegen und den Niederlanden. Im Vergleich zu Strom ist Erdgas in großen Mengen speicherbar. Deutschland verfügt mit einem nutzbaren Erdgasspeichervolumen in Höhe von über 24 Milliarden Kubikmetern über die größten Speicherkapazitäten in der EU. Der bedarfsgerechte Ausbau der nationalen Erdgasinfrastruktur wird durch den Netzentwicklungsplan Gas (NEP Gas) der Fernleitungsnetzbetreiber gewährleistet. Er ist ein wichtiger Baustein zum Erhalt der Versorgungssicherheit. Der derzeit verbindliche NEP Gas 2016–2026 sieht einen Leitungsneubau um 823 km und eine zusätzliche Verdichterleistung von 429 MW bis zum Jahr 2026 vor. Das Investitionsvolumen beträgt hierfür rund 3,9 Milliarden Euro.

Zusammenfassend bieten das weit verzweigte Erdgasnetz, die liquiden Handelsmärkte, das große Speichervolumen und das diversifizierte Portfolio an Lieferländern und Importinfrastrukturen den deutschen Gasverbrauchern ein sehr hohes Niveau an Versorgungssicherheit. Hinzu kommt der

gute technische Zustand der Erdgasinfrastruktur, der sich im SAIDI-Gas (System Average Interruption Duration Index) widerspiegelt. Er hatte im Jahr 2016 einen Wert von 1,03. Nähere Informationen zur Erdgasversorgung in Deutschland finden sich im jährlichen Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie über die Versorgungssicherheit bei Erdgas (BMWi 2017a).

Mit der im August 2017 in Kraft getretenen Änderung der Gasnetzzugangsverordnung wurde das System des Gasnetzzugangs optimiert und an die in den vergangenen Jahren geänderten energiewirtschaftlichen Herausforderungen angepasst.

Die novellierte Gassicherungs-Verordnung (EU) 2017/1938 erweitert die Reihe der Maßnahmen zur Sicherstellung einer unterbrechungsfreien Gasversorgung der geschützten Kunden in der gesamten Union. Die Leitprinzipien der Verordnung bilden die regionale Zusammenarbeit im Rahmen der Krisenvorsorge und die gegenseitige solidarische Unterstützung unter den Mitgliedstaaten bei der Bewältigung von Gasversorgungskrisen. Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, ihre Risikoanalysen, Präventions- und Notfallpläne um regionale Kapitel zu ergänzen und bilaterale Abkommen zu solidarischen Gaslieferungen in einer Krise zu schließen.

der Versorgungssicherheit auch nach diesen Maßstäben durchführt. Zusätzlich hat das BMWi auf einen gemeinsamen Versorgungssicherheitsbericht mit den Nachbarstaaten der Europäischen Union hinzuwirken.

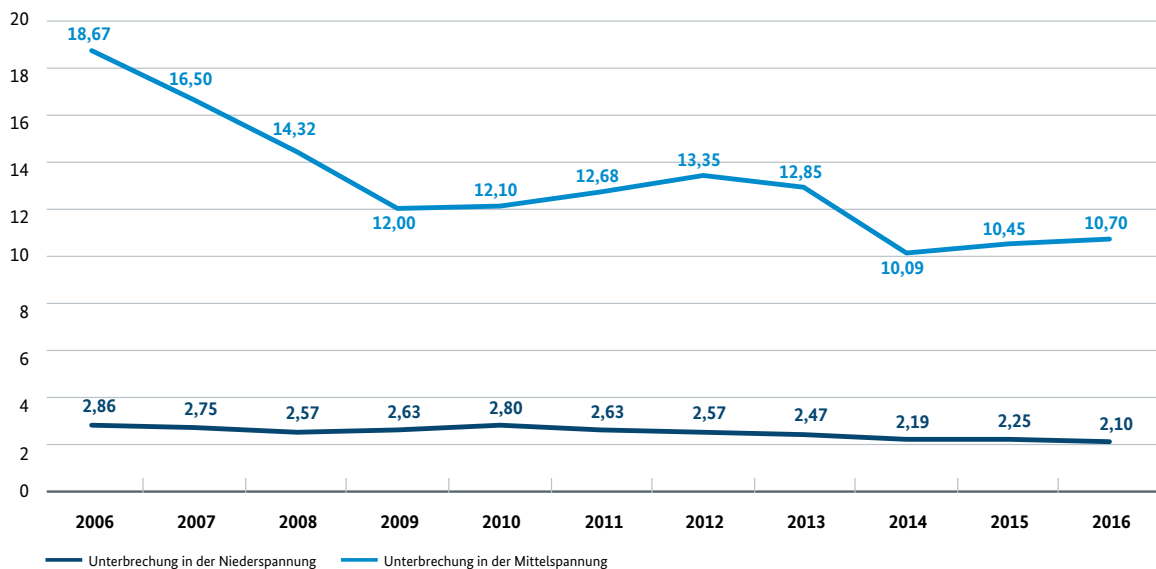
Das BMWi hat im Jahr 2016 ein Forschungsvorhaben mit dem Titel „Definition und Monitoring der Versorgungssicherheit an den europäischen Strommärkten von 2017 bis 2019“ in Auftrag gegeben. Die Auftragnehmer beschäftigen sich unter anderem mit der Definition aussagekräftiger Indikatoren und Schwellenwerte, die für die Messung und Bewertung der Versorgungssicherheit am Strommarkt geeignet sind. Bei den Schwellenwerten geht es vor allem um die Frage, ab welchen Werten der Indikatoren angemessene Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit geprüft und umgesetzt werden sollten. Zur Festlegung der Schwellenwerte werden insbesondere die Kosten für neue Gasturbinen mit den Kosten einer zeitlich und räumlich begrenzten Nichtdeckung der Stromnachfrage verglichen.

Versorgungssicherheit wird auch im europäischen Kontext gewährleistet. Deutschland ist eingebettet in den europäischen Strommarkt. Der deutsche Strommarkt ist eng mit den Strommärkten seiner „Stromnachbarn“, d.h. der gesamten geografischen Nachbarn sowie Schwedens und

künftig auch Norwegens, verbunden. Durch großräumige Ausgleichseffekte, insbesondere bei den Höchstlasten und der Einspeisung aus erneuerbaren Energien, werden insgesamt weniger Erzeugungskapazitäten benötigt, als dies in einem isolierten Strommarkt ohne leistungsfähige Verbindung zu den Nachbarländern nötig wäre. Dabei treten Höchstlast und Windflaute nicht in allen Ländern gleichzeitig auf. Insgesamt kann Versorgungssicherheit im europäischen Binnenmarkt kostengünstiger gewährleistet werden (siehe Kapitel 3.1). Eine grenzüberschreitende Betrachtung und eine wahrscheinkeitsbasierte Berechnung von Versorgungssicherheit sind ebenfalls wichtige Elemente des Vorschlags der Europäischen Kommission für den künftigen Rahmen zum Strombinnenmarkt (EU-Kommission 2016). Dieser Vorschlag zur Weiterentwicklung des europäischen Rechtsrahmens wird derzeit verhandelt.

Auch in den Stromnetzen ist Versorgungssicherheit gegeben. Voraussetzung für die Versorgung der Verbraucher ist die sichere Verfügbarkeit ausreichend bemessener Übertragungs- und Verteilernetzkapazitäten. Um auch die Stabilität der Netze auf der Übertragungsebene trotz des stockenden Netzausbaus zu gewährleisten, müssen die Netzbetreiber allerdings zunehmend häufiger Maßnahmen zur Gewährleistung der Systemstabilität anwenden (siehe Kapitel 12.4).

Abbildung 9.4: Entwicklung des SAIDI-Strom in Minuten



Quelle: BNetzA 09/2017

Die Unterbrechungsdauer der Versorgung auf Verteilernetzebene ist seit Jahren – auch im internationalen Vergleich – auf einem konstant sehr niedrigen Niveau. Von der Bundesnetzagentur wird jedes Jahr der „System Average Interruption Duration Index“ (SAIDI) veröffentlicht. Er gibt die durchschnittliche Versorgungsunterbrechungsdauer je angeschlossenem Letztverbraucher auf der Ebene der Verteilernetze an. In die Berechnung des SAIDI-Wertes fließen alle Unterbrechungen ein, die länger als drei Minuten dauern. Der Index lag im Jahr 2016 bei 12,80 Minuten und damit annähernd auf dem Niveau des Vorjahres. Im langjährigen Trend nimmt die Versorgungsunterbrechungsdauer immer weiter ab. So ist der SAIDI-Index seit 2006 um über 40 Prozent gesunken. Damit gehört Deutschland auch im internationalen Vergleich zur Spitzengruppe.

9.3 Ausstieg aus der Kernenergie

Die Abschaltung von Block B des Kernkraftwerks Gundremmingen Ende des Jahres 2017 war ein weiterer Schritt in Richtung Kernenergieausstieg. Die verbleibenden sieben Kernkraftwerke mit einer Netto-Erzeugungskapazität von 9,5 GW werden bis spätestens Ende 2022 stufenweise vom Netz gehen (siehe Tabelle 9.1).

Die Mittel zur Finanzierung der langfristigen Kosten der nuklearen Entsorgung stehen zur Verfügung – damit ist eine der zentralen sich aus dem Kernenergieausstieg ergebenden Herausforderungen gelöst. Am 3. Juli 2017 haben die Betreiber der deutschen Kernkraftwerke insgesamt

rund 24,1 Milliarden Euro auf Konten des Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung bei der Deutschen Bundesbank eingezahlt. Damit ist ihre Haftung für Kosten der nuklearen Entsorgung im Bereich Zwischen- und Endlagerung beendet. Die Verantwortung für die Durchführung und Finanzierung der Zwischen- und Endlagerung ist mit Eingang der vollständigen Einzahlungen auf den Bund übergegangen. Die Konzerne bleiben jedoch für die Stilllegung und den Rückbau der Kernkraftwerke sowie die fachgerechte Verpackung der radioaktiven Abfälle und deren Finanzierung voll verantwortlich. Die Zusammenführung der Handlungs- und der Finanzierungsverantwortung jeweils in einer Hand ist in dem im Juni 2017 in Kraft getretenen Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung geregelt. Der Fonds legt die eingezahlten Geldmittel langfristig an, um die Finanzierung der Kosten im Bereich Zwischen- und Endlagerung langfristig zu sichern.

Mit den Empfehlungen der Kommission Endlagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe liegen Strategievorschläge für die Endlagersuche vor. Kern der Vorschläge ist ein gestuftes, transparentes, ergebnisoffenes und wissenschaftsbasiertes Verfahren zur Endlagersuche. Dies ist grundsätzlich im Standortauswahlgesetz geregelt und wurde mit dessen Novelle im Jahr 2017 konkretisiert. Die wichtigsten Empfehlungen der Kommission sind: Alle drei in Deutschland in Frage kommenden Wirtsgesteine werden berücksichtigt und der Standort Gorleben wird in das vergleichende Auswahlverfahren mit einbezogen. Die Endlagerung soll in tiefen geologischen Formationen erfolgen mit der Option auf

Tabelle 9.1: Fahrplan zum Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung

Name	Abschaltung bis	Brutto-Nennleistung (MW)
Philippsburg 2	2019	1.402
Grohnde	2021	1.360
Gundremmingen C		1.288
Brokdorf		1.410
Isar 2	2022	1.410
Emsland		1.336
Neckarwestheim 2		1.310

Quelle: BNetzA 02/2018

Reversibilität sowie Rückholbarkeit und Bergbarkeit der Abfälle. Die Auswahlkriterien sollen in einem dreistufigen Auswahlverfahren angewendet werden, um den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für den Zeitraum von einer Million Jahre zu ermitteln. Die Öffentlichkeit soll in allen Phasen beteiligt werden.

9.4 Strommarktdesign

Das im Juli 2016 in Kraft getretene Strommarktgesetz entwickelt den Strommarkt weiter mit Blick auf den zunehmenden Anteil erneuerbarer Energien. Deutschlands Stromversorgung muss bezahlbar und verlässlich bleiben, auch wenn zunehmend Wind- und Sonnenstrom das Marktgeschehen bestimmen. Mit dem Strommarktgesetz werden die Weichen gestellt für einen Wettbewerb von flexibler Erzeugung, flexibler Nachfrage und Speichern. Außerdem werden die Stromhändler in die Pflicht genommen: Wer Strom an Kunden verkauft, muss eine identische Menge beschaffen, die von den Versorgern zeitgleich ins Netz einspeist wird. Damit bleibt die Versorgung sicher. Eine freie Preisbildung am Stromgroßhandelsmarkt sorgt für Investitionen in die benötigten Kapazitäten.

Eine Kapazitätsreserve soll die Stromversorgung zusätzlich absichern. Es ist vorgesehen, dass sie sich aus 2 GW Leistung aus Kraftwerken, Speichern oder regelbaren Lasten zusammensetzt, welche die Übertragungsnetzbetreiber für Aus-

nahmesituationen bereithalten. Die Kapazitätsreserve kommt also nur außerhalb des Marktes und ausschließlich dann zum Einsatz, wenn es trotz freier Preisbildung am Strommarkt nicht zur Deckung von Angebot und Nachfrage kommen sollte. Anlagen, die Teil der Kapazitätsreserve sind, können nicht am Strommarkt teilnehmen, so dass eine Verzerrung von Wettbewerb und Preisbildung ausgeschlossen wird. Die Vertragsdauer in der Kapazitätsreserve soll jeweils zwei Jahre betragen. Es ist geplant, dass die Übertragungsnetzbetreiber die Anlagen auf Basis einer offenen Ausschreibung unter Vertrag nehmen, beginnend zum Winter 2019. Die Kapazitätsreserve ist zunächst für den Zeitraum 2019 bis 2025 beihilferechtlich genehmigt. Für diesen Zeitraum sind drei Ausschreibungen vorgesehen. Darüber hinaus ist eine Sicherheitsbereitschaft aus Braunkohlekraftwerken eingerichtet worden (siehe Kapitel 9.2).

Die deutsche Gebotszone absichern. Ende des Jahres 2017 ist die Änderung der Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV) in Kraft getreten. Sie stellt sicher, dass die deutsche Stromgebotszone auch künftig nicht einseitig durch die Übertragungsnetzbetreiber geteilt werden kann. Deutschland zeichnet sich durch eine einheitliche Stromgebotszone aus. Dies sorgt dafür, dass die Bedingungen für Netzzugang, Stromerzeugung und Strombezug im gesamten Bundesgebiet gleich sind. In einer einheitlichen Stromgebotszone erfolgt der Handel von Energie, ohne dass Netzrestriktionen berücksichtigt werden.

Zentrale Maßnahmen im Bereich Kraftwerke und Versorgungssicherheit

- Strommarktgesetz
- Änderung der Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV)
- SMARD
- Kapazitätsreserveverordnung
- Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (Dezember 2015 und 2016)
- KWK-Ausschreibungsverordnung
- Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung
- Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe (Endlagerkommission)
- Gesetz zur Fortentwicklung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und andere Gesetze
- Einrichtung eines Marktstammdatenregisters
- Novelle der Gassicherungs-Verordnung (EU) 2017/1938



10 Bezahlbare Energie und faire Wettbewerbsbedingungen

Wo stehen wir?

Die Gesamtausgaben der Letztverbraucher insgesamt für Endenergie gingen im Jahr 2016 leicht zurück. Dazu trugen maßgeblich die erneut deutlich gesunkenen Preise auf den internationalen Märkten für Erdöl und Erdgas bei.

Die Ausgaben für Strom gemessen am Bruttoinlandsprodukt sanken im Jahr 2016 auf den niedrigsten Stand seit 2010.

Nach einem Rückgang im Jahr zuvor sind die Strompreise für Haushaltskunden 2016 um 2,4 Prozent gestiegen. Im Jahr 2017 lagen die Preise annähernd auf dem Niveau des Vorjahres.

Für Industriekunden, die nicht unter Entlastungsregelungen fallen, gingen die Strompreise im Jahr 2016 um 4,0 Prozent zurück, wobei 2017 die Strompreise wieder um 4,9 Prozent gestiegen sind.

Wachstum und Beschäftigung in Deutschland erfordern leistungsstarke und international wettbewerbsfähige Unternehmen. Entlastungsregelungen bei Energiepreisen und -kosten leisten weiterhin einen unverzichtbaren Beitrag zum Erhalt des Industriestandorts Deutschland.

Was ist neu?

Mit dem Inkrafttreten des Strommarktgesetzes im Juli 2016 und der Novelle zum EEG im Januar 2017 werden Wettbewerb und Markt im Rahmen der Energiewende gestärkt.

Bezahlbarkeit Wettbewerbsfähigkeit	Bezahlbarkeit von Energie erhalten und die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands sichern.
---	---

10.1 Letztverbraucherausgaben für Energie

Die Letztverbraucherausgaben für den Endenergieverbrauch sind im Jahr 2016 von 215 auf 212 Milliarden Euro gesunken. Dies zeigen Berechnungen auf Grundlage der Energiebilanz. Neben einer nach Verbrauchergruppen differenzierten Analyse kann eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung von Energieausgaben Aufschluss über die Bezahlbarkeit von Energie im Allgemeinen geben. Dazu werden die über alle Letztverbraucher aggregierten Ausgaben betrachtet. Darüber hinaus gibt ein Vergleich der Ausgabenentwicklung mit der Entwicklung der Wertschöpfung Hinweise auf die Tragfähigkeit der Energieausgaben für die Volkswirtschaft. So steht dem Rückgang der Letztverbraucherausgaben für Endenergie von 2015 auf 2016 um 1,4 Prozent ein Anstieg des nominalen Bruttoinlandsprodukts gegenüber. In der Folge sank der Anteil der Endenergieausgaben am nominalen Bruttoinlandsprodukt im Vergleich zum Vorjahr von 7,1 Prozent auf 6,7 Prozent.



Die Letztverbraucherausgaben für Strom gingen im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr zurück, und zwar von 75,3 auf 74,1 Milliarden Euro (siehe Tabelle 10.1). Dies entspricht

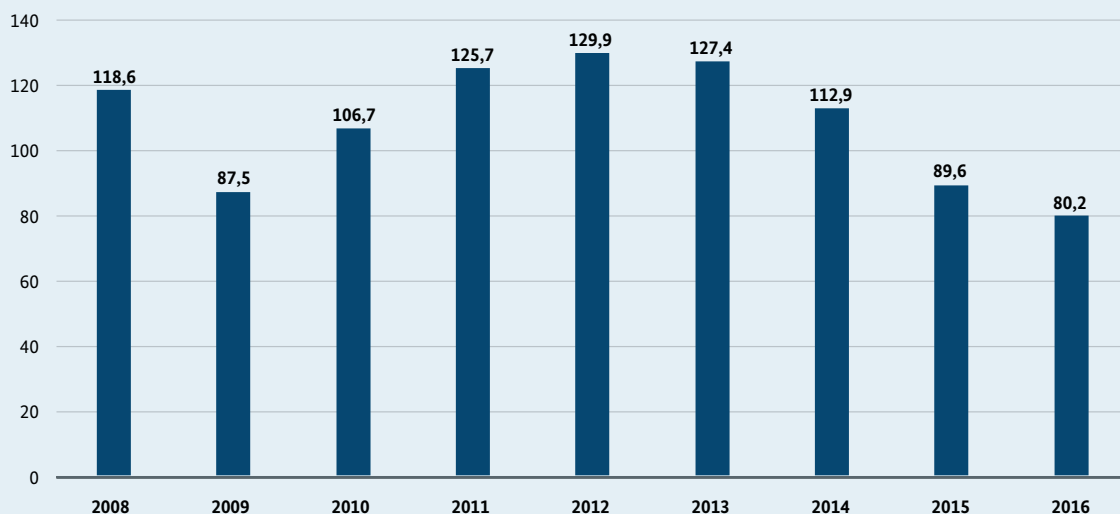
einem Rückgang um 1,6 Prozent. Dies beruht auf den marktgetriebenen Elementen der Strompreise. Dagegen stiegen die Ausgaben, die auf staatlich induzierte und regulierte

Gesamtwirtschaftliche Ausgaben für Primärenergie

Einfluss auf die Letztverbraucherausgaben für Energie haben auch die Ausgaben für die Bereitstellung von Primärenergie. Diese sind im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr erneut zurückgegangen und zwar um 10,6 Prozent auf rund 80 Milliarden Euro (Abbildung 10.1). Dies ist vor allem auf den

deutlichen Rückgang der Importpreise für fossile Rohstoffe zurückzuführen. So sind die Energiekosten durch den Verbrauch importierter fossiler Primärenergieträger von rund 54,8 auf rund 45,9 Milliarden Euro gefallen.

Abbildung 10.1: Gesamtwirtschaftliche Ausgaben für die Bereitstellung von Primärenergie in Mrd. Euro



Quelle: BMWi, eigene Berechnungen auf Basis AGEb und BAFA 10/2017

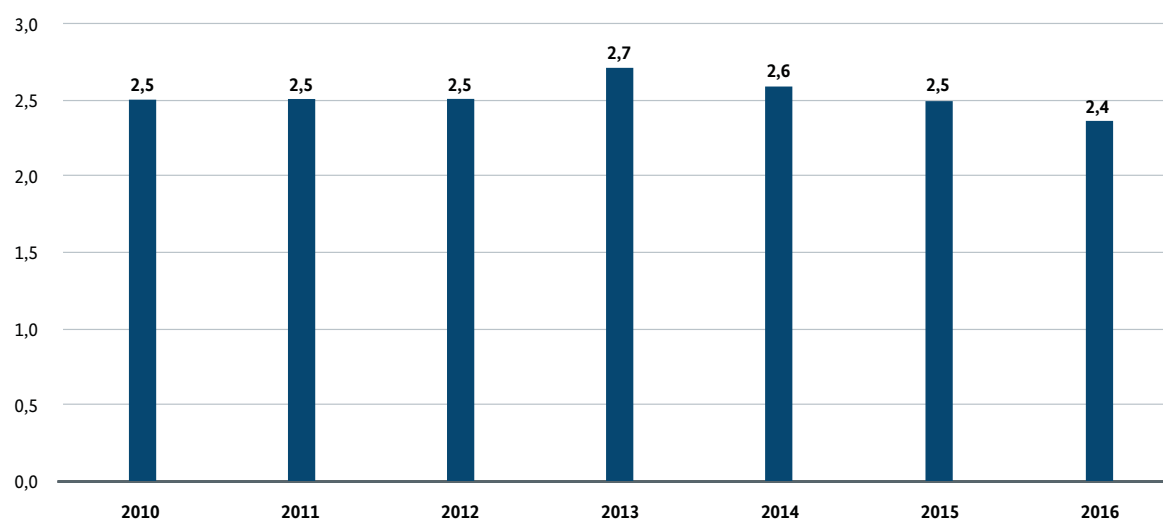
Tabelle 10.1: Letztverbraucherausgaben für Strom in Milliarden Euro

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

Quelle: BMWi sowie Berechnungen und Schätzungen der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ auf Basis von StBA und ÜNB (2017). Den Berechnungen der Gesamtausgaben liegen die Erlöse aus dem Stromabsatz abzüglich Steuervergünstigungen aus nachträglichen Entlastungsverfahren zugrunde. Die Mehrwertsteuer wird aufgrund der Möglichkeit zum Vorsteuerabzug für Unternehmen nur für private Haushalte ausgewiesen.

Strompreisbestandteile zurückzuführen sind. Insgesamt verzeichneten die Letztverbraucherausgaben für Strom nach einem deutlichen Anstieg im Jahr 2013 zuletzt einen Rückgang. Die Analyse der Letztverbraucherausgaben kann in Zukunft unter Umständen noch erweitert und verfeinert werden.

Gemessen am Bruttoinlandsprodukt sank der Anteil der Ausgaben für Strom im Jahr 2016 um rund 4,7 Prozent auf den niedrigsten Stand seit 2010. Im Jahr 2016 lag der Anteil der Letztverbraucherausgaben für Strom bezogen auf das nominale Bruttoinlandsprodukt bei 2,4 Prozent, gegenüber 2,5 Prozent im Jahr 2015 (siehe Abbildung 10.2).

Abbildung 10.2: Anteil Letztverbraucherausgaben für Strom am Bruttoinlandsprodukt in Prozent

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis StBA und Untersuchungen der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“

Debatte zu Kosten der Energiewende

Aussagen zu Kosten der Energiewende erreichen mit Recht eine hohe öffentliche Aufmerksamkeit, weil sie eng mit dem Ziel zusammenhängen, dass Energie bezahlbar bleibt und die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands gesichert ist. Dabei wird allerdings nicht selten ein Kostenbegriff verwendet, der lediglich die finanzielle Höhe eines bestimmten energiepolitischen Eingriffs, wie z. B. das EEG und die EEG-Umlage, beschreibt. Der Umbau des Energiesystems wird aber von einer Reihe von Maßnahmen begleitet, die anfangs vor allem den Stromsektor betrafen, aber zunehmend auch die Transformation im Wärmesektor und Verkehrssektor sowie deren Wechselwirkungen (Sektorkopplung) in den Blick genommen haben. Auch wenn es keinen formalen Beschluss zum Start einer Energiewende in Deutschland gegeben hat, so markieren die gesetzlichen Regelungen aus den Jahren 1999 bis 2002 zum Stromsteuergesetz, zum EEG und zum Atomgesetz rückblickend einen wichtigen Ausgangspunkt.

Bei jeder einzelnen Maßnahme kommt es darauf an, eine wirtschaftliche Umsetzung zu finden, die eine kosteneffiziente Zielerreichung ermöglicht und die Bezahlbarkeit für alle Letztverbraucher gewährleistet. Wirkungsanalysen leisten hierbei wichtige Hilfestellungen und können Aussagen zu einzelnen Kostenpositionen des heutigen Stromsystems bzw. zu Bestandteilen von Energiepreisen umfassen.

Eine Aufsummierung einzelner Kostenpositionen des heutigen Stromsystems bzw. des Strompreises (EEG-Umlage, Netzentgelte etc.) kann die Gesamtkosten der Energiewende nur unvollständig und damit nicht sachgerecht abbilden. Insbesondere würde mit einem solchen Ansatz der Eindruck vermittelt, dass ohne die Energiewende eine Energieversorgung ohne weitere Zusatzkosten gewährleistet werden könnte. Dies ist

aber nicht so. In diesem Fall müssten notwendige Investitionen für eine Fortführung bisheriger, vor allem fossiler, Erzeugungsanlagen sowie Beschaffungskosten für Brennstoffimporte mitberechnet werden. Es wird damit deutlich, dass eine umfassende Kostenbetrachtung der Energiewende einen analytischen Vergleich zwischen einem Energiesystem mit Energiewende und einem Energiesystem ohne Energiewende voraussetzt. Dies erfordert eine modellbasierte gesamtwirtschaftliche Analyse, in der die Energieversorgung heute und in der Zukunft mit einer hypothetischen Welt ohne Energiewende verglichen wird.

Darüber hinaus ist ein Energiesystem, das auf konventionellen Energiequellen beruht, mit Klima- und Umweltbelastungen sowie mit Gesundheitsrisiken verbunden. Diese Folgewirkungen lassen sich nicht vollständig in Marktpreisen und Kosten ausdrücken, sie müssen aber dennoch von der Gesellschaft getragen werden. Gleiches gilt für das Restrisiko aus der Kernenergie. Mit der Energiewende und einer Energieversorgung, die zunehmend auf erneuerbaren Energien und Effizienz basiert, werden diese Folgekosten des bisherigen Energiesystems schrittweise zurückgeführt. Das ist ein Vorteil der Energiewende, der bei einer Kostenbewertung berücksichtigt werden müsste, um ein vollständiges Bild zu erhalten.

Für die Bundesregierung gehört die Bezahlbarkeit zu den Leitkriterien bei einer optimierten Umsetzung der Energiewende. So konnte beispielsweise die Kostendynamik bei der EEG-Umlage dank verschiedener Novellen in den letzten Jahren spürbar abgebremst werden. Im Rahmen der oben dargelegten Möglichkeiten und Herausforderungen trägt das Monitoring der Energiewende zu einer erweiterten und vertieften Kostenbetrachtung bei.

10.2 Bezahlbare Energie für private Haushalte

Die Ausgaben privater Haushalte für Energie gingen im Jahr 2016 zurück. Im Durchschnitt gab ein Haushalt 2016 rund 2.681 Euro für Energie aus (siehe Abbildung 10.3), ein Rückgang um 2,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Die Ausgaben für Kraftstoffe sanken mit 5,9 Prozent am deutlichsten. Für Beleuchtung gaben Haushalte im Durchschnitt 1,6 Prozent weniger aus als im Vorjahr, während die Ausgaben für Heizung etwa konstant blieben. Die durchschnittlichen Ausgaben für Prozesswärme, die zum Beispiel zum Kochen verwendet wird, stiegen dagegen um rund 2,4 Prozent.

Der Anteil der Energieausgaben an den Konsumausgaben betrug im Jahr 2016 durchschnittlich rund 9,1 Prozent. Bei

Haushalten mit einem niedrigen Nettoeinkommen von weniger als 1.300 Euro im Monat lag der Anteil mit rund 9,7 Prozent auf einem ähnlichen Niveau. Unterscheidet man die Ausgaben für Kraftstoffe auf der einen und die Ausgaben für die übrigen Energiearten auf der anderen Seite, so zeigen sich Unterschiede. Während im Durchschnitt 3,4 Prozent der Konsumausgaben der Haushalte auf Kraftstoffe entfielen, betrug der Anteil bei Haushalten mit einem niedrigen Einkommen lediglich 2,0 Prozent. Die übrigen Energieausgaben machten bei Haushalten mit einem niedrigen Einkommen rund 8,8 Prozent der Konsumausgaben aus. Dies ist mehr als der durchschnittliche Anteil, der bei 5,6 Prozent lag. Die Bezahlbarkeit von Energie bleibt gerade für Haushalte mit einem geringen Einkommen eine Herausforderung.

Die Strompreise sind im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Haushaltskunden zahlten 2016 zum Stichtag im April im Durchschnitt 29,80 ct/kWh gegenüber 29,11 ct/kWh im Vorjahr. Dies entspricht einem Anstieg um 2,4 Prozent gegenüber dem Vorjahreswert. Weiter gesunken sind die Preisbestandteile für Beschaffung und Vertrieb. Dagegen stieg die EEG-Umlage gegenüber dem Vorjahr um 2,9 Prozent auf 6,35 ct/kWh. Auch die Netzentgelte verzeichneten einen Anstieg, und zwar um 3,0 Prozent auf 6,79 ct/kWh (siehe Abbildung 10.4). Im Jahr 2017 lag der durchschnittliche Strompreis zum Stichtag nahezu unverändert gegen-

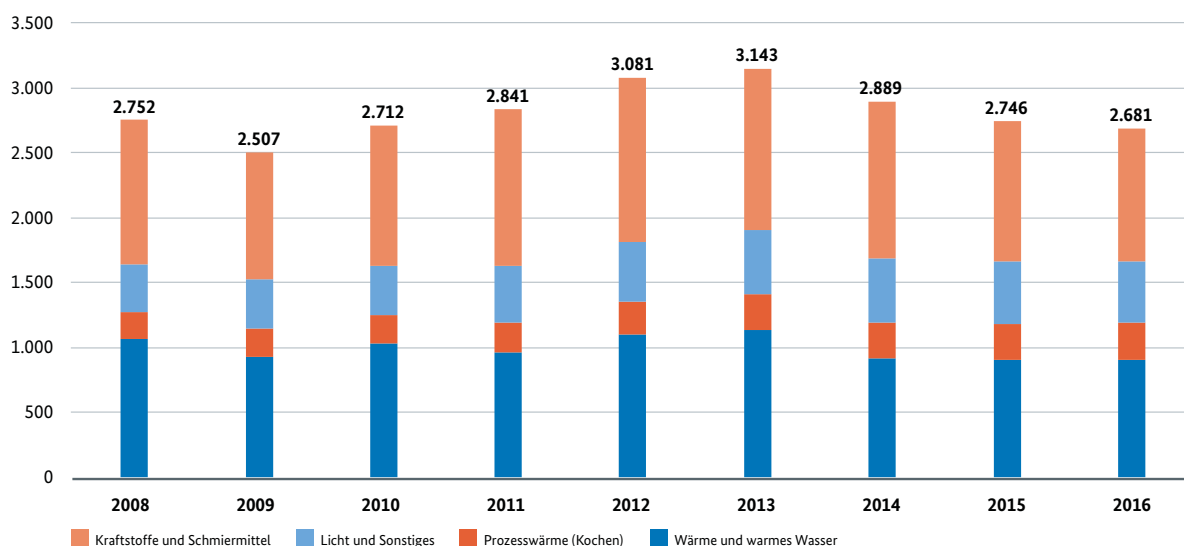
über dem Vorjahr bei 29,86 ct/kWh. Dabei kompensierten die deutlich gesunkenen Beschaffungspreise einen weiteren Anstieg der Netzentgelte und der EEG-Umlage. Letztere stieg 2017 um 8,3 Prozent auf 6,88 ct/kWh. Im Jahr 2018 sinkt die Umlage leicht um 1,3 Prozent auf 6,79 ct/kWh.

Die Kostendynamik bei den Strompreisen konnte in den letzten Jahren gebremst werden – dies ist auch das Ergebnis der Anstrengungen, die Energiewende so kosteneffizient wie möglich zu gestalten. Diese Politik hat die Bundesregierung konsequent fortgesetzt. So wurde mit dem Anfang 2017 in Kraft getretenen EEG 2017 die Förderung von erneuerbaren Energien und Kraftwärmekopplung auf wettbewerbliche Ausschreibungen umgestellt. Damit konnten bereits sehr deutliche Kostensenkungen für den weiteren Ausbau der Erneuerbaren erreicht werden. Die Ergebnisse der bisherigen Ausschreibungen für Photovoltaik und Wind zeigen dies deutlich (siehe Kapitel 4.5). Eine mittelfristige Dämpfung der Kostenentwicklung hat auch das im Juli 2017 in Kraft getretene Netzentgeltmodernisierungsgesetz zum Ziel, das u. a. ein Abschmelzen der sogenannten vermeintlichen Netzentgelte festlegt. Aufgrund des sehr hohen Wettbewerbs im Markt der Endkundenstromanbieter können Kunden zudem durch einen Wechsel des Stromanbieters Geld sparen.

Die Entwicklung der Verbraucherpreise für Erdöl und Erdgas ist vor allem auf die auch im Jahr 2016 rückläufigen Rohstoffpreise an den internationalen Rohstoffmärkten zurückzuführen. So gingen die Einfuhrpreise für Erdgas gegenüber 2015 um 24 Prozent zurück, die Einfuhrpreise für Rohöl sanken um 20 Prozent.



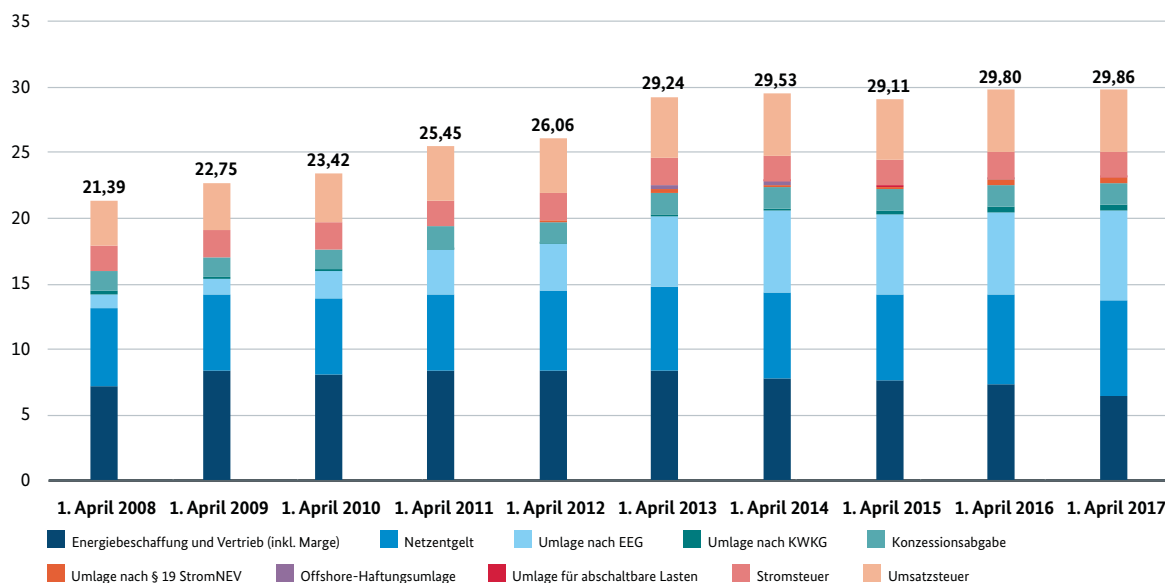
Abbildung 10.3: Durchschnittliche jährliche Energieausgaben privater Haushalte in Euro



Quelle: BMWi auf Basis StBA und AGEb 11/2017

Abbildung 10.4: Durchschnittliche Strompreise privater Haushalte

in ct/kWh



Quelle: BNetzA 11/2017. Die Daten sind jeweils zum Stichtag 1. April des Jahres ermittelt worden. Bis 2015 wurde ein Haushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.500 kWh angenommen. Seit 2016 wird ein Jahresverbrauch zwischen 2.500 bis 5.000 kWh zugrunde gelegt.

Zentrale Maßnahmen im Bereich bezahlbare Energie für private Haushalte und Industrie

Rechtsvorschriften

Das Anfang des Jahres 2017 in Kraft getretene **EEG 2017** stärkt das Prinzip einer wirtschaftlichen, kosteneffizienten und umweltverträglichen Umsetzung der Energiewende, indem es u.a. den Übergang zu wettbewerblichen Ausschreibungen markiert (siehe Kapitel 4).

Im Juli 2017 ist das **Netzentgeltmodernisierungsgesetz** in Kraft getreten, das auch ein Abschmelzen der vermiedenen Netzentgelte regelt. Von 2017 auf 2018 sind die Kosten für vermiedene Netzentgelte in den Stromverteilernetzen um insgesamt über 1 Milliarde Euro gesunken, was eine entsprechende Entlastung für die Stromverbraucher zur Folge hatte. Beide Maßnahmen können also spürbar dazu beitragen, die durch Betrieb, Modernisierung und Ausbau des Stromnetzes für Letztverbraucher entstehenden Kosten zu dämpfen (siehe Kapitel 12).

Mit der **Verordnung zur transparenten Ausweisung staatlich gesetzter oder regulierter Preisbestandteile in der Strom- und Gasgrundversorgung** hat die Bundesregierung die Transparenz für Verbraucher gestärkt und so den Vergleich der Tarife erleichtert. Anbieterwechsel können helfen, Energieausgaben zu senken.

Andere Maßnahmen

Ein effizienter Einsatz von Energie und Energieeinsparungen ist die Grundlage für sinkende Energieausgaben in der Zukunft. Dazu hat die Bundesregierung insbesondere auf den Weg gebracht:

- **Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)**
- **Informationskampagne „Deutschland macht's effizient“** (siehe Kapitel 5)
- **Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG)**

Da Deutschland trotz der Fortschritte bei der Energiewende zumindest mittelfristig bei fossilen Energieträgern weiter von Importen abhängig bleibt, hängen die Energiekosten auch stark von den Importpreisen ab. Auch um zu einer stabilen Entwicklung der Importpreise beizutragen, wird Deutschlands **internationale Energiepolitik** weiter darauf abzielen, Energielieferanten und Transportrouten so weit wie möglich zu diversifizieren (siehe Kapitel 3).

10.3 Bezahlbare Energie für die Industrie

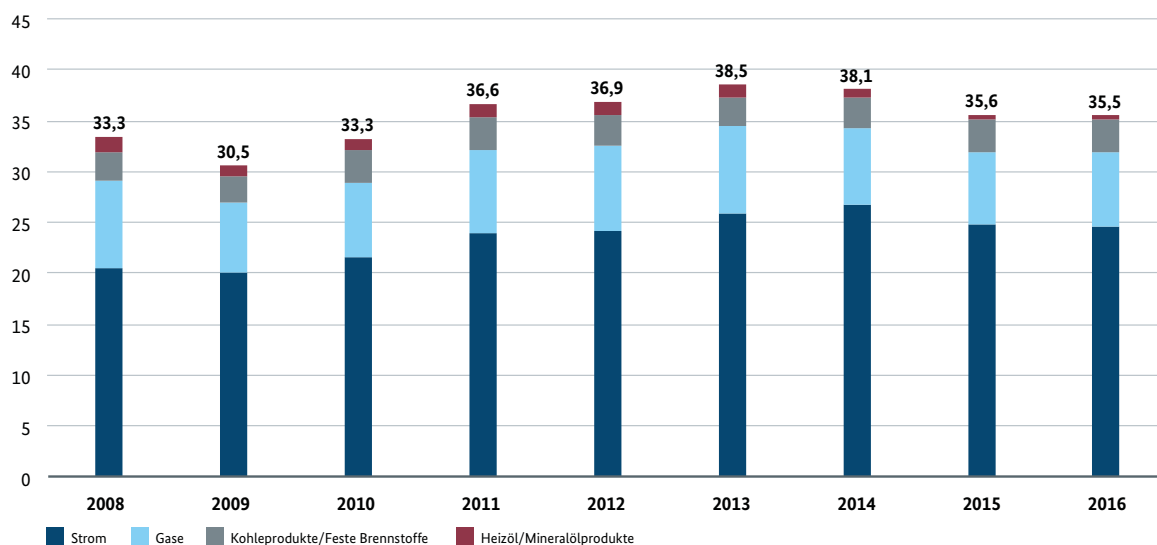
Die Gesamtausgaben der deutschen Industrie für Energie waren im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr nahezu unverändert. Energie ist für die Industrie ein wichtiger Kostenfaktor und hat somit Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Ländern. Insgesamt zahlte die Industrie 2016 wie im Vorjahr rund 36 Milliarden Euro für Energie (siehe Abbildung 10.5). Dabei glichen sinkende Preise einen Anstieg des Verbrauchs um 1,3 Prozent aus. Erneut deutlich nachgegeben haben insbesondere die Preise auf den globalen Energie-Rohstoffmärkten. Preise für Mineralölerzeugnisse wie etwa schweres Heizöl hatten im Jahr 2016 einen deutlichen Rückgang gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen, und zwar um 17 Prozent. Der Preis für Gas fiel ebenfalls um 17 Prozent von 2,95 auf 2,44 ct/kWh. Die Ausgaben für Strom verringerten sich im Jahr 2016 leicht von 25,1 auf 24,9 Milliarden Euro. Dass die Ausgaben trotz eines gegenüber dem Vorjahr um 0,7 Prozent höheren Stromverbrauchs zurückgingen, ist auf die gesunkenen Strompreise zurückzuführen (siehe unten).

Stromkosten machen etwa zwei Drittel der Gesamtkosten für Energie der Industrie aus. Sie sind daher für die Energiekosten von besonderer Bedeutung. Allerdings ist der Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch in den einzelnen Branchen sehr unterschiedlich. Zudem können sich die Preise von Unternehmen zu Unternehmen stark unterscheiden. So spielen zum Beispiel individuelle Abnahmemengen und -profile eine Rolle bei der Preisbestimmung. Zudem gibt es regionale Unterschiede, etwa bei den Netzentgelten. Verschiedene Entlastungsregelungen führen dazu, dass insbesondere

Unternehmen, deren Produktion besonders stromkostenintensiv ist und die stark im internationalen Wettbewerb stehen, unter bestimmten Bedingungen reduzierte Zahlungsverpflichtungen tragen. Die Entlastung wird von den nicht privilegierten Letztverbrauchern finanziert.

Die Strompreise für Industrieunternehmen, die nicht unter Entlastungsregelungen fallen, sind im Jahr 2016 zurückgegangen, im Jahr 2017 jedoch wieder gestiegen. Nach Erhebungen der Bundesnetzagentur lagen die Strompreise für Industrieunternehmen (Jahresabnahmemenge 24 GWh), die nicht unter die gesetzlichen Ausnahmebestimmungen fallen, zum Stichtag 1. April 2016 im Wesentlichen in einer Spanne von 12,91 bis 15,69 ct/kWh (ohne Umsatzsteuer). Die mittleren Preise sind im Jahr 2016 zum Stichtag verglichen mit dem Vorjahr um 4,0 Prozent von 14,80 auf 14,21 ct/kWh gesunken (siehe Abbildung 10.7). Dies lag vor allem an einem Rückgang des Preisbestandteils für Beschaffung, Vertrieb und Marge. Dieser Rückgang dürfte hauptsächlich auf die zu Beginn des Jahres 2016, und somit vor dem Stichtag der Strompreiserhebung durch die BNetzA, nochmals deutlich gesunkenen Großhandelspreise zurückzuführen sein (siehe Kasten). Zu dem Rückgang bei den Strompreisen trugen zudem die bei nicht unter Entlastungsregelungen fallenden Industriekunden um 0,06 ct/kWh auf 2,06 ct/kWh gesunkenen Netzentgelte bei. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einige große Industriekunden mit einem hohen Jahresverbrauch und einer stetigen Abnahme einen separaten Netznutzungsvertrag mit ihrem Netzbetreiber abschließen und somit individuelle Netzentgelte zahlen. Im Jahr 2017 sind die Strompreise zum Stichtag 1. April gestiegen, und zwar um 4,9 Prozent auf 14,90 ct/kWh.

Abbildung 10.5: Energiekosten der Industrie
in Mrd. Euro



Quelle: BMWi auf Basis AGEB und StBA 10/2017

Börsenstrompreise

Der langjährige Abwärtstrend bei den Preisen im Börsenstromhandel hat sich ab der zweiten Jahreshälfte 2016 gewendet. An der Strombörse European Energy Exchange (EEX) fiel der Preis für Lieferungen im Folgejahr (Baseload, Year Future) im Jahresdurchschnitt 2016 gegenüber 2015 um 14 Prozent auf rund 27 Euro/MWh. Dies lag jedoch hauptsächlich an deutlichen Rückgängen der Preise zu Beginn des Jahres. In der zweiten Jahreshälfte folgte der Börsenpreis einem Aufwärtstrend und lag im Dezember 2016 mit rund 31 Euro/MWh so hoch wie zuletzt Mitte 2015 (siehe Abbildung 10.6). Auch 2017 hielt der Aufwärtstrend über das Gesamtjahr betrachtet an. Im Dezember lag der Börsenpreis bei 38 Euro/MWh. Auffällig sind die hohen Spotmarktpreise im Frühjahr 2017. Sie sind auf eine kühle Witterung und hohe Stromnachfragen aus Frankreich zurückzuführen. Bezogen auf einen langjährigen Betrachtungszeitraum liegt der Börsenstrompreis im Jahr 2017 allerdings immer noch auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Am Spotmarkt verzeichneten die Preise, bei naturgemäß höherer Volatilität, insgesamt einen vergleichbaren Verlauf wie am Terminmarkt. Auch das Preisniveau war zumeist ähnlich. Die Preise am Terminmarkt deuten darauf hin, dass die Börsenteilnehmer in naher Zukunft mit tendenziell steigenden Großhandelsstrompreisen rechnen.

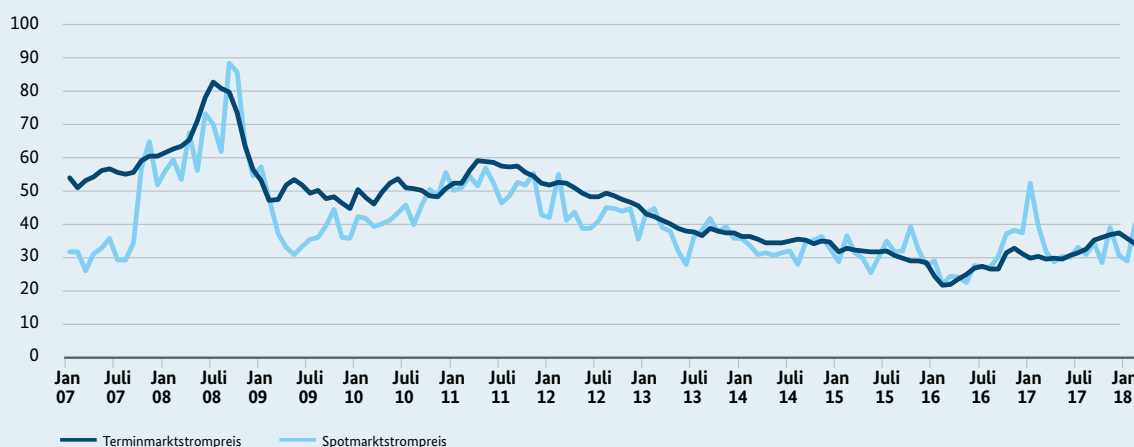
Trifft ein hohes Angebot kostengünstiger Strommengen auf eine geringe Nachfrage, kann es zu negativen Börsenpreisen kommen. Diese Situation kann zum Beispiel auftreten, wenn frühmorgens, an Feiertagen oder am Wochenende eine



niedrige Nachfrage auf eine witterungsbedingt hohe Einspeisung aus Wind und Photovoltaik trifft. Negative Preise bieten ein Investitionssignal für die Flexibilisierung von konventioneller Erzeugung und zunehmend auch von Nachfrage. Im Jahr 2016 gab es insgesamt 97 Stunden mit negativen Preisen am Spotmarkt. Dies entspricht einem Anteil von 1,1 Prozent. Im Jahr 2017 waren es insgesamt 146 Stunden, was einem Anteil von rund 1,7 Prozent entspricht. Der Börsenhandel macht den Großteil des Handels mit Strom aus. Ein anderer Teil wird über außerbörsliche bilaterale Verträge gehandelt, die allerdings ebenfalls durch die Preissignale von der Strombörse beeinflusst sind. Solche Verträge haben häufig eine Laufzeit über mehrere Jahre.

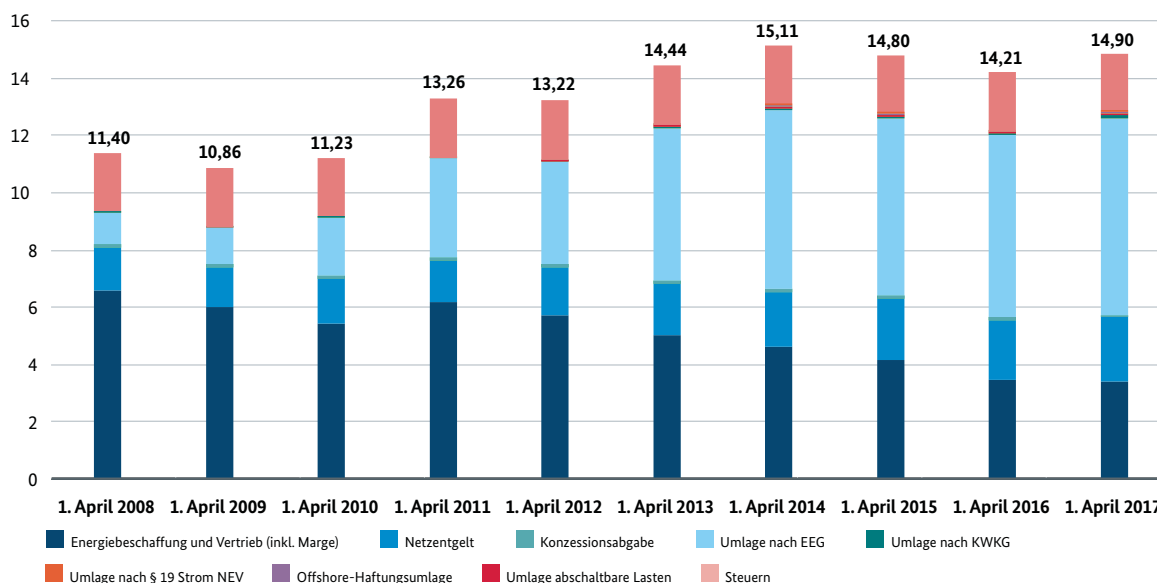
Abbildung 10.6: Börsenstrompreise im Spotmarkt und Terminhandel

in Euro/MWh



Quelle: EEX 03/2018, Monatsmittelwerte für Produkte Day Base (Stundenkontrakte) und Phelix-Futures (Baseload, Year Future)

Abbildung 10.7: Strompreise für Industrieunternehmen, die nicht unter Entlastungsregelungen fallen
in ct/kWh



Quelle: BNetzA 11/2017. Die Daten sind jeweils zum Stichtag 1. April des Jahres ermittelt worden. Angenommen wird ein Jahresverbrauch von 24 GWh (Jahreshöchstlast 4.000 kW und Jahresnutzungsdauer von 6.000 Stunden) in der Mittelspannung. Angaben zu Steuern bis 2013 inklusive Umsatzsteuer.

10.4 Bezahlbare Energie für eine wettbewerbsfähige Wirtschaft

Wachstum und Beschäftigung in Deutschland erfordern leistungsstarke und international wettbewerbsfähige Industrien. Gerade die energieintensiven Industrien bilden die Voraussetzung für den Erhalt geschlossener Wertschöpfungsketten und die Ansiedlung nachgelagerter Produktionsstandorte in Deutschland. Sie tragen damit direkt und indirekt in erheblichem Maße zur Schaffung und zum Erhalt von qualifizierten Arbeitsplätzen in Deutschland bei. Die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und insbesondere der Industrie hängt aber nicht zuletzt von den heimischen Energiepreisen im internationalen Vergleich ab.

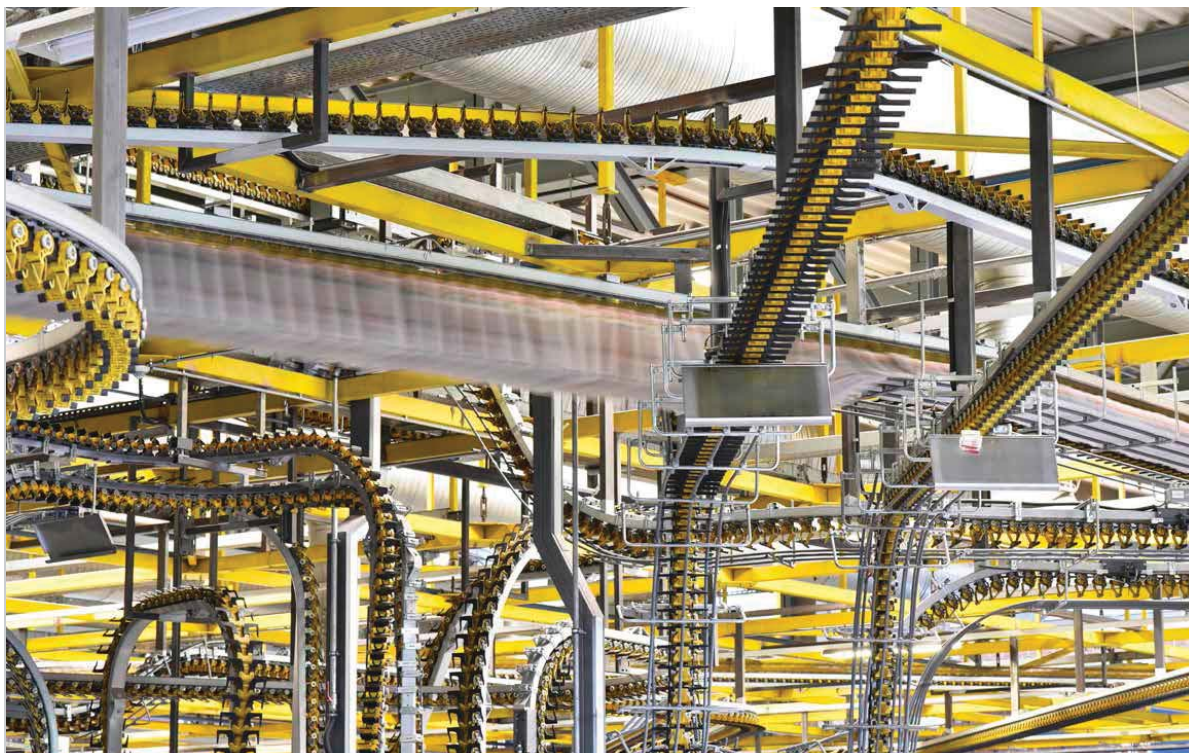
Die Kraftstoff- und Erdgaspreise lagen in Deutschland im Jahr 2016 auf einem ähnlichen Niveau wie im EU-Durchschnitt. Die Preise für Diesel-Kraftstoffe zum Beispiel lagen 1,0 Prozent unter dem EU-Durchschnitt. Gaspreise für Industriekunden in Deutschland lagen knapp 8,5 Prozent über dem europäischen Mittel.

Auch wenn die Strompreise für viele deutsche Industrie- und Gewerbeunternehmen im Jahr 2016 gesunken sind, lagen die Strompreise weiterhin über dem EU-Durchschnitt. Nach Zahlen von Eurostat für das zweite Halbjahr 2016 lagen die Preise für kleine Gewerbe- und Industriekunden mit einem Jahresverbrauch unter 20 MWh um 17,5 Prozent und für mittelgroße Industriekunden mit einem Jahresverbrauch

von 70 bis 150 GWh um 15,1 Prozent über dem EU-Durchschnitt (Angaben ohne Mehrwertsteuer sowie erstattungsfähige Steuern und Abgaben).

Bei den Strompreisen für besonders stromintensive Unternehmen liegt Deutschland wegen verschiedener Entlastungsregelungen im EU-Vergleich im Mittelfeld. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie von Ecofys, ISI (2015) auf Grundlage von Daten für das Jahr 2014. Der Vergleich der Strompreise auf internationaler Ebene ist insbesondere für Unternehmen relevant, deren Produktion energieintensiv ist und die besonders stark im internationalen Wettbewerb stehen. Damit solche Unternehmen durch die Kosten der Energiewende nicht im Wettbewerb benachteiligt werden, gibt es verschiedene Entlastungsregelungen. Der Strompreis für diese Unternehmen wird hauptsächlich durch die Kosten für Beschaffung und Vertrieb bestimmt, so dass sich unter anderem die niedrigen Börsenstrompreise positiv auswirken.

Entlastungsregelungen leisten einen unverzichtbaren Beitrag zum Erhalt des Industriestandorts Deutschland und liegen im gesamtwirtschaftlichen Interesse. Für die Bundesregierung steht fest, dass die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie nicht gefährdet werden darf. Ziel bleibt, die Abwanderung von Unternehmen in Länder mit niedrigeren Umweltstandards bzw. geringeren Abgaben auf Energie („Carbon Leakage“) zu vermeiden sowie geschlossene Wertschöpfungsketten und industrielle



Arbeitsplätze in Deutschland dauerhaft zu sichern. Die Ausnahmeregelungen im EEG und KWKG bedeuten entsprechend höhere Strompreise für private Haushalte und nicht-privilegierte Unternehmen. Auf Basis der aktuellen Jahresabrechnung wurde die Entlastungswirkung durch die Besondere Ausgleichsregelung im Jahr 2016 mit 1,46 ct/kWh bzw. 23,0 Prozent der EEG-Umlage finanziert.

Regelungen zum Schutz vor Carbon Leakage tragen dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie und Klimaschutzanforderungen in Einklang zu bringen. Bereits

heute gilt: Die deutsche Wirtschaft produziert mehr, stößt aber trotzdem weniger Treibhausgase aus (siehe Kapitel 8.3). Für energieintensive Unternehmen, deren Produkte in einem besonderen internationalen Wettbewerb stehen, soll die Kostenbelastung durch die CO₂-Vermeidung so begrenzt werden, dass Carbon Leakage vermieden wird. So bleibt die heimische Wirtschaftskraft erhalten. Gleichzeitig sind entsprechende Regelungen auch für den globalen Klimaschutz förderlich, weil Treibhausgasemissionen begrenzt und nicht in Länder verlagert werden, in denen gegebenenfalls geringere Klimaschutzstandards herrschen.

Energiestückkosten

Die Energiekosten eines Unternehmens werden neben den Energiepreisen auch vom Energieverbrauch bestimmt. Der Energieverbrauch hängt nicht nur davon ab, wie viel produziert wird, sondern auch davon, wie effizient Energie eingesetzt wird. Somit können höhere Energiepreise gegenüber einem Konkurrenzstandort durch eine höhere Effizienz im Energieeinsatz und eine damit verringerte Energieintensität in der Fertigung in einzelnen Bereichen teilweise ausgeglichen werden. Beide Faktoren – Energiepreise und Energieeffizienz – können in den Energiestückkosten zusammenhängend betrachtet werden. Um die Energiestückkosten zu ermitteln, werden grundsätzlich die zusammengefassten Energiekosten ins Verhältnis zur Bruttowertschöpfung oder

zum Bruttoproduktionswert (Bruttowertschöpfung plus Wert der Vorleistungen) gesetzt. Es werden jedoch verschiedene Ansätze zur konkreten Berechnung wissenschaftlich diskutiert. Insgesamt ist die Aussagekraft von Energiestückkosten zur Kostenbelastung der Unternehmen und zur Wettbewerbsfähigkeit teilweise noch umstritten.

Berechnungen auf Basis der amtlichen Statistik ergeben zum Beispiel, dass die durchschnittlichen Energiestückkosten der deutschen Industrie im Jahr 2015 bei 17,15 Euro je 1.000 Euro Bruttoproduktionswert lagen. Im Jahr 2014 waren es noch 18,48 Euro.

Zentrale Maßnahmen im Bereich faire Wettbewerbsbedingungen

- Besondere Ausgleichsregelung sowie Entlastungsregelungen für Eigenverbrauch im EEG
- Ermäßigungen bei der KWKG-Umlage
- Entlastungen im Energie- und Stromsteuergesetz, z. B. Spitzenausgleich
- teilweise freie Zuteilung im EU-Emissionshandelssystem (siehe Kapitel 3)
- Entlastungen bei den Netzentgelten



11 Umweltverträglichkeit der Energieversorgung

Wo stehen wir?

Mit der Energiewende sind sowohl entlastende Wirkungen für die Umwelt und Synergieeffekte für eine nachhaltige Energiewirtschaft als auch mögliche neue Umwelt- und Gesundheitseffekte sowie Eingriffe in Natur und Landschaft verbunden.

Um die Veränderungen des Umweltzustandes durch die Energiewende fachlich fundiert darzustellen, wird derzeit ein geeigneter Indikatorensatz erarbeitet. Ziel ist es, auf Grundlage eines kontinuierlichen, wissenschaftlich begleiteten Monitorings mögliche schädliche Umweltwirkungen frühzeitig zu identifizieren und so weit wie möglich zu vermeiden.

Was ist neu?

Gegenwärtig laufen umfangreiche Forschungsarbeiten, um die ökologische Verträglichkeit und Entwicklung vorbeugender Maßnahmen beim Ausbau der erneuerbaren Energien und der Modernisierung der Infrastruktur zu bewerten. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Studien soll schrittweise ein umweltbezogenes Monitoring der Energiewende entwickelt werden. Die Ergebnisse des Monitorings berücksichtigt das vorliegende Kapitel. Dies trägt zur Transparenz der Energiewende bei.

Der erste Stickstoff-Bericht der Bundesregierung vom Mai 2017 unterstreicht die Notwendigkeit, den Stickstoffeintrag durch einen sektorenübergreifenden Ansatz auf ein umwelt- und gesundheitsverträgliches Maß zu reduzieren.

Umweltverträglichkeit	Die Energieversorgung umwelt-, klima- und naturverträglich gestalten.
------------------------------	---

Ausgehend vom energiepolitischen Zieldreieck als zentraler Orientierung (siehe Kapitel 2) widmet der Monitoring-Bericht den Umweltwirkungen der Energiewende ein eigenes Kapitel. Generell gehen mit jeder Art der Energieumwandlung Wirkungen auf die natürliche Umwelt, den Menschen und die Ressourcen einher. Umso wichtiger ist, auch in Verantwortung für die künftigen Generationen, der gebotene Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen. Ziel eines künftigen umweltbezogenen Monitorings der Energiewende ist es, zu verdeutlichen, welche Auswirkungen die Energiewende in den vergangenen Jahren bereits entfalten konnte, um die Umweltbilanz zu verbessern, und welche weiteren Entwicklungen zu erwarten sind. Die Umweltverträglichkeit ist ein zentraler Aspekt bei der weiteren Gestaltung der Energiewende.

Hierfür ist es – neben dem Nachweis der Treibhausgasminde- rung – erforderlich sicherzustellen, dass die möglichen Umwelt- und Gesundheitseffekte sowie mögliche Auswirkungen auf Natur und Landschaft bei der Energiewende frühzeitig identifiziert werden. Wenn beispielsweise weniger fossile Brennstoffe verbrannt werden und Deutschland aus der Nutzung der Kernenergie aussteigt, so reduziert dies die Umweltbelastung erheblich. Entsprechend werden die gesundheitlichen Risiken für den Menschen vermindert. Andererseits gilt es sicherzustellen, dass der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien (siehe Kapitel 4) und weitere technologische Entwicklungen (siehe Kapitel 14) keine höheren negativen und insbesondere keine schwerwiegenden Umwelt- und Gesundheitswirkungen hervorrufen.

Der erste Schritt für das Monitoring der Umwelt- und Gesundheitswirkungen der Energiewende ist, einen qualifizierten Bewertungsmaßstab für die mit der Energieumwandlung einhergehenden Auswirkungen und Änderungen des Umweltzustands zu etablieren. Bisher liegen keine vergleichbaren Zeitreihen zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Energiesystems vor, wie dies etwa für die Treibhausgasemissionen der Fall ist (siehe Kapitel 8). Das Umweltbundesamt hat daher ein Forschungsvorhaben in Auftrag gegeben, das dazu beitragen soll, diese Datenlücke zu schließen. Weitere Forschungsprojekte werden derzeit u. a. im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz bearbeitet. Dabei geht es insbesondere um die Frage: Wie wirkt sich der Ausbau erneuerbarer Energien und des Stromnetzes auf Natur und Landschaft aus? Geforscht wird auch, um Ansätze zur Konfliktvermeidung zwischen Naturschutz und Erneuerbaren-Ausbau zu entwickeln. Das Bundesamt für Strahlenschutz führt ein Forschungsprogramm zum Strahlenschutz beim Ausbau des Stromnetzes durch.

Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Studien soll das künftige umweltbezogene Monitoring der Energiewende schrittweise entwickelt werden. Wie in den nachfolgenden Unterkapiteln näher dargestellt, soll es sich auf die Auswir-

kungen der Energiewende, d. h. des Energiesystems und dessen Transformation, auf

- Wasser, Boden und Luft (Kapitel 11.1),
- Rohstoff- und Flächennutzung (Kapitel 11.2),
- Natur und Landschaft (Kapitel 11.3),
- die menschliche Gesundheit (Kapitel 11.4)

fokussieren. Dabei handelt es sich um einen kontinuierlichen Prozess. Im Folgenden wird ein erster Überblick über einzelne Aspekte des künftigen umweltbezogenen Monitorings der Energiewende gegeben.

11.1 Wasser, Boden und Luft

Die Energiewirtschaft ist für einen großen Teil der Luftverschmutzung in Deutschland verantwortlich. Neben Treibhausgasen werden Luftschadstoffe insbesondere in allen Sektoren freigesetzt, in denen fossile und biogene Brennstoffe verbrannt werden. Beispielsweise hat der Energiesektor im Jahr 2015 einen maßgeblichen Anteil an den gesamten Stickstoffoxidemissionen (rund 25 Prozent), den Schwefeldioxidemissionen (gut 60 Prozent), den Feinstaubemissionen (PM_{2,5}, knapp 9 Prozent) und den Quecksilberemissionen (rund 65 Prozent). Diese Schadstoffe belasten nicht nur die natürliche Umwelt, sondern wirken sich auch nachteilig auf die menschliche Gesundheit aus.

Im Bereich Energiewirtschaft stoßen insbesondere Kohlekraftwerke in erheblichem Umfang Schadstoffe in die Luft aus. Mit einem Anteil von 54 Prozent der Schwefeldioxidemissionen tragen sie den Großteil der Emissionen des Energiesektors bei. An Quecksilberemissionen sind sie mit rund 65 Prozent, an Stickstoffoxidemissionen mit 17 Prozent und an Feinstaubemissionen mit 10 Prozent an den Gesamtemissionen des Energiesektors beteiligt. Es ist jedoch festzuhalten, dass die energiebedingten Emissionen von sog. „klassischen“ Luftschadstoffen wie Stickoxide, Schwefeldioxid, flüchtige organische Verbindungen, Ammoniak und Staub bzw. Feinstaub seit 1990 stark gesunken sind. Bei zusätzlichen Maßnahmen ist der umweltpolitische Nutzen gegen die Investitionskosten abzuwägen.

Im Jahr 2016 wurden mit dem Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare unter Berücksichtigung der Vorketten netto Treibhausgasemissionen in Höhe von rund 160 Millionen t CO₂-Äquivalente vermieden. Auf den Stromsektor entfielen 119 Millionen t CO₂-Äquivalente. Im Wärmesektor wurden 35 Millionen t und durch biogene Kraftstoffe 6 Millionen t CO₂-Äquivalente vermieden. Für das Jahr 2017 zeichnet sich ab, dass erneuerbare Energien rund 179 Millionen t CO₂-Äquivalente vermieden (siehe Kapitel 8.2).



Auch mit dem Einsatz erneuerbarer Energien können jedoch **zusätzliche Emissionen von Luftschadstoffen** einhergehen. So können bei der Verbrennung von Biomasse in relativ kleinen und dezentralen Anlagen Stickstoffoxide und Staub entstehen. Das Ausbringen pflanzlicher Gärreste aus der Biogaskirtschaft kann zu zusätzlichen Emissionen von Ammoniak führen, die dazu beitragen, dass Böden versauert und überdüngt und zusätzlicher sekundärer Feinstaub gebildet werden. Insofern ist es sinnvoll, neue und bisherige Energieumwandlungssysteme in ihrem Gesamtzusammenhang zu betrachten. Zum Anteil von Energiewirtschaft und Industrie an den Gesamtstickstoffemissionen wird auf Kapitel 11.4 verwiesen.

Daten zu standortbezogenen Emissionen in Wasser und Boden aus der energetischen Nutzung sind ebenfalls verfügbar. Jedoch eignen sich diese Ergebnisse eher, um lokale bzw. regionale Belastungssituationen zu charakterisieren (siehe das nationale Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister „Pollutant Release and Transfer Register“ – PRTR). Daneben haben die Anbauflächen für Energiepflanzen, insbesondere Mais, in der Vergangenheit regional deutlich zugenommen. Mittlerweile konnte der Zubau von Mais zur Biostromerzeugung durch Anpassungen im EEG jedoch abgebrems werden. Vor allem mit der Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung gehen erhöhte Nitratreinträge in das Grundwasser und die Oberflächengewässer sowie vermehrte Einträge von Ammoniak, Stickstoffoxiden und Lachgas in die Luft einher. Generell gilt, dass alle an die Umgebungsluft abgegebenen Schadstoffe auch in die Umweltmedien Boden und Wasser eingetragen werden können. Auch diese möglichen mittelbaren Auswirkungen gilt es in Betracht zu ziehen.

Neben stofflichen emissionsbedingten Auswirkungen sind auch **nicht stoffliche Rückwirkungen des Energiesektors**, z. B. **auf die Gewässer, zu berücksichtigen.** Dabei handelt es sich einerseits um unmittelbare technische Eingriffe, beispielsweise indem Wasserkraft zur Stromgewinnung genutzt wird. Andererseits beeinträchtigt auch die Kühlwasserentnahme von Kraftwerken das Ökosystem Fluss in seinem stofflichen und thermischen Gefüge. Hier hat sich die Lage in Deutschland in den vergangenen Jahren verbessert. Zwischen den Jahren 2010 und 2013 ist die Kühlwassermenge um rund 7 Milliarden Kubikmeter zurückgegangen. Im Jahr 2013 betrug der Anteil 54,2 Prozent der gesamten Wassernutzung (25,1 Milliarden Kubikmeter). Es wird erwartet, dass sich dieser Anteil durch den Ausbau der erneuerbaren Energien weiter verringert. Neben Oberflächengewässern beeinflusst die Energiewirtschaft, z. B. über Tagebaue oder geothermische Anlagen, auch den Zustand des Grundwassers – durch ihre stofflichen Einträge, aber auch, indem sie den Wasserstand beeinflusst.

Im Verkehr zu berücksichtigende Wirkungen der Verwendung erneuerbarer Energien – neben der Nutzung von Biokraftstoffen – durch die Elektromobilität: Durch den Wechsel zu elektrischen und anderen alternativen Antrieben werden Schadstoff- und Klimagasemissionen, die durch die Verbrennung der Kraftstoffe auftreten, teilweise vermieden und teilweise von diesem Bereich in den Stromsektor verlagert (siehe Kapitel 7.2 und 13.1). Zu dieser Verlagerung wird auch die Nutzung von Power-to-X-Erzeugnissen wie grüner Wasserstoff beitragen, der mit rund 13 g CO₂/MJ H₂ nahezu emissionsfrei ist, falls ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien zur Herstellung des Wasserstoffs eingesetzt wird.

11.2 Rohstoff- und Flächennutzung

Rohstoffbedarf und Anlagenstandort spielen generell bei jeder Art von Energieerzeugung eine entscheidende Rolle – sowohl aus Gründen des Klimaschutzes und der Umweltverträglichkeit als auch der Wirtschaftlichkeit. Mit effizientester Nutzung von Rohstoffen und nachhaltiger Flächennutzung kann die Energiewende einen vorbildlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Eine solche Rohstoffnutzung setzt ressourceneffiziente Planung, Produktion und Betrieb von Anlagen sowie möglichst geschlossene Rohstoffkreisläufe voraus. Soweit importierte Rohstoffe eingesetzt werden, gilt es außerdem, bei der Rohstoffgewinnung internationale Umwelt- und Sozialstandards einzuhalten und die Transparenz von Rohstofflieferketten zu erhöhen. Viele der im fossil-nuklearen Bereich verwendeten Rohstoffe sind heute nicht oder nicht effizient recycelbar. Für die in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien verwendeten Materialien gibt es hingegen zunehmend effiziente Kreislaufkonzepte. Entsprechende Technologien werden laufend weiterentwickelt und effizienter gestaltet. Künftig gilt es, insbesondere bei neuen Verbundwerkstoffen und Leichtbaukomponenten, die Recyclingfähigkeit bereits im Forschungs- und Entwicklungsstadium zu berücksichtigen. Der zunehmende Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energiequellen bereits bei der Rohstoffgewinnung sowie in der Produktion der Anlagenkomponenten wird die Auswirkungen von erneuerbar produziertem Strom auf Klima und Umwelt weiter verringern.

Um die Flächennutzung für Gewinnung, Verarbeitung und Transport von Energieträgern und Energieanlagen einschließlich der Vorketten zu minimieren und die dauerhafte Verschlechterung von Böden und den Verlust landwirt-

schaftlicher Nutzfläche zu vermeiden, sind im Rahmen des umweltbezogenen Monitorings zu betrachten: Zum einen der Flächenverbrauch der konventionellen Kraftwerke und zur Gewinnung fossiler Energieträger wie Braunkohle. Zum anderen ist aber zu berücksichtigen, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen Flächen belegen und ihre Nutzung ändern. Zu nennen sind u. a. die Freiflächenphotovoltaik, Windenergieanlagen sowie die land- und forstwirtschaftliche Produktion von Biomasse. Im Bereich der konventionellen Erzeugung sind auch künftig geänderte Flächennutzungen zu berücksichtigen, etwa wenn Braunkohletegbau rekultiviert werden.

Mit der Umstellung des Energiesystems verändern sich der Flächenbedarf und die Art der Flächennutzung. Die Flächenverbräuche durch den Abbau fossiler Energieträger nehmen perspektivisch zwar nicht weiter zu. Hingegen sind der Flächenbedarf und die unterschiedlichen räumlichen Wirkungen erneuerbarer Energien im Vergleich zu konventionellen Energieerzeugungstechniken insgesamt höher. Mit der Umstellung auf erneuerbare Energien kann sich die Struktur der Energieumwandlung und -nutzung zudem von einer kleinen Anzahl zentraler Standorte hin zu einer Vielzahl kleinerer, dezentral angeordneter Standorte verlagern.

Auch die einzelnen Erneuerbare-Energien-Technologien verbrauchen in sehr unterschiedlichem Maße Flächen und wirken sich sehr heterogen auf Natur und Landschaft aus. So wurden laut der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe im Jahr 2016 auf einer Fläche von etwa 1,45 Millionen Hektar (fast 8 Prozent der landwirtschaftlichen Fläche) Pflanzen zur Energienutzung angebaut. Für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur Biokraftstoffherstellung



(überwiegend Raps) wurden rund 960.000 Hektar beansprucht. Zudem geht mit dem Anbau von Biomasse für energetische Nutzung stellenweise ein Verlust von Grünland einher. Das wirkt sich negativ auf den Erhalt der biologischen Vielfalt und zahlreicher Ökosystemleistungen aus.

Um Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen mit der Nahrungsmittelproduktion und dem Naturschutz zu vermeiden und den Anteil der Bioenergie zugunsten flächeneffizienterer Energieträger wie Windenergie oder Photovoltaik weiter zurückzufahren, kann die Nutzung von Bioenergie aus Rest- und Abfallstoffen einen wichtigen Beitrag leisten. Dabei ist es wichtig, effiziente Strategien zur stofflichen Nutzung von biogenen Ressourcen zu entwickeln.

Effiziente Erzeugung und Verteilung erneuerbarer Energien und ein reduzierter Energieverbrauch können zur Reduzierung des Flächenverbrauchs und zur Minderung von Flächenkonkurrenzen und Belastungen der Landschaft beitragen. Zur weiteren Reduzierung des Flächenverbrauchs sind grundsätzlich insbesondere solche Technologien geeignet, die verbrauchsnahe sowie auf ohnehin versiegelten Flächen genutzt werden, wie die Gewinnung von Solarenergie auf Dächern und an Fassaden sowie Wärmepumpen oder Erdwärme.

11.3 Natur und Landschaft

Mit der Beachtung des gebotenen Schutzes der Biodiversität und der Lebensgrundlagen von Natur und Mensch wird bei der Umsetzung der Energiewende ein wesentlicher Beitrag zu ihrer Akzeptanz geleistet. Generell ist in dieser Hinsicht festzustellen: Der Strukturwandel im Energiebereich führt einerseits zu deutlichen neuen Auswirkungen auf die Natur. Das beeinflusst das Erscheinungsbild der Landschaft, den Naturhaushalt und die biologische Vielfalt. Gleichzeitig kommt es durch einen verringerten Einsatz konventioneller Energieträger zu Entlastungen.

Die Auswirkungen auf Natur und Landschaft durch Bau und Betrieb der verschiedenen konventionellen und Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie der Netzinfrastruktur sind sehr unterschiedlich. Hervorzuheben sind hierbei der Verbrauch von Flächen, der Verlust von Lebensräumen, die Beeinträchtigung von Böden und Gewässern sowie die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Weiter gibt es Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt. Mögliche Konflikte durch Störungen oder Verluste werden regelmäßig in Planungen und Genehmigungen im Rahmen des Gebiets- und Artenschutzes berücksichtigt. Dabei sind bindende, EU-rechtlich vorgegebene Rahmenbedingungen zu beachten.

Windenergieanlagen an Land: Eine Optimierung der Auswahl auf die verträglichsten Standorte im Rahmen der jeweiligen

Standortplanung, -prüfung und -genehmigung dient der Vermeidung möglicher negativer Auswirkungen auf Tierarten und deren Lebensräume sowie auf das Landschaftsbild und nicht zuletzt der Interessen der Anwohner. Dazu tragen



insbesondere die Raumordnungspläne der Länder (Landesentwicklungs- und Regionalpläne) sowie die kommunale Bauleitplanung bei. Der Großteil der Windenergieanlagen befindet sich auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. In einigen Bundesländern werden zunehmend Windkraftanlagen auch im Wald errichtet. So wurde im Jahr 2016 rund ein Viertel der Anlagen im Wald in Betrieb genommen. Je nach Landesrecht sind auch Anlagen vereinzelt in bestimmten Schutzgebieten zulässig. Hinsichtlich des Landschaftsbildes geht derzeit der überwiegende Teil der Länder davon aus, dass die Beeinträchtigungen nicht ausgleichbar sind, und legt daher unmittelbar Ersatzzahlungen nach dem Bundesnaturschutzgesetz fest. Neben der Standortauswahl bestehen weitere Möglichkeiten zur Konfliktminimierung. Dazu gehören z.B. neu entwickelte Technologien und Vermeidungsmaßnahmen. Um das Risiko von Kollisionen zu vermindern, werden etwa zum Schutz von Fledermäusen vielfach Abschaltvorgaben festgelegt und zum Schutz bestimmter Vogelarten Abstandsregelungen angewendet. Die Nachfrage nach land- und forstwirtschaftlicher Biomasse zur Energiegewinnung kann einerseits z.B. durch Verluste von Lebensräumen und ökologischen Naturhaushaltsfunktionen die biologische Vielfalt beeinträchtigen, andererseits können mögliche Synergien zwischen dem Erneuerbare-Energien-Ausbau und dem Schutz biologischer Vielfalt, wie sie beispielsweise aufgrund der energetischen Nutzung von Landschaftspflegematerialien bestehen, genutzt werden.

Windenergieanlagen auf See: Bau und Betrieb dieser Anlagen können Auswirkungen wie Schalleinträge auf marine Säuger haben. Sie können Habitate von Vögeln und Fledermäusen sowie geschützte Biotope beeinträchtigen. Das BMU hat im Jahr 2013 in einem Schallschutzkonzept für die Ausschließliche Wirtschaftszone in der Nordsee ein Konzept entwickelt, nach denen die Bauarbeiten für Windenergieanlagen auf See in kritischen Bereichen so durchgeführt werden müssen, dass Schweinswalen ein ausreichend großer Rückzugsraum bleibt.

Die energetische Nutzung von Holz hat vor allem in Heizungsanlagen sowie Heiz- bzw. Heizkraftwerken (siehe Kapitel 4) in den letzten Jahren stark zugenommen. Derzeit wird rund die Hälfte des in Deutschland verwendeten Waldholzes einer direkten energetischen Nutzung zugeführt. Zusätzliche Holzpotenziale sind stark begrenzt; eine mögliche steigende Nachfrage könnte zu Lasten der Biodiversität im Wald führen. Die Nutzung von Holz kann unter bestimmten Voraussetzungen nicht nur Natur- und Klimaschutzvorteile haben, sondern zudem Konkurrenzen zwischen stofflicher und energetischer Nutzung vermeiden. Auch die Senkung des Endenergieverbrauchs in Gebäuden (siehe Kapitel 6) kann einen erheblichen Beitrag zum Schutz der Wälder leisten.

Wasserkraftanlagen: Um Eingriffe in Natur und Landschaft durch den Bau und Betrieb solcher Anlagen zu begrenzen, werden zum Schutz von Tieren, Pflanzen und Auen bekannte Vorkehrungen (z.B. Fischtreppen) getroffen. Die zusätzlichen Potenziale für Wasserkraftanlagen sind in Deutschland ohnehin begrenzt.

Das Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE), das im Juli 2016 seine Tätigkeit aufgenommen hat, leistet einen Beitrag zur Konfliktvermeidung beim Ausbau der erneuerbaren Energien. Das KNE trägt zu einer Versachlichung von entsprechenden Debatten und zur Vermeidung von Konflikten vor Ort bei.

11.4 Gesundheitseffekte

Die im Kapitel 11.2 genannten stofflichen Einträge des Energiesektors in die Umwelt wirken sich auch auf die menschliche Gesundheit aus. So ist beispielsweise Stickstoffdioxid (NO_2) als Nebenprodukt von Prozessen in Feuerungsanlagen und Verbrennungsmotoren ein die Atemwege schädigendes Reizgas, das die Reizwirkung anderer Schadstoffe verstärkt, so dass Atemwegs- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen auftreten können. Auch Feinstäube wirken sich negativ auf den Gesundheitszustand des Menschen aus. So können sich einerseits an der Oberfläche von Stäuben gesundheitsgefährdende Stoffe anlagern, andererseits die Staubpartikel selbst ein Gesundheitsrisiko darstellen. Im Gegensatz zu anderen Schadstoffen hat die WHO aner-



kannt, dass es keine Feinstaubkonzentration gibt, unterhalb derer keine schädigende Wirkung zu erwarten ist. Soweit Feinstäube nicht natürlichen Ursprungs sind, stammen diese u. a. aus Verbrennungsprozessen einschließlich Holzfeuerungen, Kraftfahrzeugen und einigen Industrieprozessen. Ein großer Teil der Feinstaubbelastung entsteht in der Atmosphäre aus gasförmigen Substanzen wie Schwefel- und Stickstoffoxiden, Ammoniak oder Kohlenwasserstoffen.

Neben der Emission von Schadstoffen können auch Geräuschemissionen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier haben. Dauerhaft hohen Schallpegeln ausgesetzt zu sein, kann zu gesundheitlichen Beschwerden führen. Um die Umwelteffekte des Energiesystems sachgerecht abzubilden, gilt es, die Entwicklung der Lärmbelastungen zu berücksichtigen. Dazu gehören auch die Geräuschemissionen der Windenergienutzung an Land. Einerseits hat sie das größte Ausbaupotenzial unter den erneuerbaren Energien in Deutschland, andererseits sind wegen der hiesigen hohen Siedlungsdichte die Abstände zur Wohnbebauung für die Standortauswahl von zentraler Bedeutung. Der technische Standard von Windenergieanlagen hat sich in den letzten Jahren jedoch stark verbessert. Folglich sind diese nicht nur leistungsfähiger geworden, sondern wurden auch mit Blick auf ihre Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit verbessert. Für die Belastung mit Infraschall kann nach heutigem Stand der Forschung davon ausgegangen werden, dass diese im Vergleich mit anderen Quellen sehr gering und ohne negative Auswirkungen auf die Gesundheit ist. Andere dezentrale Energieanlagen (z.B. Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke) können indessen durch tieffrequente Geräusche und Infraschall erhebliche Lärmprobleme hervorrufen, insbesondere wenn sie nicht fachgerecht errichtet wurden.

Der Verkehr als ein wesentlicher Bestandteil des Energiesystems gehört zu den wesentlichen Lärmverursachern.

Alle fünf Jahre wird die Belastung durch Umgebungslärm in Ballungsräumen, entlang von Hauptverkehrswegen und an Großflughäfen kartiert. Die Lärmkarten des Jahres 2012 zeigen, dass über 4,8 Millionen Menschen nächtlichen Lärmpegeln von mehr als 55 dB(A) und fast 3,5 Millionen Menschen ganztägig Schallpegeln über 65 dB(A) ausgesetzt sind. Der weitere Ausbau der Elektromobilität (siehe Kapitel 7.2) kann dazu beitragen, diese hohen Lärmbelastungen zu verringern und damit die Lärmsituation zu verbessern.

Stromführende Bauteile können Quellen elektromagnetischer Felder sein. Hohe Feldstärken können ein Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen. Die Errichtung und der Betrieb von Stromleitungen in den Übertragungs- und Mittelspannungsnetzen unterliegen deshalb den Bestimmungen der 26. BImSchV. Die Verordnung definiert Immissionsgrenzwerte und ein Minimierungsgebot. Ladepunkte und Antriebsstränge von Elektrofahrzeugen (siehe Kapitel 7.2) unterliegen den im Produktsicherheitsrecht definierten

Anforderungen. Auf induktive Ladestationen ist ab einem bestimmten Frequenzbereich ebenfalls die 26. BImSchV anwendbar.

Neben den Umwelt- und Gesundheitswirkungen der Anlagen im Normalbetrieb sind auch potenzielle Belastungen bei Stör- und Schadensfällen in Betracht zu ziehen. Schwerwiegende Unfälle treten zwar selten auf, können aber weitreichende Folgen haben. Durch den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung sollen Risiken durch die Freisetzung von radioaktiven Stoffen begrenzt werden. Die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle wird dazu beitragen, die radiologischen Nachwirkungen der Kernenergienutzung über lange Zeiträume zu minimieren. Negative Wirkungen durch erneuerbare Energien selbst sind im Schadensfall aufgrund ihres dezentralen Charakters und im Vergleich zu großen zentralen Anlagen mit hohen Energiedichten generell als gering einzuschätzen. Deshalb kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Energiewende das Schadensrisiko hier insgesamt vermindert.

Zentrale Maßnahmen im Bereich Umweltverträglichkeit

Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II

- Gemeinsame Betrachtung von Materialeffizienz und Energieeffizienz, Umwelt-, Sozial- und Transparenzstandards im Rohstoffsektor international stärken und nachhaltigere Lieferketten schaffen
- Ressourcenschonung in die Produktentwicklung einbeziehen
- Ressourceneffiziente Produktions- und Verarbeitungsprozesse entwickeln und verbreiten
- Zum Umsetzungsstand im Einzelnen siehe Kapitel 16

Erster Stickstoff-Bericht der Bundesregierung

- In ihrem ersten Stickstoff-Bericht vom Mai 2017 stellt die Bundesregierung die Notwendigkeit dar, den Stickstoffeintrag sektorenübergreifend auf ein umwelt- und gesundheitsverträgliches Maß zu reduzieren. Relevante Stickstoffemissionen, deren Höhe auch durch die Ausgestaltung der Energiewende beeinflusst wird (z. B. Ausbringung von Gärresten), sind Ammoniak-, Lachgas- und Nitratemissionen (Landwirtschaft) und Stickstoffoxidemissionen (Energieerzeugung und Verkehr).
- In Deutschland trägt die Landwirtschaft 63 Prozent zu den jährlichen Gesamtstickstoffemissionen in Höhe von 1,5 Millionen Tonnen Stickstoff bei. Die Energiewirtschaft und Industrie steuern 15 Prozent bei, der Verkehr 13 Prozent; die restlichen 9 Prozent stammen aus Abwasser und Oberflächenablauf (Bundesregierung 2017).

Naturschutzfachliches Monitoring des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich

- Mit dem vom Bundesamt für Naturschutz in Auftrag gegebenen Forschungsvorhaben soll ein naturschutzfachliches Monitoring des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich aufgesetzt werden.
- Gleichzeitig werden Instrumente zur Verminderung der Beeinträchtigung von Natur und Landschaft entwickelt.

Bundeseigene BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH

- Mit dem im Juni 2017 in Kraft getretenen „Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung“ wurde neu geregelt, wer für die Stilllegung und für den Rückbau der Atomkraftwerke sowie für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle verantwortlich ist.

Verbot für unkonventionelles Fracking für die Förderung von Erdgas und Erdöl

- Im Februar 2017 sind gesetzliche Regelungen zum Fracking in Kraft getreten. Diese sehen weitreichende Verbote und Einschränkungen für die Anwendung der Frackingtechnologie in Deutschland vor. Sogenanntes unkonventionelles Fracking wird generell verboten. Lediglich zu wissenschaftlichen Zwecken können die Bundesländer bundesweit maximal vier Erprobungsmaßnahmen zulassen, um offene Fragen zu klären.



12 Netzinfrasturktur

Wo stehen wir?

Der beschlossene Netzausbau muss zügig umgesetzt werden. Ende des ersten Quartals 2018 waren rund 40 Prozent der EnLAG-Vorhaben realisiert. Genehmigt sind dagegen bereits mehr als die Hälfte der Vorhaben. Im September 2017 ist die Thüringer Strombrücke vollständig in Betrieb gegangen.

Ebenso wichtig ist, die Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz fristgerecht zu realisieren. Die Umsetzung ist mit dem Beginn der Bundesfachplanung für die großen Höchstspannungs-Gleichstrom-Leitungen SuedLink und SuedOstLink im Jahr 2017 und für A-Nord Anfang 2018 in die nächste Phase gegangen. Von den Vorhaben mit insgesamt fast 6.000 km Leitungslänge des Bundesbedarfsplangesetzes waren im ersten Quartal 2018 ungefähr 150 km realisiert. Die Inbetriebnahme dieser für den Stromtransport von Nord nach Süd zentralen Leitungen ist bei optimalem Verlauf für 2025 vorgesehen.

Die Zuverlässigkeit der Netzinfrasturktur in Deutschland ist im Hinblick auf Netzstabilität und -qualität nach wie vor auf einem sehr hohen Niveau.

Die Netzentgelte für Haushaltskunden sind im Jahr 2016 um drei Prozent gestiegen. Für bestimmte Industriekunden sind sie hingegen um 2,8 Prozent gesunken.

Was ist neu?

Mit dem EEG 2017 wurden erste Schritte gegangen, Netzausbau und Ausbau der erneuerbaren Energien künftig besser miteinander zu verzahnen.

Um die Kosten für das Netzengpassmanagement im Übertragungsnetz zu reduzieren, hat das BMWi im Frühjahr 2017 einen breit angelegten Stakeholder-Prozess angestoßen und gemeinsam mit den Akteuren Maßnahmen erarbeitet, die ergänzend zum Netzausbau die volkswirtschaftlichen Kosten senken und die Auslastung der Stromnetze kurzfristig erhöhen sollen.

Die Kosten bei Netzausbau und -betrieb werden fairer verteilt: Mit dem im Juli 2017 in Kraft getretenen Gesetz zur Modernisierung der Netzentgeltstruktur (NEMoG) sollen die Übertragungsnetzentgelte in Deutschland bis zum Jahr 2023 vereinheitlicht und regionale Unterschiede schrittweise beseitigt werden. Zudem werden die sogenannten vermiedenen Netzentgelte abgeschmolzen. Das Abschmelzen führt zu einer Dämpfung der Verteilernetzkosten und trägt somit zur Stabilisierung der Strompreise bei.

Der zwischen CDU, CSU und SPD vereinbarte Koalitionsvertrag unterstreicht die zentrale Bedeutung der Beschleunigung des Netzausbaus und Optimierung der Bestandsnetze für das Gelingen der Energiewende.

Netzausbau	Netze bedarfsgerecht ausbauen und modernisieren.
-------------------	--

12.1 Ausbau der Übertragungsnetze

Der Ausbau der Höchstspannungsnetze ist für eine erfolgreiche Energiewende und das Erreichen der Klimaschutzziele von zentraler Bedeutung. Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien und dem Kernenergieausstieg kommt es zunehmend zu einer räumlichen Trennung von Stromerzeugung und Stromverbrauch. Daher ist der zügige Ausbau der Stromnetze auf Übertragungsnetzebene notwendig, insbesondere um den hauptsächlich im Norden und Osten Deutschlands produzierten Windstrom an Land und auf See zu den Verbrauchsschwerpunkten in Süd- und Westdeutschland zu transportieren. Von diesen großen Netzvorhaben sind viele Menschen und Regionen direkt betroffen. Um die Akzeptanz dieser sogenannten Stromautobahnen zu erhöhen, hat die Bundesregierung beschlossen, diese im Wesentlichen als Erdkabel und nicht durch oberirdisch verlaufende Leitungen zu bauen. Ergänzend zu den langwierigen Verfahren des Netzausbaus, muss durch eine Optimierung und Verstärkung der Netze kurzfristig dazu beigetragen werden, die Kapazitäten für den Stromtransport zu erhöhen.

Der Ausbau der Übertragungsnetze ist auch für die Verwirklichung des europäischen Energiebinnenmarktes erforderlich. Der europäische Stromhandel erhöht die Effizienz der Stromversorgung und zugleich die Versorgungssicherheit. Indem sich Angebot und Nachfrage über größere Räume ausgleichen, ermöglicht er u. a. eine kosteneffiziente Integration von erneuerbaren Energien. Für einen funktionierenden Strombinnenmarkt sind neben dem innerstaatlichen Netzausbau auch ausreichend grenzüberschreitende Netzkapazitäten notwendig (siehe Kapitel 3).

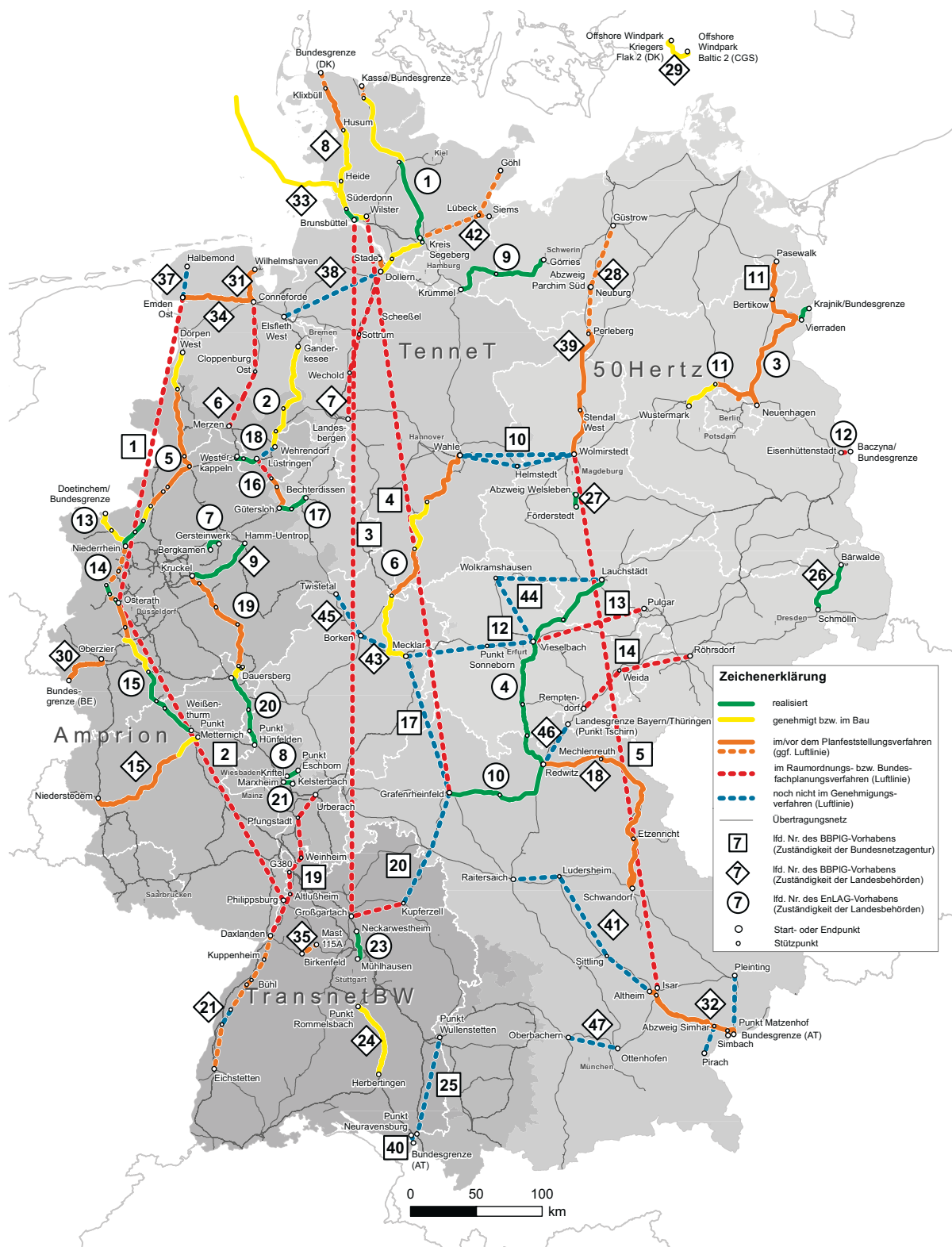
Durch das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) wurden die Bedarfe für den Bau von neuen Stromleitungen festgestellt. Das EnLAG umfasst aktuell 22 Vorhaben, die bereits im Jahr 2009 als vordringlich eingestuft wurden (siehe Abbildung 12.1). Die Gesamtlänge der Leitungen, die sich aus dem EnLAG ergibt, liegt unter Berücksichtigung des ersten Quartalsberichts 2018 der Bundesnetzagentur bei rund 1.800 km. Die Bundesnetzagentur dokumentiert kontinuierlich den aktuellen Stand der Planungs- und Bauvorhaben. Ende des ersten Quartals 2018 waren rund 1.100 km und damit gut 60 Prozent der Vorhaben genehmigt. Etwa 750 km und damit rund 40 Prozent der Gesamtlänge sind bereits realisiert. Die Übertragungsnetzbetreiber rechnen mit einer Fertigstellung von knapp 70 Prozent der EnLAG-Leitungskilometer bis Ende 2020. Die EnLAG-Vorhaben zählen zum Startnetz für die Berechnungen im Rahmen des Netzentwicklungsplans. Im September 2017 ist die sogenannte Thüringer Strombrücke in Betrieb gegangen. Mit der Thüringer Strombrücke wurde ein historisch bedingter Netzengpass zwischen Thüringen und Bayern geschlossen. Sie dient vor allem dem Transport von Windstrom, der im Nordosten Deutschlands erzeugt wird, nach Süddeutschland.

Der Bundesbedarfsplan im Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) von 2015 basiert auf den von der Bundesnetzagentur bestätigten Vorhaben des Netzentwicklungsplans 2024. Der zügige Ausbau der erneuerbaren Energien erfordert über die EnLAG-Vorhaben hinaus einen weiteren Netzausbau. Der Bundesbedarfsplan umfasst derzeit insgesamt 43 Vorhaben, von denen 16 als länderübergreifend oder grenzüberschreitend gekennzeichnet sind. Die Gesamtlänge der Leitungen, die sich aus dem BBPlG ergeben, liegt aktuell bei etwa 5.900 km. Im Netzentwicklungsplan sind davon etwa 3.050 km als Netzverstärkung und etwa 2.850 km als Neubaumaßnahmen kategorisiert. Von den Vorhaben waren Ende des ersten Quartals 2018 insgesamt rund 500 km genehmigt und davon rund 150 km realisiert. Für die geplanten neuen Höchstspannungs-Gleichstromleitungen (HGÜ-Leitungen) SuedLink und SuedOstLink hat im Mai 2017 das förmliche Verfahren der Bundesfachplanung begonnen. Die Inbetriebnahme von SuedLink und SuedOstLink ist für 2025 geplant. Die Bundesfachplanung für das Vorhaben A-Nord wurde Anfang 2018 eröffnet.

Für HGÜ-Leitungen gilt der Erdkabelvorrang. Das Gesetz zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus verankert für neue HGÜ-Leitungen den Vorrang der Erdverkabelung als Planungsgrundsatz in der Bundesfachplanung. Der Vorrang betrifft die großen Nord-Süd-Trassenvorhaben SuedLink und SuedOstLink sowie den nördlichen Teil des Korridors A. Damit trägt der Gesetzgeber Vorbehalten gegenüber großen Freileitungstrassen Rechnung. Dies soll die Akzeptanz vor Ort erhöhen und helfen, den Netzausbau zu beschleunigen. Die Akzeptanz als eine wichtige Voraussetzung für einen beschleunigten Netzausbau hebt auch der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD hervor.

Mit dem EEG 2017 wurden für Windenergie an Land die Netzausbauggebiete eingeführt und für Windenergie auf See eine Mindestquote für die Ostsee. Dies sind erste Schritte, um Netzausbau und Ausbau der erneuerbaren Energien künftig besser miteinander zu verzahnen. Der Windenergieausbau wird vorübergehend dort lokal angepasst, wo sich Netzengpässe verstärkt zeigen. In diesen Gebieten wird die Ausschreibungsmenge von Windenergieanlagen an Land bis Ende des Jahres 2019 auf den Wert von 58 Prozent des durchschnittlichen Zubaus der Jahre 2013 bis 2015 vorübergehend begrenzt. Dies dient dazu, das Übertragungsnetz zu entlasten und Netzengpässe nicht zusätzlich zu erhöhen. Die restlichen Ausbaumengen werden über die übrigen Regionen in Deutschland verteilt. Bei Wind auf See soll die Verteilung des jährlichen Ausschreibungsvolumens von 500 MW in den Jahren 2021 und 2022, 700 MW in den Jahren 2023 bis 2025 und durchschnittlich 840 MW ab 2026 einen kontinuierlichen Ausbaupfad sicherstellen und gleichzeitig gewährleisten, dass bei der Inbetriebnahme neuer Windenergieanlagen auf See die notwendigen Anbindungsleitungen für den Abtransport des Stroms bereitstehen. Zudem wird der Zubau für das Jahr 2021 in die Ostsee gelenkt. Insgesamt entlasten diese Maßnahmen die Netze.

Abbildung 12.1: EnLAG- und BBPIG-Projekte



Quelle: BNetzA 03/2018

Hinweis: Grafische Darstellung der Stände des Ausbaus von Leitungsvorhaben nach dem EnLAG sowie BBPIG zum 31.12.17. Die Linien in der Karte stellen lediglich die direkten Verbindungen zwischen den gesetzlich festgelegten Netzverknüpfungspunkten dar (Luftlinien) und sind nicht als Visualisierung der Trassenverläufe zu verstehen.

Transparenz und Beteiligung: die Öffentlichkeit beim Netzausbau eng einbinden

Die Öffentlichkeit wird eng in die Planungen zum Netzausbau eingebunden. Dies gilt für die Bedarfsermittlung, die Bundesfachplanung sowie die Planfeststellung. Beispielsweise werden die Entwürfe der Netzentwicklungspläne durch die Übertragungsnetzbetreiber und durch die Bundesnetzagentur zur Konsultation gestellt. Die Öffentlichkeit hat jeweils die Möglichkeit, sich schriftlich zu diesen Plänen zu äußern. Neben der Beteiligung in diesen formellen Verfahren können sich Bürgerinnen und Bürger bereits frühzeitig in informellen Dialogprozessen einbringen. So führen die Übertragungsnetzbetreiber und die Bundesnetzagentur zahlreiche Veranstaltungen vor Ort durch. Darüber hinaus fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie seit dem Jahr 2015 die Initiative „Bürgerdialog Stromnetz“, die deutschlandweit mit zehn Bürgerbüros präsent ist, vor Ort vielfältige Veranstaltungen durchführt sowie online über ihre Angebote informiert und Beteiligungsformate anbietet.

Ein regelmäßiges, umfassendes Monitoring zu den Ausbauprojekten schafft für alle Akteure Transparenz zum Stand der Leitungsvorhaben. Das vierteljährlich von der Bundesnetzagentur (BNetzA) veröffentlichte, bisher auf EnLAG-Vorhaben fokussierte Monitoring wurde im Jahr 2016 weiterentwickelt. Seitdem dokumentiert die BNetzA auch den Stand der BBPLG-Vorhaben sowie der Vorhaben aus dem Offshore-Netzentwicklungsplan, das heißt die Anbindungsleitungen für Windparks auf See, in Berichtsform und auf www.netzausbau.de. In den EnLAG- und BBPLG-Berichten ab dem vierten Quartal 2017 sind die Vorhaben zudem als Netzausbau- bzw. Netzverstärkungsmaßnahmen gekennzeichnet. Ab Mitte 2018 sollen zudem auch die Maßnahmen zur Optimierung der Bestandsnetze (z. B. Einsatz von Freileitungsmonitoring oder Hochtemperaturleiterseilen) in das Monitoring aufgenommen werden. Eine Anwendung der Richtlinie 2007/2/EG kann helfen, geografische Informationsgrundlagen im Zusammenhang mit Trassenverläufen zu schaffen und damit die Transparenz bei Netzausbau und Netzoptimierung erhöhen.



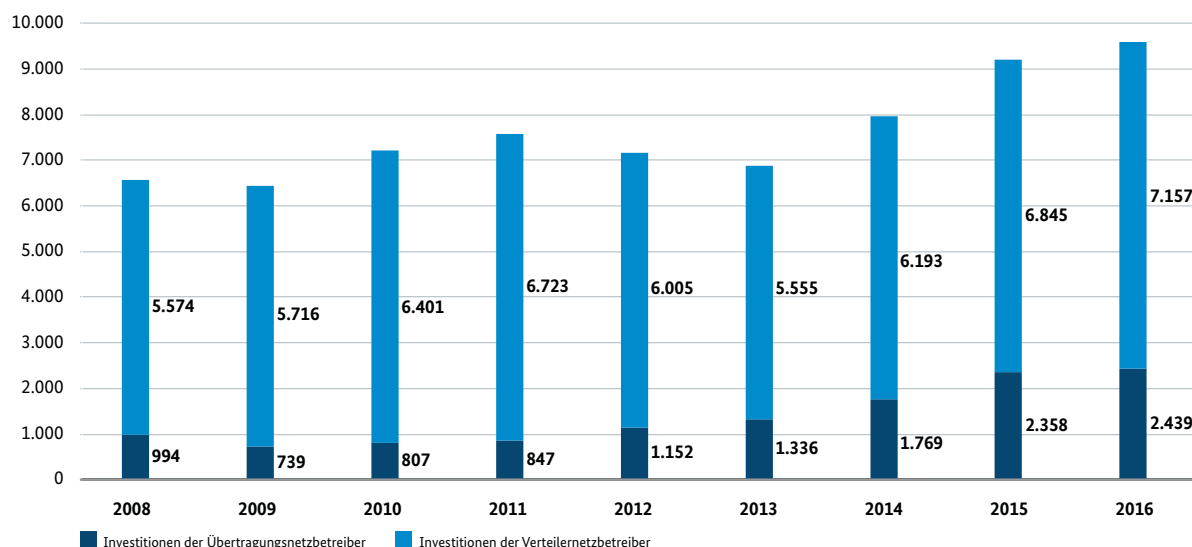
12.2 Ausbau der Stromverteilernetze

Stromverteilernetze übernehmen zunehmend neue Aufgaben. Die Stromverteilernetze dienen traditionell der lokalen Verteilung von elektrischem Strom innerhalb einer begrenzten Region. Zunehmend kommen weitere Herausforderungen auf diese Netze zu. Beispielsweise steigt die Stromeinspeisung im Verteilernetz, denn über 90 Prozent der in Erneuerbare-Energien-Anlagen installierten Leistung sind an sie angeschlossen und immer mehr Stromverbraucher sind zugleich Produzenten. Da die Verteilernetze jedoch bisher nicht für die Aufnahme einer entsprechenden Stromeinspeisung ausgelegt sind, entsteht ein zunehmender Investitionsbedarf. Auch das Fortschreiten bei der

Elektromobilität wird neue Herausforderungen an den Ausbau der Stromverteilernetze mit sich bringen.

Eine entscheidende Rolle bei der Modernisierung der Verteilernetze kommt dem Einsatz digitaler Technologien zu. Damit die Verteilernetze die beschriebenen neuen Herausforderungen bewältigen können, sollen sie zu intelligenten Netzen (Smart Grids) fortentwickelt werden. Konventionelle Elektrizitätsnetze werden zu Smart Grids, wenn sie mit Kommunikations-, Steuer- und Regeltechnik sowie IT-Komponenten ausgerüstet werden. Auf diese Weise können die Netze intelligent miteinander sowie mit Stromerzeugung und -verbrauch verknüpft werden. Dazu hat der Bundestag im Juli 2016 das Gesetz zur Digitalisierung der Energie-

Abbildung 12.2: Investitionen in Neu- und Ausbau sowie Erhalt und Erneuerung von Stromnetzen
in Mio. Euro



Quelle: BNetzA 10/2017

wende beschlossen. Ende des Jahres 2016 ist zudem das SINTEG-Förderprogramm mit insgesamt fünf Schaufensterregionen gestartet, in denen innovative Verfahren, Technologien und Geschäftsmodelle für Verbraucher, Speicher und Netzbetreiber erprobt werden. Durch dieses Reallabor zur Digitalisierung der Energiewelt sollen auch Erfahrungen für die Weiterentwicklung des Rechtsrahmens gesammelt werden (siehe Kapitel 13.2).

12.3 Netzinvestitionen und Netzentgelte

Mit dem Ausbau der Stromnetze geht ein erhöhter Investitionsbedarf einher. Auch in Zukunft ist mit weiter steigenden Investitionen zu rechnen. Die Investitionen der Netzbetreiber in deutsche Stromnetze (siehe Abbildung 12.2) sind zusammen mit den Aufwendungen für Instandhaltung im Jahr 2016 auf insgesamt 9,6 Milliarden Euro gestiegen. Unter anderem sind auch die Kosten zur Finanzierung der Erdverkabelung zu berücksichtigen, die über die Netznutzungsentgelte finanziert und von den Netznutzern getragen werden. Im Übertragungsnetz floss mit 2,1 Milliarden Euro der Großteil der Investitionen in Neubau und Netzverstärkung. Darüber hinaus wurden 366 Millionen Euro für Wartung und Instandhaltung der Netze aufgewendet. Auf Verteilernetzebene investierten die Netzbetreiber rund 3,7 Milliarden Euro in den Ausbau und 3,5 Milliarden Euro in die Wartung und Instandhaltung der Infrastruktur.

Die Kosten für den Betrieb, die Instandhaltung und die Erweiterung der Stromnetze werden durch Netzentgelte finanziert. Diese werden von den Netznutzern getragen.

Für die Belieferung von Haushaltskunden mit einem jährlichen Strombezug zwischen 2.500 und 5.000 kWh fielen im Jahr 2016 durchschnittlich 6,79 ct/kWh als Netzentgelte an. Gemessen am durchschnittlichen Strompreis von 29,80 ct/kWh entspricht das einem Anteil von 22,8 Prozent. Gegenüber dem Vorjahr sind die Netzentgelte 2016 um 3 Prozent gestiegen. Für Industriekunden mit einer Jahresabnahmemenge von 24 GWh, die nicht unter Entlastungsregelungen fallen, sind die Netzentgelte im Jahr 2016 um 2,8 Prozent auf 2,06 ct/kWh gesunken. Der Anteil der Netzentgelte am Strompreis betrug damit 14,5 Prozent. Zum Stichtag 1. April 2017 sind die Netzentgelte für Haushalts- und Industriekunden gestiegen.

Die Einnahmen der Netzbetreiber unterliegen der Anreizregulierung. Das Stromnetz ist ein natürliches Monopol. Die Bundesnetzagentur und Landesregulierungsbehörden schützen die Stromverbraucher vor möglichem Missbrauch der Monopolstellung. Der Regulierungsrahmen sieht vor, dass die Netzbetreiber nur solche Kosten über die Netzentgelte refinanzieren können, die bei einer effizienten Betriebsführung anfallen würden. Dafür wird vor Beginn der Regulierungsperiode für jedes Jahr der Regulierungsperiode eine individuelle Erlösobergrenze für jeden Netzbetreiber bestimmt. Diese soll dem Netzbetreiber ausreichend Erlöse ermöglichen, um seine tatsächlichen Kosten unter Berücksichtigung von Effizienzanforderungen zu decken. Die Erlösobergrenze ist maßgeblich für die Höhe der Netzentgelte. Im August 2016 wurde die Anreizregulierung reformiert mit dem Ziel, die Investitionsbedingungen zu verbessern, Effizienzanreize zu verstärken und die Transparenz zu erhöhen.

Potenziale bei der Optimierung des Bestandsnetzes heben

Um die Kosten für das Netzengpassmanagement im Übertragungsnetz zu reduzieren, hat das BMWi im Frühjahr 2017 gemeinsam mit BNetzA, dena, BET Aachen, Verbänden und Unternehmen einen breit angelegten Stakeholder-Prozess angestoßen und ein Maßnahmenpaket erarbeitet (dena, BET 2017). Die Arbeitsgruppe hat ergänzend zum Netzausbau sieben Maßnahmen entwickelt, die die volkswirtschaftlichen Kosten senken und die Auslastung der Stromnetze kurzfristig erhöhen können. Dazu gehören zum

Beispiel ein optimiertes Netz-Monitoring und die bauliche Verstärkung von fünf Abschnitten im Übertragungsnetz, vor allem durch Zu- und Umbeseilungen. Die Maßnahmen sollen bis zum Jahr 2023 umgesetzt sein. Die beteiligten Stakeholder schätzen, dass sich durch eine Umsetzung der aufgeführten Maßnahmen eine signifikante Kostenreduktion beim Netzengpassmanagement erreichen lässt. Das Einsparpotenzial schätzen die Übertragungsnetzbetreiber auf über 200 Millionen Euro pro Jahr.

Das im Juli 2017 in Kraft getretene **Netzentgeltmodernisierungsgesetz (NEMoG)** verringert schrittweise regionale Unterschiede bei den Netzentgelten und schafft mehr Verteilungsgerechtigkeit. Dazu werden die Übertragungsnetzentgelte ab Januar 2019 in fünf Stufen bundesweit angeglichen. Ab Januar 2023 sind die Entgelte für die Übertragungsnetze dann überall in Deutschland gleich hoch. Zur Umsetzung hat die Bundesregierung im April 2018 die Verordnung zur schrittweisen Einführung bundeseinheitlicher Übertragungsnetzentgelte erlassen. Der Bundesrat hat im Juni zugestimmt. Mit dem NEMoG wurden zudem die Zahlungen der Verteilernetzbetreiber an Stromerzeuger für sogenannte vermiedene Netzentgelte abgeschmolzen. Dies kann insbesondere im Norden und Osten zu einer spürbaren Dämpfung des Anstiegs der Netzkosten führen. Die Kostenentwicklung von 2017 auf 2018 hat dies nachdrück-

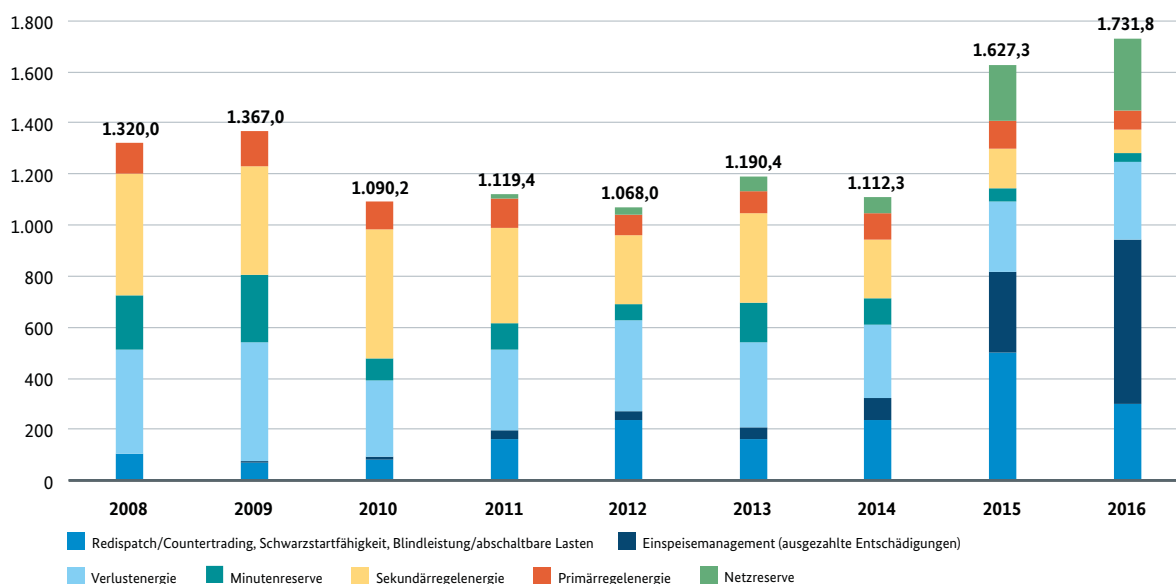
lich bewiesen. Diese Entwicklung wird den Stromkunden zugutekommen.

12.4 Stabilität und Qualität der Stromnetze

Die Netzbetreiber sorgen für die Stabilität der Stromnetze.

Um die Netze stabil zu halten, ergreifen die Netzbetreiber, etwa bei Frequenz- oder Spannungsabweichungen oder Netzengpässen, Maßnahmen, sogenannte Systemdienstleistungen. Zum Beispiel wird Regelleistung eingesetzt, um Frequenzabweichungen zu korrigieren. Zur Bewältigung von Netzengpässen werden ein Redispatch konventioneller Kraftwerke und ein Einspeisemanagement von Erneuerbare-Energien-Anlagen durchgeführt. Allgemein müssen künftig auch Erzeuger erneuerbarer Energien sowie Spei-

Abbildung 12.3: Kosten für Systemdienstleistungen
in Mio. Euro



Quelle: AGEB, BNetzA 10/2017



cher und flexible Lasten verstärkt zur Systemstabilität beitragen. Schon heute können die Netzbetreiber zum Beispiel auf abschaltbare Lasten zugreifen.

Netz- und Anlagenbetreiber, Technologiehersteller und BMWi erarbeiten gemeinsam Lösungen für die Weiterentwicklung netzstabilisierender Maßnahmen. Den Rahmen dafür bietet die dena-Plattform Systemdienstleistungen. Vom Jahr 2014 bis zum Jahr 2017 hat die Plattform Handlungsempfehlungen in wichtigen politischen Debatten platziert, Forschungsprojekte angestoßen und den Austausch der wesentlichen Akteure befördert. Nun gilt es, diesen grundlegenden Transformationsprozess weiter aktiv zu gestalten, um insbesondere verlässliche Rahmenbedingungen festzulegen, die eine alternative Erbringung von Systemdienstleistungen in einem Energiesystem mit hohem EE-Anteil sicherstellen. Die dena-Plattform Systemdienstleistungen wird diesen Prozess weiter begleiten.

Die Systemdienstleistungskosten sind im Jahr 2016 leicht angestiegen. Sie lagen bei 1,7 Milliarden Euro, gegenüber

1,6 Milliarden Euro im Vorjahr (siehe Abbildung 12.3). Dadurch ergaben sich durchschnittliche Kosten je verbrauchter Kilowattstunde Strom von 0,34 Cent und somit 0,03 Cent mehr als im Vorjahr. Die Kosten für Systemdienstleistungen werden größtenteils über die Netzentgelte von den Stromkunden getragen (siehe Kapitel 10). Der Teil der Systemdienstleistungskosten, der auf Engpässe im Stromnetz zurückzuführen ist (vor allem Redispatch, Einspeisemanagement, Netzreserve), stieg gegenüber dem Jahr 2015 von 1,0 auf 1,2 Milliarden Euro leicht an. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Kosten in 2016 auch ausgezahlte Entschädigungen für Einspeisemanagement enthalten, für die in den Vorjahren (2014, 2015) ein Anspruch entstanden ist. Die in 2016 durch Einspeisemanagement abgeregelte Energiemenge ist dagegen um etwa 20 Prozent gesunken, d. h. es wurden insgesamt weniger Anlagen abgeregelt. Ein Grund hierfür ist, dass 2016 ein eher schwächeres Windjahr war. Für die klassischen Regelenergiearten zur Frequenz- und Spannungshaltung sanken in 2016 die Kosten gegenüber dem Vorjahr um 37 Prozent auf 198 Millionen Euro, dies auch, weil in einem funktionierenden Strommarkt weniger Regelenergie eingesetzt werden muss.

Zentrale Maßnahmen im Bereich Netzinfrastruktur

- Netzentgeltmodernisierungsgesetz (NEMoG)
- Novelle Anreizregulierungsverordnung
- Gesetz zur Änderung von Bestimmungen des Energieleitungsbaus
- Weiterentwicklung Monitoring zu deutschen Netzausbauvorhaben
- Weiterentwicklung der Verordnung über Vereinbarungen zu abschaltbaren Lasten
- Strommarktgesetz (siehe Kapitel 9)
- Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (siehe Kapitel 13.2)



13 Integrierte Entwicklung des Energiesystems

Wo stehen wir?

Die volkswirtschaftlich effiziente Integration von Strom-, Wärme- und Verkehrssektor leistet einen zunehmenden Beitrag zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung sowie zur weiteren Flexibilisierung des Energiesystems. Die Bedeutung von Wärmepumpen hat stark zugenommen.

Digitalisierung verbindet die Energiewirtschaft mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik. Mit innovativen, kundenfreundlichen Geschäftsmodellen schafft sie neue Potenziale zur Effizienzsteigerung und zur Integration erneuerbarer Energien. Datenschutz und Datensicherheit haben dabei eine hohe Priorität.

Was ist neu?

Das im September 2016 in Kraft getretene Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (GDEW) setzt das Startsignal für Smart Grid, Smart Meter und Smart Home in Deutschland. Mit diesem Infrastrukturprojekt werden Stromverbraucher und -erzeuger über intelligente Messsysteme in einem „Smart Grid“ vernetzt und können Investitionen in Milliardenhöhe ausgelöst werden.

Das BMWi hat zum Grünbuch Energieeffizienz und dem Impulspapier „Strom 2030“ im Sommer 2016 Konsultationsprozesse durchgeführt. Darin ging es unter anderem um die Frage, wie Sektorkopplung und Digitalisierung in Zukunft noch besser zum Gelingen der Energiewende beitragen können.

Sektorkopplung Digitalisierung	Die Potenziale einer effizienten Sektorkopplung und der Digitalisierung für das Gelingen der Energiewende nutzen.
---	---

13.1 Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr

Erneuerbarer Strom wird der wichtigste Energieträger. Der nach Nutzung der bestehenden Effizienzpotenziale und dem direkten Einsatz erneuerbarer Energien im Wärme- und Verkehrssektor verbleibende Energiebedarf wird zunehmend durch die effiziente Verwendung von erneuerbarem Strom gedeckt (Sektorkopplung). Im Verkehrssektor gelingt dies insbesondere durch die Einführung und Verbreitung direkt elektrischer Antriebstechniken auf der Basis einer zunehmend auf erneuerbaren Energien basierenden Stromversorgung. Im Gebäudebereich spielt Strom aus erneuerbaren Energien, z. B. durch die Nutzung von Wärmepumpen, neben anderen erneuerbaren Energien eine immer wichtigere Rolle bei der Wärmeversorgung. Nachhaltig erzeugte, erneuerbare Brennstoffe (z. B. Biomasse) kommen bei Berücksichtigung der begrenzt verfügbaren nachhaltigen Poten-

ziale zum Einsatz, wo Strom technisch oder ökonomisch nicht sinnvoll genutzt werden kann. Dies kann insbesondere für den Luft- und Schiffsverkehr sowie für Teile der Industrie gelten. Allerdings sind fossile Brennstoffe für Verkehr und Wärme für Verbraucher bisher kostengünstiger als Strom. Um das langfristige Ziel einer nahezu CO₂-freien Energieversorgung zu erreichen, wird es verstärkt auf Anstrengungen ankommen, den gesamten Energiebedarf sektorübergreifend weiter zu reduzieren (Prinzip „Efficiency First“) und das Stromsystem noch flexibler zu gestalten. Die Bundesregierung beabsichtigt, die Kopplung der Sektoren Wärme, Verkehr und Industrie voranzubringen und den regulativen Rahmen zu ändern, so dass „grüner Wasserstoff“ und Wasserstoff als Produkt aus industriellen Prozessen als Kraftstoff oder für die Herstellung konventioneller Kraftstoffe (z. B. Erdgas) genutzt werden kann. Der effiziente Einsatz erneuerbaren Stroms soll dabei einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. Dafür müssen die Rahmenbedingungen angepasst werden.

Hocheffiziente Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge benötigen vergleichsweise wenig Strom und können einen großen Beitrag zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung im Wärme- und Verkehrssektor leisten. Wie Tabelle 13.1 zeigt, benötigen beide Technologien weniger Strom zur Erzeugung der gleichen Menge Wärme oder Antriebsenergie als konventionelle fossile Energieträger oder Technologien, die mehrere Umwandlungsschritte voraussetzen.

Die Bedeutung von Wärmepumpen zur Erzeugung von Wärme hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Seit dem Jahr 2008 stieg die Anzahl der installierten Anlagen von knapp 500.000 auf über 960.000. Dies liegt zum einen an der zunehmenden Kostendegression der Anlagen, aber auch an ordnungsrechtlichen Mindestanforderungen an erneuerbare Energien und Energieeffizienz (z. B. Ener-

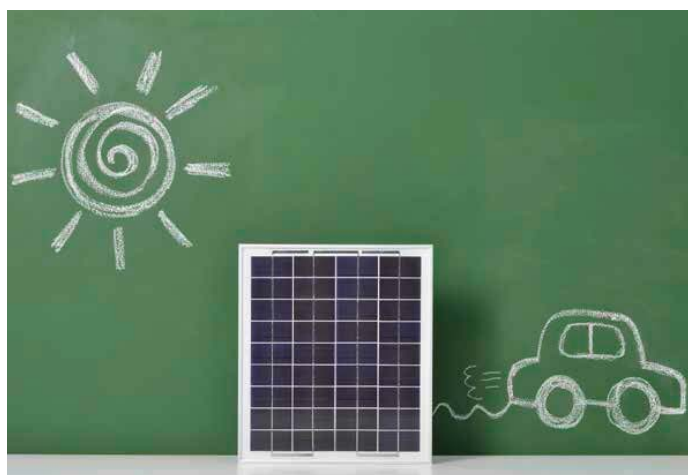


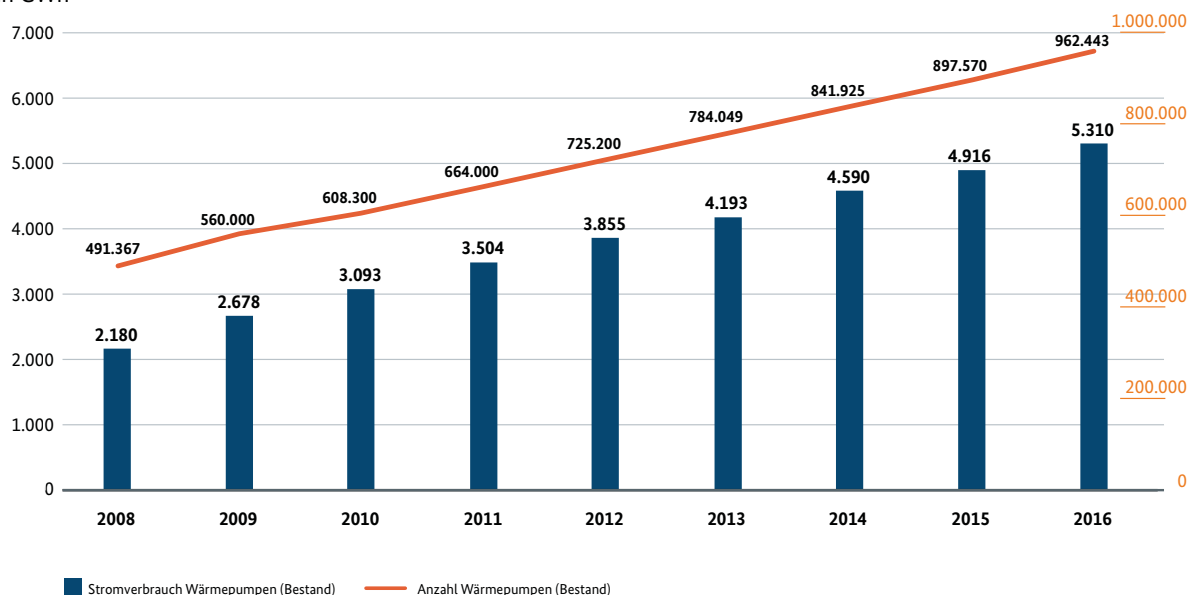
Tabelle 13.1: Verschiedene Technologien zur Sektorkopplung ersetzen mit einer Kilowattstunde Strom unterschiedliche Mengen fossiler Brennstoffe (in der Wärmeversorgung und im Verkehr)

regenerative Bereitstellung			fossile Einsparung		Substitutionsverhältnis
Input	Technik	bereitgestellte Energie/Nutzen	Technik	Input	
1 kWh reg. Strom	Power-to-Heat Wärmepumpe	3,3 kWh Wärme	Brennwertkessel	3,1 kWh Erdgas	3,1
1 kWh reg. Strom	E-Auto	4,6 km	Verbrennungsmotor	2,6 kWh Diesel	2,6
1 kWh reg. Strom	Power-to-Heat dielektrisch	1,0 kWh Wärme	Brennwertkessel	0,9 kWh Erdgas	0,9
1 kWh reg. Strom	Power-to-Gas (Wasserstoff) stofflich	0,7 kWh Wasserstoff	Dampfforming	0,9 kWh Erdgas	0,9
1 kWh reg. Strom	Power-to-Gas (Methan)	0,6 kWh Methan		0,6 kWh Erdgas	0,6
1 kWh reg. Strom	Power-to-Liquid	0,5 kWh flüssiger Kraftstoff		0,5 kWh flüssiger Kraftstoff	0,5

Quelle: UBA (2016a) und (2016b)

Den Berechnungen in den Quellen sind plausible Annahmen zugrunde gelegt. Die Werte in der Tabelle sind gerundet.

Abbildung 13.1: Anzahl und Stromverbrauch von Wärmepumpen
in GWh

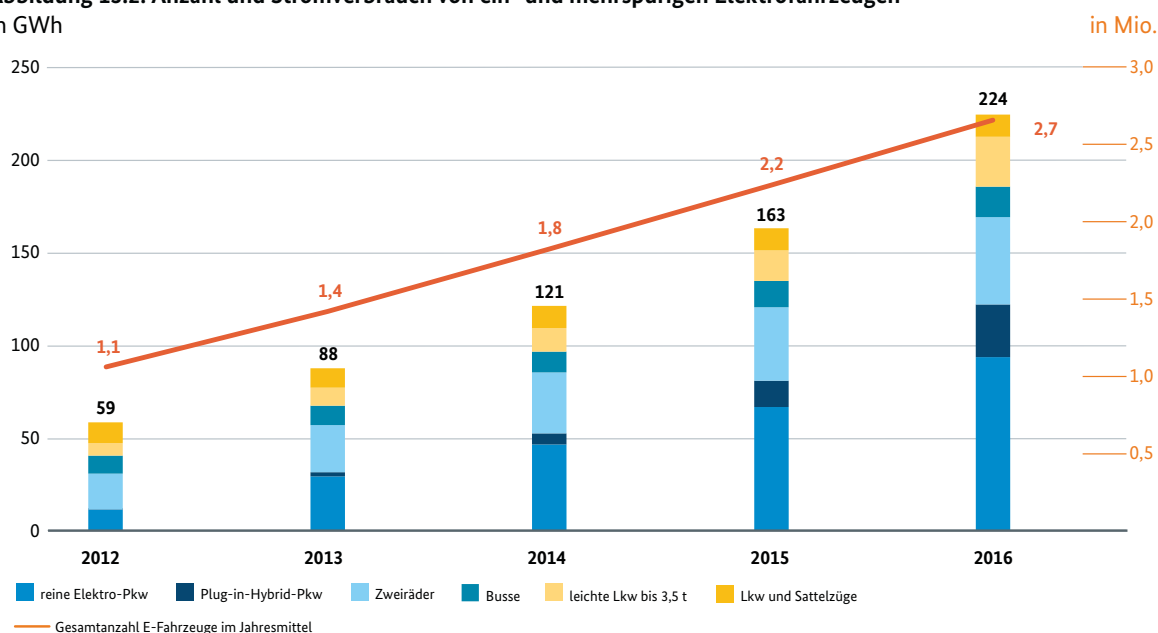


Quelle: UBA/AGEE-Stat auf Basis ZSW und Geothermie Zentrum Bochum 12/2017

gieeinsparverordnung, Erneuerbare-Energien-Wärmege-
setz) sowie an Förderprogrammen (z. B. CO₂-Gebäudesanie-
rungsprogramm, Marktanreizprogramm). Die installierte
thermische Leistung erhöhte sich im gleichen Zeitraum
ebenfalls um das 2,5-fache von 3.964 MW auf 10.009 MW,
da nicht nur mehr, sondern zunehmend auch größere und

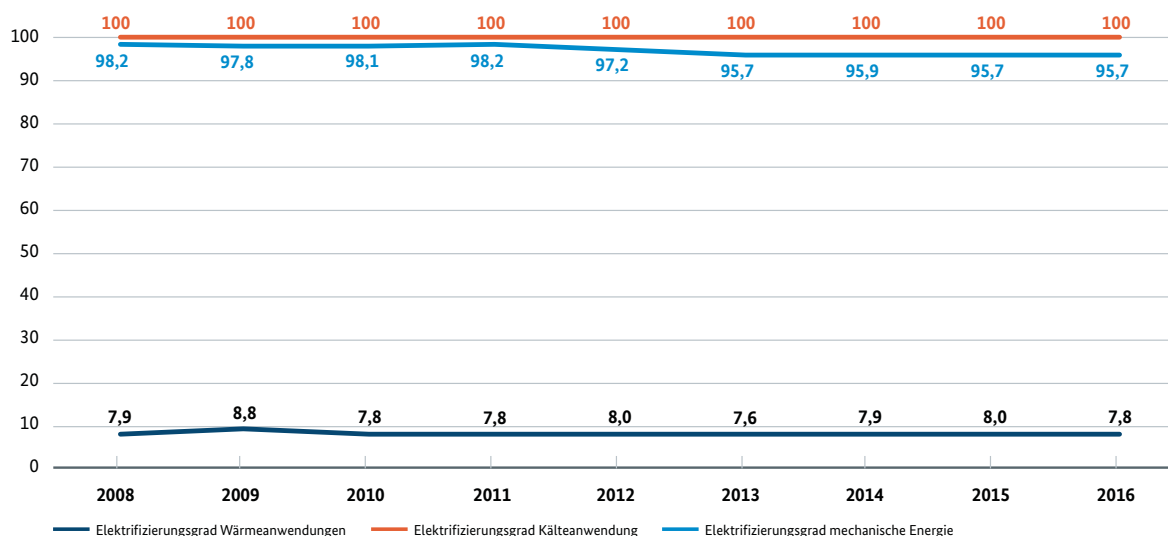
leistungsstärkere Wärmepumpen installiert werden. Der
Stromverbrauch aller Wärmepumpen entwickelte sich weit-
gehend synchron zur thermischen Leistung und lag im Jahr
2016 bei knapp 5,3 TWh. Der Anteil von Wärmepumpen an
Beheizungssystemen in neuen Wohnungen betrug dabei
nach Angaben der AGEb im Jahr 2016 rund 23 Prozent, im

Abbildung 13.2: Anzahl und Stromverbrauch von ein- und mehrspurigen Elektrofahrzeugen
in GWh



Quelle: UBA TREMOD 5.64 05/2017, betrachtet werden rein elektrische Antriebe und Plug-in-Hybrid-Antriebe

Abbildung 13.3: Elektrifizierungsgrad in der Industrie
in Prozent



Quelle: AGEB 11/2017

Wohnungsbestand allerdings nur 1,8 Prozent bezogen auf Elektro-Wärmepumpen (zur Beheizungsstruktur im Neubau vgl. Kapitel 6). Durch weitere Forschung und Entwicklung ist der Einsatz und Nutzen von Wärmepumpen weiter zu optimieren.

Die Zahl der Elektro- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge auf deutschen Straßen ist auch im Jahr 2016 weiter gestiegen. Gleichwohl steht Deutschland bei der Elektrifizierung der Fahrzeugantriebe mit Ausnahme des Schienenverkehrs noch ganz am Anfang (siehe Kapitel 7). Nichtsdestoweniger ist der Stromverbrauch durch Elektromobilität bezogen auf ein- und mehrspurige Fahrzeuge gegenüber dem Vorjahr um knapp 37 Prozent auf rund 224 GWh im Jahr 2016 gestiegen (siehe Abbildung 13.2). Durch den steigenden erneuerbaren Anteil im Stromsektor nahm damit auch der verkehrsbedingte Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien zu. Nach Berechnungen des TREMOD-Modells des UBA ist der Stromverbrauch im Schienenverkehr zwischen 2008 und 2016 hingegen um rund 4 Prozent zurückgegangen. Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, dass es im Bereich der alternativen Antriebstechnologien weiter vorangeht (vgl. Kapitel 7.2).

Der Stromanteil am Endenergieverbrauch der Industrie hat sich in den letzten Jahren relativ konstant gehalten und lag mit 815 PJ bei etwa 32 Prozent im Jahr 2016. In den hier betrachteten Jahren ist dabei keine grundlegende Veränderung in der Struktur des Energieverbrauchs nach Anwendungsbereichen oder nach Energieträgern zu verzeichnen: Während der Elektrifizierungsgrad für Kälteanwendungen über die Jahre unverändert bei 100 Prozent und für mechanische Anwendungen bei rund 96 Prozent lag, pendelte der Anteil des Stroms für Wärmeanwendungen um die 8 Prozent. Für diese Art der Industrieprozesse werden noch immer vornehmlich Gase verwendet, gefolgt von Kohlen. Der Stromverbrauch der Industrie im Jahr 2016 von 815 PJ entfällt damit zu 69 Prozent (566 PJ) auf mechanische Anwendungen, zu 18,2 Prozent (144,1 PJ) auf Wärme- und zu 4,3 Prozent (35,3 PJ) auf Kälteanwendungen.

Eine integrierte Entwicklung des Energiesystems wird die Kopplung der Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr und Gebäude sowie Industrie in Verbindung mit Speichertechnologien (siehe Kapitel 14.1) voranbringen. Stadtwerke und Verteilnetzbetreiber haben hier durch ihre Nähe zu Energieversorgern und Verbrauchern sowie dem öffentlichen

Zentrale Maßnahmen im Bereich Sektorkopplung

- Umweltbonus Elektromobilität (siehe Kapitel 7)
- Wärmepumpen-Förderung
- Niedertemperaturwärmenetze mit Saisonalwärmespeicher
- Förderung von innovativen KWK-Systemen im KWKG

Nahverkehr eine Schlüsselposition. Es gilt, den Rahmen so zu gestalten, dass die verschiedenen Energieinfrastrukturen – einschließlich der bestehenden Gas- und Wärmeinfrastruktur für die Sektorkopplung – koordiniert und kosten-effizient weiterentwickelt werden. Daneben spielen auch flexible Infrastrukturen eine wichtige Rolle.

13.2 Digitalisierung der Energiewende

Mit dem Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG) wurde ein Reallabor für die intelligente Energieversorgung der Zukunft geschaffen. In fünf großflächigen Modellregionen wird die intelligente Vernetzung von Erzeugung und Verbrauch sowie Markt und Netz entwickelt und demonstriert. Die in der Realität erprobten massentauglichen Lösungen sollen später breit umgesetzt und die gemachten Erfahrungen für die Weiterentwicklung des Rechtsrahmens genutzt werden (siehe Seite 147).

Das BMWi hat im Oktober 2017 das Projekt „Digitalisierung Energiewende: Barometer und Tophemen“ gestartet. Das an drei Unternehmen (EY, BET, WIK) vergebene Projekt begleitet die mit der Einführung von intelligenten Messsystemen verbundene Digitalisierung der Energieinfrastruktur. Das Projekt ist auf fünf Jahre angelegt. Ein jährliches Barometer gibt einen Überblick über die Fortschritte bei der Implementierung. Zusätzlich werden Gutachten zu zentralen Fragen („Tophemen“) erstellt: Wie werden Verbraucher über die Digitalisierung zum Akteur der Energiewende? Welche Geschäftsmodelle bietet die digitalisierte Energiewelt? Wie kann Netzregulierung auf Basis des Messstellenbetriebsgesetzes die Flexibilisierung der leitungsgebundenen Energieversorgung und die Sektorkopplung mit den Bereichen Wärme und Verkehr weiter unterstützen? Sind TK-Infrastruktur und TK-Regulierung für das Smart Grid gerüstet? Die Gutachten und das Barometer sollen im Herbst 2018 vorgestellt werden. Zum Barometer gibt es einen Beirat mit Experten aus verschiedenen Branchen; darüber hinaus wird in das Gesamtprojekt die Arbeitsgemeinschaft „Intelligente Netze und Zähler“ der Plattform Energienetze eng eingebunden. Das Barometer wird mit einem energiewirtschaftlichen Schwerpunkt Spiegel und Motor des Digitalisierungsprozesses nach dem GDEW sein.

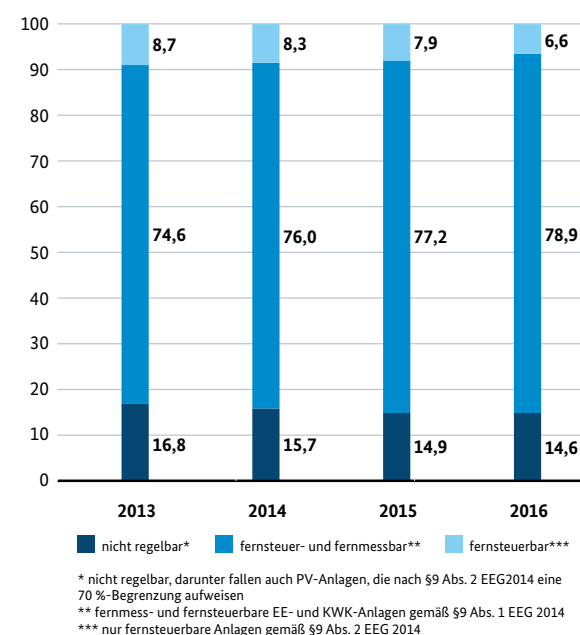
Der Fokus bei der „Roadmap Standardisierungsstrategie für die sektorübergreifende Digitalisierung nach dem GDEW“ liegt auf den notwendigen technischen Weiterentwicklungen. Die sichere und effiziente Digitalisierung des Energiebereichs benötigt eine Standardisierungsstrategie. Das Messstellenbetriebsgesetz als Teil des GDEW ermöglicht die kontinuierliche stufenweise Erweiterung von Smart-Meter-Gateways um weitere Anwendungsfälle wie zum Beispiel dem netzdienlichen Einspeise- und Lastmanagement und der Elektromobilität. Das BMWi und das BSI werden korre-

spondierend zu den gesetzlichen Vorgaben eine Roadmap „Standardisierungsstrategie zur sektorübergreifenden Digitalisierung nach dem GDEW“ veröffentlichen, die den konkreten Arbeitsplan für alle vom Gesetz umfassten Bereiche enthalten wird. Entwürfe hierzu wurden erarbeitet und der AG „Intelligente Netze und Zähler“ der Plattform Energienetze im BMWi bereits vorgestellt. Durch den vom BMWi geleiteten Prozess wird eine Standardisierungsstrategie mit den Marktteilnehmern etabliert, die Innovationen ermöglicht und mit der eine sichere digitale Systemarchitektur für das intelligente Energienetz aufgebaut werden kann.

Die Digitalisierung betrifft alle Stufen der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette – Erzeugung, Netze, Handel, Vertrieb und Verbrauch. Ziel ist eine vernetzte Wertschöpfungskette. Intelligente Vernetzung und Steuerung von Erzeugung und Verbrauch auf der Grundlage von innovativen digitalen Technologien sind wesentliche Voraussetzungen für den Start der digitalen Transformation in der Energiewirtschaft. Einen übergreifenden Trend stellt die Verfügbarkeit immer größerer Datenmengen (Big Data) dar. Dadurch entstehen neue Möglichkeiten zur Analyse, etwa um Effizienz- und Nachhaltigkeitspotenziale zu erkennen. Es erfordert aber auch eine hohe Priorität für den Schutz und die Sicherheit der Daten. Das GDEW enthält die notwendigen Maßnahmen und wird einen Umbau der Infrastruktur in der für die Energiewende notwendigen Breite einleiten. Bisher wurde eher bereichsbezogen digitalisiert.

Abbildung 13.4: Anteil Fernmess- und Fernsteuerbarkeit von EE-Anlagen

in Prozent der installierten Leistung



Quelle: AGE 11/2017

So sind gerade größere Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien schon heute in der Regel mit Informations- und Kommunikationstechnik ausgestattet. Der Rollout von Smart-Meter-Gateways (SMGW) nach dem GDEW wird Erzeugungsanlagen in Zukunft über die Standards des BSI noch besser in das intelligente Energienetz integrieren können; in den Fokus der Anstrengungen zur Erweiterung der BSI-Standards und des regulatorischen Rahmens werden Steuerungsfunktionalitäten auf Basis des SMGW rücken.

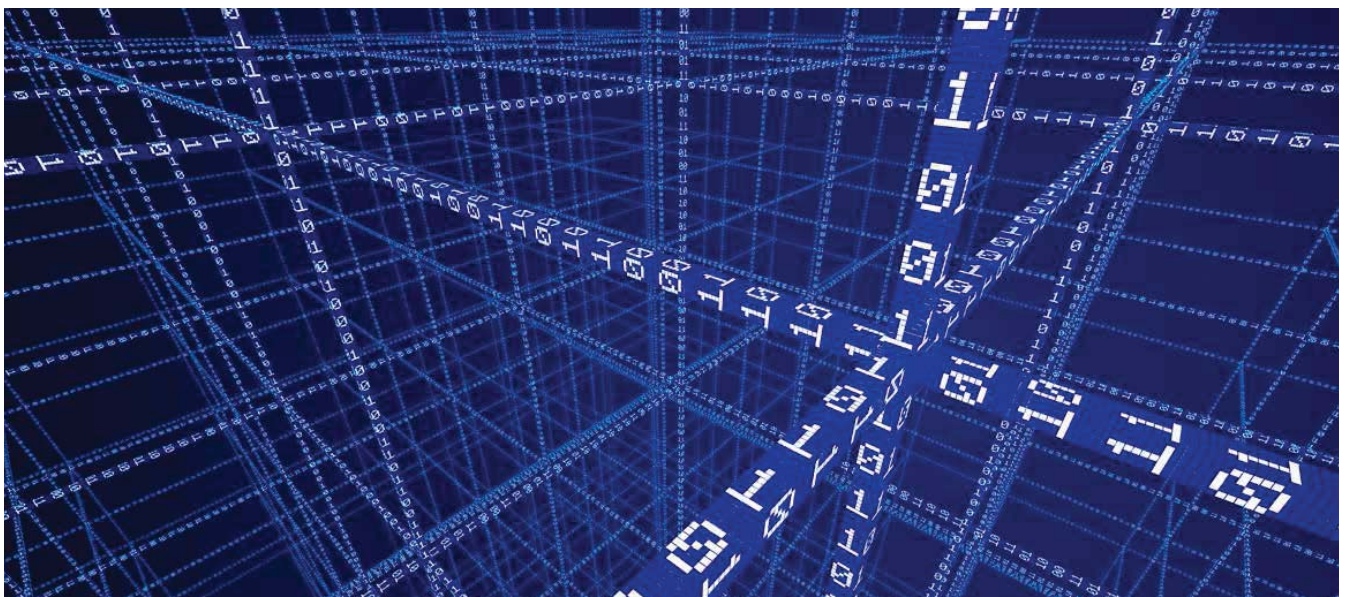
Um erneuerbare Energien mit ihren fluktuierenden Eigenschaften optimal in das Stromsystem zu integrieren, ist es wichtig, dass jederzeit Informationen zur Leistung abgerufen werden können und die Leistung gegebenenfalls angepasst werden kann. Im Jahr 2016 waren knapp 79 Prozent der installierten Leistung aus erneuerbaren Energien sowohl fernsteuer- als auch fernmessbar (siehe Abbildung 13.4). Nur 14,6 Prozent der installierten Leistung waren nicht aus der Ferne regelbar. Die Menge der fernsteuer- und fernmessbaren Leistung hat sich 2016 zum dritten Mal in Folge deutlich erhöht und zwar gegenüber dem Jahr 2015 um rund 5 Prozent. Betrachtet man statt der installierten Leistung die Anzahl an Anlagen, die fernsteuer- und fernmessbar waren, so ergibt sich ein Anteil von rund 7 Prozent, während mehr als 76 Prozent der Anlagen nicht regelbar waren. Grund hierfür ist, dass die meisten kleineren Photovoltaikanlagen statt einer Vorrichtung zur Fernsteuer- oder Fernmessbarkeit mit einer pauschalen Spitzenkappung ausgestattet sind.

Die Stromnetze können durch den Einsatz moderner Technologien intelligent miteinander sowie mit Stromerzeugung und -verbrauch verknüpft werden. Konventionelle Elektrizitätsnetze werden zu intelligenten Netzen (Smart Grids), wenn sie mit Kommunikations-, Steuer- und Regeltechnik sowie IT-Komponenten ausgerüstet werden. Die

Grundlage für diese Infrastrukturmodernisierung wurde mit dem im September 2016 in Kraft getretenen GDEW gesetzt. Ein Smart Grid führt insbesondere zu einer besseren Ausnutzung der bestehenden Infrastruktur. Dadurch wird der Ausbaubedarf reduziert und die Netzstabilität verbessert. Einer Studie im Auftrag des BMWi aus dem Jahr 2014 zufolge können neue Netzplanungsansätze und intelligente Netztechnologien die Kosten des bis 2032 anfallenden Ausbaus der Verteilernetze um bis zu 20 Prozent reduzieren (E-Bridge, IAEW, OFFIS 2014).

Mehr Flexibilität im Verteilernetz schaffen. Als Baustein für eine kosteneffiziente Energiewende wird der bestehende Mechanismus für Flexibilität im Verteilernetz modernisiert. Ziele sind insbesondere ein effizientes Netzengpassmanagement und die Berücksichtigung der Auswirkungen sog. neuer Lasten (z. B. gleichzeitig ladende Elektroautos, Wärmepumpen etc.) auf die Belastung der Stromnetze. Strom wird heute in annähernd zwei Millionen oft dezentralen Kraftwerken erzeugt. Die Steuerung der Stromflüsse und der Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch bei steigenden Anteilen fluktuierend einspeisender erneuerbarer Energien werden zunehmend komplexer. Digitalisierung ermöglicht die Überwachung und Steuerung von Energieerzeugung, -transport und -verbrauch in Echtzeit. Das Tophthema-2-Projekt im Rahmen des Digitalisierungsbarometers dient dem Ziel, die neuen Lasten effizient in das Verteilernetz zu integrieren.

In Handel und Vertrieb entstehen innovative Geschäftsmodelle durch digitale Infrastrukturen, die einen wichtigen Beitrag zur Integration der erneuerbaren Energien in den Markt leisten. So ist etwa die Fernsteuerbarkeit von Erzeugungsanlagen eine Voraussetzung dafür, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen im Rahmen der Direktvermarktung einen Anspruch auf die Zahlung der sogenannten Marktpremie



Das SINTEG-Programm: „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“

Mit dem SINTEG-Programm werden in **fünf großen Modellregionen** – sog. „Schaufenster“ – mit **über 300 Unternehmen** und weiteren Akteuren Lösungen für technische, wirtschaftliche und regulatorische Herausforderungen für das intelligente Energiesystem der Zukunft entwickelt und demonstriert. Dabei stehen insbesondere sichere, effiziente und massengeschäftstaugliche Verfahren, innovative Technologien sowie Marktmechanismen für flexible, intelligente Netze und Märkte im Fokus. Schwerpunkt ist die **Digitalisierung des Energiebereichs**.

Ziel des Programms ist auch das Sammeln von Erfahrungen aus der Praxis für die zukünftige Weiterentwicklung des Rechtsrahmens. Hierfür hat die Bundesregierung die am 21. Juni 2017 in Kraft getretene **SINTEG-Verordnung** mit zeitlich befristeten „Experimentieroptionen“ beschlossen. Durch die Verordnung erhalten die SINTEG-Teilnehmer die Möglichkeit, ohne wirtschaftliche Nachteile neue Technologien, Verfahren und Geschäftsmodelle zu testen, bspw. zur Digitalisierung und Sektorkopplung Strom-Wärme. SINTEG wird damit zum „**Reallabor**“ für die intelligente Energieversorgung der Zukunft und die Bundesregierung erhält in der Realität erprobte Hinweise für zukünftige Anpassungen des Rechtsrahmens.

Das BMWi fördert die fünf SINTEG-Schaufenster mit über 200 Millionen Euro. Zusammen mit zusätzlichen privaten Investitionen der beteiligten Unternehmen werden insgesamt über 500 Millionen Euro in die Digitalisierung des Energiesektors investiert.

Die Projekte sind zum 1. Dezember 2016 bzw. 1. Januar 2017 gestartet und haben eine Laufzeit von vier Jahren. Die fünf Schaufenster haben jeweils einen eigenen thematischen Schwerpunkt:

- **„C/sells: Großflächiges Schaufenster im Solarbogen Süddeutschland“:** Das Schaufenster „C/sells“ in Baden-Württemberg, Bayern und Hessen hat den Schwerpunkt „Sonne“. Dabei steht die regionale Optimierung von Erzeugung und Verbrauch im Fokus. Es soll ein zellulär strukturiertes Energiesystem aufgebaut werden („Cells“), also autonom handelnde, regionale Zellen, die im überregionalen Verbund miteinander agieren. Diese sollen u. a. auf mehr als 10.000 geplante Smart Meter mit der dazugehörigen Gateway-Infrastruktur zurückgreifen.
- **„Desig-netz: Baukasten Energiewende – Von Einzellösungen zum effizienten System der Zukunft“:** Im Schaufenster „Desig-netz“ in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Saarland sollen Lösungen aufgezeigt werden, wie dezentral bereitgestellte Energie (gemischt Sonne und Wind) für die Versorgung von (industriellen) Lastzentren genutzt werden kann. Erprobt wird dabei das lokale, regionale und überregionale Zusammenspiel von Erzeugung und Verbrauch. Durch die Heterogenität der Modellregion können nahezu alle Versorgungsaufgaben des Jahres 2035 für ganz Deutschland simuliert werden.

- **„enera: Der nächste große Schritt der Energiewende“:** Das Schaufenster „enera“ in Niedersachsen adressiert die drei Schwerpunkte Netz, Markt und Daten. Im Bereich Netz soll durch technisches Nachrüsten von Erzeugern, Verbrauchern und Speichern, bzw. deren Neuinstallation, und durch die Ertüchtigung des Netzes mit neuen Betriebsmitteln das Energiesystem technisch flexibilisiert werden. Im Bereich „Markt und Handel“ soll die Strombörse EPEX ihre Orderbücher im Intraday-Markt um Informationen zum Standort der Stromerzeugungsanlagen erweitern. Damit dieser Handel reibungslos funktioniert, muss eine entsprechende digitale Infrastruktur geschaffen werden. Ziel sind u. a. regionale Systemdienstleistungen, um lokal das Netz zu stabilisieren. Es ist geplant, das Netz mit über 30.000 intelligenten Messsystemen und Sensoren auszurüsten und an das Kommunikationsnetz anzubinden.

- **„NEW 4.0: Norddeutsche EnergieWende: Von der Strom- zur Energiewende“:** Das Schaufenster „NEW 4.0“ in Schleswig-Holstein und Hamburg soll zeigen, dass die Gesamtregion bereits im Jahr 2035 sicher und zuverlässig mit 70 Prozent regenerativer Energie versorgt werden kann. Im Rahmen einer Doppelstrategie sollen regionale EE-Abregelungen von Windenergieanlagen in der Modellregion einerseits durch einen erhöhten Stromexport in andere Regionen reduziert werden. Gleichzeitig soll die energetische Selbstverwertung, also der Verbrauch regenerativ erzeugter Energie in der Region, durch geeignete Flexibilitätskonzepte und Sektorkopplung gesteigert werden.

- **„WindNODE: Das Schaufenster für intelligente Energie aus dem Nordosten Deutschlands“:** Das Schaufenster „WindNODE“ umfasst die fünf ostdeutschen Länder und Berlin. Ziel ist eine effiziente Einbindung von erneuerbarer Erzeugung in einem energieträgerübergreifend optimierten System aus Strom-, Wärme- und Mobilitätssektor. Bei WindNODE sind alle Akteure eines zukünftigen, intelligenten Energiesystems repräsentiert – Erzeuger, Nutzer, Stromnetze, Märkte – und wirken zusammen, um Flexibilitäten zu koordinieren. Im Mittelpunkt des Projekts steht die Perspektive des Nutzers. In neun Demonstratoren werden innovative Anwendungen auf allen Ebenen des vernetzten Energiesystems vorgestellt und miteinander zu einem Gesamtmodell verbunden.

Das SINTEG-Programm wird durch ein Begleitforschungskonsortium unterstützt, insbesondere zur Erhöhung der Breitenwirksamkeit des Programms, für den Ergebnistransfer und den nationalen und internationalen Austausch bzw. die Vernetzung, zur Unterstützung bei Normungs- und Standardisierungsprozessen und zur Evaluierung.

SINTEG ist Teil des Maßnahmenpakets „Innovative Digitalisierung der Deutschen Wirtschaft“ zur Umsetzung der Digitalen Agenda der Bundesregierung.

nach dem EEG haben (siehe Kapitel 4). Durch Fernsteuerbarkeit werden Anlagenbetreiber und Direktvermarkter technisch in die Lage versetzt, bei Bedarf die Einspeisung zu drosseln oder die Anlage abzuregeln, wenn die Marktsituation dies erfordert. Damit integrieren sie erneuerbar erzeugten Strom in den Markt und entlasten die EEG-Umlage im Vergleich zu Anlagen in der festen Einspeisevergütung.

Digitalisierung ermöglicht zudem eine Steigerung der Energieeffizienz mittels innovativer Geschäftsmodelle sowie durch bessere Information von Verbrauchern und Planern. Es entstehen neue Möglichkeiten der Analyse, Nutzerinformation und Entwicklung darauf basierender Dienstleistungen für Energieeffizienz, die in dieser Form zuvor technisch-organisatorisch unmöglich oder zu teuer waren. So fördert zum Beispiel das im Mai 2016 gestartete „Pilotprogramm Einsparzähler“ innovative und IT-basierte Pilotprojekte zur Verminderung des Energieverbrauchs auf Grundlage von Energiedienstleistungen, die auf digitaler Erhebung und Verarbeitung von Energieverbrauchsdaten beruhen. Darüber hinaus ermöglicht die Digitalisierung neue Formen der Organisation und Steuerung industrieller Produktionsprozesse (Industrie 4.0) zur Optimierung des Energieeinsatzes.

Die Digitalisierung des Planungsprozesses im Gebäudebereich (BIM – Building Information Modeling) unterstützt die energetische Optimierung und ermöglicht transparente und verständliche Lösungen für alle energetisch relevanten Anlagenprozesse. In Gebäuden kann die intelligente Vernetzung von Energiezählern und -verbrauchern zu einem effizienten Einsatz von Energie führen und zugleich den Komfort erhöhen (Smart Home). Im Verkehrssektor können Fahrzeuge mittels digitaler Anwendungen besser untereinander sowie mit der Verkehrsinfrastruktur und dem Energiesystem vernetzt werden. Dies kann zu einem effizienteren Verkehr sowie zu einer optimalen Integration

von Elektrofahrzeugen in das Energiesystem beitragen (siehe Kapitel 7).

Die digitale Transformation der Wirtschaft und insbesondere die Digitalisierung von industriellen Produktionsprozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die sogenannte Industrie 4.0, eröffnet ein großes Potenzial, Produktionsprozesse energieeffizienter und klimaschonend zu gestalten und so einen wichtigen Beitrag zum Energieeffizienzziel der Energiewende zu leisten. Die Bundesregierung unterstützt diese Anstrengungen mit Förderprogrammen für Investitionen in moderne Sensorik, Soft- und Hardware sowie smarte Effizienzlösungen. Konkrete Beispiele sind die Programme Autonomik für Industrie 4.0, E-Energy, klimaschonende Produktionsprozesse, SINTEG sowie die Kopernikus-Projekte für langfristige Forschungsfragen (siehe Kapitel 14).

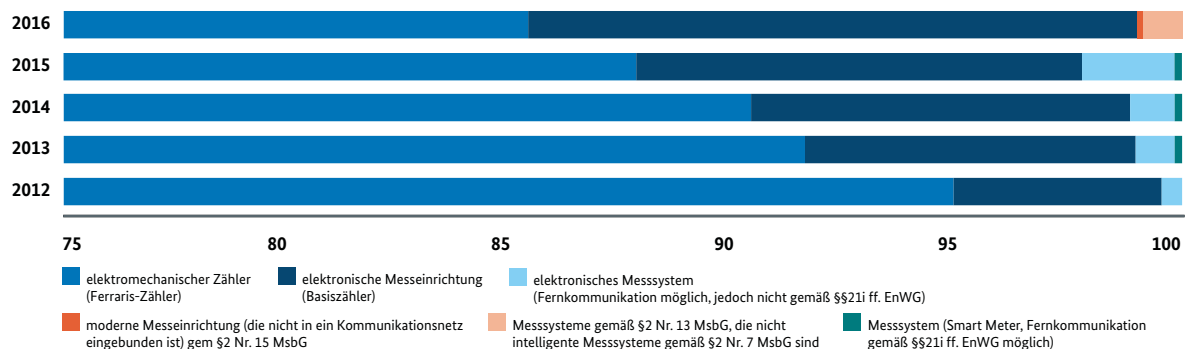
Für die Messung des Energieverbrauchs in der Industrie sind fernauslesbare Zähler seit langer Zeit zwar vielerorts die Regel, Maßgaben eines Standards des BSI zur sicheren Kommunikation musste die Technik allerdings noch nicht genügen – mit dem GDEW wird das anders. Bei privaten Haushalten sind digitale Anwendungen zur Senkung des Energieverbrauchs bisher noch wenig verbreitet. Beispielsweise sind fernauslesbare Stromzähler im Bereich der privaten Haushalte noch sehr selten: Nur rund 2,3 Prozent der mehr als 51 Millionen Zählpunkte im Haushaltsbereich können fernausgelesen werden. Etwa 85 Prozent aller Zähler im privaten Bereich sind nach wie vor klassische elektromechanische Zähler, sogenannte Ferraris-Zähler. Der Trend geht zu elektronischen Messeinrichtungen, die vom Jahr 2015 auf das Jahr 2016 um fast 40 Prozent zugenommen haben. Die Anzahl der elektromechanischen Zähler hat hingegen um 2,3 Prozent leicht abgenommen (siehe Abbildung 13.5).

Blockchain – Potenzial und Herausforderungen

Auch in Deutschland wird die Blockchain im Energiesektor getestet, zum Beispiel von Übertragungsnetzbetreiber TenneT und Batteriespeicherhersteller Sonnen. Dabei sollen bis Mitte des Jahres bis zu 6.000 Photovoltaik-Heimspeicher vernetzt werden, um für mehr Flexibilität im Stromnetz zu sorgen. Produzieren beispielsweise Windkraft- und Solaranlagen mehr Strom, als gerade benötigt wird, kann er im Heimspeicher-Netzwerk zwischengespeichert werden. Wenn kein Wind weht und die Sonne nicht scheint, kann der gespeicherte Strom zurück ins Stromnetz und zu den Verbrauchern fließen. Per Blockchain sind die Speicher untereinander vernetzt, so dass sich genau festhalten lässt,

welcher Speicher wie viel Strom zusätzlich aufgenommen und wieder abgegeben hat. Das ist vor allem für die Abrechnung wichtig, da die Teilnehmer den zusätzlich aufgenommenen Strom kostenlos verbrauchen dürfen. Anders als beim „Brooklyn Microgrid“ steht bei diesem Pilotprojekt allerdings nicht der Austausch von Strom zwischen Prosumern im Vordergrund, sondern die Stabilisierung des Stromnetzes. Noch ist nicht abzusehen, ob Blockchain-Anwendungen auch über die Pilotprojekte hinaus geeignet sind, die Energiewende in großem Maßstab zu unterstützen. Die bisherigen Erfahrungen sind erfolgversprechend.

Abbildung 13.5: Verwendete Zähl- und Messtechniken im Bereich Haushaltskunden
in Prozent der Zählpunkte



Quelle: BNetzA 10/2017

Datenschutz und Datensicherheit sowie verlässliche Standards sind Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Digitalisierung der Energiewende. Dem trägt das GDEW Rechnung. Energieverbrauchsdaten müssen in zunehmendem Maße gesichert werden, um Missbrauch zu verhindern und den Schutz der Privatsphäre der Verbraucher auch bei einem immer höheren Digitalisierungsgrad zu gewährleisten. Zudem ist zu verhindern, dass das Energiesystem bei der weiteren digitalen Transformation anfälliger etwa für Hackerangriffe und Virenbefall wird. Die Implementierung geeigneter Schutzmaßnahmen stellt somit einen entscheidenden Faktor dar, um die Versorgungssicherheit auch bei einem höheren Digitalisierungsgrad zu gewährleisten sowie wirtschaftlichen Schaden abzuwenden.

Die Digitalisierung der Energiewende ist gestartet. Mit dem GDEW und dem SINTEG-Programm hat die Bundesregierung wichtige Schritte zur Gestaltung der Rahmenbedingungen für die Digitalisierung im Stromsektor getan. Dieser Weg hin zu Smart Grid, Smart Meter und Smart Home muss konsequent weitergegangen werden. Denn Anwendungen in diesen Bereichen profitieren von einer nach dem Prinzip „Datenschutz & IT-Sicherheit by Design“ gestalteten Kommunikationsplattform, für die es transparente Regeln

zur Datenkommunikation gibt. BMWi und BSI werden deshalb die Standards für das Smart-Meter-Gateway für die genannten Bereiche erweitern. Arbeitsplanungen werden in einer „Roadmap Standardisierungsstrategie für die sektorübergreifende Digitalisierung nach dem GDEW“ enthalten sein. Das wird auch Geschäftsfeldern außerhalb des Energiebereichs zugutekommen.

Auch die Ergebnisse der Konsultationsprozesse zum Grünbuch Energieeffizienz und zum Impulspapier „Strom 2030“ des BMWi zeigen, wie die Digitalisierung zum Gelingen der Energiewende und zur Erreichung der energiepolitischen Ziele beitragen kann. Um die Digitalisierung voranzubringen, gilt es danach insbesondere, das durch das GDEW geschaffene Potenzial intelligenter Netze für eine kostengünstige Energieversorgung auszuschöpfen. In Modellregionen sollen innovative Geschäftsmodelle erprobt und Erfahrungen im Hinblick auf den Anpassungsbedarf des rechtlichen Rahmens gesammelt werden (SINTEG-Programm). Die Integration flexibler Erzeuger und Verbraucher im Verteilernetz soll ermöglicht werden. Schließlich hat in den Konsultationen namentlich die These hohe Zustimmung erhalten, dass die Digitalisierung neue Möglichkeiten für Mehrwertdienste und Effizienzdienstleistungen eröffnet.

Zentrale Maßnahmen im Bereich Digitalisierung der Energiewende

- Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (GDEW)
- Projekt „Digitalisierung der Energiewende: Barometer und Topthemen“
- Roadmap „Standardisierungsstrategie für die sektorübergreifende Digitalisierung nach dem GDEW“
- „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (siehe Kasten)
- Pilotprogramm Einsparzähler (siehe Kapitel 5.4)
- Ausbau der Förderung der Markteinführung des klimarechten, smarten „Effizienzhaus Plus“-Gebäudestandards des Bundes, da diese Gebäude der Zukunft eine Zusatzfunktion als „smarter Energiemanager“ übernehmen (Vernetzung und Rückmeldung über Energieströme im/am Haus, im Quartier)



14 Energieforschung und Innovationen

Wo stehen wir?

Energieforschung ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende. Im Jahr 2016 hat die Bundesregierung 876 Millionen Euro im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms eingesetzt. Drei Viertel der Mittel sind in die Forschungsbereiche erneuerbare Energien und Energieeffizienz geflossen.

Das Energieforschungsprogramm der Bundesregierung legt Schwerpunkte auf erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Energiesystemtechnologien (Netze und Speicher).

Was ist neu?

Angesichts der Herausforderung der zunehmenden Integration erneuerbarer Energien in das Energiesystem und der Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr stehen übergreifende Initiativen wie „Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt“, „Energiewende im Verkehr“ und die Kopernikus-Projekte für die Energiewende im Fokus.

Im Herbst 2018 soll das Energieforschungsprogramm der Bundesregierung in seiner siebten Auflage erscheinen. Die Konsultation mit Stakeholdern dazu ist abgeschlossen. Die Auswertung des im Jahr 2017 durchgeführten Konsultationsprozesses zeigt, welche Forschungsthemen im Fokus stehen, u. a. Sektorkopplung und Digitalisierung.

Forschung Innovation	Zukunftsweisende Innovationen für den Umbau der Energieversorgung vorantreiben.
---------------------------------	---

14.1 Forschung und Entwicklung

Forschung, Entwicklung und Demonstration innovativer Energietechnologien sind in erster Linie Aufgaben der Wirtschaft. Öffentliche Forschungsförderung zielt generell darauf ab, neben der Grundlagenforschung die angewandte Forschung, technologische Entwicklungen sowie Innovationsaktivitäten der Wirtschaft, von Forschungseinrichtungen und Hochschulen zu unterstützen.

Um innovative Technologien kostengünstiger und marktfähig zu machen, ist neben der Forschungsförderung die Unterstützung durch Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen wesentlich. Dazu gehören die regelmäßige Anpassung des Ordnungsrechts, aber auch gezielte Fördermaßnahmen zum Forschungstransfer und zur Marktvorbereitung. Der Koalitionsvertrag sieht vor, den Übergang von Forschung zu Demonstration und Markteinführung zu unterstützen und dazu „Reallabore“ (z.B. Power-to-Gas/Power-to-Liquid) als weitere Säule der Energieforschung auszubauen. Thematisch richtet der Koalitionsvertrag einen besonderen Fokus auf CO₂-arme Industrieprozesse.

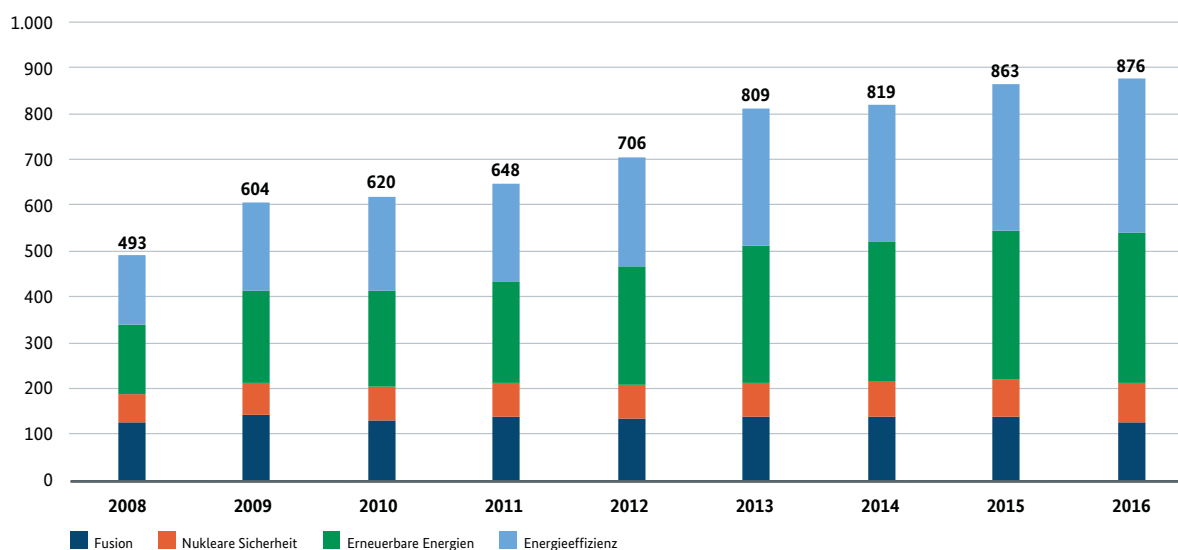
Die Investitionen von Unternehmen in Forschung und Entwicklung für innovative Energietechnologien sind im Jahr 2016 weiter angestiegen. Unternehmen haben allein innerhalb der öffentlich geförderten Energieforschungsvorhaben im Jahr 2016 rund 155 Millionen Euro in die Entwicklung innovativer Energietechnologien investiert. Hinzu kommen Drittmittelzahlungen an Hochschulen und Forschungseinrichtungen im Kontext von Verbundvorhaben. Das gesamte Investitionsvolumen der Wirtschaft in Forschung und Ent-

wicklung von Energietechnologien ist vermutlich deutlich höher.

Industrieorientierte Energieforschung sichert die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie. Bei der angewandten Forschung und der technologischen Entwicklung liegt der Fokus auf industriegeführten Vorhaben. Diese erfolgen im engen Verbund mit Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Insgesamt beteiligte sich die Industrie im Jahr 2016 an 54 Prozent aller laufenden Forschungsvorhaben zur angewandten Energieforschung. Bei den neu bewilligten Forschungsvorhaben beliefen sich die Industriezusagen auf 252 Millionen Euro.

Das Budget für die Förderung der Energieforschung hat der Bund auch im Jahr 2016 weiter verstärkt. In den Jahren 2013 bis 2016 hat die Bundesregierung insgesamt rund 3,6 Milliarden Euro für die Förderung von Forschung und Entwicklung moderner Energietechnologien bereitgestellt. Im Jahr 2016 wurden dafür 876 Millionen Euro im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms aufgewendet. Dies entspricht einer Steigerung von rund 1,5 Prozent gegenüber dem Vorjahr und nahezu einer Verdopplung in zehn Jahren (siehe Übersicht in Abbildung 14.1). Die für die Energieforschung bereitgestellten Fördermittel werden stark nachgefragt und kommen bei den Unternehmen und Forschungsinstituten an. 2016 lag der Mittelabfluss bei 92 Prozent. Rund drei Viertel des Jahresbudgets sind in die Bereiche Energieeffizienz und erneuerbare Energien geflossen. Der jährliche Bundesbericht Energieforschung stellt alle wesentlichen Entwicklungen hierzu umfangreich dar. So schafft die Bundesregierung Transparenz über die Förder-

Abbildung 14.1: Forschungsausgaben des Bundes im Energieforschungsprogramm
in Mio. Euro



Quelle: BMWi 04/2016

politik in der Energieforschung und informiert über die geförderten Energietechnologien.

Seit Beginn der Projektförderung im Jahr 1977 (1. Energieforschungsprogramm) hat die Bundesregierung rund 12 Milliarden Euro in die Förderung der nicht-nuklearen Energieforschung investiert. Das neue, zentrale Informationssystem EnArgus bietet einen umfassenden Einblick in die Energieforschungsaktivitäten der Bundesregierung der letzten 40 Jahre.

Im EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ nimmt Deutschland eine führende Position ein. Aus dem Gesamtbudget von „Horizont 2020“ von rund 80 Milliarden Euro sind über die Laufzeit des Programms rund 6 Milliarden Euro für Projekte der nicht-nuklearen Energieforschung vorgesehen (siehe Bundesbericht Energieforschung 2017). Etwa 675 Millionen Euro standen im Jahr 2016 für den Themenbereich Energie zur Verfügung. Über die bewilligten Projekte werden rund 14 Prozent der europäischen Fördermittel nach Deutschland fließen.

Die zunehmende Komplexität von Forschung und Entwicklung führt zu intensivierten Austauschprozessen auf internationaler Ebene. Deutschland engagiert sich auf vielfältige Weise für die internationale Zusammenarbeit in der Energieforschung. So ist die Bundesrepublik an 22 von aktuell 38 laufenden Technology Collaboration Programmes (TCP) der Internationalen Energieagentur (IEA) aktiv beteiligt. Bei der 21. Konferenz der Vertragsstaaten des Klimarahmenübereinkommens (COP21) in Paris im Dezember 2015 wurde mit deutscher Beteiligung die Initiative „Mission Innovation“ gegründet.

Der Trend eines konstant hohen Mittelabflusses bei jährlich steigendem Budget unterstreicht die zentrale Bedeutung der Energieforschung für die Umsetzung der Energiewende. Die Energieforschung schafft damit die technologische Grundlage für den Umbau des Energieversorgungssystems und ist ein strategisches Element der Energiepolitik der Bundesregierung.

Die sektorübergreifende Energieforschung ist ein wichtiger Beitrag zur Energiewende. Die Bedeutung der Integration von Strom-, Wärme- und Verkehrssektor (Sektorkopplung)

Transparenz und Beteiligung – Beispiele im Bereich Energieforschung

Forschungsnetzwerke Energie

Um Ergebnisse der Energieforschung direkt zu den Akteuren der Energiewende zu transferieren und um den Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und staatlicher Förderpolitik zu unterstützen, hat das BMWi seit dem Jahr 2015 sieben Forschungsnetzwerke zu wesentlichen Förderschwerpunkten sukzessive ins Leben gerufen:

- Energiewendebauen
- Stromnetze
- Systemanalyse
- Erneuerbare Energien
- Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe
- Flexible Energieumwandlung
- Energetische Biomassenutzung

Als Schnittstelle zwischen Forschung, Praxis und Politik tragen die Netzwerke dazu bei, praxisnahe Förderstrategien themenorientiert zu diskutieren und neue Maßnahmen anzuregen. Transparenz und Effizienz werden so in den Fokus der Energieforschung gerückt. Die Energiewende-Plattform Forschung und Innovation (FuI-Plattform) bündelt und koordiniert die langfristig angelegten Forschungsnetzwerke Energie.

Konsultation zum 7. Energieforschungsprogramm

Die ab Dezember 2016 durchgeführten Konsultationen zum 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung wurden in 2017 abgeschlossen. Der breit angelegte Konsultations-

prozess hat alle relevanten Akteure der Energieforschung und -wirtschaft frühzeitig in die Diskussion zur Weiterentwicklung der Energieforschungspolitik eingebunden. Ziel war es, die Förderpolitik konsequent an den Zielen der Energiewende neu zu justieren und die erzielten Fortschritte auszubauen. Ein offen gestaltetes Beteiligungsverfahren hat dazu beigetragen, Transparenz zu schaffen, und einen offenen Dialog ermöglicht. Die Auswertung des Konsultationsprozesses zeigt den gesamten Forschungsbedarf, aber auch welche übergreifenden Forschungsthemen neu im Fokus stehen, insbesondere Sektorkopplung und Digitalisierung.

Forschungsforum Energiewende

Die Forschungsthemen der vier Kopernikus-Projekte (Netze, Speicher, Industrieprozesse und Systemintegration) wurden im „Forschungsforum Energiewende“ in einem umfassenden Beteiligungsprozess mit mehr als 90 Institutionen und Organisationen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft erarbeitet.

Die vier geförderten Projektkonsortien vereinen Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft. Die damit praktizierte, frühzeitige Einbindung der Zivilgesellschaft in die Forschung ist ein zentrales Anliegen der Projekte.

und der Systemintegration innovativer Energietechnologien für das Erreichen der Energiewende-Ziele rückt zunehmend in den Fokus der Energieforschung (siehe Kapitel 12). Ressortübergreifende Forschungsinitiativen zu Energiespeichern, Stromnetzen, dem Gebäude- und Quartiersbereich sowie zum Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie werden fortgeführt und mit neuen Aktivitäten zur intelligenten Sektorkopplung in der Energiewende durch strombasierte Kraftstoffe ergänzt.

Perspektivisch wird die Bedeutung der Energieforschung noch weiter zunehmen. Der positive Trend setzt sich in Zukunft fort und stärkt die Rolle der Energieforschung im Kontext der Energiepolitik der Bundesregierung. Die mittelfristige Finanzplanung sieht ein Volumen von 1,105 Milliarden Euro für die Projektförderung für das Jahr 2020 vor. Auch im europäischen Rahmen wird sich Deutschland weiter für ein ganzheitliches und energiewendeorientiertes Vorgehen engagieren.

14.2 Innovative Energietechnologien

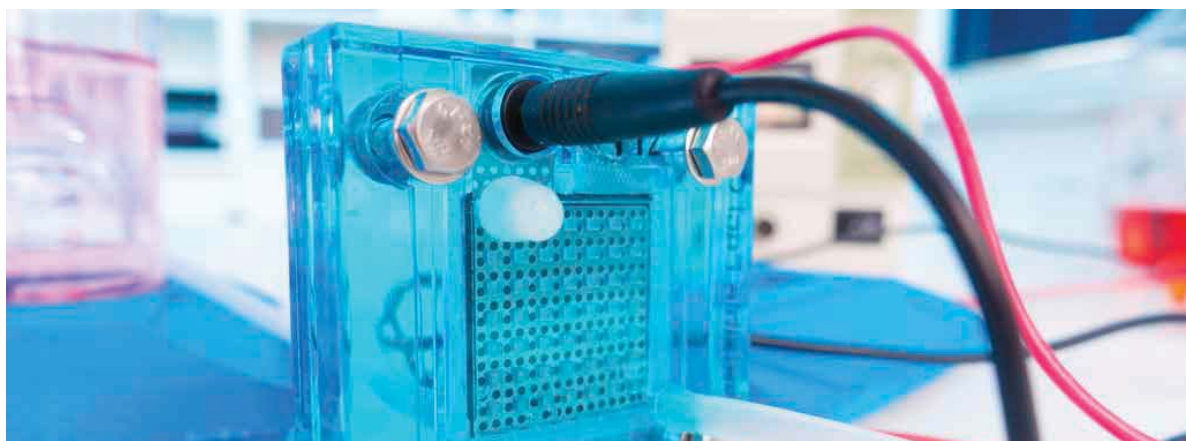
Erfolgversprechende Forschungsergebnisse sind Ausgangspunkt für neue, kostengünstige und marktfähige Energietechnologien. Beispiele für die zunehmende Verbreitung von innovativen Technologien, die mit höheren Wirkungsgraden, geringeren Kosten oder geringerem Ressourceneinsatz verbunden sind, finden sich in allen Handlungsfeldern der Energiewende, wie im Folgenden gezeigt wird.

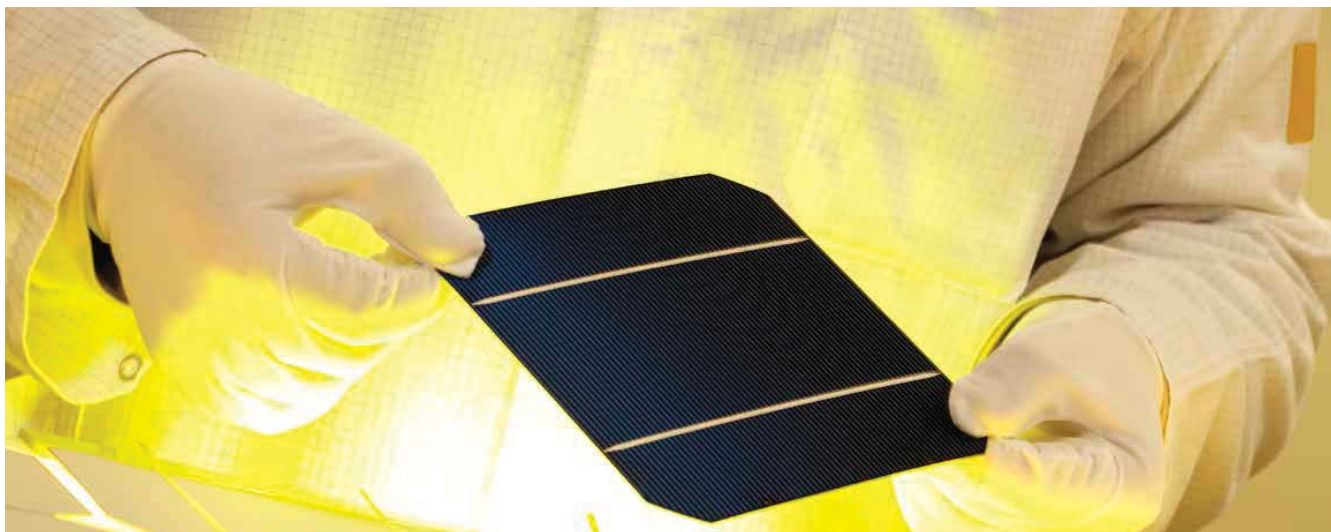
Im Bereich erneuerbarer Energien belegen die Patentanmeldungen eine hohe Innovationsfreude. Im Jahr 2016 wurden 1.139 Patente im Bereich erneuerbare Energien angemeldet (DPMA 2017). Wie bereits in den beiden Vorjahren gingen die Zahlen sowohl inländischer als auch ausländischer Anmeldungen allerdings weiter zurück (-17,3 Prozent gegenüber 2015). Den Großteil der Anmeldungen, insgesamt 68,7 Prozent, haben Anmelderrinnen und Anmel-

der aus dem Ausland eingereicht. Patente sind allerdings nur eine von vielen Facetten von Innovationen und daher kein alleiniger Indikator. Entscheidend ist, inwieweit neue Produkte praktisch realisiert werden und wirtschaftliche Vorteile erbringen. Diese werden durch die Zahl der Patente nicht erfasst. Hinzu kommt, dass die Anmeldequote der Patente in verschiedenen technologischen Disziplinen sehr unterschiedlich ist.

Die Patentanmeldungen im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik spiegeln innovative Transformationsprozesse wider. Anmeldungen für Hybrid- und Elektroantriebe haben sich seit dem Jahr 2009 mehr als verdoppelt (DPMA 2017). Insgesamt übersteigen weiterhin die Patentanmeldungen zum Verbrennungsmotor die Anmeldungen zu alternativen Antrieben. Bemerkenswert ist jedoch der Anstieg um 19 Prozent bei den Anmeldezahlen der rein elektrisch angetriebenen Fahrzeuge im Jahr 2016. Vor allem bei der Zahl der Patentanmeldungen von Unternehmen mit Sitz in Deutschland (+46,5 Prozent) und Japan (+28,7 Prozent) ist der Anstieg signifikant. Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, dass es im Bereich der alternativen Antriebs-technologie weiter vorangeht (vgl. Kapitel 7).

Technologische Weiterentwicklungen und Innovationen bei Erneuerbare-Energien-Technologien in der Stromerzeugung bewirken Kostensenkungen. Dies gilt in Verbindung mit einem enorm wachsenden Marktvolumen und „economies of scale“ vor allem für Photovoltaik (PV) und zunehmend auch für die Windenergie. Lagen die Vergütungssätze bei PV im Jahr 2007 noch bei über 50 ct/kWh für kleine Dachanlagen, liegen sie heute bei rund 12 ct/kWh für Dachanlagen und unter 10 Cent für PV-Freiflächenanlagen außerhalb der wettbewerblichen Preisfindung. Deutlich niedriger sind die durchschnittlichen Zuschlagspreise für PV-Freiflächenanlagen und große Dachanlagen aus den Ausschreibungsrunden des Jahres 2017. Innerhalb eines dreiviertel Jahres, vom Januar 2017 bis Oktober 2017, sind die durchschnittlichen Zuschlagspreise um ca. 30 Prozent auf unter





5 ct/kWh gesunken. Ähnliche Kostenreduktionen weisen die Ergebnisse der ersten Ausschreibungen bei Windenergie an Land auf. Der durchschnittliche Zuschlagspreis aus den Ausschreibungsrunden des Jahres 2017 sank innerhalb eines halben Jahres um ein Drittel (siehe Kapitel 4).

Mit dem stetig wachsenden Anteil der erneuerbaren Energien in der Energieversorgung werden Energiespeicher für Strom und Wärme immer bedeutsamer. Wird der Strom vor der Speicherung umgewandelt, zum Beispiel in Wasserstoff oder andere chemische Energieträger, besteht – neben der Wiederverstromung – im Sinne der Kopplung die Möglichkeit zur Nutzung der Energie in anderen Sektoren. Bisher haben jedoch erst wenige Speichertechnologien die notwendige technische Reife zu wettbewerbsfähigen Kosten erreicht. Rund 184 Millionen Euro Fördermittel hat die Bundesregierung seit dem Jahr 2011 in die Entwicklung verschiedener Speichertechnologien für die Energiewende investiert. Die letzten Projekte im Rahmen der gemeinsamen Förderinitiative Energiespeicher des BMWi und des

BMBF werden 2018 beendet sein. Wasserstoff, Batterien und Wärmespeicher zur Stromlastverlagerung sind die Technologiepfade, die für netzdienliche, stationäre Energiespeicher künftig verfolgt werden. Die Bundesregierung entwickelt dazu maßgeschneiderte Förderaktivitäten innerhalb ihres 7. Energieforschungsprogramms und unterstützt im Rahmen der Projektförderung Innovationen für eine große Bandbreite an Speichertechnologien. Sie wird weiterhin neue Speicherthemen aufgreifen und die begonnenen technologischen Entwicklungen vorantreiben.

Die Prioritäten bei Forschung und Entwicklung verlagern sich zunehmend in Richtung Flexibilisierung von Kraftwerksprozessen. Mit zunehmender Integration erneuerbarer Energien im Strommarkt sind neue Anforderungen entstanden. Durch die Forschungsaktivitäten in diesem Bereich werden die Voraussetzungen geschaffen, dass der deutsche Kraftwerkspark diese Anforderungen in Zukunft besser umsetzen kann.

Zentrale Maßnahmen im Bereich Energieforschung

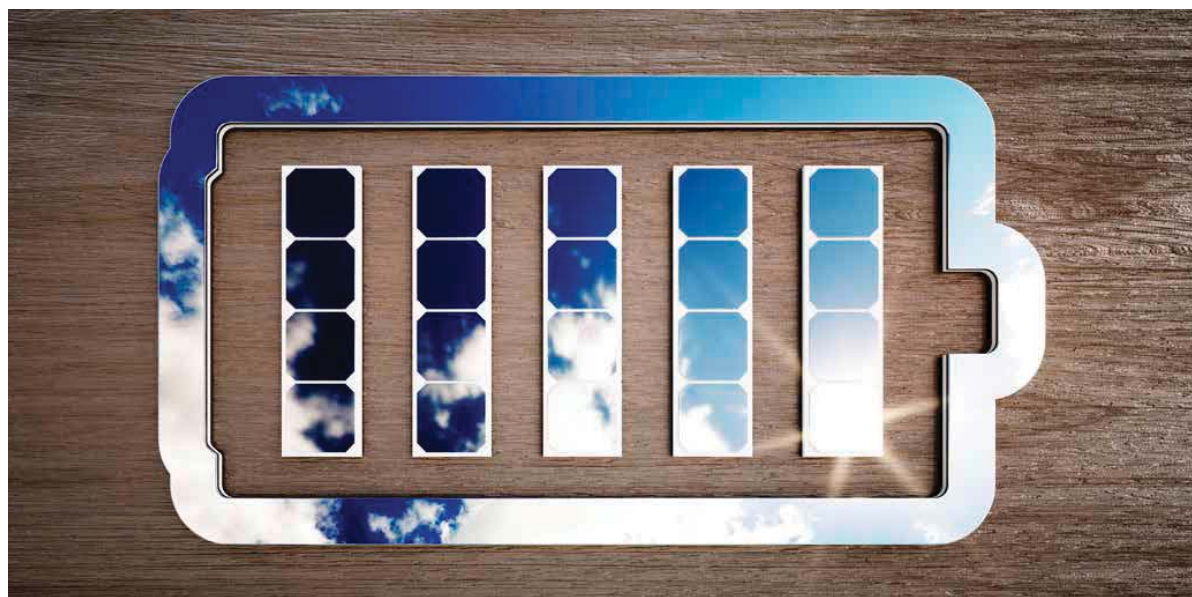
- Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm
- Energiewende-Plattform Forschung und Innovation (FuI-Plattform)
- Forschungsnetzwerke Energie
- Forschungsinitiative „Energiewende im Verkehr“
- Förderinitiative „EnEff.Gebäude.2050“
- Förderinitiative „Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt“
- Forschungsinitiative „Zukunftsfähige Stromnetze“
- Forschungsinitiative „Energiespeicher“
- Regierungsprogramm „Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016–2026 – von der Marktvorbereitung zu wettbewerbsfähigen Produkten (NIP 2)“
- Kopernikus-Projekte
- Akademienprojekt „Energiesysteme der Zukunft“
- Forschungsforum Energiewende
- Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“
- Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“
- Programmkooperation: Forschungsallianz Energiewende in der AiF
- Forschungsinitiative „Carbon2Chem“
- Forschungscampi „Mobility2Grid“ und „Flexible Elektrische Netze“

Der Trend zu Produkten der höchsten Effizienzklassen ist ungebrochen. Auch im Jahr 2016 hat die Verbreitung energieeffizienter Technologien und Geräte zugenommen. Dazu leisten das EU-Ökodesign und die EU-Energieverbrauchskennzeichnung weiterhin einen wichtigen Beitrag. Am 1. August 2017 ist die neue EU-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung in Kraft getreten, die den Wechsel von den A+++ zu den A- bis G-Labeln sowie die Einführung einer Produktdatenbank regelt (siehe Kapitel 5, Energie-Label).

Bei Gebäudesanierungen steht die Steigerung der Energieeffizienz weiterhin im Mittelpunkt. Das zeigen auch die Effizienzentwicklungen bei den energetischen Sanierungen über das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm. Die im April 2015 in Kraft getretene Novelle der Förderrichtlinie zum Marktanreizprogramm reizt den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmemarkt weiterhin an (siehe Kapitel 6). Auch bei Heizungen und Warmwasser bauten effiziente Brennwertsysteme ihren Marktanteil im Jahr 2016 weiter aus. Darüber hinaus steigt der Anteil elektrischer Wärmepumpen kontinuierlich (siehe Kapitel 13.1). Weitere Wärmeerzeuger, wie Biomasse und Solarthermie, bleiben im Blickfeld des Marktes (siehe Kapitel 6).

Bei den jährlichen Neuzulassungen nehmen Elektro- und andere alternative Antriebssysteme zu. Bis Ende des Jahres 2016 waren 30 E-Serienmodelle deutscher Hersteller auf dem Markt (siehe Kapitel 7). Auch die Effizienz von Fahrzeugen auf Basis fossiler Brennstoffe kann noch gesteigert werden. Dazu wurde das Fachprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ ins Leben gerufen. Mit Wasserstoff angetriebene Brennstoffzellen-Fahrzeuge und Erdgasfahrzeuge sind technologisch ausgereift und verfügbar (siehe Kapitel 7).

Das Marktgeschehen für Power-to-X-Technologien ist noch durch die Inbetriebnahme von Demonstrationsanlagen gekennzeichnet. Die Power-to-X- und insbesondere die Power-to-Gas- oder auch Power-to-Fuel-Technologien sind vielversprechende Möglichkeiten, um die Sektoren Stromerzeugung, Gaswirtschaft und Mobilität technologisch und wirtschaftlich miteinander zu verknüpfen (siehe Kapitel 13.1). Während die Technologieentwicklung aufgrund wegweisender Forschungsprojekte deutliche Erfolge in Richtung Kostensenkung der Anlagen und Komponenten sowie der Steigerung der Flexibilität im Anlagenbetrieb erzielt hat, können die Kosten für den laufenden Betrieb noch nicht erwirtschaftet werden. Derzeit hat der durch konventionelle Erdgasreformierung hergestellte Wasserstoff gegenüber grünem Wasserstoff aufgrund des großen Strombedarfs einen hohen Kostenvorteil (Erzeugungskosten von 1,4 Euro/kg gegenüber knapp 6 Euro/kg). Ein von der Industrie in Auftrag gegebenes Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass eine Kostendegression insbesondere der Elektrolyseanlagen von über 50 Prozent gegenüber dem heutigen Niveau einen Markthochlauf auf mindestens 1 bis 1,5 GW erforderlich macht. Erst ab dieser erheblichen Größenordnung könnte die Nutzung von grünem Wasserstoff wirtschaftlich werden und damit aus Erdgas gewonnenen Wasserstoff gleichsam überholen. Die sektorübergreifende Förderinitiative „Energiewende im Verkehr“ setzt den Fokus auf die Herstellung und Nutzung von alternativen, strombasierten Kraftstoffen und die Einbindung der neuen Technologien in mobile Anwendungen in Verkehr und Industrie. Sowohl im Kopernikus-Projekt „P2X“ als auch bei „Carbon2Chem“ werden großskalige Elektrolysesysteme erforscht, mit denen Wasserstoff klimafreundlich aus erneuerbaren Strom zu wettbewerbsfähigen Preisen erzeugt werden kann.



Neue Marktpotenziale durch Innovationen des Mittelstands

Mit dem technologie- und branchenoffenen Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie auch Forschungs- und Entwicklungsprojekte aus dem Bereich der Energietechnologien. So erhalten mittelständische Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die mit den Unternehmen kooperieren, Zuschüsse für anspruchsvolle marktorientierte Forschungs- und Entwicklungsprojekte. In den folgenden Projektbeispielen aus dem ZIM sind die aus den Projekten resultierenden Forschungs- und Entwicklungsergebnisse Grundlage für neue digitale Geschäftsmodelle, in denen die mittelständischen Unternehmen Marktpotenzial sehen. Sie zeigen die Chancen, für die innovative mittelständische Wirtschaft in Deutschland neue Geschäftsfelder aufzutun und die Digitalisierung der Energiewende zum Wohle aller voranzubringen:

- **Entwicklung eines intelligenten Energiespeichersystems auf Basis von innovativen Energiemanagementsystemen für den Einsatz in Städten, Smart Energy Systems in Cities:** Mit einem digitalen Energiemanagementsystem (einschließlich Wetterprognose) soll der Energieverbrauchsanteil an

PV-Energie um ca. 15 Prozent auf 75 Prozent erhöht werden, ohne dass dabei das Niederspannungsnetz zusätzlich belastet wird.

- **Überwachung von Leistungstransformatoren durch automatisierte Messung:** Die Anwendung von Industrie 4.0-Methoden in der Energiewirtschaft ermöglicht ein Monitoring großer Transformatoren der Höchstspannungsebene anhand ihres Leistungsstatus.
- **Intelligente Energieerzeugung:** Digitale Lösungen, um miteinander verbundene lokale Energieerzeugungssysteme und eingebundene Energiespeichersysteme zu steuern sowie einer Fernüberwachung zu unterziehen. Der Eigenverbrauch der erzeugten Energie wird maximiert. Dabei werden spezifische Verbrauchsprofile lokaler Verbraucher berücksichtigt.
- **Entwicklung eines Softwaremoduls zur Repräsentation von Ressourcen zu IT-Prozessen für Energieeffizienz in Rechenzentren:** Durch ein Softwaremodul soll das IT-Ressourcenmanagement um energetische Aspekte erweitert werden.

Digitale Lösungen ziehen sich durch alle Branchen und Sektoren. Dies gilt insbesondere für den Bereich Strom und Netze (Smart Meter Rollout) sowie Gebäude (Smart Home, netzreaktive Gebäude, siehe Kapitel 13.2). Im Bereich automatisiertes und vernetztes Fahren ist Deutschland derzeit führend in wesentlichen Technologiefeldern. Mit der Umsetzung der „Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren“ schafft die Bundesregierung die Voraussetzungen, um die Wachstums- und Wohlstandschancen der Mobilität der Zukunft zu nutzen. Automatisiertes und vernetztes Fahren wird den Straßenverkehr sicherer machen und durch die schrittweise Optimierung des Verkehrsflusses und die wachsende Marktdurchdringung verkehrsbedingte Emissionen reduzieren.

Innovative und hocheffiziente Energietechnologien sind notwendige Voraussetzungen für eine sichere, wirtschaftliche und klimaverträgliche Energieversorgung. Nur durch Intensivierung von Forschung und Entwicklung kann die deutsche Wirtschaft den Technologievorsprung und ihre Wettbewerbsfähigkeit weiter ausbauen. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD sieht in diesem Zusammenhang insbesondere vor, in der Energieforschung gezielt Mittel zur Entwicklung von CO₂-armen Industrieprozessen bzw. zur CO₂-Kreislaufwirtschaft bereitzustellen. Ein Beispiel ist das Vorhaben „Carbon2Chem“, mit dem das BMBF seit 2016 die Erforschung einer weltweit einsetzbaren Lösung zur wirtschaftlichen Verwertung von Hüttengasen aus Hochöfen mittels erneuerbarer Energien fördert.

Zentrale Maßnahmen zur Förderung der Markteinführung innovativer Technologien

- Förderung von stationären Brennstoffzellen-Heizungen im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz
- Regierungsprogramm „Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016–2026 – von der Marktvorbereitung zu wettbewerbsfähigen Produkten (NIP 2)“

Weitere Beispiele der Innovationsförderung:

- Anreizprogramm Energieeffizienz (siehe Kapitel 5)
- Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren (siehe Kapitel 7)
- Schaufenster Elektromobilität
- Förderprogramm „PV-Batteriespeicher“ (siehe Kapitel 9)



15 Investitionen, Wachstum und Beschäftigung

Wo stehen wir?

Die Energiewende in Deutschland ist Teil einer gesamtwirtschaftlichen Modernisierungsstrategie, die neue Marktpotenziale erschließt und mit kontinuierlichen Investitionen in Milliardenhöhe spürbare Impulse für Wachstum und Beschäftigung setzt. Dabei bieten auch innovative Geschäftsmodelle große Chancen.

Im Jahr 2016 waren die energetische Gebäudesanierung und der Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere Windenergie, weiterhin Schwerpunkte der Investitionstätigkeiten.

Die Beschäftigung in der Energiewirtschaft blieb im Jahr 2016 wie in den Vorjahren auf einem hohen Stand, die Verschiebung in der Beschäftigung hin zu den erneuerbaren Energien setzte sich weiter fort.

Auch die Nachfrage der Energiewirtschaft nach Investitionsgütern sowie die energetische Gebäudesanierung trugen weiterhin wesentlich zur Beschäftigung bei.

Was ist neu?

Im Jahr 2016 wurde eine Reihe von Regelungen beschlossen, die Planbarkeit schaffen und einen stabilen Rahmen für Investitionen in das Energiesystems setzen. Dazu zählen das EEG 2017, das Strommarktgesetz, das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (GDEW) und die Novelle der Anreizregulierung.

Investitionen Wachstum Beschäftigung	Arbeitsplätze in Deutschland erhalten und ausbauen und Grundlagen für dauerhaften Wohlstand und Lebensqualität schaffen.
---	--

15.1 Investitionen

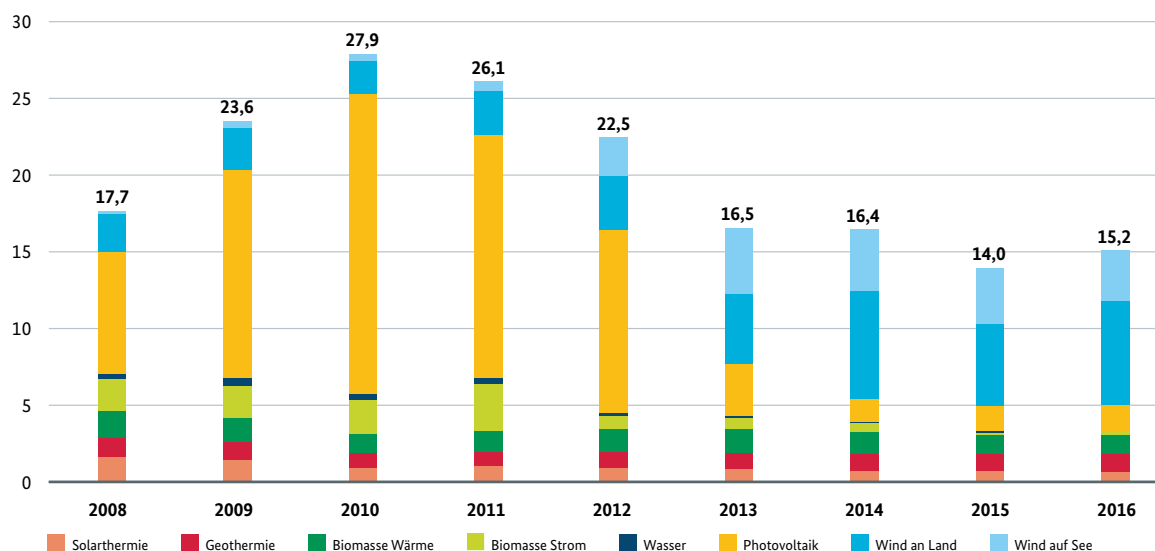
Investitionen sind ein Schlüssel, um Wachstums- und Beschäftigungspotenziale der deutschen Wirtschaft zu heben und um auch künftig im weltweiten Wettbewerb zu bestehen. Von den Investitionen in den kommenden Jahren wird auch abhängen, ob es gelingt, weiterhin eine moderne und leistungsfähige Infrastruktur bereitzustellen und die Energiewende zum Erfolg zu führen. Wirtschafts- und energiepolitische Rahmenbedingungen beeinflussen maßgeblich die Investitionsentscheidungen von Unternehmen und die Nutzung innovativer Geschäftsmodelle. Der Wettbewerb zwischen den Sektoren und zwischen den Technologien zur Stromumwandlung kann in Zukunft weitere neue Geschäftsmodelle und Produkte hervorbringen. Das im September 2016 in Kraft getretene GDEW bereitet den Weg für innovative Geschäftsmodelle im Bereich digitaler Technologien (siehe Kapitel 13). Richtig ist, dass diese Investitionen überwiegend von privaten Haushalten und Unternehmen getätigt werden. Die Energiewende leistet in der Summe einen Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Investitionsentwicklung in Deutschland. Klare und stabile Rahmenbedingungen erhöhen die Investitions- und Planungssicherheit. Mit der Verabschiedung des EEG 2017 (siehe Kapitel 4), des Strommarktgesetzes (siehe Kapitel 9) sowie der Novelle der Anreizregulierungsverordnung (siehe Kapitel 12) im Juli 2016 wurden diese Rahmenbedingungen verbessert. Für mehr private Investitionen in Effizienztechnologien wurden alle wesentlichen Maßnahmen des NAPE und des Sofortprogramms inzwischen umgesetzt (siehe Kapitel 5).

Mit dem fortschreitenden Umbau des Energiesystems in Deutschland gehen kontinuierliche Investitionen der Energiewirtschaft in erheblicher Höhe einher; diese Entwicklung hat sich auch im Jahr 2016 fortgesetzt. Die Energiewirtschaft umfasst die Bereitstellung von Brennstoffen, den Betrieb und die Wartung von Anlagen zur Energieerzeugung, Speicherung und Verteilung sowie den Handel mit Endenergie. Dies bezieht sich sowohl auf fossile wie im zunehmenden Maße auf erneuerbare Energieträger. In diesen Bereichen der Energiewirtschaft wurden 2016 Investitionen in Höhe von 24,3 Milliarden Euro getätigt. Nach den vorliegenden Schätzungen ist dies etwas mehr als im Vorjahr (DLR, DIW, GWS 2018). Der Großteil davon entfällt auf Investitionen zur Bereitstellung von Strom und Wärme mit 14,8 Milliarden Euro. In Infrastrukturen zur Verteilung von Endenergie (Strom, Gas, Wärme) wurden 2016 rund 7,6 Milliarden Euro investiert. Die übrigen Investitionen entfallen auf die Bereiche Speicherung (Gas, Strom, Wärme) sowie Anlagen zur Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen (Kohlen, Mineralöl, Erdöl- und Erdgas sowie Biomasse und -kraftstoffe).

Die Investitionen in die Stromnetze liegen weiterhin auf hohem Niveau. Nach den Zahlen der BNetzA haben Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber im Jahr 2016 rund 5,8 Milliarden Euro in den Netzausbau investiert. Das entspricht dem Vorjahresniveau. Nach vorläufigen Zahlen wird dieses Investitionsniveau auch im Jahr 2017 gehalten (siehe Kapitel 12).

Die Investitionen in die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind im Jahr 2016 wieder leicht gestiegen. Sie lagen mit rund 15,2 Milliarden Euro (siehe Abbildung 15.1) über dem Vorjahresniveau, aber unter dem

Abbildung 15.1: Investitionen in erneuerbare Energien
in Mrd. Euro



Quelle: BMWi nach ZSW 02/2018



Niveau der vorangegangenen Jahre. Die Investitionen betrafen vor allem die Stromerzeugung, aber zu geringerem Anteil die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Quellen. Der moderate Zuwachs der Investitionssummen bei gleichzeitig signifikantem Zubau (siehe Kapitel 4) verdeutlicht, dass die Zubaukosten je Anlage sinken. Die Investitionen konzentrieren sich weiterhin auf die effizienten Technologien in der Stromerzeugung: Windenergie und Photovoltaik. Sie hatten 2016 einen Anteil von über 75 Prozent an diesen Gesamtinvestitionen.

Energiewende-Investitionen betreffen nicht nur, wie dargestellt, die Energiewirtschaft im engeren Sinne, sondern auch die Bereiche der Endenergienutzung, vor allem den Wärme- und Verkehrsbereich. Aufwendungen in der energetischen Gebäudesanierung sind hierbei ein wichtiger Faktor. Nach Schätzungen von DIW und GWS (2018, in Vorbereitung) wurden hier im Jahr 2016 42,5 Milliarden Euro investiert. 2015 waren es noch 39 Milliarden Euro. Die energetische Gebäudesanierung ist einer der zentralen Bereiche bei den Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz; Investitionen in anderen Bereichen der Energieeffizienz können bisher nur unvollständig oder nicht in aktuellen Zahlen erfasst werden. So wurden 2015 Effizienzinvestitionen im Produzierenden Gewerbe im Umfang von 0,94 Milliarden Euro getätigt.

15.2 Wachstum

Investitionen im Rahmen der Energiewende haben einen positiven Effekt auf das Wachstum. Über Vorleistungsverflechtungen generieren sie Wertschöpfung in vielen Bereichen der Volkswirtschaft. Eine aktuelle Modellierungs-Studie von GWS und Prognos (2018, in Vorbereitung) vergleicht dazu die aktuelle Situation mit einer hypothetischen Situation ohne Energiewende. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die Wertschöpfung in Deutschland im Jahr 2015 durch die Energiewende um mehr als 30 Milliarden Euro (rd. 1,3 Prozent) höher lag. Es kann angenommen werden, dass sich die Effekte im Jahr 2016 in einer vergleichbaren Größenordnung bewegen. Nach der Studie geht der Großteil der Beiträge der Energiewende auf die Wertschöpfung auf Ausrüstungsinvestitionen im Rahmen der Energiewende zurück, d.h. Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung sowie in effiziente Fahrzeuge, Anlagen und Geräte.

Mit der Energiewende ist das gesamtwirtschaftliche Preisniveau moderat gestiegen. GWS und Prognos (2018) gehen davon aus, dass die Inflation, d.h. die Preise der Lebenshaltung, in Deutschland im Jahr 2015 durch die Maßnahmen zur Energiewende moderat höher ausgefallen sind, als dies ohne die Energiewende der Fall gewesen wäre (seit 2005 im Durchschnitt um 0,1 Prozentpunkte). Diese Entwicklung ist auch vor dem Hintergrund einer insgesamt niedrigen Teuerung in Deutschland zu sehen.

Investitionsgüter der Energiewende aus Deutschland gehen zunehmend in den Export. Grundsätzlich werden Investitionsgüter für den Umbau der Energieversorgung in Deutschland in unterschiedlichem Ausmaß aus dem In- und Ausland bezogen. Während die Importquoten bei inländischen Bauleistungen eher gering sind – DIW und GWS (2018) schätzen hier durchschnittliche jährliche Importe von 1,2 Milliarden Euro –, kam es bei Anlagen und Komponenten zur Nutzung erneuerbarer Energien in den letzten Jahren in Deutschland zu einer deutlichen Verschiebung von der inländischen Nachfrage hin zur ausländischen Nachfrage. Im Jahr 2016 wurden hierbei Exporte im Umfang von knapp 12 Milliarden Euro getätigt, das sind etwas weniger als 2015. Der positive Außenhandelssaldo lag bei über 6 Milliarden Euro (DLR, DIW, GWS 2018). Darüber hinaus waren 2015 11 Prozent aller weltweit gehandelten Umwelt- und Klimaschutzgüter „Made in Germany“; damit ist Deutschland hinter China weltweit zweitgrößter Exporteur in dieser Kategorie. Dies alles weist darauf hin, dass Unternehmen in Deutschland immer noch eine führende Position auf dem Gebiet moderner Energietechnologien innehaben. Indem die Energiewende auch in anderen Ländern mehr Nachahmer findet, ergeben sich für die Wirtschaft in Deutschland weitere Exportchancen mit Impulsen für Wertschöpfung, Beschäftigung und Innovation.

Mit mehr erneuerbaren Energien und Anstrengungen bei der Energieeffizienz müssen weniger fossile Brennstoffe importiert werden. Deutschland als ressourcenarmes Land hat im Jahr 2016 98 Prozent des verbrauchten Mineralöls, rund 91 Prozent des verbrauchten Erdgases sowie über 94 Prozent der verbrauchten Steinkohle importiert. Diese fossilen Primärenergieträger werden zunehmend durch erneuerbare Energien ersetzt und senken damit die Importnachfrage Deutschlands. Im Jahr 2016 wurden in den Sektoren Strom, Verkehr und Wärme insgesamt 551,7 Milliarden Kilowattstunden fossile Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien eingespart (BMWi 2017b). Die Gesamteinsparung ist damit gegenüber dem Jahr 2015 um weitere 7,6 Milliarden Kilowattstunden gestiegen. Unabhängig vom bestehenden Energieträger-Mix in Deutschland dämpfen Steigerungen der Energieeffizienz die Energienachfrage allgemein (siehe Kapitel 5) und wirken sich so im Weiteren auf die Importnachfrage aus.

Deutschland deckt derzeit rund zwei Drittel seines Energiebedarfs durch den Import von Energieträgern. Dadurch ist die deutsche Volkswirtschaft in erheblichem Maße den oft schwankenden Weltmarktpreisen ausgesetzt (siehe Kapitel 10). Die Preise für diese fossilen Energieträger sind zwar zuletzt deutlich gesunken und haben teilweise zu Entlas-



tungen der Verbraucher beigetragen. Dennoch bleibt es ein wichtiges Ziel, die Abhängigkeit von einzelnen Lieferquellen dauerhaft zu senken.

Dazu trägt auch die Energiewende bei: Durch sie muss weniger für fossile Brennstoffimporte ausgegeben werden. Ohne erneuerbare Energien und Anstrengungen bei der Energieeffizienz wäre die Importnachfrage nach fossilen Brennstoffen höher ausgefallen. Nach Schätzungen von GWS (2018) dürfte der dämpfende Effekt durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz auf diese Importnachfrage im Jahr 2016 16,1 Milliarden Euro betragen haben. Konkret bedeutet dies, dass Unternehmen und Haushalte im Vergleich relativ geringere Ausgaben bei der Energienutzung hatten, die in private Ersparnisse oder den Konsum fließen oder die Unternehmenserträge erhöhen konnten. Eine Diversifizierung der Energiebezugsquellen und Transportwege bei den Rohstoffen kann in vergleichbarer Weise zu dauerhaften Einsparungen führen und bleibt daher weiterhin ein vorrangiges Ziel der Bundesregierung.

15.3 Beschäftigung

Beschäftigungswirkungen der Energiewende betreffen sowohl die Energiewirtschaft im engeren Sinne als auch Wirtschaftszweige, welche die Energiewirtschaft mit Wirtschaftsgütern versorgen. Beide Bereiche müssen zusammen betrachtet werden. Die Energiewirtschaft umfasst ein breites Spektrum an Leistungen, von der Bereitstellung von Brennstoffen, den Betrieb und die Wartung von Anlagen zur Energieerzeugung, der Speicherung und Verteilung bis hin zum Handel mit Endenergie. Jeder einzelne Bereich fragt Beschäftigung nach. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien und den Investitionen in Energieeffizienz ist zunehmend in das Blickfeld gerückt, dass die zunehmende Nachfrage nach Investitionsgütern in diesen beiden Bereichen auch Produktions- und Beschäftigungswirkungen in Wirtschaftszweigen außerhalb der eigentlichen Energiewirtschaft entfalten.

Die direkte Beschäftigung in der Energiewirtschaft in Deutschland ist insgesamt stabil geblieben, die Bereiche der erneuerbaren Energien gewinnen darin weiter an Bedeutung. Die direkte Beschäftigung in der klassischen, zumeist konventionellen Energiewirtschaft ist durch die amtliche Statistik erfasst. Die Beschäftigten verteilen sich auf die Bereiche der Elektrizitätserzeugung, -übertragung und -verteilung sowie auf den Elektrizitätshandel. Hinzu kommen weitere energiewirtschaftliche Bereiche, wie die Gas- und Fernwärmeversorgung, Kohlenbergbau und -veredelung, die Gewinnung von Erdöl und Erdgas sowie die Mineralölverarbeitung. Die Beschäftigung über alle Bereiche (korrigiert um die miterfassten Bereiche erneuerbarer Energien) lag im Jahr 2016 bei rund 218.000 Personen. Hinzu kommt die Beschäftigung durch den Betrieb und die

Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen, die 2016 bei über 76.000 Personen lag, sowie durch die Bereitstellung von Biomasse und Biokraftstoffen mit rund 69.000 Personen. In der Summe lag damit die Beschäftigung in der Energiewirtschaft bei rund 360.000 Personen, was stabil in der Größenordnung liegt, die von DLR, DIW, GWS (2018) seit dem Jahr 2000 beobachtet wird. Zugleich zeigt sich bei dieser Gesamtbeschäftigung im Zeitverlauf eine spürbare Verschiebung von den klassischen, konventionellen Energiesektoren hin zu den erneuerbaren Energien.

Im Jahr 2016 waren 10.000 Menschen mehr als noch im Vorjahr im Bereich erneuerbare Energien beschäftigt; Zugpferd ist vor allem die Windbranche. Die erneuerbaren Energien sind inzwischen ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Das zeigen die Beschäftigtenzahlen. Der Ausbau der erneuerbaren Energien bot im Jahr 2016 rund 339.000 Personen Beschäftigung (DLR, DIW, GWS 2018). In diesen Berechnungen, die die Strom-, Wärme- und Biokraftstoffherzeugung einbeziehen, sind neben der Energieerzeugung auch Liefer- und Leistungsverflechtungen berücksichtigt. Aufgrund der hohen Investitionen bei Windenergie an Land ist vor allem in diesem Bereich mehr Beschäftigung entstanden. In der Photovoltaik-Branche hat sich die Konsolidierung fortgesetzt.

Investitionen in die energetische Gebäudesanierung beschäftigen fast eine halbe Million Menschen. Außerhalb der Energiewirtschaft sind Energieeffizienz-Maßnahmen und hier vor allem die energetische Gebäudesanierung der dominierende Treiber für Beschäftigung. Nach Schätzungen von DIW und CWS (2018, in Vorbereitung) waren im Jahr 2016 544.000 Personen durch Investitionen in die Sanierung beschäftigt. Dies betraf vor allem den Bausektor. Weitere Beschäftigung entsteht u. a. durch Effizienzdienstleistungen, wie u. a. Energieberatung, Energie-Contracting, Energiemanagement oder Informationsleistungen. Schätzungen gehen davon aus, dass hier mindestens 44.000 Personen beschäftigt sind (BMW 2018).

Die Energiewende ist eine Modernisierungsstrategie in den Wirtschaftsstandort Deutschland. Erhebliche Investitionen in klimafreundliche Energien und effiziente Technologien, in die kommunale Infrastruktur der Strom- und Wärmenetze, in Gebäudedämmung, Speicher, Elektromobilität und vieles mehr stärken die Konjunktur im Inneren und machen den Wirtschaftsstandort Deutschland zukunftsfähig. Sie machen ihn unabhängiger von Öl- und Gasimporten, verschaffen ihm einen Vorsprung in Forschung und Entwicklung und bauen Deutschlands Status als starke Exportnation aus. Mit stabilen Rahmenbedingungen für die Energiewende schafft die Bundesregierung die Voraussetzungen dafür, dass Arbeitsplätze in Deutschland erhalten bleiben und Grundlagen für nachhaltigen Wohlstand und Lebensqualität geschaffen werden.

16 Maßnahmenübersicht

Instrument		Umsetzungsstand
Kapitel 3: EU und Internationales		
1.	Governance-Verordnung	Ziel: Der Verordnungsvorschlag sieht ein neues Planungs- und Monitoringsystem zur Umsetzung der fünf Dimensionen der Energieunion, insbesondere des EU-2030 Energie- und Klimarahmens, vor. Zu diesem Zweck schafft der Verordnungsvorschlag die notwendigen Voraussetzungen für eine größere Konvergenz der nationalen Energie- und Klimapolitiken der Mitgliedstaaten. Inhalt/Zahlen: Zentraler Bestandteil der Governance-Verordnung sind die integrierten Nationalen Energie- und Klimapläne (National Energy and Climate Plans – NECP), die jeder Mitgliedstaat der Europäischen Kommission bis Dezember 2019 vorzulegen hat (Entwurf bis Dezember 2018). Sie sollen mit einer zeitlichen Perspektive von 10 Jahren die nationalen Ziele und Beiträge zu EU-2030-Zielen in den fünf Dimensionen der Energieunion (Dekarbonisierung, Energieeffizienz, Energiebinnenmarkt, Versorgungssicherheit und Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit) enthalten sowie Maßnahmen, wie diese Ziele erreicht werden sollen. Um Vergleichbarkeit zu schaffen, macht die Governance-Verordnung genaue Vorgaben für Inhalt und Struktur des Plans. Die Pläne sollen nach fünf Jahren aktualisiert werden. Neben den NECP sind ab dem Jahr 2023 alle zwei Jahre Fortschrittsberichte der Mitgliedstaaten vorgesehen; daneben soll es ein Monitoring der Europäischen Kommission geben. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Mitgliedstaaten mit ihren geplanten Maßnahmen adäquat zum Erreichen der Energie- und Klimaziele der Union für 2030 beitragen bzw. dass gegebenenfalls nachgesteuert werden kann. Für den Fall, dass die freiwilligen Zielbeiträge der Mitgliedstaaten oder der Fortschritt bei Erreichung der EU-Ziele nicht ausreichend sind, enthält der Vorschlag zur Governance-Verordnung insb. im Bereich erneuerbare Energien konkrete Regelungen für zusätzliche Maßnahmen auf Ebene der EU bzw. der Mitgliedstaaten (sog. „Gapfiller“-Mechanismus), die eine gemeinschaftliche Zielerreichung auf EU-Ebene sicherstellen. Stand: Die Governance-Verordnung ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“. Der Trilog zwischen Europäischem Rat, Kommission und Parlament hat Anfang des Jahres 2018 begonnen und soll bis Ende Juni abgeschlossen werden.
2.	Novelle Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II)	Ziel: Der Richtlinienvorschlag der Kommission definiert den europäischen Rahmen für die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen für den Zeitraum nach 2020. Er soll so gemeinsam mit dem Vorschlag für eine Governance-Verordnung die Umsetzung des verbindlichen EU-Ziels für den Ausbau erneuerbarer Energie bis 2030 verlässlich umsetzen. Inhalt: Der Vorschlag der EU-Kommission umfasst Regelungen für die Förderung von Energien aus erneuerbaren Quellen in den Sektoren Strom, Wärme und Kälte sowie Transport. Er enthält daneben Nachhaltigkeitskriterien für gasförmige, flüssige und feste Biokraftstoffe und Biobrennstoffe. Für den Stromsektor soll die Richtlinie erstmals einen konkreten Rahmen festlegen, wie Mitgliedstaaten ihre Fördersysteme für erneuerbare Energien ausgestalten dürfen. Darüber hinaus enthält die Richtlinie Vorgaben für eine teilweise grenzüberschreitende Öffnung der Fördersysteme für Strom sowie Vorgaben für die Stärkung von erneuerbarem Eigenverbrauch und Bürgerenergieprojekten (sog. Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften). Für den Wärme- und Kältesektor soll erstmals ein sektorales Ziel vereinbart werden, das die Mitgliedstaaten verpflichtet, einen Anstieg des EE-Anteils pro Jahr mit geeigneten Maßnahmen anzustreben. Spezielle Regelungen sind vorgesehen, um sicherzustellen, dass auch Wärme- und Kältenetze hierzu angemessen beitragen. Im Verkehrsbereich sollen Inverkehrbringer von Kraftstoffen verpflichtet werden, den EE-Anteil zu erhöhen. Unter anderem durch eine Deckelung der konventionellen Biokraftstoffe soll sichergestellt werden, dass ausreichend Anreize für neue Technologien wie fortschrittliche Biokraftstoffe, Elektromobilität und Power-to-X geschaffen werden. Stand: Die RED II ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“. Der Trilog zwischen Europäischem Rat, Kommission und Parlament hat Anfang des Jahres 2018 begonnen und soll bis Ende Juni abgeschlossen werden.
3.	Novelle Energieeffizienz-Richtlinie (EED)	Ziel: Anpassung der EED mit Blick auf 2030, insbesondere die Vorschriften über das EU-Energieeffizienzziel, die nationalen Energieeffizienzziele und die Endenergieeinsparungsverpflichtung sowie Aktualisierung einzelner weiterer Vorschriften Inhalt/Zahlen: Die Europäische Kommission und der Rat haben sich u. a. für ein EU-weites Energieeffizienzziel in Höhe von 30 %, das Europäische Parlament für ein verbindliches Ziel in Höhe von 35 % bis zum Jahr 2030 ausgesprochen (gemessen an einer Projektion der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2007). Daneben steht u. a. zur Diskussion, die Mitgliedstaaten zu verpflichten, nationale Ziele innerhalb der Energie- und Klimaplanungen zu formulieren (vgl. dazu die Angaben zur Governance-Verordnung) sowie Art. 7 EED mindestens bis 2030 zu verlängern bzw. teilweise neu zu formulieren und zu gestalten. Ferner geht es darum, die Vorschriften zum Ablesen von Wärme/Warmwasser neu zu ordnen. Stand: Die EED ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“. Der Trilog zwischen Europäischem Rat, Kommission und Parlament hat Anfang des Jahres 2018 begonnen und soll bis Ende Juni abgeschlossen werden.

Instrument	Umsetzungsstand
4. Novelle Gebäudeeffizienz-Richtlinie (EPBD)	Ziel: Fortschreibung der EPBD, wobei die Kernregelungen beibehalten werden Inhalt: Die Novelle enthält u. a. folgende Eckpunkte: • In die EPBD integriert werden soll eine bisher in der EED zu findende Regelung zu langfristigen Renovierungsstrategien. • Neu implementiert werden soll eine Verpflichtung auf vorbereitende Maßnahmen für den Aufbau einer Infrastruktur für die Elektromobilität im Gebäudesektor. • Ebenfalls neu implementiert werden sollen Regelungen zum Einstieg in die Gebäudeautomatisierung sowie zu einem freiwilligen Gebäudebewertungsinstrument, dem Intelligenzfähigkeitsindikator. Stand: Die EPBD ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“; die Novellierung wurde in erster Lesung am 17.04.18 vom Europäischen Parlament und am 14.05.18 vom Rat beschlossen.
5. Beschleunigung der Umstellung auf saubere Energie in Gebäuden	Ziel: Die Strategie soll helfen, Potenziale für nachhaltige Energien in Gebäuden zu erschließen und Hindernisse auf dem Weg zu mehr Investitionen in diesem Bereich abzubauen. Inhalt: Um das Potenzial für nachhaltige Energie in Gebäuden auszuschöpfen, müssen zahlreiche soziale, finanzielle und technische Hindernisse überwunden und administrative Herausforderungen bewältigt werden. So soll es beispielsweise den Verbrauchern bei der Renovierung ihrer Wohnungen und Häuser ermöglicht werden, sich für die energieeffizienteren Lösungen zu entscheiden. Neben einem angemessenen Rechtsrahmen ist dabei vor allem die Finanzierung ein wichtiger Aspekt. Zu diesem Zweck soll eine neue Maßnahme „Intelligente Finanzierung für intelligente Gebäude“ in enger Zusammenarbeit mit der Europäischen Investitionsbank (EIB) zusätzliche öffentliche und private Mittel für Energieeffizienz und erneuerbare Energien mobilisieren. Stand: Die Initiative ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“; ein Abschluss der Verhandlungen zu dem Paket wird im Laufe des Jahres 2018 erwartet. Zahlen: 10 Milliarden Euro für die Maßnahme „Intelligente Finanzierung für intelligente Gebäude“ bis zum Jahr 2020
6. Überarbeitetes Energieeffizienz-Label	Ziel: Energielabels sollen verbraucherfreundlicher gestaltet werden und dem Kunden eine fundierte Kaufentscheidung ermöglichen. Inhalt: Die bisherige Skala der Energieeffizienzklassen für Haushaltsgeräte, die mit Bezeichnungen von A+ bis A+++ unübersichtlich geworden war, wird durch eine einfachere Skala mit den Kategorien A bis G ersetzt. Zudem wird eine EU-weite Produktdatenbank eingeführt, in der die Verbraucher das sparsamste Gerät finden können. Stand: Die Rahmenverordnung dazu ist am 01.08.2017 in Kraft getreten; die Vorgaben daraus werden nun für die einzelnen Produkte umgesetzt, und zwar als Erstes für Waschmaschinen, Kühlschränke, Geschirrspüler, TV und Monitore sowie Beleuchtung. Sichtbar werden die neuen Energielabels in den Geschäften dann ab Ende 2019/Anfang 2020.
7. Risikoversorge-Verordnung	Ziel: Die Verordnung setzt einen Rahmen für die Prävention und Bewältigung von Stromversorgungskrisen und verpflichtet Mitgliedstaaten zu solidarischer Zusammenarbeit. Inhalt: Der VO-Vorschlag verpflichtet ENTSO-E sowie die zuständigen nationalen Behörden, relevante Szenarien für Stromversorgungskrisen in verschiedenen Regionen bzw. Mitgliedstaaten der EU zu entwickeln. Darüber hinaus müssen die nationalen Behörden Risikoversorgepläne erstellen, die Maßnahmen zur Prävention und Bewältigung von Stromversorgungskrisen enthalten. Grenzüberschreitende Maßnahmen sind zwischen Mitgliedstaaten abzustimmen, nicht-marktkonforme Maßnahmen sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Steht eine Versorgungskrise in einem Mitgliedstaat bevor, so hat dieser die Kommission und betroffene Mitgliedstaaten vorab zu warnen. Bei der Bewältigung der Krise sollen die Mitgliedstaaten zusammenarbeiten und sich gegenseitig unterstützen. Stand: Der Rat hat seine Position im Dezember 2017 beschlossen. Der Trilog zwischen Europäischem Rat, Kommission und Parlament hat begonnen
8. Novelle der Gassicherungs-Verordnung („SoS-VO“)	Ziel: Die Gasversorgungssicherheit in der EU soll erhöht werden. Inhalt: Die Gassicherungs-Verordnung („SoS-VO“, Verordnung (EU) 2017/1938) sieht gemeinsame, regional koordinierte Maßnahmen der EU-Staaten vor, um die Gasversorgung zu sichern. Hierzu gehören Risikobewertungen sowie Präventions- und Notfallpläne, ein Solidaritätsgrundsatz bei einer drastischen Gasmangellage sowie die Pflicht von Erdgasunternehmen, Gaslieferverträge bei Änderung oder Abschluss der Kommission und den Mitgliedstaaten vorzulegen. Stand: Die Gassicherungs-Verordnung ist im Oktober 2017 in Kraft getreten.
9. Grenzüberschreitender Netzausbau	Ziel: Der Ausbau von Grenzkuppelstellen soll vorangetrieben werden, um die physische Voraussetzung für einen funktionierenden Strombinnenmarkt zu schaffen, die Integration erneuerbarer Energien zu vereinfachen und die Versorgungssicherheit zu stärken. Auch zur Erreichung des europäischen 10-Prozent-Verbundziels im Jahr 2020 sowie dessen Weiterentwicklung mit dem Zieljahr 2030 ist die Realisierung (schon laufender, aber auch) weiterer Netzausbauvorhaben erforderlich. Inhalt: Gesetzlich verankert sind zehn Interkonnektoren-Projekte, mit denen zahlreiche Kuppelstellen zu unseren Nachbarn weiter ausgebaut werden. Zusätzliche fünf Interkonnektoren-Projekte wurden Ende 2017 neu in den Netzentwicklungsplan aufgenommen. Stand: Der Großteil der gesetzlich verankerten Vorhaben befindet sich in der Genehmigungsphase oder im Bau mit angestrebten Inbetriebnahmedaten bis 2025. Die konkrete Planung und Genehmigung der 2017 neu in den Netzentwicklungsplan aufgenommenen Vorhaben wird erst nach Aufnahme der Vorhaben ins Bundesbedarfsplangesetz erwartet. Zahlen: Bei Realisierung der geplanten Interkonnektoren würden über 1.000 Leitungskilometer verstärkt oder neu gebaut und die Grenzkuppelkapazität um über 10 GW bis 2030 erhöht.

Instrument	Umsetzungsstand
10. Mitteilung der Kommission zum Schutz der grenzüberschreitenden Energie- und Verkehrsinfrastruktur Europas	Ziel: U. a. Schutz von Strom-, Gas-, Öl- und Kernenergieinfrastrukturen vor Bedrohungen z. B. durch Terroranschläge und Naturgewalten Inhalt: Die Mitteilung enthält Kriterien, nach denen kritische Infrastrukturen identifiziert werden können. Die Mitgliedstaaten sollen darauf aufbauend Gefahrenanalysen durchführen und gemeinsam mit der Kommission Schutzmaßnahmen bestimmen. Stand: Die Mitteilung wurde im September 2017 vorgelegt; die Arbeiten werden beginnen, sobald die Rahmenrichtlinie des Europäischen Programms für den Schutz kritischer Infrastrukturen (EPSKI) angenommen wurde.
11. Mitteilung der Kommission zum 15-Prozent-Interkonnektivitätsziel bis 2030	Ziel/Inhalt: Der Ausbau von Grenzkuppelstellen soll verstärkt werden, um bestehende Engpässe zu verringern und somit die physische Voraussetzung für einen funktionierenden Strombinnenmarkt zu schaffen, die Integration erneuerbarer Energien zu vereinfachen und die Versorgungssicherheit zu stärken. Der Europäische Rat hat im Oktober 2014 deshalb die Bedeutung ausreichender Grenzkuppelstellenkapazität für den Strombinnenmarkt hervorgehoben und das von der Kommission vorgeschlagene Verbundziel von 15 % für das Jahr 2030 aufgegriffen. Stand: Die EU-Kommission hat auf Basis des Berichts einer Expertenkommission in einer Mitteilung Vorschläge vorgelegt, wie die angestrebte Erhöhung des Stromverbundziels auf 15 % für das Jahr 2030 operationalisiert werden kann. Hierzu werden drei Schwellenwerte etabliert, die Indikatoren für die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs darstellen. Zahlen: • 2€/MWh Preisunterschied zwischen zwei Gebotszonen • 30 % thermische Übertragungskapazität/EE-Erzeugungsleistung • 30 % thermische Übertragungskapazität/Spitzenlast
12. Regionale Kooperationen	Ziel: Über regionale Kooperationen können sich die Mitgliedstaaten in den Umsetzungsprozess europäischer Regelungen einbringen, neue Politikmaßnahmen testen, bevor diese europäisches Recht werden, und sich regelmäßig direkt über die Entwicklungen in den jeweiligen Nachbarländern austauschen. Damit fördern regionale Kooperationen das gegenseitige Verständnis für die jeweiligen nationalen Herausforderungen und führen zu einer weiteren Integration der europäischen Strommärkte. Inhalt: Der Kreis der Stromnachbarn hat sich zuletzt im Wesentlichen darauf konzentriert, ein gemeinsames Grundverständnis zur Flexibilisierung der Strommärkte zu generieren. Das Pentilaterale Energieforum arbeitet derzeit unter anderem an einer stärkeren Kopplung der Strommärkte in der Region, an regionalen Versorgungssicherheitsberichten und an einer intensiveren Kooperation bei der Krisenvorsorge. Die institutionalisierte Nordseekooperation im Energiebereich besteht seit dem Jahr 2016 und umfasst die Bereiche Maritime Raumplanung, Netzentwicklung und Koordinierung, Förderung und Finanzierung von Windenergie auf See sowie die Standardisierung im Energiebereich auf See. Die Ostseekooperation BEMIP behandelt u. a. die Kopplung der Strommärkte in der Region sowie regionale Aspekte der Versorgungssicherheit. In der Nordseekooperation wird in mehreren Studien abstrakt und anhand konkreter Projekte das Thema „hybride“ Infrastruktur, die sowohl zum Handel als auch zur Abführung von Off-shore-Windenergie genutzt werden kann, näher untersucht.
13. Novelle der Grenzüberschreitende-Erneuerbare-Energien-Verordnung (GEEV)	Ziel: Öffnung eines Teils der Ausschreibungen unter dem EEG für Anbieter aus anderen Mitgliedstaaten Inhalt: Ausschreibungen für erneuerbare Energien werden im Umfang von 5 % der jährlich zu installierenden Leistung für die Teilnahme von Anlagen mit Standort in anderen EU-Mitgliedstaaten geöffnet; dies betrifft sowohl PV- als auch Windanlagen an Land. Diese grenzüberschreitenden Ausschreibungen treten ergänzend neben die nationalen Ausschreibungen. Stand: Die neue GEEV, die den Anwendungsbereich von PV-Anlagen auf Windenergieanlagen an Land erweitert, ist im Juni 2017 vom Kabinett verabschiedet worden. Im 4. Quartal 2016 wurden im Rahmen einer Pilotkooperation gegenseitig geöffnete Ausschreibungen für PV-Freiflächenanlagen mit dem Königreich Dänemark erfolgreich durchgeführt. Die Bundesregierung ist in Gesprächen mit anderen Mitgliedstaaten über die Durchführung weiterer geöffneter Ausschreibungen.
14. Strom-Engpassbewirtschaftung an der deutsch-österreichischen Grenze	Ziel: Weniger Netzbelastungen in Deutschland, Polen und Tschechien, mehr Versorgungssicherheit und Einsparungen bei den Netzbetreibern Inhalt: Die Strom-Handelsflüsse zwischen Deutschland und Österreich haben ein Ausmaß erreicht, das über die Transportfähigkeit der Netze hinausgeht. Deshalb haben sich beide Länder auf die Einführung einer Engpassbewirtschaftung ab Oktober 2018 geeinigt. Künftig wird der Stromhandel beschränkt, mindestens 4,9 Gigawatt sollen dem Handel jedoch zur Verfügung stehen. Stand: Die Strom-Engpassbewirtschaftung tritt im Oktober 2018 in Kraft. Zahlen: Die deutschen Stromkunden werden um mehrere Hundert Millionen Euro pro Jahr entlastet.
15. Verordnung zum Elektrizitätsbinnenmarkt	Ziel: Weiterentwicklung und Stärkung des europäischen Strombinnenmarktes Inhalt: (gem. der allgemeinen Ausrichtung des Rates): Die Strommarkt-Verordnung enthält eine Vielzahl von Regelungen, wie der europäische Stromgroßhandel ausgestaltet und weiterentwickelt werden soll. Dazu gehören unter anderem Rahmenbedingungen für die Stromgroßhandels- und Regelenenergiemärkte, die den grenzüberschreitenden Stromhandel vereinfachen und den Marktzugang für verschiedene Flexibilitätsoptionen erleichtern sollen. Es wird außerdem geregelt, dass Mitgliedstaaten selbst darüber entscheiden dürfen, wie sie ihre Netzengpässe lösen. Sie können dafür ihre Gebotszonen neu zuschneiden oder ihre Netzengpässe durch Netzausbau, Optimierung des Bestandsnetzes und Redispatch lösen. Hierfür sollen die Mitgliedstaaten einen Maßnahmenkatalog vorlegen. Darüber hinaus enthält die Verordnung Rahmenbedingungen für Kapazitätsmechanismen, die temporär, marktbasiert und technologie-neutral sein sollen, inklusive Anforderungen für CO₂-intensive Kraftwerke. Weitere Regelungsinhalte betreffen die Struktur und Aufgaben der europäischen Zusammenschlüsse der Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber sowie die rechtlichen Grundlagen für Network Codes und Guidelines.

Instrument	Umsetzungsstand
	Stand: Die Verordnung ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“. Der Ministerrat hat eine allgemeine Ausrichtung auf dem Energierat im Dezember 2017 beschlossen. Das Europäische Parlament hat seine endgültige Positionierung im ersten Quartal 2018 beschlossen. Der Trilog zwischen Europäischem Rat, Kommission und Parlament hat begonnen.
16. Richtlinie zum Elektrizitätsbinnenmarkt	Ziel: Ausbau von Flexibilität, Wettbewerbsfähigkeit und fairer Preisbildung im Strommarkt; Verbraucher im Mittelpunkt der Energiewende Inhalt: (gem. der allgemeinen Ausrichtung des Rates): Die Strommarkt-Richtlinie stärkt die Rechte der Verbraucher. Verbraucher sollen ihren Stromverbrauch nun leichter selbst steuern und kontrollieren können, z. B. über dynamische Strompreisverträge, die die Börsenpreise für Strom widerspiegeln, oder den Einsatz von intelligenten Messsystemen (Smart Meter), die den Verbrauchern eine transparente Übersicht über ihren Stromverbrauch liefern. Verbraucher können als „Active Customer“ an den Strommärkten teilnehmen oder sich zu einer Energy Community zusammenschließen. Auch Aggregatoren sollen zur Flexibilisierung der Märkte beitragen. Zudem ist geregelt, dass Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber unter eng gefassten Bedingungen Batteriespeicher betreiben und besitzen dürfen, wenn die Investmententscheidung bis zum Jahr 2024 getroffen wird. Stand: Die Richtlinie ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“. Der Ministerrat hat eine allgemeine Ausrichtung auf dem Energierat im Dezember 2017 beschlossen. Das Europäische Parlament hat seine endgültige Positionierung im ersten Quartal 2018 beschlossen. Der Trilog zwischen Europäischem Rat, Kommission und Parlament hat begonnen.
17. ACER-Verordnung	Ziel: Anpassung der Tätigkeit der ACER (europäischer Energieregulierer) an das neue Strommarktdesign Inhalt: Der Vorschlag der Kommission sieht vor, die Abstimmungsregeln im Regulierungsrat anzupassen (von 2/3-Mehrheitsentscheidung auf einfache Mehrheitsentscheidung) und die Prozesse zur Abstimmung neuer Methoden zu vereinfachen. ACER erhält zusätzliche Kompetenzen, zum Beispiel zur Genehmigung einer Methode für das europäische Monitoring zur Versorgungssicherheit. Zudem wird die Rolle der Arbeitsgruppen in ACER formalisiert und so innerhalb der ACER-Organisation gestärkt. Stand: Die Verordnung ist Teil des Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“. Seit Mitte Juni 2018 liegt eine allgemeine Ausrichtung vor, die Grundlage für die kommenden Trilog-Verhandlungen zwischen Europäischem Rat, Kommission und Parlament sein wird.
18. Verordnung zur Festlegung einer Leitlinie über den Systemausgleich im Elektrizitätssystem	Ziel: Die Verordnung soll eine europäisch harmonisierte Beschaffung von Regelernergie und -leistung sicherstellen. Sie soll den Systemausgleich und die Regelerenergimärkte effizienter machen, den grenzüberschreitenden Austausch von Regelernergie ermöglichen und den Markt für Regelernergie für alle potenziellen Anbieter öffnen. Inhalt: Die Verordnung enthält technische, betriebliche und marktbezogene Vorschriften, die die Funktionsweise der Regelerenergimärkte in der EU betreffen. Darunter fallen die Beschaffung von Regelernergie und -leistung, die Aktivierung von Regelernergie und die Abrechnung mit den Marktteilnehmern. Die Verordnung verpflichtet daneben die Übertragungsnetzbetreiber dazu, harmonisierte Methoden zu entwickeln, soweit grenzüberschreitende Übertragungskapazität für den Austausch von Regelleistung reserviert werden soll. Stand: Die Verordnung ist im November 2017 in Kraft getreten.
19. Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 2009/73/EG über gemeinsame Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt	Ziel: Einheitlicher Rechtsrahmen für Rohrleitungen aus und nach Drittländern zur Verwirklichung eines integrierten Gasmarktes in der EU Inhalt: Der Anwendungsbereich der Gasrichtlinie und der Gasverordnung wird auf Rohrleitungen aus und nach Drittländern ausgedehnt; dies betrifft Bestimmungen zum Zugang Dritter, zur Entgeltregulierung sowie zur eigentumsrechtlichen Entflechtung und Transparenz. Stand: Vorschlag der EU-Kommission vom 13.11.17; schnelle Einigung wegen rechtlicher Bedenken verschiedener Mitgliedstaaten (u. a. Deutschland) nicht wahrscheinlich.
20. Tallinn e-Energy Declaration	Ziel: Stärken digitaler Lösungen im Energiesektor Inhalt: Die rechtlich nicht bindende Erklärung schlägt verschiedene Maßnahmen vor, um eine digitale Energiestrategie in Europa zu entwickeln, darunter Foren und Stakeholder-Arbeitsgruppen, regionale Pilotprojekte für Testläufe innovativer digitaler Energiesysteme, verstärkter Einsatz von nationalen und EU-Fördermitteln für digitale Innovationen im Energiebereich. Offen ist noch, wie die Gesamtstrategie koordiniert und finanziert werden soll. Stand: Unterzeichnung durch die EU-Kommission und die Mitgliedstaaten im September 2017
21. Energiediplomatie Aktionsplan	Ziel: Stärkung der externen Dimension der Energieunion durch eine kohärente EU-Energieaußenpolitik Inhalt: Der Aktionsplan nennt vier prioritäre Handlungsfelder: Diversifizierung von Quellen, Lieferanten und Routen; Ausbau von Energiepartnerschaften und -dialogen; beständige Verbesserung der nuklearen Sicherheit; Gestaltung internationaler Energiearchitektur und multilateraler Initiativen. Stand/Zahlen: Der Aktionsplan wurde im Juli 2015 beschlossen und gilt auf unbestimmte Zeit. Energie ist seither ein wichtiger Schwerpunkt der Zusammenarbeit der EU mit Nachbarländern. Pläne sehen einen noch stärkeren Austausch der EU mit Drittstaaten im Bereich Energiewende vor, um Wissensaustausch und Technologietransfer zu befördern. In den letzten Jahren wurde die Verzahnung mit der Klimadiplomatie gestärkt.

Instrument	Umsetzungsstand
22. Marktstabilitätsreserve im EU-ETS	Ziel: Überschüsse im EU-ETS abbauen Inhalt: Sobald das Angebot an Zertifikaten im Emissionshandelsmarkt 833 Millionen übersteigt, wird die aktuelle Versteigerungsmenge verringert, sobald das Angebot unter die Marke von 400 Millionen Berechtigungen fällt, wird es erhöht. Die Veränderung der Versteigerungsmenge erfolgt über Einstellung in bzw. Ausgabe aus der Reserve. Mögliche Überschüsse aus der Stilllegung von Stromerzeugungskapazitäten können besser durch die Marktstabilitätsreserve aufgefangen werden, zudem können Mitgliedstaaten in diesem Fall freiwillig Emissionszertifikate aus nationalen Versteigerungsmengen löschen. Ab dem Jahr 2023 werden Zertifikate endgültig aus der Marktstabilitätsreserve gelöscht, falls sie über einer bestimmten Mindestmenge liegen. Stand: Die Marktstabilitätsreserve gilt ab 01.01.19. Zahlen: Mit der Reform des EU-ETS für die vierte Handelsperiode wurde zudem beschlossen, dass die Menge an Emissionszertifikaten, die die Marktstabilitätsreserve abschöpfen soll, für fünf Jahre jedes Jahr bei 24 % liegen soll (anstatt der bislang vorgesehenen 12 %).
23. Reform des ETS für die vierte Handelsperiode 2021–2030	Ziel: Die Preissignale des ETS sollen gestärkt und gleichzeitig die internationale Wettbewerbsfähigkeit der energieintensiven Industrie erhalten werden. Inhalt: Die Gesamtzahl der Emissionszertifikate wird ab dem Jahr 2021 um 2,2 % jährlich sinken, so dass Emissionen in den ETS-Sektoren bis 2030 um 43 % gegenüber 2005 sinken. Die Nutzung von Zertifikaten aus internationalen Projektmechanismen ist nicht mehr möglich. Daneben werden die Regeln zur kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten an bestimmte Emittenten grundsätzlich beibehalten, die sich gleichzeitig hohen Emissionen und starkem internationalen Wettbewerb gegenübersehen. Die Liste der Sektoren, die vom möglichen Carbon Leakage betroffen sind, wird auf Basis von Handels- und Emissionsintensitäten ermittelt. Darüber hinaus werden verschiedene Fonds zur Modernisierung von Energiesystemen und zur Förderung von innovativen Technologien im Bereich Klimaschutz eingerichtet. Zahlen: Die Reform führt zu einer Reduktion um rund 484 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente zwischen den Jahren 2021 und 2030; das entspricht mehr als der Hälfte der jährlichen Treibhausgasemissionen in Deutschland. Stand: Im April 2018 in Kraft getreten
24. Überführung von Backloading-Zertifikaten in die Marktstabilitätsreserve	Ziel: Funktionsfähigkeit des ETS angesichts hoher Überschüsse von Emissionszertifikaten und Preisverfall erhalten Inhalt/Stand/Zahlen: Im Zeitraum 2014–2016 wurden im ETS 900 Millionen Zertifikate zurückgehalten, die eigentlich im Zeitraum 2019–2020 versteigert werden sollten (Backloading). Diese Zertifikate sollen in die Marktstabilitätsreserve überführt werden.
25. Verknüpfung des EU-ETS mit dem Schweizer Emissionshandelsystem	Ziel: Erster Schritt zum langfristigen Ziel eines internationalen Emissionszertifikatemarktes Inhalt: Die Verknüpfung soll über sich annähernde Zertifikatspreise die Wettbewerbsbedingungen für europäische und Schweizer Unternehmen angleichen. Stand: Das Abkommen zur Verknüpfung der beiden Systeme wurde im November 2017 unterzeichnet. Die Ratifizierung durch EU- und Schweizer Parlament ist ausstehend.
26. Lastenverteilungs-Verordnung	Ziel: Festlegen verbindlicher nationaler Emissionsziele für die EU-Mitgliedstaaten bis zum Jahr 2030 im Non-ETS-Bereich Inhalt: Die nationalen Ziele liegen innerhalb einer Spanne von 0 und 40 % THG-Reduktion gegenüber dem Jahr 2005, abhängig vom BIP pro Kopf im jeweiligen Mitgliedstaat. Beim Erreichen des Ziels sind jedoch flexible Mechanismen möglich. Stand: Die neue Lastenverteilungs-Verordnung ist im Sommer 2018 in Kraft getreten. Zahlen: Für Deutschland ergibt sich ein Minderungsziel von 38 % gegenüber dem Jahr 2005.
27. Strategie für emissionsarme Mobilität	Ziel: Senkung der CO₂-Emissionen im Verkehr Inhalt: In der Strategie für emissionsarme Mobilität stellt die Europäische Kommission geplante Initiativen für diesen Bereich vor. Die Strategie ist als eines der Instrumente zur Modernisierung der europäischen Wirtschaft und Stärkung des Binnenmarktes zu sehen. Die Strategie betrifft vor allem folgende Bereiche: • mehr Effizienz im Verkehrssystem durch digitale Technologien, intelligente Preisgestaltung und weitere Förderung des Einsatzes emissionsärmerer Verkehrsträger; • raschere Einführung emissionsarmer alternativer Energieträger im Verkehrssektor, u. a. durch fortschrittliche Biokraftstoffe, Strom und synthetische Kraftstoffe aus erneuerbaren Energiequellen; • Abbau von Hindernissen für die Elektrifizierung des Verkehrs; • Übergang zu emissionsfreien Fahrzeugen. Darüber hinaus wird mit dieser Strategie das Engagement Europas für geringere Emissionen aus dem internationalen Luft- und Seeverkehr bekräftigt. Stand: Die Strategie wurde im Juli 2016 veröffentlicht.
28. Mobilitätspaket „Europa in Bewegung“	Ziel: Straßen- und Mobilitätssysteme der Zukunft gestalten, deren Wettbewerbsfähigkeit fördern, die soziale Gerechtigkeit in diesem Bereich stärken und einen klaren Weg für die Erreichung der Emissionsfreiheit vorgeben. Inhalt: „Europa in Bewegung“ umfasst: • eine politische Mitteilung, in der ein langfristiger Plan für eine saubere, sozial gerechte und wettbewerbsfähige Mobilität skizziert wird; • acht Initiativen, mit denen vor allem die Funktionsweise des Güterkraftverkehrsmarktes sowie die Beschäftigungsbedingungen und der Sozialschutz der Arbeitnehmer verbessert und ein intelligentes System für die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren in Europa eingeführt werden sollen; • eine Reihe von nichtlegislativen Begleitdokumenten mit flankierenden Maßnahmen, die den Wandel hin zu einem nachhaltigen, digitalen und integrierten Mobilitätssystem beschleunigen sollen (Investitionsfinanzierung für Infrastruktur, Forschung und Innovation, kollaborative Plattformen usw.). Stand: Das Paket wurde im Mai 2017 veröffentlicht.

Instrument	Umsetzungsstand
29. Regulierung des CO ₂ -Ausstoßes von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen (zweites Mobilitätspaket)	Ziel: Senkung der CO₂-Emissionen im Verkehr Inhalt: Die CO₂-Emissionen der Neuwagenflotte von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen soll gegenüber dem Jahr 2021 bis zum Jahr 2025 um 15 %, bis zum Jahr 2030 um 30 % sinken. Daneben sollen die Autohersteller bis 2030 möglichst 30 % Neuwagen mit Elektro- oder anderen alternativen Antrieben auf den Markt bringen; dafür sollen sie mit einem Bonuspunkte-System belohnt werden. Eine verbindliche Quote für Elektrofahrzeuge ist dagegen nicht vorgesehen. Stand: Die Maßnahme ist Teil des zweiten Mobilitätspakets, das die EU-Kommission im November 2017 veröffentlicht hat. Zahlen: Verstoßen die Autohersteller gegen die CO₂-Minderung ihrer Neuwagenflotte, so müssen sie pro zusätzlich ausgestoßenem Gramm CO₂ 95 Euro Strafe zahlen. Zudem will die KOM 800 Millionen Euro zusätzlicher Mittel für den Ausbau von Ladestationen für Elektrofahrzeuge bereitstellen.
30. G20-Aktionsplan zu Klima und Energie für Wachstum	Ziel: Die G20-Staaten mit Ausnahme der USA bekennen sich in dem Aktionsplan zu einer uneingeschränkten Umsetzung des Paris-Abkommens und der effizienten Transformation der Energiesysteme im Einklang mit den klimapolitischen Zielen von Paris. Dabei spielen die Steigerung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Ausrichtung von Finanzflüssen an den Zielen des Paris-Abkommens mit entsprechenden Investitionen in kohlenstoffarme Technologien und zukunftsfähige Infrastruktur eine herausragende Rolle. Inhalt: Mit dem Plan vereinbarten die G20-Staaten eine verstärkte Zusammenarbeit für die Umsetzung der nationalen Beiträge (NDCs), die Entwicklung langfristiger Klimaschutzstrategien und die Ausrichtung globaler Finanzströme am Paris-Abkommen. Dazu betonen sie die Bedeutung der Schaffung eines geeigneten Investitionsrahmens und bekennen sich zu stärkerer Kooperation und Austausch erfolgreicher Anwendungsbeispiele zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien, zur Verbesserung des Energiezugangs und des Abbaus von ineffizienten Subventionen für fossile Energieträger. Angeregt wurde auch ein optionales Monitoring, um die Fortschritte der Energiewende zu überwachen. Stand: Der Aktionsplan wurde beim Gipfel der G20-Staaten in Hamburg am 07./08.07.17 von 19 der 20 Staaten (mit Ausnahme der USA) als Annex zur Abschlusserklärung beschlossen.
31. 23. Weltklimakonferenz (COP 23)	Ziel/Inhalt: Vorbereitung der Umsetzung der technischen Regelungen des Pariser Klimaabkommens; dazu zählen beispielsweise Transparenzregelungen für die NDCs, die Ausgestaltung des Talanoa-Dialogs als Probelauf für die erste globale Bestandsaufnahme im Jahr 2023, die Neuvorlage der NDCs 2020 und neue Regelungen für die Marktmechanismen. Stand: Die Konferenz fand im November 2017 unter der Präsidentschaft Fidischis statt.
32. IEA/IRENA-Studie „Perspectives for the Energy Transition – Investment Needs for a Low-Carbon Energy System“ im Auftrag der deutschen G20-Präsidentschaft	Ziel: Die durch das BMWi beauftragte Studie untersucht erstmalig, welche Auswirkungen die Umsetzung des Pariser Abkommens für den Energiesektor hat. So soll sie Überlegungen zum zukünftig erforderlichen Investitionsrahmen unterstützen. Inhalt/Zahlen: Die Studie zeigt auf, dass eine weitgehende Dekarbonisierung des Energiesystems bis zum Jahr 2050 anspruchsvoll, aber technisch möglich und wirtschaftlich machbar ist: Notwendige Mehrinvestitionen bis 2050 betragen 0,3 % des globalen BIP. Dabei müssen die Investitionen in Energieeffizienz in allen Sektoren um das Zehnfache des heutigen Niveaus steigen. Die Investitionen in die Energieerzeugung würden nicht signifikant steigen, müssten aber massiv v. a. in erneuerbare Energien umgeleitet werden. Aufgezeigt wurde auch, dass eine derart modernisierte Energieversorgung Impulse setzt für Innovationen, nachhaltiges Wirtschaftswachstum und qualifizierte Beschäftigung. Stand: Die Studie wurde im März 2017 veröffentlicht.
33. Bilaterale Energiepartnerschaft mit Mexiko	Ziel: Intensiver bilateraler energiepolitischer Austausch mit Mexiko Inhalt: Das Arbeitsprogramm für das erste Jahr umfasst die Themen Liberalisierung des Strommarktes, Energieeffizienz in der Industrie, Integration großer Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien und Transparenz im Rohstoffbereich Öl und Gas (EITI). Stand: Die Deutsch-Mexikanische Energiepartnerschaft wurde im Jahr 2016 gegründet. Zahlreiche Umsetzungsmaßnahmen wurden in den ersten 12 Monaten des Bestehens begonnen und erfolgreich abgeschlossen.
34. Bilaterale Energiepartnerschaft mit Australien	Ziel/Inhalt: Austausch über Herausforderungen und Chancen insbesondere bei: • Marktdesign und kostengünstige Integration von erneuerbaren Energien in den Stromsektor • Langzeitenergieplanungen inkl. Emissionsvermeidung • Energieeffizienz in der Industrie • Speichertechnologien • Klimamaßnahmen in Inselentwicklungsländern Stand: Nach einem Vorbereitungstreffen in Hamburg im Mai 2017 hat das erste Treffen der bilateralen Arbeitsgruppe Energie und Rohstoffe im November 2017 in Perth stattgefunden.
35. Bilaterale Energiepartnerschaft mit den Vereinigten Arabischen Emiraten	Ziel/Inhalt: Zusammenarbeit und Erfahrungsaustausch insbesondere in den Bereichen erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Marktdesign und nachhaltiger Verkehr Stand: Bislang zwei hochrangige Steuerungsgruppentreffen im Januar 2017 und Januar 2018. Zudem fanden mehrere bilaterale Expertenworkshops sowie Studienreisen emiratischer Delegationen nach Deutschland zu Schwerpunktthemen der Energiepartnerschaft statt, zuletzt Ende April 2018 zum Thema „Strommärkte und Netzintegration erneuerbarer Energien“.

Instrument	Umsetzungsstand
36. Berlin Energy Transition Dialogue	Ziel: Die Konferenz bietet ein Forum für internationale Entscheidungsträger der Energie- und Außenpolitik, für Industrie, Wissenschaft und Zivilgesellschaft, um aktuelle Entwicklungen in der Energiepolitik, innovative Politikmechanismen, neue Investitionsmöglichkeiten und Geschäftsmodelle im Zusammenhang mit der globalen Energiewende zu diskutieren. Inhalt: Die Teilnehmer tauschten sich schwerpunktmäßig zu den Themen Marktdesign, Energieeffizienz, Versorgungssicherheit, Strukturwandel und Investitionsströme aus. Stand: Die vierte internationale Energiewendekonferenz fand am 17./18.05.18 statt. Zahlen: An der Konferenz nahmen mehr als 2.000 Energieexperten aus rund 100 Ländern teil, darunter mehr als 30 Minister/Vizeminister.
37. Exportinitiative Energie	Ziel: Die Bundesregierung unterstützt gezielt deutsche Unternehmen dabei, Auslandsmärkte zu erschließen und den Export von deutschen Erneuerbare-Energien- sowie Energieeffizienz-Technologien auszubauen. Dazu wurden die Exportinitiative Erneuerbare Energien und die Exportinitiative Energieeffizienz zu einer gemeinsamen „Exportinitiative Energie“ zusammengeführt. Inhalt: Technische Lösungen in den Bereichen erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Speichertechnologien und intelligente Netze stehen im Mittelpunkt. Mehr Details finden sich unter www.german-energy-solutions.de. Stand/Zahlen: Pro Jahr finden etwa 160 Veranstaltungen innerhalb der Initiative statt.
38. Wanderausstellung „Deutschlands Energiewende“	Ziel: Ziel der Ausstellung ist es, häufige Missverständnisse zur deutschen Energiewende auszuräumen, über die wesentlichen Elemente der Energiewende zu informieren und für eine bessere internationale Vernetzung im Sinne einer nachhaltigeren Energiepolitik weltweit zu werben. Zielpublikum der Ausstellung ist die allgemeine, interessierte, internationale Öffentlichkeit. Inhalt: Auf 19 interaktiven Stationen wird die Entwicklung der deutschen Energiepolitik seit den 1970er-Jahren auf allgemeinverständliche Weise erläutert. Es stehen sechs Sprachfassungen der Ausstellung zur Verfügung: 2x Englisch, 1x Deutsch, 1x Spanisch, 1x Chinesisch/Mandarin, 1x Arabisch. Stand/Zahlen: BM Steinmeier hat die Ausstellung im April 2016 in Peking eröffnet. Seither war sie an 60 Standorten in 25 Ländern zu sehen (Stand Anfang 2018).

Kapitel 4: Erneuerbare Energien

39. Novelle zum Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017 (EEG 2017)	Ziele: Weiterer Erneuerbaren-Ausbau kosteneffizient, alle Akteure haben faire Chancen in der Ausschreibung, die Akteursvielfalt wird gewahrt sowie der Ausbaukorridor für erneuerbare Energien eingehalten Inhalt: Die Höhe der erforderlichen Vergütung für den Großteil des Stroms aus neuen Erneuerbare-Energien-Anlagen wird über Auktionen ermittelt. Besseres Verzahlen des Ausbaus der erneuerbaren Energien mit dem Netzausbau durch eine übergangsweise, lokale Begrenzung des Ausbaus von Wind an Land im Falle bestehender Netzengpässe. Ausgeschrieben wird die Vergütungshöhe für Windenergie an Land und auf See, Photovoltaik und Biomasse. Ausgenommen sind kleine Anlagen. Stand: Beschlossen im Juli 2016, in Kraft getreten im Januar 2017 Zahlen: Jährliche Ausbauziele/Ausschreibungsmengen • Photovoltaik: 600 MW pro Jahr • Wind an Land bis 2019: 2.800 MW brutto pro Jahr, ab 2020 dann 2.900 MW • Wind auf See: je 500 MW in 2021 und 2022, 700 MW pro Jahr 2023 bis 2025 und im Schnitt 840 MW pro Jahr ab 2026 • Biomasse: 150 MW von 2017 bis 2019 und 200 MW von 2020 bis 2022
40. Änderungsgesetz zum EEG 2017	Ziele: Beihilferechtskonforme Ausgestaltung und bessere Systematisierung der Bestimmungen zur Eigenversorgung Inhalt: Regelungen zur Eigenversorgung wurden neu gefasst, wobei die bisherige Rechtslage nur punktuell geändert wurde (insbesondere modernisierte Bestandsanlagen und Meldepflichten). Bestandsanlagen der Eigenversorgung werden bei gleichzeitiger Gewährung eines ausreichenden Bestandsschutzes zukünftig nach einer erfolgten Modernisierung zu einem Teil an der EEG-Umlage beteiligt. Für KWK-Neuanlagen (erstmalige Nutzung zur Eigenversorgung nach 31.08.14) wird die Umlagebegrenzung im Lichte des Beihilferechts neu geregelt. Meldepflichten für Eigenversorgungssachverhalte, die bislang in AusgleichsMechV und EEG verstreut waren, werden einheitlich im EEG geregelt. Stand: Beschlossen im Dezember 2016, in Kraft getreten am 01.01.17
41. EEG-Novelle (Mieterstromgesetz)	Ziel/Inhalt: Durch das Mieterstromgesetz wurde im EEG ein Förderanspruch für Solarstrom verankert, den der Betreiber einer Solaranlage auf einem Wohngebäude oder ein Dritter ohne Netzdurchleitung an die Mieter in diesem Gebäude oder in Wohngebäuden oder Nebenanlagen im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit diesem Gebäude liefert. Darüber hinaus wurde ein Teil der Privilegien für Bürgerenergiegesellschaften im Rahmen der Wind-an-Land-Ausschreibung ausgesetzt, da diese zu einer Verzerrung des Wettbewerbs geführt haben. Stand: Beschlossen im Juni 2017, in Kraft getreten im Juli 2017
42. Novelle des Marktanreizprogramms von 2015	siehe Kapitel 5
43. EU-Regelung zu Biokraftstoffen und indirekten Landnutzungsänderungen	siehe Kapitel 7
44. KfW-Förderprogramm „Erneuerbare Energien-Speicher“	siehe Kapitel 6

Instrument	Umsetzungsstand
45. Exportinitiative Erneuerbare Energien	siehe Kapitel 3
46. Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG)	siehe Kapitel 6
47. Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP)	siehe Maßnahmen-Monitoring Kapitel 6.4
48. Niedertemperaturwärmenetze mit Saisonalwärmespeicher („Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0“)	Ziel: Vorbereitung einer breiteren Markteinführung innovativer Wärmenetzsysteme der 4. Generation mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien und effizient genutzter Abwärme Inhalt: Förderung über insgesamt 4 Fördermodule: Förderung von Machbarkeitsstudien mit bis zu 60 %, Förderung der Realisierung eines Wärmenetzsystems 4.0 mit bis zu 50 % der Vorhabenkosten, ergänzende Förderung von wissenschaftlichen Kooperationen („capacity building“) sowie von Informationsmaßnahmen für potenzielle Anschlussnehmer zur Erreichung einer hohen Anschlussquote bei den Modellvorhaben. Stand: In Kraft seit Juli 2017 Zahlen: Marktreaktion übertrifft Erwartungen deutlich, bis Anfang Juni 2018 bereits 54 Anträge für Machbarkeitsstudien und 3 Anträge für die Realisierung von Wärmenetzsystemen 4.0.
Kapitel 5: Energieverbrauch und Energieeffizienz	
49. KfW-Energieeffizienzprogramm für Produktionsanlagen und -prozesse	siehe ausführliches Monitoring der zentralen Maßnahmen zur Förderung von Energieeinsparungen in Kapitel 5.4
50. Initiative Energieeffizienznetzwerke	
51. Energieaudit für Nicht-KMU	
52. Programm zur Förderung hocheffizienter Querschnittstechnologien	
53. Abwärme	
54. Weiterentwicklung der Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz	
55. Förderprogramm klimaschonende Produktionsprozesse	
56. Unterstützung der Marktüberwachung	
57. Nationale Top-Runner-Initiative	
58. EU-Energie-Label-Verordnung	
59. Wettbewerbliche Ausschreibung für Stromeffizienzmaßnahmen (STEP up!)	
60. Pilotprogramm Einsparzähler	
61. Förderrichtlinie Energiemanagementsysteme	
62. Informations- und Aktivierungskampagne „Deutschland macht's effizient“	Ziel: Die Informations- und Aktivierungskampagne „Deutschland macht's effizient“ soll alle gesellschaftlichen Akteure über das Gemeinschaftsprojekt Energiewende informieren und von der Notwendigkeit eines noch effizienteren Einsatzes von Energie überzeugen. Inhalt: Die Kampagne richtet sich gleichermaßen an private Haushalte, Unternehmen sowie öffentliche Einrichtungen und bindet alle Akteure im Rahmen des Stakeholder-Dialogs ein. Stand: Die Kampagne ist im Mai 2016 gestartet; Information des Verbrauchers ist eine Daueraufgabe.
63. DEHOGA-Energie- und Klimaschutzkampagne	Ziel: Die vom BMU unterstützte DEHOGA-Energiekampagne ist eine der ersten und größten Branchenkampagnen für Energieeffizienz und Klimaschutz in Deutschland. Ziel ist vor allem die branchenspezifische Information und Beratung zu Effizienz- und Kosteneinsparpotenzialen und ihrer Erschließung in Hotels und Gaststätten. Inhalt: Es wurde eine Reihe von Tools entwickelt, darunter Energiesparblätter, ein Wirtschaftlichkeitsrechner sowie ein „virtuelles“ Hotel als 3D-Animation, das interaktiv Informationen rund um moderne Haustechnik und entsprechendes Nutzerverhalten gibt. Darüber hinaus bieten Energieberater-Kooperationen, Energietische und Energieeffizienznetzwerke die Möglichkeit für brancheninternen Erfahrungsaustausch. Stand: Durch Vor-Ort-Energieberatungen konnten bis heute jährlich über 30.000 Tonnen Kohlendioxid-Emissionen und Kosten in Höhe von 10 Millionen Euro eingespart werden. Damit leistet die Kampagne einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Entwicklung eines nachhaltigen Qualitätstourismus in Deutschland. Die DEHOGA-Energiekampagne ist beispielgebend für die Entwicklung weiterer Branchen-Kampagnen. Die Übertragung der Erfahrungen auf andere Branchen/Verbände durch DEHOGA ist in Vorbereitung.

Instrument	Umsetzungsstand
64. Förderung von Energieeffizienzmanagern zur Hebung von Potenzialen z. B. in Gewerbegebieten	Ziel: Förderung des Klimaschutzes in Industrie und Gewerbegebieten Inhalt: Förderung von Konzepten und Personal für die Umsetzung Stand: Im Rahmen des Programms „Energetische Stadtsanierung – KfW 432“ können Sanierungsmanager für Quartiere gefördert werden, diese Quartiere können zum Teil auch aus Gewerbegebieten bestehen. Im Rahmen der Kommunalrichtlinie des BMU wird das Klimaschutz-Teilkonzept „Klimaschutz in Industrie und Gewerbegebieten“ und ein Klimaschutzmanagement für die Umsetzung darin identifizierter Maßnahmen gefördert. Im Rahmen der Novellierung der Richtlinie ist geplant, künftig kommunales Energiemanagement für alle Energieverbräuche einer Kommune zu fördern und das Teilkonzept „Industrie- und Gewerbegebiete“ auslaufen zu lassen. Es soll jedoch möglich sein, eine Potenzialstudie zur Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe zu beantragen. Zuständig für die Kommunalrichtlinie ist BMU. Zahlen: Rund 200 Quartiere werden zurzeit mit einem Sanierungsmanagement im Rahmen des Förderprogramms „Energetische Stadtsanierung“ gefördert. Es liegen keine Zahlen dazu vor, wie viele der geförderten Quartiere auch Gewerbegebiete beinhalten. Insgesamt wurden zwischen 2013 und 2016 16 Klimaschutz-Teilkonzepte „Industrie- und Gewerbegebiete“ gefördert. Zwischen 2017 und April 2018 sind 5 weitere Teilkonzeptförderungen gestartet.
65. Exportinitiative Energieeffizienz	siehe Kapitel 3
66. Plattform Energieeffizienz	Ziel: Kontinuierliche Dialogplattform für die Weiterentwicklung der Energieeffizienzpolitik Inhalt: Die Plattform Energieeffizienz wurde im Jahr 2014 gegründet. Sie begleitet die Entwicklung des Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) und ist in dessen Umsetzung involviert. Stand: Das Plenum tagte zwei Mal im Jahr 2016. Darüber hinaus wurde die Arbeit der Arbeitsgruppen „Innovative Finanzierungsinstrumente“, „Rechtsrahmen/EDL“, „Beratung und Information“, „Wettbewerbliche Ausschreibungen“ und „Systemfragen“ fortgesetzt. Zudem wurde eine Fachveranstaltung zu den Zusammenhängen von Rohstoff- und Energieeffizienz durchgeführt.
67. Entwicklung von Kennzahlen und Benchmarks im gewerblichen Bereich	Ziel: Aktuelle und künftige Energieverbräuche erfassen und beides mit anerkannten, objektiven Referenzen (Benchmarks) vergleichen Inhalt: Es werden FuE-Vorhaben zur Entwicklung von Vergleichskennzahlen, Standards und Benchmarks im Bereich GHD und Industrie gefördert. Datenerhebung und FuE-Bekanntmachung sind für das Jahr 2016 geplant. Stand: Das Projekt ist abgeschlossen.
68. Studie „Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland“	Ziel: Erfassung des Stromverbrauchs und dessen Entwicklung im IKT-Bereich Inhalt: Eine im Jahr 2015 durchgeführte Studie hat für die verschiedenen Teilbereiche sowohl die Verbrauchsentwicklung prognostiziert als auch Einsparpotenziale aufgezeigt. Auf dieser Basis werden in einem Stakeholderprozess Maßnahmen entwickelt, mit denen die identifizierten Potenziale erschlossen werden können. Stand: Die Studie wurde abgeschlossen.
69. BMEL-Bundesprogramm zur Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft	Ziel/Inhalt: Durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung zugelassene Berater sollen einzelbetriebliche Energieeinsparkonzepte erarbeiten.
70. Wiederaufnahme des Bundesprogramms zur Förderung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau	Ziel/Inhalt: Programm der Jahre 2009 bis 2012 wird 2016 bis 2018 neu aufgelegt, um KMUs bei Modernisierung sowie Neubau von Niedrigenergiegebäuden für die pflanzliche Erzeugung zu unterstützen. Stand/Zahlen: Bis Ende Juni 2017 lagen für das Jahr 2017 insgesamt 388 Anträge auf Investitionsförderung mit einer Fördersumme in Höhe von rund 14 Millionen Euro vor.
71. Überprüfung Effizienzgebot im BImSchG	Ziel/Inhalt: Die Bundesregierung prüft, inwieweit die sparsame und effiziente Nutzung von Energie im BImSchG als Betreiberpflicht weiter konkretisiert werden kann. Das Forschungsvorhaben „Ausgestaltung der energieeffizienzbezogenen Betreiberpflichten des BImSchG“ soll die näheren rechtlichen Konturen der Betreiberpflichten des BImSchG darlegen und den rechtlichen Handlungsrahmen für konkretisierende Anforderungen verdeutlichen.
Kapitel 6: Gebäude	
72. CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Wohngebäude	siehe ausführliches Monitoring der zentralen Maßnahmen zur Förderung von Energieeinsparungen in Kapitel 6.4
73. CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Nichtwohngebäude	
74. Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE), Maßnahmen von KfW und BAFA	
75. Nationales Effizienzlabel für Heizungsanlagen	
76. Förderung der Heizungsoptimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich	
77. Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP)	

Instrument	Umsetzungsstand
78. EnEff.Gebäude.2050 – Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050	siehe ausführliches Monitoring der zentralen Maßnahmen zur Förderung von Energieeinsparungen in Kapitel 6.4
79. Energieberatung	
80. Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN	Ziel: Intensivierung des Austausches an den Schnittstellen der Forschung zu Politik und Praxis. Schnellerer Ergebnistransfer und Weiterentwicklung der Forschungsförderung. Inhalt: Austausch wird über Online-Plattform organisiert. Zudem regelmäßige Veranstaltungen und Workshops, z. B. Anfang des Jahres 2017 der 1. Kongress ENERGIEWENDEBAUEN mit über 300 Teilnehmern. Die Begleitforschung der Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN dient als inhaltlicher Motor des Netzwerks. Um den Austausch mit den Fachreferenten des BMWi zu systematisieren, wurde Ende 2017 ein Ministerialbeirat gegründet. Stand: Forschungsnetzwerk im Oktober 2014 gegründet. Inzwischen über 800 Mitglieder registriert. Expertenempfehlungen aus dem Forschungsnetzwerk waren Grundlage für Förderinitiative „Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt“ (s. u.). Ende des Jahres 2017 hat das Forschungsnetzwerk ein Positionspapier zum Konsultationsprozess für das 7. Energieforschungsprogramm eingereicht.
81. Förderinitiative „Effizienzhaus Plus“	Ziel: Klimagerechte, bezahlbare Weiterentwicklung des Gebäudebereiches. Etabliert werden soll der Gebäudestandard Effizienzhaus Plus des Bundes, der die zusammenhängende Betrachtung des Primär- und des Endenergiebedarfs und den Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich stärkt. Inhalt: Der Wissenstransfer erfolgt über beispielhafte Modellvorhaben, ein Netzwerk, ein Informations- und Kompetenzzentrum für zukunftsgerechtes Bauen des Bundes in Berlin und über Online-Plattformen. Zudem informieren regelmäßige Veranstaltungen, Workshops, Messeauftritte, Sonderveranstaltungen über diesen Energie gewinnenden, nachhaltigen Gebäudestandard (z. B. nationale und internationale Baufachmessen, Berliner Energietage, Weltausstellung in Astana 2017). Die Initiative Effizienzhaus Plus mit ihrem Netzwerk baut auf der Begleitforschung der „Effizienzhaus Plus“-Modellvorhaben und weiterer Forschungsthemen zu diesem Gebäudestandard auf. Um weitere gesamtgesellschaftliche Impulse und einen aktiven Bürgerdialog zu fördern, eröffnete 2017 das Bundesinformations- und Kompetenzzentrum für zukunftsgerechtes Bauen im Bundesmodellvorhaben „Effizienzhaus Plus“ in Berlin. Stand: Seit 2017 bestätigen über 37 bundesweite Modellvorhaben, dass dieser Gebäudestandard im Wohnungsbau praxis- und klimatauglich ist. Wissenschaftliche Prognosen sehen bei einer Marktdurchdringung von 15 % dieses Gebäudestandards im Neu- und Altbau erschließbare CO₂-Einsparpotenziale von insgesamt 18 Millionen t/Jahr ab 2050. Zudem entlastet der Energieüberschuss der Effizienzhäuser Plus auch die Gebäude, die nicht die Klimaneutralität ab 2050 erreichen werden. Die Initiative „Effizienzhaus Plus“ ist zu verstetigen und auszubauen.
82. Energieeinsparrecht für Gebäude	Ziel: Energieeinsparverordnung/Energieeinsparungsgesetz (EnEV/EnEG) und das EEWärmeG zielen auf die Einsparung von Energie im Gebäude ab. Unter Beachtung des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit trägt das bestehende Regelwerk dazu bei, dass die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, insbesondere das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis zum Jahr 2050, erreicht werden. Inhalt: EnEG und EnEV regeln die energetischen Anforderungen an zu errichtende und bestehende Gebäude einschließlich Anlagentechnik sowie Energieausweise. Das EEWärmeG regelt die Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden.
83. Energiewende Plattform Gebäude	Ziel: Kontinuierliche Dialogplattform für die Energiewende im Gebäudebereich Inhalt: Die Energiewende Plattform Gebäude wurde im Jahr 2014 gegründet. Im Plenum und in den Arbeitsgruppen werden mit den Akteuren aus Immobilienwirtschaft, Gewerbe, Industrie sowie der Verbraucherseite und der öffentlichen Hand vor dem Hintergrund der ambitionierten Zielsetzungen im Gebäudebereich die Potenziale, Herausforderungen und Maßnahmen diskutiert. Stand: Ende 2017 fand die siebte Sitzung der Plattform statt.
84. Individueller Sanierungsfahrplan für Gebäude	Ziel: Standardisierte Empfehlung einer passgenauen, stufenweisen energetischen Sanierung Inhalt: Mit dem individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) wird dem Gebäudeeigentümer ein leicht verständlicher Überblick für eine stufenweise energetische Sanierung seines Gebäudes an die Hand gegeben. Neben rein energetischen Gesichtspunkten werden auch die individuellen Möglichkeiten des Gebäudebesitzers und die individuellen Gegebenheiten des Bestandsgebäudes bei der Ermittlung des Sanierungsansatzes einbezogen. Stand: Das Programm ist im Mai 2017 gestartet und in die „Energieberatung für Wohngebäude“ integriert worden.
85. Wärmenetze 4.0	Ziel: Über eine Grundförderung zuzüglich leistungsabhängiger gleitender Boni soll klimafreundliche und besonders kostengünstige netzgebundene Wärme mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien und Abwärme gefördert werden. Inhalt: Gefördert werden Modellvorhaben für innovative klimafreundliche Quartiers- und Stadtteilversorgung mit Wärmenetzsystemen der 4. Generation. Diese zeichnen sich durch niedrige Temperaturniveaus, Anteile von erneuerbaren Energien zwischen 50 und 100 % sowie in der Regel saisonale Großwärmespeicher aus. Stand/Zahlen: Programm zum 01.07.17 gestartet. Gefördert werden Machbarkeitsstudien und der Bau als auch Informationsmaßnahmen und die wissenschaftliche Begleitung von Modellvorhaben.

Instrument	Umsetzungsstand
Kapitel 7: Verkehr	
86. Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) 2013	Ziel: Die vom Bundeskabinett im Juni 2013 beschlossene Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) wird als ein wichtiges Umsetzungsinstrument für die Energiewende im Verkehr im Sinne der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie fortgesetzt. Sie gibt bislang einen Überblick über Technologien sowie Energie- und Kraftstoffoptionen der verschiedenen Verkehrsträger. Inhalt: Die MKS zeigt in Form einer „lernenden Strategie“ Wege auf, wie die Energiewende im Verkehr langfristig umgesetzt werden kann. Eine zentrale Rolle spielt die Frage, an welchen Stellen der Verbrennungsmotor sukzessive durch den Elektromotor ersetzt werden kann. Zum einen, weil die Energieeffizienz des Elektromotors mindestens doppelt so groß ist wie die des Verbrennungsmotors. Zum anderen, weil sich erneuerbare Energien deutlich leichter in den Elektromotor als in den Verbrennungsmotor integrieren lassen. Um die Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung zu erreichen, sollten sukzessive möglichst große Teile des Landverkehrs elektrifiziert werden. Wesentliche Komponenten hierzu sind die Förderung der Elektromobilität mit Batterie- und Brennstoffzelle sowie die Intensivierung der Verlagerungsbemühungen auf den Schienenverkehr.
87. Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020	Ziel: Das „Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020“ wurde aufgelegt, um die Umsetzung von Maßnahmen in den von NO₂-Grenzwertüberschreitung betroffenen Kommunen zu finanzieren. Die NO₂-Immissionen sollen deutlich reduziert werden und die Grenzwerteinhalten kurzfristig, jedoch bis spätestens zum Jahr 2020 sichergestellt werden. Inhalt: Die Schwerpunkte des Programms sind die Elektrifizierung von urbanen Flotten (insbesondere Taxis sowie Busse des Öffentlichen Personennahverkehrs) einschließlich des Ausbaus der Ladeinfrastruktur sowie Maßnahmen zur Netzstabilisierung, die emissionsmindernde Nachrüstung von im Verkehr befindlichen Diesel-Bussen, eine verbesserte Verkehrslenkung sowie die Digitalisierung und Vernetzung kommunaler Verkehrssysteme. Zu ergänzenden Maßnahmen zählen die Kaufprämie für Elektrofahrzeuge, die Verbesserung von Logistikkonzepten und die Förderung des Radverkehrs. Stand: Im November 2017 beschlossen
88. Neues Verfahren zur Typgenehmigung und Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen	Ziel/Inhalt: Ziel ist, durch einen neuen Rahmen für die Typgenehmigung unabhängige Prüfungen, Marktüberwachung und Durchsetzung der Vorschriften in Europa zu stärken. Eine EU-Verordnung zur Harmonisierung und Verschärfung der Genehmigung und Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern sowie sonstigen Fahrzeugbestandteilen ist angestrebt.
89. Neues weltweites Prüfverfahren „World Harmonised Light Vehicle Test Procedure“ (WLTP)	Ziel: Repräsentativere und reproduzierbarere Werte der CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs zur Verfügung stellen, damit Kraftstoffverbräuche der Fahrzeuge im Test wieder stärker mit den Werten korrelieren, die Fahrzeugnutzer im Straßenverkehr feststellen Inhalt: Auf der Grundlage dieses neuen Verfahrens werden die Abgas- und Verbrauchsnormen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge für die Zeit nach dem Jahr 2020 festgelegt, wobei den strengeren Anforderungen dieses Verfahrens Rechnung getragen werden muss. Der neue Testzyklus wird sich nach Änderung der entsprechenden EU-Richtlinie auch in der Pkw-Energieverbrauchskennzeichnung (dem Pkw-Label) wiederfinden und die Glaubwürdigkeit und damit Wirksamkeit des Labels erhöhen.
90. Reform der EU-Verordnungen zur Verringerung der CO ₂ -Emissionen bei neuen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen	Ziel: Neue CO₂-Flottenzielwerte für die Zeit nach dem Jahr 2020 Stand: Ein Vorschlag zur Novellierung der EU-Verordnung für CO₂-Emissionen bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen wurde im November 2017 von der KOM vorgelegt und wird derzeit verhandelt.
91. EU-Verordnung zur Verringerung der CO ₂ -Emissionen bei schweren Nutzfahrzeugen (SNF)	Ziel: Erstmalige CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge Stand: Ein Vorschlag der Kommission wurde im Mai 2018 vorgestellt und wird derzeit verhandelt.
92. Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren – Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten (Strategie AVF)	Ziel: Schaffung von Rahmenbedingungen und erforderlichen Voraussetzungen für die Einführung von Systemen des automatisierten und vernetzten Fahrens in Verbindung mit Intelligenten Verkehrssystemen (IVS) Inhalt: Umsetzung von Maßnahmen in den Handlungsfeldern Infrastruktur, Recht, Innovation, Vernetzung, Cyber-Sicherheit und Datenschutz sowie gesellschaftlicher Dialog, um die Potenziale der Technologien – Erhöhung der Verkehrssicherheit, Erhöhung der Verkehrseffizienz, Reduzierung der mobilitätsbedingten Emissionen sowie Stärkung des Innovations- und Wirtschaftsstandorts Deutschland – zu heben.
93. Pkw-Label	Ziel: Ziel ist die Verringerung von Kraftstoffverbrauch und Emissionen von Pkw. Inhalt: Seit dem Jahr 2011 werden Neuwagen mit dem Pkw-Label gekennzeichnet, das die Effizienzklasse anzeigt. Es zeigt an, in welche Effizienzklasse ein Auto fällt – grün steht für effizient. Zudem informiert es übersichtlich zu Kraftstoffverbrauch, -kosten und CO₂-Ausstoß.
94. Förderprogramme für energieeffiziente Nutzfahrzeuge	Ziel: Die Markteinführung und -durchdringung von energieeffizienten und/oder CO₂-armen Nutzfahrzeugen wird durch ein befristetes Förderprogramm unterstützt. Inhalt: Gefördert wird die Anschaffung von Lkw und Sattelzugmaschinen mit Erdgas- (Compressed Natural Gas – CNG), Flüssigerdgas- (Liquefied Natural Gas – LNG) und bestimmten Elektroantrieben (reine Batterieelektrofahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge), die für den Güterkraftverkehr bestimmt sind und deren zulässiges Gesamtgewicht mindestens 7,5 t beträgt. Stand: Das Programm ist im Juni 2018 in Kraft getreten und läuft bis zum 31.12.20. Zahlen: Jährlich stehen 10 Millionen Euro für das Programm zur Verfügung.

Instrument	Umsetzungsstand
95. Marktanreizpaket Elektromobilität	Ziel: Ausbau und Marktentwicklung der Elektromobilität und der Ladeinfrastruktur beschleunigen Inhalt: Es wird eine Kaufprämie für Neufahrzeuge in Höhe von 4.000 Euro (reine Elektrofahrzeuge) und für Plug-in-Hybride in Höhe von 3.000 Euro gezahlt. Stand: Beschlossen im Mai 2016. Autokäufer können ihre Anträge seit dem Juli 2016 beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) stellen. Anträge im September 2016: rund 3.000. Um die Versorgung von Elektrofahrzeugen auch für längere Fahrten zu ermöglichen, werden seit Herbst 2016 die rund 430 bewirtschafteten Rastanlagen auf den Bundesautobahnen mit Schnellladesäulen ausgestattet. Zahlen: Zur beschleunigten Marktentwicklung für Elektrofahrzeuge werden die entsprechenden Fördermittel um insgesamt 1,6 Milliarden Euro (zusammen mit den von der Wirtschaft bereitgestellten Mitteln von 600 Millionen Euro) erhöht. Die Gesamtfördersumme ist auf 1,2 Milliarden Euro festgelegt. Davon übernehmen der Bund und die Automobilindustrie jeweils die Hälfte der Kosten. Zur Verbesserung der Ladeinfrastruktur stellt der Bund 300 Millionen Euro zur Verfügung.
96. Förderprogramm „Elektromobilität vor Ort“	Ziel: Unterstützung des Markthochlaufs von Elektrofahrzeugen durch die Unterstützung der Beschaffung im kommunalen Kontext und damit verbundener Maßnahmen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur. Förderung von strategischen Forschungs- und Demonstrationsvorhaben im ÖPNV und mit elektrischen Liefer- oder Nutzfahrzeugen. Inhalt/Stand: Die Förderrichtlinie ist seit 2015 in Kraft und wurde 2017 leicht aktualisiert. Bislang wurden sieben Förderaufrufe durchgeführt, davon einer zur Ausführung des Sofortprogramms „Saubere Luft 2017–2020“. Zahlen: Für den Zeitraum 2017 bis 2020 stehen rd. 140 Millionen Euro zur Verfügung. Zusätzlich werden die Mittel zur Fahrzeugbeschaffung aus dem Sofortprogramm „Saubere Luft 2017–2020“ mit 175 Millionen Euro ergänzt. Bis Ende 2017 wurde die Beschaffung von ca. 2.300 Elektrofahrzeugen einschließlich dazugehöriger Ladeinfrastruktur gefördert. Weiterhin wurden ca. 130 Elektromobilitätskonzepte sowie mehrere Forschungs- und Entwicklungsprojekte gefördert.
97. Elektromobilitätsgesetz 2015 und darauf gestützte Neuregelungen	Ziel/Inhalt: Durch das Gesetz und die darauf basierenden Neuregelungen – 50. Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften und die diese begleitenden Verwaltungsvorschriften (VwV-StVO) – erhalten Städte und Gemeinden die rechtlichen Möglichkeiten für die Privilegierung von Elektrofahrzeugen. Anreizmaßnahmen vor Ort können die Bereitstellung von kostenlosen Parkplätzen sein oder Elektrofahrzeuge von Zufahrtbeschränkungen auszunehmen. Ebenso besteht die Möglichkeit zur Öffnung von Bus- oder Sonderspuren. Durch eine Ausnahme im Führerscheinrecht für elektrisch betriebene Fahrzeuge in der Klasse N2 können Batteriefahrzeuge bis zu einem Gesamtgewicht bis maximal 4,25 t mit einer Fahrerlaubnis der Klasse B (Pkw-Führerschein) geführt werden.
98. Regierungsprogramm zur Elektromobilität 2011	Ziel: Ziel ist es, den Markthochlauf von elektrisch betriebenen Fahrzeugen zu unterstützen. Aus diesem Programm sind bereits viele Maßnahmen realisiert worden.
99. Beschaffungsinitiative Elektromobilität	Ziel/Inhalt/Zahlen: Der Anteil der insgesamt neu beschafften bzw. gemieteten Fahrzeuge mit einem Emissionswert unter 50 g (alternativ: elektrische Mindestreichweite von 40 km) soll über die bereits vereinbarten 10 % hinaus auf künftig mindestens 20 % erhöht werden.
100. Steuerliche Regelung für die private Nutzung der Elektromobilität	Ziel/Inhalt: Das Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr vom 07.11.16 wurde am 16.11.16 im Bundesgesetzblatt verkündet und ist am 17.11.16 in Kraft getreten. Im Einkommensteuergesetz werden vom Arbeitgeber gewährte Vorteile für das elektrische Aufladen eines Elektrofahrzeugs oder Hybridelektrofahrzeugs im Betrieb des Arbeitgebers oder eines verbundenen Unternehmens und für die zeitweise zur privaten Nutzung überlassene betriebliche Ladevorrichtung steuerbefreit (§ 3 Nummer 46 EStG). Der Arbeitgeber hat auch die Möglichkeit, die Lohnsteuer für geldwerte Vorteile aus der unentgeltlichen oder verbilligten Übereignung einer Ladevorrichtung sowie für Zuschüsse zu den Aufwendungen des Arbeitnehmers für den Erwerb und für die Nutzung einer Ladevorrichtung pauschal mit 25 % zu erheben (§ 40 Absatz 2 Satz 1 Nummer 6 EStG). Stand: Die Neuregelungen gelten vom 01.01.17 bis zum 31.12.20.
101. Regierungsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016–2026 (NIP 2)	Ziel: Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2006–2016 (NIP) soll fortgesetzt werden. Inhalt/Stand/Zahlen: Im September 2016 wurde eine Förderrichtlinie für Forschung & Entwicklung und im Februar 2017 eine Förderrichtlinie zur Marktaktivierung im Zuge des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie veröffentlicht. In der Förderrichtlinie Marktaktivierung wurden bisher fünf Aufrufe geschaltet. Bis März 2018 wurden 182 Projektanträge mit einem Volumen von ca. 91 Millionen Euro bewilligt. Davon sind 156 Forschungsprojekte und Studien. Aus den übrigen zur Beschaffung bewilligten Anträgen wurden 51 Brennstoffzellenbusse, 235 Brennstoffzellen-Pkw sowie die zugehörige Tankinfrastruktur bewilligt.

Instrument	Umsetzungsstand
102. Förderprogramm „Erneuerbar Mobil“	Ziel: Förderung von Forschungsvorhaben zum Thema Elektromobilität zum Zwecke der Hebung ihres Potenzials für den Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz sowie als Beitrag für die Erhöhung der Lebensqualität und eine nachhaltige Stadtentwicklung Inhalt: Seit 2009 fördert das Bundesumweltministerium Unternehmen und Institute in anspruchsvollen FuE-Vorhaben im Bereich der Elektromobilität. Die im Rahmen des zweiten Konjunkturpaketes erfolgreich gestartete Förderung wird seit 2012 durch das Programm Erneuerbar Mobil stetig fortgeführt, u. a. zu Fahrzeug- und Betriebskonzepten und zur Kopplung von Elektrofahrzeugen mit Energieversorgungssystemen. Stand: Am 15.12.17 wurde die mittlerweile vierte Förderbekanntmachung im Rahmen des Programms Erneuerbar Mobil veröffentlicht, diesmal als gemeinsame Initiative des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) und des BMU. Daneben beteiligt sich das BMU im Rahmen von Erneuerbar Mobil an der Umsetzung des „Sofortprogramms Saubere Luft“ der Bundesregierung, indem es die Beschaffung elektrisch betriebener leichter Nutzfahrzeuge und/oder Pkw für den Taxibetrieb, als Mietwagen und für das Carsharing im urbanen Verkehr unterstützt. Zahlen: Im Rahmen des Programms Erneuerbar Mobil wurden seit 2012 mehr als 70 Projekte mit über 120 Projektpartnern deutschlandweit und einem Fördervolumen von mehr als 230 Millionen Euro gefördert.
103. Förderrichtlinie Elektromobilität	Ziel: Ziel ist die Förderung von anwendungsorientierten FuE-Maßnahmen sowie die Beschaffung von Elektrofahrzeugen (Antriebe, Optimierung der Wertschöpfungskette, Informations- u. Kommunikationstechnologien) über alle Verkehrsträger.
104. Kraftfahrzeugsteuer	Ziel/Inhalt/Stand: Mit dem Verkehrsteueränderungsgesetz von Dezember 2012 wurde die bis dahin auf reine Elektro-Pkw beschränkte Kraftfahrzeugsteuerbefreiung erweitert auf reine Elektrofahrzeuge aller Fahrzeugklassen. Darüber hinaus wurde die Steuerbefreiung für diese Fahrzeuge bei erstmaliger Zulassung zwischen 18.05.2011 und 31.12.15 von fünf auf zehn Jahre verlängert. Eine Steuerbefreiung für fünf Jahre war vorgesehen für Fahrzeuge mit erstmaliger Zulassung in der Zeit vom 01.01.2016 bis 31.12.20. Mit dem Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr von November 2016 wurde der Befreiungszeitraum einheitlich für alle reinen Elektrofahrzeuge mit Erstzulassung zwischen 18.05.11 und 31.12.20 auf zehn Jahre festgelegt. Auf reinen Elektroantrieb umgerüstete Kfz werden ebenfalls begünstigt, sofern die technische Umrüstung in der Zeit vom 18.05.16 bis 31.12.20 vorgenommen wird (siehe Nr. 100).
105. Runder Tisch Erdgasmobilität	Ziel: Den Dialog zwischen den verschiedenen Marktteilnehmern organisieren und bis Ende des ersten Quartals 2017 zusammen mit dem BMWi ein Maßnahmenpaket erarbeiten, wie das 4-Prozent-Ziel für die Erdgasmobilität erreicht werden könnte Inhalt: Als erster Schritt wurde eine Reihe von Fokusregionen in Deutschland identifiziert, in denen die Nutzung von Erdgasfahrzeugen und der Infrastrukturausbau besonders schnell vorangebracht werden könnten. Stand/Zahlen: Seit dem Start im September 2016 bis März 2017 fanden drei Sitzungen des Runden Tisches, begleitet von über 20 Arbeitsgruppensitzungen, statt. Unter anderem wurden acht großflächige Fokusregionen in Deutschland identifiziert, in denen mit den erarbeiteten Maßnahmenbündeln vonseiten des Fahrzeugangebots sowie der Abnehmer und Nutzer von Mobilität die Erdgasmobilität konzentriert vorangebracht werden könnte. In Fact-sheets wurden die Vorteile von Erdgasmobilität in verschiedenen Teilmärkten dargestellt. Diese sind sowohl im Pkw- als auch im Bus- und Lkw-Verkehr zu finden. In einem Maßnahmenpapier wurden die Möglichkeiten aufgeführt, die aus Sicht der Teilnehmer des Runden Tisches die Erdgasmobilität weiter voranbringen könnten.
106. Forschungsprogramm „Maritime Technologien der nächsten Generation“	Ziel: Entwicklung neuer Technologien in der maritimen Branche. Dadurch soll die Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie die Wirtschaftlichkeit im Schiffbau erhöht werden. Inhalt: Die vier Forschungsschwerpunkte sind Schiffstechnik, Produktion maritimer Systeme, Schifffahrt und Meerestechnik. Ein Fokus wird gelegt auf neuartige Produktionstechnik, auf Organisation und auf Vernetzung. Stand: Das Programm läuft bis Ende 2017. Zahlen: Jährlich werden rund 32 Millionen Euro investiert. Diese werden als rückzahlbare Zuschüsse gewährt, wobei die Eigenbeteiligung in der Regel bei 50 % liegt.
107. Taskforce „LNG in schweren Nutzfahrzeugen“	Ziel: Beschleunigung der Markteinführung von LNG im schweren Güterverkehr Inhalt: 1. Maßnahmenentwicklung für die Entwicklung des LNG-Marktes in Deutschland; 2. Bewertung der Umwelt- und Klimaauswirkungen sowie Beurteilung der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Praxiswerten aus den BMVI-Demonstrationsprojekten; 3. Erstellung einer Informationsgrundlage zu Wirtschaftlichkeits- und Umsetzungsaspekten für Nutzer von LNG-Lkw; Stand: Gründung auf Initiative des BMVI im November 2015.
108. Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile	Ziel/Inhalt: Ziel sind einheitliche Standards für die Ladeinfrastruktur von Elektroautos. I: Beschluss vom Oktober 2015 beinhaltet Ladesteckerstandards und Mindestanforderungen zum Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile. II: Authentifizierung und Bezahlung an den Ladesäulen sollen vereinheitlicht werden. III: Ergänzt die bestehende Ladesäulenverordnung um die EU-Vorgaben für das sogenannte „punktuelle Laden“: Betreiber von öffentlich zugänglichen Ladepunkten haben demnach jeder Nutzerin und jedem Nutzer eines Elektrofahrzeugs das Laden zu ermöglichen, auch wenn kein langfristiger Stromlieferungsvertrag vorliegt. Dies unterstützt den bedarfsgerechten Ausbau von öffentlich zugänglichen Ladepunkten durch private Investoren und somit den Markthochlauf von Elektromobilen in Deutschland. Stand: In Kraft seit Juni 2017

Instrument	Umsetzungsstand
109. EU-Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe 2014	Ziel: Aufbau einer angemessenen Mindestausstattung an Tank- und Lademöglichkeiten für alternative Kraftstoffe sowie Schaffung notwendiger Mindeststandards sowohl technischer Art als auch in Bezug auf Verbraucherinformation Inhalt: Die Umsetzung der Richtlinie ist Bestandteil der MKS, da der zügige Aufbau einer leistungsfähigen Tank- bzw. Ladeinfrastruktur für alternative Kraftstoffe ein Kernelement der Energiewende im Verkehrsbereich ist. Stand: Im November 2016 wurde der vom Bundeskabinett beschlossene Nationale Strategierahmen bei der EU-Kommission eingereicht. Die Maßnahmen des Strategierahmens werden in der jeweiligen Ressortzuständigkeit umgesetzt.
110. Förderrichtlinie „Ladeinfrastruktur Elektrofahrzeuge in Deutschland“	Ziel: Aufbau einer flächendeckenden, öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur mit bundesweit 15.000 Ladesäulen. Davon 10.000 Normalladestationen und 5.000 Schnellladestationen. Die Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur (FRL-LIS) ist Teil des am 18.05.16 durch das Kabinett beschlossenen Marktanreizpakets für die Elektromobilität. Inhalt: Die Förderrichtlinie gewährt einen Zuschuss (max. 60 %) zu den Investitionskosten für Ladepunkte und zum Netzanschluss. Regelmäßige Förderaufrufe legen die für die jeweilige Förderphase geltenden Bedingungen fest. Stand/Zahlen: Seit Februar 2017 in Kraft. Für das Förderprogramm mit der Laufzeit 2017 bis 2020 werden insgesamt 300 Millionen Euro bereitgestellt. Es wurden in 2017 zwei Förderaufrufe mit ca. 3.000 Anträgen durchgeführt.
111. Aufbau der Wasserstoff-Infrastruktur (Projekt H2-Mobilität)	Ziel/Inhalt: Aufbau von 400 Wasserstofftankstellen bis zum Jahr 2025 in Deutschland. Der Aufbau der ersten 100 Tankstellen erfolgt unabhängig vom Fahrzeughochlauf (Henne-Ei-Problem). Stand: Die ersten 50 Wasserstofftankstellen werden von der Bundesregierung im Rahmen des NIP kofinanziert. Weitere Tankstellen sind zur Förderung im NIP II (2016–2026) beantragt. Zahlen: Aktuell sind 45 Wasserstofftankstellen in Betrieb.
112. Nationaler Strategierahmen über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (NSR)	Ziel: Der NSR setzt Ziele für die öffentlich zugängliche Tank- und Ladeinfrastruktur und unter setzt diese mit entsprechenden Maßnahmen, die (ggf. gemeinsam mit der Industrie) seitens der Bundesregierung zur Zielerreichung umzusetzen sind. Inhalt: Der vom Bundeskabinett beschlossene Nationale Strategierahmen umfasst die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, die Infrastruktur für die Erdgasversorgung (komprimiertes und verflüssigtes Erdgas) und die Infrastruktur für die Wasserstoffversorgung von Brennstoffzellenfahrzeugen. Er ist Teil der Umsetzung der Richtlinie 2014/94/EU. Der NSR versteht sich als lernende Strategie, die im laufenden Prozess der Umsetzung der EU-Richtlinie regelmäßig überprüft und gegebenenfalls angepasst wird. Hierzu wird das BMVI ein kontinuierliches Monitoring-Verfahren installieren. Nach Ablauf von drei Jahren ist der EU-Kommission gemäß EU-RL über den Stand des Infrastrukturaufbaus zu berichten. Stand: Im November 2016 hat die Bundesregierung den NSR an die KOM übermittelt.
113. Förderung des Kombinierten Verkehrs (KV) durch Aus- und Neubau von Umschlaganlagen	Ziel: Die KV-Förderung dient der Verlagerung von Gütertransporten in genormten Ladeeinheiten von der Straße auf die Schiene und die Bundeswasserstraße. Inhalt: Die Bundesregierung fördert den KV durch Baukostenzuschüsse für Umschlaganlagen. Dies geschieht für Anlagen der DB AG über das Bundesschienerwegeausbaugesetz und für private Anlagen über eine BMVI-Förderrichtlinie. Mit der Förderrichtlinie für private KV-Umschlaganlagen wird der Neu- und Ausbau von Anlagen mit bis zu 80 % der zuwendungsfähigen Kosten unterstützt. Auf Beschluss des Bundeskabinetts wurde 2015/2016 für die Förderung der privaten Anlagen eine Haushaltsanalyse, eine sogenannte Spending Review, durchgeführt. Dabei wurden Erleichterungen bei der Absicherung möglicher Rückzahlungsverpflichtungen an den Bund vereinbart. Das BMVI hat die Richtlinie aktualisiert und bei der EU-Kommission zur Genehmigung eingereicht. Stand: Die neue Richtlinie gilt seit Januar 2017.
114. Nationaler Radverkehrsplan 2020 (NRVP 2020)	Ziel: Die Radverkehrsförderung ist ein gemeinsames Anliegen von Bund, Ländern und Kommunen. Zahlen: Die Bundesmittel für nicht-investive innovative Projekte 2016 beliefen sich auf 3,2 Millionen Euro. Darüber hinaus wurden Radwege im Zuge von Bundesfernstraßen mit 98 Millionen Euro gefördert. Für die Ertüchtigung von Betriebswegen an Bundeswasserstraßen wurden weitere 1,2 Millionen Euro bereitgestellt. Im Haushalt 2017 sind Beträge in gleicher Höhe eingestellt. Hinzu kommen jährlich rund 1,3 Milliarden Euro aus dem Bundeshaushalt unter anderem zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden (sog. „Entflechtungsmittel“). Diese Mittel werden in der bisherigen Höhe bis zum Jahr 2019 weitergeführt und sind auch für die Radverkehrsinfrastruktur verwendbar.
115. Initiative Digitale Vernetzung im Öffentlichen Personenverkehr	Ziel: Kernelement ist ein Dialog- und Stakeholder-Prozess mit Vertretern der Länder, der Aufgabenträger, der Kommunen, der Verkehrsunternehmen und -verbünde, der Industrie sowie der Verbraucherverbände. Inhalt: Relevante Handlungs- und Entscheidungsträger haben gemeinsam eine Roadmap erarbeitet, die die Handlungserfordernisse, die notwendigen Schritte sowie Verantwortlichkeiten skizziert. Das BMVI beteiligt sich finanziell an der Umsetzung der Roadmap. Stand: Die Initiative startete im Frühjahr des Jahres 2015. Die Roadmap wurde im Juni 2016 verabschiedet. Zahlen: Für die Jahre 2016 bis 2018 stehen insgesamt 16 Millionen Euro im Zukunftsinvestitionsprogramm zur Verfügung.

Instrument	Umsetzungsstand
116. Bundesverkehrswegeplan	Ziel: Erhalt und Ersatz vor Aus- und Neubau, Engpassbeseitigung auf Hauptachsen, Stärkung der umweltfreundlicheren Verkehrsträger Inhalt: Die vom Bundestag beschlossenen Ausbaugesetze sind die Grundlage für die Finanzierung und Realisierung der Projekte im Bereich Aus- und Neubau. Stand: Der BVWP 2030 wurde im August 2016 im Kabinett beschlossen. Zahlen: Insgesamt sind über 270 Milliarden Euro für Erhaltung und Ersatz sowie Aus- und Neubau bei den Verkehrsträgern Straße, Schiene und Wasserstraße vorgesehen.
117. Förderung der Wasserstoffmobilität im Schienenverkehr im Rahmen des NIP	Ziel/Inhalt/Stand/Zahlen: Im September 2016 wurde der weltweit erste wasserstoffbetriebene Zug vorgestellt. Von 2018 bis 2020 sollen in Niedersachsen 14 Wasserstoffzüge auf bisher nicht elektrifizierten Strecken zum Einsatz kommen und so Dieselloks ersetzen. Insgesamt sollen rund 50 Züge bis zum Jahr 2021 im Personenverkehr zum Einsatz kommen. Somit sollen Synergien mit der Entwicklung der Wasserstoffmobilität im Straßenverkehr, insbesondere bei Produktion, Transport und Bereitstellung des Kraftstoffes, genutzt werden.
118. Weiterentwicklung der Lkw-Maut/Anpassung der europäischen Wegekostenrichtlinie	Ziel/Inhalt: Um den Güterverkehr klimafreundlicher auszugestalten, soll die Lkw-Maut weiterentwickelt werden. Es wird angestrebt, die Lkw-Maut zukünftig entsprechend dem Energieverbrauch der Fahrzeuge aufkommensneutral zu staffeln. Hierfür ist zunächst eine Änderung der Richtlinie 1999/62/EG (Wegekostenrichtlinie) auf EU-Ebene erforderlich, welche den Rechtsrahmen für die Mauterhebung durch die Mitgliedstaaten festlegt. Die Richtlinie 1999/62/EG sieht derzeit eine Mautstaffelung nach Energieeffizienzklassen nicht vor.
119. Stärkung des Schienengüterverkehrs	Ziel/Inhalt/Stand/Zahlen: Der Schienenverkehr soll verstärkt ausgebaut werden. Hierfür werden zwischen den Jahren 2016 und 2018 mit Mitteln des Zukunftsinvestitionsprogramms deutlich höhere Investitionen in den Infrastrukturausbau ermöglicht. Neben der Realisierung von Bedarfsplanvorhaben werden die kapazitätserhöhenden Maßnahmen des Sofortprogramms Seehafen-Hinterland-Verkehr II beginnend im Jahr 2015 bis 2020 umgesetzt. Für das Sofortprogramm Seehafen-Hinterland-Verkehr II wurde die Finanzierungsvereinbarung für eine erste Tranche abgeschlossen, Maßnahmen für eine zweite Tranche werden gegenwärtig geprüft. Für die Streckenelektrifizierungen werden derzeit die Finanzierungsmodalitäten verhandelt. Zur dauerhaften Stärkung des Schienengüterverkehrs sollen die Maßnahmen des „Masterplans Schienengüterverkehr“ dauerhaft umgesetzt werden: Eine vorgesehene Maßnahme ist die Absenkung der Trassenpreise im Schienengüterverkehr durch zusätzliche Bundesmittel in Höhe von 350 Millionen Euro p. a., die im Jahr 2019 beginnen und bei erfolgreicher Evaluation im Jahr 2021 dann bis 2023 laufen soll. Eine Stärkung des Schienengüterverkehrs erfolgt zusätzlich durch die Bundesförderung für private Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs (vgl. Nr. 112) und für private Gleisanschlüsse.
120. Stärkung des Verkehrsträgers Wasserstraße	Ziel/Inhalt/Stand/Zahlen: Die Richtlinie über Zuwendungen für Binnenschiffahrtsunternehmen zur nachhaltigen Modernisierung von Binnenschiffen vom 21. Juli 2015 ersetzt die Förderrichtlinie für emissionsärmere Motoren. Die Förderrichtlinie des Bundes für private Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs gilt auch für Anlagen zum Umschlag auf die Wasserstraße.
121. Stärkung regionaler Wirtschaftskreisläufe	Ziel/Inhalt/Stand/Zahlen: Vergabe einer Vorstudie der Bundesregierung zu regionalen Wirtschaftskreisläufen wird vorbereitet. Die Studie soll eine vorbereitende Analyse als Grundlage zur Erstellung von Leitfäden für Kommunen erarbeiten.
122. Stärkung des Öffentlichen Personennahverkehrs	Ziel/Inhalt/Stand/Zahlen: Die Regionalisierungsmittel wurden im Jahr 2016 auf 8,2 Milliarden Euro erhöht und werden in den Folgejahren bis 2031 jährlich mit einer Rate von 1,8% dynamisiert. Für den Wegfall der Entflechtungsmittel erhalten die Länder ab 2020 eine entsprechende Kompensation im Rahmen von allgemeinen Zahlungen aus dem Umsatzsteueraufkommen.
123. Stärkung des Rad- und Fußverkehrs	Ziel: Weiterentwicklung der Radverkehrsinfrastruktur und Verknüpfung des Radverkehrssystems mit anderen Verkehrsträgern durch investive, nicht investive und kommunikative Maßnahmen. Verbesserung der Rahmenbedingungen. Stand: Aktueller Projektauftrag zum Nationalen Radverkehrsplan für das Förderjahr 2016 mit den Schwerpunkten Elektromobilität sowie Rad und Raum.
124. Ahtes Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes (automatisiertes Fahren)	Ziel: Schaffung der rechtlichen Grundlagen für hoch- oder vollautomatisierte Fahrfunktionen Stand: In Kraft seit Juni 2017
125. Maßnahmenplan zur Schaffung von Ethikregeln für Fahrcomputer	Ziel: Schaffung der notwendigen Rahmenbedingungen bei der Entwicklung dieser neuen Technologie sowie der Erhalt der international führenden Rolle Deutschlands bei der Gestaltung dieses Prozesses Inhalt: Maßnahmenplan auf Grundlage des Berichts der Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren Stand: Kabinettsbeschluss August 2017
126. Förderinitiative „Energiewende im Verkehr: Sektorkopplung durch die Nutzung strombasierter Kraftstoffe“	Ziel: Mit der programmübergreifenden Forschungsinitiative werden die Energiewirtschaft, der Verkehrssektor und die maritime Wirtschaft technologisch und innovationspolitisch enger verzahnt. Inhalt: Der Fokus der Förderbekanntmachung liegt auf Forschungsprojekten zur Herstellung und Nutzung von alternativen, strombasierten Kraftstoffen und der Einbindung der neuen Technologien in die Energiewirtschaft. Stand: Erste Leuchtturmvorhaben mit starker Industriebeteiligung sollen im Jahr 2018 starten. Zahlen: Das BMWi stellt rund 130 Millionen Euro bereit.

Instrument	Umsetzungsstand
127. Ermäßigter Steuersatz für den ÖPNV im Stromsteuergesetz	Ziel: Mit der Steuervergünstigung soll die Nutzung von Plug-in-Hybrid- und Elektrofahrzeugen im ÖPNV gefördert werden. Damit wird neben der Stromsteuervergünstigung für die Schienenbahnen und der Energiesteuervergünstigung für Kraftstoffe im ÖPNV entsprechend dem technologischen Fortschritt eine Steuervergünstigung für Plug-in-Hybrid- und Elektrofahrzeuge geschaffen. Inhalt/Stand: Mit der Änderung des Stromsteuergesetzes zum 01.01.18 wurde der Steuersatz auf 11,42 Euro je MWh ermäßigt. Zahlen: Die Steuermindereinnahmen werden auf 1 Million Euro jährlich geschätzt.
128. Fortführung der ermäßigten Energiesteuersätze für Erdgas und Flüssiggas	Ziel: Die Fortführung der Steuervergünstigung ist ein Anreiz für einen NO_x-freien und CO₂-ärmeren öffentlichen und individuellen Verkehr in Innenstädten. Inhalt/Stand: Die Änderung des Energiesteuergesetzes zum 01.01.18 verlängert die Steuerermäßigung für Erdgas bis einschließlich 31.12.26, mit degressiver Abschmelzung des Steuersatzes ab 01.01.24. Die Steuerermäßigung für Autogas/Flüssiggas wird ab 01.01.19 degressiv abgeschmolzen, bis ab 01.01.23 der reguläre Steuersatz Anwendung findet. Zahlen: Die Steuermindereinnahmen für die Fortführung der Steuervergünstigung für Erdgas und Flüssiggas werden über die gesamte Laufzeit auf 1 Mrd. Euro geschätzt. Die genaue Summe ist abhängig vom tatsächlichen Verbrauch der Kraftstoffe.
Kapitel 8: Treibhausgasemissionen	
129. Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 (APK 2020)	Ziel: Durch das Aktionsprogramm soll das Ziel, die Treibhausgasemissionen in Deutschland gegenüber dem Jahr 1990 um mindestens 40 % zu mindern, so schnell wie möglich erreicht werden. Inhalt: Mehr als 110 Einzelmaßnahmen in allen Wirtschaftsbereichen Stand: Beschluss im Dezember 2014. Im Juni 2018 Beschluss der Bundesregierung zum Klimaschutzbericht 2017, der die Umsetzung der Maßnahmen des APK 2020 begleitet. Darin beschrieben sind die aktuellen Trends der Emissionsentwicklung in den verschiedenen Handlungsfeldern, der Stand der Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz. Darüber hinaus gibt dieser einen Ausblick auf die zu erwartende Minderungswirkung der einzelnen Maßnahmen bis zum Jahr 2020.
130. Klimaschutzplan 2050	Ziel: Grundlinien und inhaltliche Orientierung für den Prozess zum Erreichen der globalen Ziele des Übereinkommens von Paris. Zielkorridore für Emissionsminderungen der einzelnen Sektoren bis zum Jahr 2030 (Sektorziele), die noch einer umfassenden Folgenabschätzung unterzogen werden und anschließend mit den Sozialpartnern diskutiert und gegebenenfalls im Jahr 2018 angepasst werden können. Inhalt: Im Klimaschutzplan 2050 sind die Handlungsfelder Energiewirtschaft, Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft sowie Landnutzung und Forstwirtschaft beschrieben. Darüber hinaus werden übergreifende Ziele und Maßnahmen dargestellt. Stand: Die Bundesregierung hat im November 2016 den Klimaschutzplan 2050 beschlossen.
131. Aktionsbündnis Klimaschutz	Ziel: Unterstützung der mit dem Aktionsprogramm Klimaschutz beschlossenen Maßnahmen, Erleichterung der Aktivierung von Potenzialen, die derzeit als noch nicht quantifizierbar eingestuft werden, und Identifikation weiterer Handlungsfelder Inhalt: Bislang wurden die Themenfelder Klimaschutz im Verkehrssektor, in Kommunen, der Landwirtschaft, in Klein- und Mittelständischen Unternehmen, dem Handwerk und der Industrie diskutiert. Stand: Das Aktionsbündnis tagt halbjährlich und wird nach Beschluss der Bundesregierung zum Klimaschutzplan 2050 auch die Umsetzung des Klimaschutzplans begleiten.
Kapitel 9: Kraftwerke und Versorgungssicherheit	
132. Strommarktgesetz	Ziel: Ziel ist es, den Strommarkt fit für wachsende Anteile erneuerbarer Energien zu machen und die Weichen für einen Wettbewerb von flexibler Erzeugung, flexibler Nachfrage und Speichern zu stellen. Inhalt: Weiterentwicklung des Strommarktes zum Strommarkt 2.0, insbesondere: • Stärkung bestehender Marktmechanismen • Reduzierung der Eintrittsbarrieren für Anbieter von Lastmanagement-Maßnahmen • Effizientere Netzplanung • Erweiterung des Monitorings der Versorgungssicherheit • Erhöhung der Transparenz im Strommarkt • Einführung einer Kapazitätsreserve außerhalb des Strommarktes • Einrichtung einer Sicherheitsbereitschaft Stand: Ende des Jahres 2017 sind drei Kraftwerksblöcke mit einer Leistung von insgesamt rund 900 MW in die Sicherheitsbereitschaft überführt worden. Bis Oktober 2019 werden fünf weitere Blöcke folgen.
133. Kapazitätsreserveverordnung	Ziel: Vorhaltung von 2 GW Leistung für unvorhersehbare Ausnahmesituationen Inhalt: Es handelt sich um eine Form der strategischen Vorratshaltung durch die Übertragungsnetzbetreiber. Damit sind sie in der Lage, im Falle unvorhersehbarer Ausnahmesituationen die Stromversorgung sicherzustellen, indem sie auf die Anlagen in der Kapazitätsreserve zurückgreifen, um zusätzliche Stromeinspeisung bereitzustellen. Stand: Eine Anpassung der Kapazitätsreserveverordnung im Licht der beihilferechtlichen Genehmigung soll baldmöglichst vorgenommen werden; anschließend erfolgt die erste Ausschreibung.

Instrument	Umsetzungsstand
134. Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (Dezember 2015 und Dezember 2016)	Ziel: Beitrag zur Erreichung der Klimaziele Erhöhung der Flexibilität der KWK-Anlagen und Planungssicherheit für KWK-Anlagenbetreiber Inhalt: Gezielte Unterstützung von CO₂-armer Erzeugung durch Gas-KWK und Flexibilisierung der KWK-Anlagen. Einführung von Ausschreibungen für das Segment zwischen 1 und 50 MW. Stand: Beschlossen im Dezember 2016, in Kraft getreten im Januar 2017 Zahlen: Verdopplung des Fördervolumens auf 1,5 Milliarden Euro pro Jahr
135. KWK-Ausschreibungsverordnung	Ziel: Förderkosten für konventionelle KWK-Anlagen senken, Zukunftsperspektiven für innovative KWK-Systeme eröffnen und notwendige Investitionen in flexible Technologien anreizen. Inhalt: Mittelgroße KWK-Anlagen mit einer installierten Leistung von 1 MW bis 50 MW werden künftig nur noch gefördert, wenn sie zuvor in einer Ausschreibung der BNetzA einen Zuschlag erhalten haben. Gefördert werden auch sog. innovative KWK-Systeme. Stand: Beschlossen im Juni 2017, in Kraft getreten im August 2017 Zahlen: Jährliche Ausschreibungsmengen (bis 2021): • KWK-Anlagen 1-50 MW: 200 MW pro Jahr • Innovative KWK-Systeme: 50 MW pro Jahr
136. Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung	Ziel: Sicherstellung der Finanzierung von Stilllegung und Rückbau der Kernkraftwerke sowie Entsorgung der radioaktiven Abfälle Inhalt: Die Reaktorbetreiber bleiben für Durchführung und rückstellungsgesicherte Finanzierung der Stilllegung und des Rückbaus verantwortlich. Für Zwischen- und Endlagerung wird in Zukunft allein der Staat verantwortlich sein; die Stiftung „Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung“ erstattet die dem Bund in diesem Zusammenhang entstehenden Kosten. Stand/Zahlen: Gesetz am 16.06.17 in Kraft getreten, Kraftwerksbetreiber haben am 03.07.17 Mittel in Höhe von 24,1 Milliarden Euro fristgerecht und vollständig auf Konten des Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung bei der Deutschen Bundesbank eingezahlt. Der eingezahlte Betrag beinhaltet sowohl den obligatorischen Grundbetrag in Höhe von 17,930 977 226 Milliarden Euro als auch den optionalen Risikoaufschlag in Höhe von 6,216 875 476 Milliarden Euro.
137. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe (Endlagerkommission)	Ziel: Erarbeitung eines Vorschlags für ein faires und transparentes Verfahren zur Lagerung hoch radioaktiver Stoffe Inhalt: Die Kommission mit Vertretern aus Wissenschaft, Industrie, Umweltverbänden, Religionsgemeinschaften, Gewerkschaften sowie (ohne Stimmrecht) Mitgliedern des Bundestages und der Landesregierungen hat am 05.07.16 ihren Abschlussbericht vorgelegt. Sie spricht sich für ein gestuftes, transparentes, ergebnisoffenes und wissenschaftsbasiertes Verfahren zur Endlagersuche aus und legt Auswahlkriterien für die Suche nach einem bestmöglichen Endlagerstandort vor.
138. Gesetz zur Fortentwicklung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und andere Gesetze	Ziel: Umsetzung der Empfehlungen der Endlagerkommission und damit Regelung des Standortauswahlverfahrens Inhalt: Konkretisierung des Standortauswahlverfahrens ausgehend von der weißen Landkarte hin zu einem bestmöglichen Endlagerstandort
139. Einrichtung eines Marktstammdatenregisters	Ziel: Aufbau eines zentralen Registers der Energiewirtschaft zur Vereinfachung von behördlichen und privatwirtschaftlichen Meldungen, zur Reduzierung der Zahl der Register, an die Meldungen erfolgen müssen, und zur Steigerung der Datenqualität und Transparenz Inhalt: Das Marktstammdatenregister (MaStR) wird die Stammdaten aller Anlagen der leitungsbunden Energieversorgung im Strom- und Gasmarkt in Deutschland sowie von Marktakteuren in Form einer einheitlichen online-basierten Datenbank zusammenführen. Stand: Die Marktstammdatenregister-Verordnung ist im Juli 2017 in Kraft getreten. Die BNetzA plant, das Register im Dezember 2018 in Betrieb zu nehmen.
140. Förderprogramm PV-Batteriespeicher	Ziel: Systemdienlichkeit stärken und Kostenreduktionen bei den Speichertechnologien stärker abbilden Inhalt: Gefördert werden Investitionen in Batteriespeicher, die in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage installiert und an das elektrische Netz angeschlossen werden. Stand: Seit Programmstart im März 2016 wurden von der KfW bis Ende 2016 ca. 6.500 Zusagen für Anträge auf Förderung erteilt. Zahlen: Fördersumme von 35 Millionen Euro für die Jahre 2016 bis 2018
141. Änderung der Gasnetzzugangsverordnung	Ziel: System des Gasnetzzugangs optimieren und auf geänderte energiewirtschaftliche Herausforderungen reagieren Inhalt: Fernleitungsnetzbetreiber müssen ab dem Jahr 2018 Transportkunden generell untertägige Kapazitäten anbieten. Zudem sollen die beiden bestehenden deutschen Gasmarktgebiete bis spätestens zum 01.04.22 zusammengelegt werden. Stand: In Kraft getreten im August 2017
142. SMARD-Strommarktdaten	Ziel: Transparente Darstellung des deutschen Strommarktes Inhalt: Unter www.smard.de lassen sich die zentralen Strommarktdaten für Deutschland und teilweise auch für Europa nahezu in Echtzeit abrufen, anschaulich in Grafiken darstellen und herunterladen. Erzeugung, Verbrauch, Großhandelspreise, Im- und Export sowie Daten zu Regenergie können für unterschiedliche Zeiträume ermittelt und in Grafiken visualisiert werden. Stand: Die Plattform ist seit Juli 2017 online.

Instrument	Umsetzungsstand
Kapitel 10: Bezahlbare Energie und faire Wettbewerbsbedingungen	
143. Besondere Ausgleichsregelung im EEG	Ziel: Es soll verhindert werden, dass stromkostenintensive Unternehmen und Schienenbahnen durch die Förderung der erneuerbaren Energien in Deutschland gegenüber internationalen Wettbewerbern benachteiligt werden und somit Arbeitsplätze verloren gehen. Inhalt: Stromkostenintensive Unternehmen aus Branchen, die im internationalen Wettbewerb stehen, können beantragen, eine reduzierte EEG-Umlage zu zahlen. Zahlen: Im Jahr 2016 waren 2.044 Unternehmen des Produzierenden Gewerbes mit einem Stromverbrauch von 96 TWh in der Besonderen Ausgleichsregelung privilegiert (BAFA 2016).
144. Ermäßigungen bei der KWKG-Umlage	Ziel: Es soll verhindert werden, dass deutsche Unternehmen durch die Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland gegenüber internationalen Wettbewerbern benachteiligt werden und dadurch Arbeitsplätze verloren gehen. Inhalt: Stromverbraucher mit mehr als einer GWh Stromverbrauch und bestimmte, besonders stromkostenintensive Unternehmen und Schienenbahnen zahlen eine ermäßigte KWKG-Umlage. Stand/Zahlen: Im Jahr 2015 wurde gemäß Prognosedaten der Übertragungsnetzbetreiber für 206 TWh eine reduzierte KWKG-Umlage entrichtet, da der jeweilige Letztverbraucher mehr als eine GWh Strom bezogen hat. Zusätzlich wurde für weitere 87 TWh die KWKG-Umlage begrenzt, da sie stromintensiven Unternehmen zugeordnet werden konnten. Das Entlastungsvolumen betrug 493 Millionen Euro. Mit Wirkung ab 2016 wird dieses System umgestellt und die Bestimmungen im EEG zur Besonderen Ausgleichsregelung auch auf das KWKG übertragen.
145. Entlastungen im Energie- und im Stromsteuergesetz	Ziel: Die teilweise aufgrund EU-Rechts obligatorischen Steuerentlastungen dienen unterschiedlichen Zwecken, bspw. der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich (Senkung der Energiekosten) oder dem Umweltschutz (z. B. Steuerentlastungen für den ÖPNV oder KWK-Anlagen). Inhalt: Unternehmen können auf Basis verschiedener Anspruchsgrundlagen Steuerentlastungen beantragen (z. B. Entlastungen für besonders energie- oder stromintensive Prozesse und Verfahren, allgemeine Energiesteuer- und Stromsteuerentlastung für das Produzierende Gewerbe oder der sog. Spitzenausgleich). Für die Gewährung des Spitzenausgleichs müssen zusätzlich Energieeffizienzanforderungen (Zertifizierung nach ISO 50001 oder EMAS-Registrierung; Erleichterungen für KMU) erfüllt werden. Stand: Nach aktuell verfügbaren Informationen haben 23.797 Unternehmen Energiesteuerentlastungen sowie 46.938 Unternehmen Stromsteuerentlastungen in Anspruch genommen. Zahlen: Bei der Energiesteuer beliefen sich die oben beispielhaft genannten Entlastungen im Jahr 2016 auf 878 Millionen Euro. Bei der Stromsteuer lag die Entlastung im Jahr 2016 bei 3,5 Milliarden Euro.
146. CO ₂ -Zertifikatspreis und teilweise freie Zuteilung im EU-Emissionshandelssystem	siehe Kap. 3
147. Entlastungen bei den Netzentgelten	Ziel: Das Netzentgeltmodernisierungsgesetz (NEMoG) verringert schrittweise regionale Unterschiede bei den Übertragungsnetzentgelten, schafft mehr Verteilungsgerechtigkeit und senkt die Netzkosten. Inhalt: Die Übertragungsnetzentgelte werden ab Januar 2019 in fünf Stufen bundesweit angeglichen. Die Offshore-Anbindungskosten werden ab 2019 nicht mehr über die Netzentgelte refinanziert, sondern über eine Umlage. Die Zahlungen der Verteilernetzbetreiber an Stromerzeuger für sogenannte vermiedene Netzentgelte werden abgeschmolzen und dadurch die Verteilernetzkosten gesenkt. Stand: Das NEMoG ist im Juli 2017 in Kraft getreten. Zahlen: Die Kostenbelastungen in den Verteilernetzen durch Zahlungen für vermiedene Netzentgelte sind nach vorläufigen Zahlen von 2017 auf 2018 um über 1 Mrd. Euro gesunken.
Kapitel 11: Umweltverträglichkeit der Energieversorgung	
148. Abstand zwischen Wohnbebauung und Windkraftanlage entsprechend der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)	Ziel: Abstandsregelung Inhalt: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen nach den Nummern 7.3 und A.1.5 der TA-Lärm
149. Erarbeitung einer Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Minimierung elektrischer und magnetischer Felder von neu errichteten und wesentlich geänderten Stromversorgungs- und vergleichbaren Anlagen	Ziel: Vorsorgliche Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder an maßgeblichen Orten entsprechend dem Stand der Technik Inhalt: Katalog technischer Maßnahmen, deren Umsetzung bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Stromnetzleitungen und Nebenanlagen ab einer Nennspannung von 1.000 bzw. 2.000 Volt anhand eines vorgegebenen Schemas geprüft werden muss Stand: Im Jahr 2016 in Kraft getreten (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVvV) vom 26. Februar 2016)

Instrument	Umsetzungsstand
150. Initiierung eines den Stromnetzausbau begleitenden Forschungsprogramms zum Strahlenschutz	Ziel: Weitere Verbesserung der Risikobewertung und Risikokommunikation in Bezug auf statische und niederfrequente elektrische und magnetische Felder, die beim Transport und bei der Nutzung von Elektrizität entstehen Inhalt: Aufklärung eines möglichen Zusammenhangs zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und neurodegenerativen Erkrankungen; Bestimmung von Wahrnehmungs- und Wirkungsschwellen; Ursachenklärung von Leukämien im Kindesalter; Ko-Kanzerogenität von Magnetfeldexposition; Untersuchung zu einem möglichen Zusammenhang von Magnetfeldexposition und Fehlgeburtenrate; Untersuchungen zum Auftreten, zur Ausbreitung und zur Absorption von Korona-Ionen; Expositionsanalyse, Expositionsbewertung und aktuelle Daten zur Exposition der allgemeinen Bevölkerung; Risikowahrnehmung und Risikokommunikation Stand/Zahlen: Auftaktveranstaltung des Forschungsprogramms im Juli 2017 mit anschließender Online-Konsultation, insgesamt 35 Projekte, von denen einige Workshops und einzelne Vorhaben bereits realisiert bzw. initiiert wurden
151. Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II (ProgRess II)	Ziel: Mineralische und fossile Rohstoffe umweltfreundlicher gewinnen, Umwelt-, Sozial- und Transparenzstandards im Rohstoffsektor international stärken und nachhaltigere Lieferketten schaffen; Einsatz für die Einhaltung von sozialen und ökologischen Mindestanforderungen bei der Produktion und in den Lieferketten von nach Deutschland importierten Rohstoffen und Gütern sowie die Unterstützung der Unternehmen bei der Stärkung des nachhaltigen Lieferkettenmanagements Inhalt: Die rohstofflichen Handlungsansätze von ProgRess II beziehen sich auch auf den Rohstoffbedarf von Energieanlagen. Zahlreiche aktuelle Entwicklungen zur Stärkung der Nachhaltigkeit bei der Rohstoffversorgung und Gestaltungsansätze aus ProgRess II werden zu erheblichem Teil genutzt. Ökologische Anforderungen werden bislang kaum berücksichtigt, trotz Handlungsbedarf beim Erhalt natürlicher Ressourcen und enger Verknüpfung von Umweltbeeinträchtigungen mit sozialen und Menschenrechtskonflikten. Stand: Die konkrete Umsetzung steht oft noch am Anfang. Die Wirksamkeit ist daher noch nicht abzuschätzen.
Kapitel 12: Netzinfrastuktur	
152. Netzentgeltmodernisierungsgesetz	Ziel: Das Gesetz regelt die schrittweise Vereinheitlichung der Übertragungsnetzentgelte bis zum Jahr 2023. Ab 1. Januar 2023 werden die Übertragungsnetzentgelte überall in Deutschland gleich hoch sein. Darüber hinaus enthält das Gesetz die Abschmelzung der vermiedenen Netzentgelte. Inhalt: siehe Nr. 147 Stand: In Kraft seit Juli 2017
153. Novelle Anreizregulierungsverordnung	Ziel: Die Investitionsbedingungen bei Verteilernetzen sollen verbessert und Effizienzanreize verstärkt werden. Gleichzeitig sollen die Kosten für die Verbraucher möglichst gering gehalten und die Transparenz erhöht werden. Inhalt: Für Verteilernetzbetreiber wird ein sogenannter Kapitalkostenabgleich eingeführt. Bei diesem Instrument werden die sinkenden Kapitalkosten von Bestandsanlagen über die Regulierungsperiode hinweg berücksichtigt. Da die Verzinsungsbasis durch sinkende Restwerte abnimmt, vermindert sich auch die Einnahme der Netzbetreiber (geringe Eigenkapitalverzinsung). Neue Veröffentlichungspflichten machen die Entscheidungen der Regulierungsbehörden sowie die Kosten und Erlöse der Netzbetreiber nachvollziehbarer. Stand: In Kraft seit September 2016. Der Kapitalkostenabgleich gilt ab der 3. Regulierungsperiode, d. h. ab 2019 (Strom) bzw. 2018 (Gas).
154. Bundesbedarfsplangesetz	Ziel: Gesetzliche Verankerung der energiewirtschaftlichen Notwendigkeit und des vordringlichen Bedarfs der erforderlichen Leitungen Stand: Das Gesetz wurde zuletzt im Dezember 2015 durch das Gesetz zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus geändert (Aufnahme weiterer Vorhaben aus dem Netzentwicklungsplan 2024). Die im Netzentwicklungsplan 2017–2030 neu bestätigten Netzoptimierungs-, -verstärkungs- und -ausbaumaßnahmen sollen ebenfalls in das Bundesbedarfsplangesetz aufgenommen werden. Verabschiedung der Novelle wird 2019 angestrebt.
155. Novelle Netzausbau-beschleunigungsgesetz	Ziel: Beschleunigung des Netzausbaus, unter anderem durch Vereinfachung der Genehmigungsverfahren Inhalt: Verschiedene gesetzliche Änderungen sind geplant, die vor allem für Netzoptimierungsmaßnahmen die Genehmigungsverfahren vereinfachen und beschleunigen sollen. Stand: Referentenentwurf in 2018 geplant. Es kann zum Teil auf Ergebnissen des dena/BET-Stakeholderprozesses zur besseren Auslastung des Stromnetzes sowie der in der Folge eingesetzten Arbeitsgruppe zur Vereinfachung und Beschleunigung von Genehmigungsverfahren aufgebaut werden.
156. Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG)	Inhalt: Das EnLAG legt den vordringlichen Ausbaubedarf und die energiewirtschaftliche Notwendigkeit von 22 Ausbauvorhaben fest. Sechs der Vorhaben können auf Teilabschnitten als Pilotvorhaben für den Einsatz von Erdkabeln auf der Höchstspannungsebene realisiert werden. Stand: Das Gesetz wurde bereits im Jahr 2009 von Bundestag und Bundesrat verabschiedet und zuletzt im Dezember 2015 durch das Gesetz zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus geändert (Erweiterung Erdkabel-Piloten).

Instrument	Umsetzungsstand
157. Gesetz zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus	Ziel/Inhalt: Für große Stromautobahnen (= neue Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen (HGÜ-Leitungen)) wird der Vorrang der Erdverkabelung als Planungsgrundsatz in der Bundesfachplanung verankert. Ziel ist es, so die Akzeptanz für den Netzausbau zu steigern, denn nur mit der notwendigen Akzeptanz vor Ort wird der Netzausbau gelingen. Bei Dreh- oder Wechselstromleitungen werden die Anzahl der Pilotstrecken für Erdkabel und die Kriterien für eine Erdverkabelung erweitert. Schließlich werden wichtige Netzausbauvorhaben aus dem von der Bundesnetzagentur bestätigten Netzentwicklungsplan 2024 gesetzlich im Bundesbedarfsplangesetz verankert. Stand: Das Gesetz ist im Januar 2016 in Kraft getreten.
158. Weiterentwicklung Monitoring zu deutschen Netzausbauvorhaben sowie Monitoring zu Maßnahmen zur höheren Auslastung des Stromnetzes	Ziel: Für alle Akteure Transparenz und Bewusstsein hinsichtlich realistischer Planungs- und Realisierungsannahmen schaffen und Verzögerungen beim Netzausbau rechtzeitig erkennen. Daneben ist auch eine bessere Auslastung der bestehenden Netzstruktur notwendig. Inhalt/Stand: Das vierteljährlich von der Bundesnetzagentur veröffentlichte bisher auf EnLAG-Vorhaben fokussierte Monitoring (www.netzausbau.de) wurde zum ersten Quartal 2016 weiterentwickelt. Zukünftig veranschaulichen für die Vorhaben nach EnLAG (22), BBPlG (43) und auf See (24) jeweils ein Bericht und ein zusammenfassendes Balkendiagramm den Stand der Planungs- und Genehmigungsverfahren der Einzelvorhaben. Das Balkendiagramm der EnLAG- und BBPlG-Vorhaben weist zudem u. a. die geplanten Inbetriebnahmedaten aus. Seit dem vierten Quartal 2017 sind in den Vorhaben-Steckbriefen sowie in einer zusammenfassenden Übersicht in den EnLAG- und BBPlG-Berichten Informationen zu Netzausbau bzw. Netzverstärkung aufgeführt. Zum zweiten bzw. dritten Quartal 2018 sollen zudem auch Maßnahmen zur Optimierung der Bestandsnetze (Einsatz von Freileitungsmonitoring oder Hochtemperaturleiterseile) in den Blick genommen werden, die kurzfristig dazu beitragen, die Übertragungskapazität von Bestandsleitungen signifikant zu erhöhen.
159. Weiterentwicklung der Verordnung über Vereinbarungen zu abschaltbaren Lasten	Ziel: Gewährleistung der Netzstabilität und somit Versorgungssicherheit Inhalt/Stand: Abschaltbare Lasten sind Industriebetriebe mit einem hohen und kontinuierlichen Stromverbrauch, die im netztechnischen Bedarfsfall ihren Verbrauch vorübergehend „abschalten“ können. Die Beschaffung und Nutzung abschaltbarer Lasten wurden gegenüber der Vorgängerregelung konsequent weiterentwickelt. Insbesondere wurden die Beschaffung stärker wettbewerbsorientiert und die Nutzungsmöglichkeiten erweitert und optimiert. Die Neufassung der Verordnung ist am 1. Oktober 2016 in Kraft getreten. Die Vereinbarkeit mit den europäischen Beihilferegeln wurde von der Europäischen Kommission bestätigt. Zahlen: Mit Stand Mai 2018 sind Anbieter im Umfang von insg. 1.110 MW für die Teilnahme präqualifiziert.
160. Strommarktgesetz	siehe Nr. 132
161. Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende	siehe Nr. 168
162. Strompreiskompensation	Ziel: Verhinderung von Produktionsverlagerungen ins Ausland Inhalt: Unternehmen mit besonders stromintensiven Produktionsprozessen, bei denen wegen hoher Kosten durch die CO₂-Emissionen bei der Stromerzeugung die Gefahr einer Produktionsverlagerung besteht, können seit Beginn der dritten Handelsperiode eine Kompensation für die Kosten beantragen, die ihnen durch die Kostenüberwälzung des EU-Emissionshandels auf den Strompreis entstehen. Der Umfang der Kompensation basiert auf dem CO₂-Zertifikatspreis für das jeweilige Abrechnungsjahr. Zahlen: Für das Abrechnungsjahr 2016 (Auszahlung 2017) wurde für 902 Industrieanlagen ein positiver Beihilfebescheid ausgestellt, wodurch Beihilfen in Höhe von rund 289 Millionen Euro ausbezahlt wurden.
163. Initiative „Bürgerdialog Stromnetz“	Ziel: Die Initiative „Bürgerdialog Stromnetz“ möchte einen offenen und transparenten Austausch zwischen allen Beteiligten des Stromnetzausbaus ermöglichen. Inhalt: Dazu stellt sie frühzeitig grundlegende Informationen zum Ausbau des Stromnetzes und zu den Beteiligungsmöglichkeiten für Bürgerinnen und Bürger bereit. Die MitarbeiterInnen informieren bundesweit in Bürgerbüros, auf Veranstaltungen, auf Wochenmärkten, vor Rathäusern oder in Fußgängerzonen sowie online über die Zusammenhänge zwischen Stromnetzausbau und Energiewende. Stand: Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert die Initiative seit 2015. Informationsveranstaltungen in den betroffenen Regionen finden laufend statt. Zahlen: Neben einem Dialogmobil verfügt die Initiative über zehn Bürgerbüros in ganz Deutschland.
164. dena-Plattform Systemdienstleistungen	Ziel: Weiterentwicklung der für die Energiewende erforderlichen Systemdienstleistungen Inhalt: Stakeholder-Plattform bei der Dena, bei der neben Marktakteuren wie den Herstellern sowie den Netz- und Anlagenbetreibern auch das BMWi beteiligt ist
Kapitel 13: Integrierte Entwicklung des Energiesystems	
165. Umweltbonus Elektromobilität	siehe Kapitel 7
166. Niedertemperaturwärmenetze mit Saisonalwärmespeicher („Modellvorhaben Wärmenetze 4.0“)	siehe Nr. 48
167. Förderung von innovativen KWK-Systemen im KWKG	siehe Nr. 135 („KWK-AusschreibungsVO“)

Instrument	Umsetzungsstand
168. Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende	Ziel: Schaffung der technischen Voraussetzungen für Maßnahmen des Last- und Erzeugungsmanagements zur Schaffung von mehr Flexibilität im Stromnetz Inhalt: Einführung intelligenter Messsysteme: Smart Grid, Smart Meter, Smart Home. Diese sollen als sichere Kommunikationsplattform dienen, um das Versorgungssystem stärker zu vernetzen. Stand: Im September 2016 in Kraft getreten
169. Verordnung zur Schaffung eines rechtlichen Rahmens zur Sammlung von Erfahrungen im Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG-V)	Ziel: Massentaugliche Lösungen für technische, wirtschaftliche und regulatorische Herausforderungen der Energieversorgung der Zukunft Inhalt: Schwerpunkt ist die Digitalisierung des Energiebereichs. Die SINTEG-Verordnung hat dazu umfangreiche Erleichterungen und Möglichkeiten für Teilnehmer an dem Programm geschaffen. Stand: In Kraft seit 21.06.17
170. Pilotprogramm Einsparzähler	siehe Kapitel 5
Kapitel 14: Energieforschung und Innovationen	
171. Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung	Ziel: Beitrag zur Umsetzung der Energiewende Inhalt/Stand: In den Jahren 2016/2017 wurde mit einem Konsultationsprozess sowie durch systemanalytische Untersuchungen im Rahmen strategischer Leitprojekte ein neues Energieforschungsprogramm vorbereitet (dokumentiert unter www.energieforschung.de). Zahlen: In den Jahren 2013 bis 2016 wurden insgesamt 3,6 Milliarden Euro für die Förderung von Forschung und Entwicklung bereitgestellt. Allein 2016 wurden dafür 876 Millionen Euro ausgegeben.
172. Horizont 2020/Rahmenprogramm für Forschung und Innovation	Ziel: Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Europas Stand: Im Jahr 2014 startete das europäische Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“. Zahlen: Für die Förderperiode 2014 bis 2020 sind rund 5,9 Milliarden Euro für „sichere, saubere und effiziente Energie“ in der nicht-nuklearen Energieforschung vorgesehen.
173. Energiewende-Plattform Forschung und Innovation (FuI-Plattform)	Ziel: Austausch und Dialog mit Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zur Weiterentwicklung der Energieforschung sowie Beschleunigung des Transfers von Ergebnissen der Energieforschung in die Praxis Inhalt: Diskutiert werden aktuelle Entwicklungen der Energieforschung, insbesondere neue Formate und Inhalte der Forschungsförderung. Kurzfristige Fragestellungen werden in flexiblen und zeitlich begrenzten Ad-hoc-Arbeitsgruppen beraten. Zudem bündelt und koordiniert die FuI-Plattform die Forschungsnetzwerke Energie (siehe Nr. 174). Stand: Seit dem Frühjahr 2015 finden zweimal pro Jahr Plenumsitzungen der FuI-Plattform statt. Ende 2016 wurde auf der FuI-Plattform der Konsultationsprozess zum neuen Energieforschungsprogramm eingeleitet. Anstelle der Frühjahrssitzung fand am 02.05.17 ein Festakt zum 40-jährigen Jubiläum des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung statt, mit anschließender Fachkonferenz zur Zukunft der Energieforschung in Deutschland. Im November 2017 wurden Expertenempfehlungen aus den Forschungsnetzwerken als Beitrag zum Konsultationsprozess für das neue Energieforschungsprogramm überreicht.
174. Forschungsnetzwerke Energie	Ziel/Inhalt/Stand/Zahlen: Die Forschungsnetzwerke Energie des BMWi umfassen rund 2.800 Mitglieder. Aktuell gibt es sieben Forschungsnetzwerke Energie: „Erneuerbare Energien“, „Flexible Energiewandlung“, „Stromnetze“, „Energiesystemanalyse“, „Bioenergie“, „ENERGIEWENDE-BAUEN“ und „Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe“. Diese repräsentieren die breite Forschungslandschaft in Deutschland. Die Netzwerke liefern wertvolle Impulse zu relevanten Forschungsthemen aus Sicht der Wissenschaft und Forschung und bieten eine Plattform für das Vernetzen von Forschenden, Wirtschaft und Politik. Neben Partizipation und Transparenz soll durch die Forschungsnetzwerke ein starker Impuls für den raschen Transfer von Ergebnissen in die energiewirtschaftliche Praxis angeregt werden. Innerhalb des Konsultationsprozesses für ein 7. Energieforschungsprogramm lieferten die Forschungsnetzwerke Energie durch das Zusammenwirken ihrer Mitglieder in thematisch spezifischen Arbeitsgruppen strategische Überlegungen und Expertenempfehlungen. Diese beziehen sich sowohl auf eine Weiterentwicklung der Energieforschungspolitik des Bundes als auch auf den relevanten Förderbedarf und das künftige Einsatzpotenzial der verschiedenen Energie- und Effizienztechnologien in der Praxis.
175. Forschungsforum Energiewende	Ziel: Hochrangige Akteure aus Ländern, Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft treffen sich seit dem Jahr 2013, um die effektive Koordinierung und langfristige Ausrichtung der Energieforschung voranzutreiben. Inhalt: Es werden forschungspolitische Schlussfolgerungen mit Blick auf Strukturen, Instrumente und Themen in der Zukunft entwickelt.
176. Förderinitiative „Kopernikus-Projekte für die Energiewende“	Ziel: Die vier Kopernikus-Projekte sollen in vier Schlüsselbereichen der Energiewende den Brückenschlag von der Grundlagenforschung zur Anwendung schaffen. In der ersten Förderphase soll die Basis für ein technologisch exzellentes und wirtschaftlich wettbewerbsfähiges Energiesystem geschaffen werden, das zugleich die größtmögliche Akzeptanz in der Gesellschaft findet. Inhalt: Jedes der vier Vorhaben widmet sich einer Kernfrage der Energiewende: Stromnetze bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien (ENSURE), Speicherung und Umwandlung von Erneuerbarem-Strom (P2X), Neuausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung und Sektorkopplung (SynErgie), Systemintegration (ENavi). Stand: Die vier Kopernikus-Projekte ENSURE, P2X, SynErgie und ENavi mit rd. 260 Projektpartnern haben 2016 die Arbeit aufgenommen. Die erste Förderphase läuft bis 2019. Zahlen: Die vrs. Fördersumme beträgt mehr als 120 Millionen Euro.

Instrument	Umsetzungsstand
177. Forschungsvorhaben „Carbon2Chem“	Ziel: Umwandlung von Hüttengasen der Stahlproduktion in chemische Grundstoffe mit Hilfe erneuerbarer Energien Inhalt: Aus Abgasen von Hochöfen werden wertvolle Vorprodukte für Kraftstoffe, Kunststoffe oder Düngemittel, die fossile Rohstoffe ersetzen. Das Vorhaben macht 20 Millionen t des jährlichen CO₂-Ausstoßes der deutschen Stahlbranche wirtschaftlich nutzbar. Stand: Das Vorhaben wird aktuell gefördert. Zahlen: Das BMBF stellt mehr als 62 Millionen Euro in den nächsten vier Jahren bereit.
178. Akademienprojekt „Energiesysteme der Zukunft“	Ziel/Inhalt/Stand/Zahlen: 120 Vertreter der deutschen Wissenschaftsakademien erarbeiten systemische Handlungsoptionen für den Bereich der Grundlagenforschung mit Blick auf das Energiesystem der Zukunft und liefern so eine wissenschaftlich fundierte Basis für die gesamtgesellschaftlichen Diskussionen zu mittel- bis langfristig relevanten Fragestellungen zur Umsetzung der Energiewende. Neben Fragen der technologischen Machbarkeit werden auch ökonomische und rechtliche sowie solche der effizienten Ressourcennutzung und der gesellschaftlichen Akzeptanz adressiert.
179. Forschungsinitiative „Zukunftsfähige Stromnetze“	Ziel/Inhalt: Gemeinsame Initiative von BMWi und BMBF, um die notwendigen technologischen Voraussetzungen für die künftige Übertragung und Verteilung von Strom zu schaffen für eine zuverlässige und bezahlbare, zugleich aber auch umweltverträgliche Stromversorgung Zahlen: Seit dem Jahr 2014 rund 300 Projekte mit 150 Millionen Euro
180. Förderinitiative „Solares Bauen/ Energieeffiziente Stadt“	Ziel: Gemeinsame Initiative von BMWi und BMBF zu neuen Technologien und Konzepten für mehr Energieeffizienz und Integration erneuerbarer Energien, um die Energiewende in Gebäuden und Städten voranzubringen Inhalt: Modul I (BMWi): Fokus auf Demonstration von Konzepten zu Sanierung und Neubau von mehrgeschossigen Wohnbauten; im Modul I konnten im Jahr 2017 acht Verbundvorhaben die Arbeit aufnehmen. Modul II (BMWi und BMBF): Umfassende und systemisch angelegte Leuchtturmprojekte auf Quartiersebene in Esslingen, Heide (Holst.), Kaiserslautern, Oldenburg, Stuttgart/Überlingen und Zwickau. Im Modul II konnten 2017 fünf der sechs ausgewählten Leuchtturmprojekte gestartet werden. Das sechste Vorhaben ist Anfang 2018 angelaufen. Zahlen: Modul I: ca. 20 Millionen Euro. Für Modul II werden über 100 Millionen Euro hälftig durch BMBF und BMWi zur Verfügung gestellt.
181. Förderinitiative „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“ (Forschungscampi „Mobility2Grid“ und „Flexible Elektrische Netze“)	Mit den Forschungscampi „Mobility2Grid“ und „Flexible Elektrische Netze“ unterstützt das BMBF die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft in der Energieforschung: Forschungscampus „Mobility2Grid“ Ziel: Integration von gewerblichen und privaten elektrischen Straßenfahrzeugen in dezentrale Energienetze, die auf erneuerbaren Energien basieren Inhalt: Aufbau eines Referenzquartiers in Berlin-Schöneberg mit Forschungs- und Industriepartnern für das synergetische Zusammenwirken von Elektromobilität, Strom- und Wärmeverorgungsnetzen Stand: Seit Januar 2016 Förderung in der ersten fünfjährigen Hauptphase Zahlen: Das BMBF stellt für die erste Hauptphase bis zu 10 Millionen Euro bereit. Forschungscampus „Flexible Elektrische Netze“ Ziel: Erforschung innovativer Technologien für elektrische Netze mit einem hohen Anteil an regenerativen und dezentralen Energiequellen Inhalt: Der Forschungscampus in Aachen ist ein Zusammenschluss der RWTH Aachen und Industriepartnern. Die transdisziplinäre Forschung konzentriert sich auf die Entwicklung und Integration von Gleichspannungstechnologien. Stand: Seit Oktober 2014 Förderung in der ersten fünfjährigen Hauptphase Zahlen: Das BMBF stellt für die erste Hauptphase bis zu 10 Millionen Euro bereit.
182. Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)	Ziel: Gemeinsame Initiative von BMWi, BMVI, BMBF und BMU sowie Industrie und Wissenschaft, um eine Technologieentwicklung hin zur Marktreife von Produkten dieser Technologien zu beschleunigen Stand: Verabschiedung des Folgeprogramms Ende 2016 Zahlen: Für den Zeitraum 2007 bis 2016 und für mehr als 200 Forschungsvorhaben rund 1,4 Milliarden Euro
183. Regierungsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016–2026 (NIP 2)	Ziel: Ziel ist die Marktaktivierung von Produkten und Anwendungen, die auf Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie basieren. Inhalt: Fortsetzung der Technologieentwicklung zu wettbewerbsfähigen Produkten im Vordergrund. Investitionsabsichten der Industrie werden durch öffentliche Förderung flankiert. Zahlen: Für 2016 bis 2026 rund 1,4 Milliarden Euro
184. Programmkooperation: Forschungsallianz Energiewende in der AiF	Ziel/Inhalt: Gemeinsame Initiative der Energieforschung und der Industriellen Gemeinschaftsforschung des BMWi, um die Innovationskraft forschungsferner KMU bei energietechnologischen Entwicklungen gezielt zu stärken Stand: Erste Projekte sind Ende des Jahres 2016 gestartet. Zahlen: Ab dem Jahr 2016 stehen 18 Millionen Euro zusätzlich zur Verfügung.
185. Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“	Ziel: Initiative des BMEL zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe Zahlen: Im Jahr 2016 stehen 61 Millionen Euro zur Verfügung. Zusätzlich werden 24,6 Millionen Euro aus dem EKF für Bioenergievorhaben bereitgestellt.

Instrument	Umsetzungsstand
186. Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“	Ziel: Praxisnahe Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu zukunftsweisenden Technologien sowie zu Verfahrens- und Prozessoptimierungen, die die effiziente, wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung der Bioenergie ermöglichen und zur Versorgungssicherheit beitragen. Inhalt: Förderung insbesondere von praxisorientierten Lösungen mit Demonstrations- und Pilotcharakter, die zur Flexibilisierung der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse beitragen. Zur Verbesserung der nachhaltigen energetischen Nutzung im (gekoppelten) Wärme- und Strombereich sollen vor allem Biomassereststoff- und Abfallpotenziale erschlossen werden. Stand: Programmstart im Jahr 2009 und -neuausrichtung im Jahr 2015 Zahlen: Bisher 300 Einzelvorhaben, vor allem Verbundvorhaben, mit Zuwendungen in Höhe von etwa 44 Millionen Euro Fördersumme. Im Jahr 2016 stehen 61 Millionen Euro zur Verfügung. Zusätzlich werden 24,6 Millionen Euro aus dem EKF für Bioenergievorhaben bereitgestellt.
187. Forschungsinitiative „Energiespeicher“	Ziel: Gemeinsame Initiative von BMWi und BMBF zur Unterstützung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben von grundlegenden Arbeiten bis hin zu anwendungsorientierten Demonstrationsprojekten Inhalt: http://forschung-energiespeicher.info Zahlen: Seit 2012 mit rund 250 Projekten und 200 Millionen Euro
188. WIPANO – „Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen“	Ziel: Förderung öffentlicher Forschung und von Unternehmen bei der Patentierung und Verwertung ihrer Ideen und Unterstützung innovativer Projekte Inhalt: In der Patentförderung werden die Kosten für Beratung, Patentanwalt oder Patentanmeldung anteilig übernommen. Stand/Zahlen: Die Richtlinie läuft vom 01.01.16 bis 31.12.19 mit einem Volumen von 23 Millionen Euro. Antragsberechtigt sind Unternehmen, Hochschulen, Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen.
189. Förderung von stationären Brennstoffzellen-Heizungen im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz	Ziel: Unterstützung der Einführung der Brennstoffzellentechnologie in der Wärme- und Stromversorgung von Wohngebäuden Inhalt: Gefördert wird der Einbau von Brennstoffzellensystemen mit einer Leistung von 0,25 kWel bis 5 kWel in Wohngebäuden, wenn die Brennstoffzelle in die Wärme- und Stromversorgung des Gebäudes eingebunden wird. Möglich ist die Förderung sowohl bei einem Neubau als auch bei einer energetischen Sanierung. Die Förderung erfolgt als Zuschuss und ist mit der Förderung nach dem KWKG kombinierbar. Zahlen: Insgesamt stehen für die investiven Fördermaßnahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz (Heizungspaket, Lüftungspaket und Brennstoffzelle) für die Jahre 2016 bis 2018 jährlich 150 Millionen Euro zur Verfügung.
190. Förderprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“	Ziel: Verbesserung der Innovationskraft und Konkurrenzfähigkeit der deutschen Fahrzeugindustrie Inhalt: Förderung von anwendungsnahen, technologischen Innovationen in den beiden Programmsäulen „Automatisiertes Fahren“ und „Innovative Fahrzeuge“, hier insbesondere zu Leichtbau und modernen Antriebssystemen Stand: Verschiedene laufende Förderprojekte zu den Themen Gewichtsreduktion, Abgaswärmerückgewinnung, Verbesserung des Brennkonzepts und Einsatz von strombasierten Kraftstoffen Zahlen: Fördervolumen 45 Millionen Euro pro Jahr, für beide Programmsäulen

Soweit in der Übersicht Maßnahmen beschrieben werden, die auch Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 sind, werden deren aktuelle Umsetzungsstände in den jährlichen Klimaschutzberichten der Bundesregierung detailliert dargestellt.

Die Maßnahmen werden im Rahmen der geltenden Haushalts- und Finanzplanungsansätze der Ressorts (einschließlich Stellen und Planstellen) unter Vorbehalt der Verfügbarkeit der notwendigen Haushaltsmittel umgesetzt.

Quellen- und Literaturverzeichnis

AGEB (2018): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2017, Berlin, Februar 2018.

AGEB (2017): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2016, Berlin, September 2017.

AGEE-Stat (2018): Erneuerbare Energien in Deutschland. Daten zur Entwicklung im Jahr 2017, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, März 2018.

Amprion, APG, Elia, Creos, RTE, TenneT, Swissgrid (2018): Generation Adequacy Assessment, Januar 2018.

BfN (2017): Agrar-Report 2017, Bundesamt für Naturschutz, Juni 2017.

BMU (2017): Stickstoffeintrag in die Biosphäre. Erster Stickstoff-Bericht der Bundesregierung, Mai 2017.

BMVI (2017): Verkehr in Zahlen, 2017/2018, Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur, September 2017.

BMVI (2016): Verkehr in Zahlen, 2015/2016, Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur.

BMVI (2013): Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS), Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur.

BMWi (2016a): Bundesbericht Energieforschung 2017. Forschungsförderung für die Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, März 2016.

BMWi (2016b): Monitoring-Bericht nach § 51 EnWG zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität, Juli 2016.

BMWi (2017a): Versorgungssicherheit bei Erdgas. Monitoring-Bericht nach § 51 EnWG, Juli 2017.

BMWi (2017b): Erneuerbare Energien in Zahlen, September 2017, BMWi (2018): Jahreswirtschaftsbericht 2018, Januar 2018.

BNetzA, BKartA (2017): Monitoringbericht 2017. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt, Bonn, Dezember 2017.

Consentec GmbH und r2b Energy Consulting GmbH (2015): Versorgungssicherheit in Deutschland und seinen Nachbarländern: länderübergreifendes Monitoring und Bewertung. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, März 2015.

DEHSt (2017): Treibhausgasemissionen 2016, Berlin.

dena, BET (2017): Ergebnispapier des dena-Stakeholderprozesses „Höhere Auslastung des Stromnetzes“. Maßnahmen zur höheren Auslastung des Bestandsnetzes durch heute verfügbare Technologien, Berlin, September 2017.

DIW und CWS (2018, in Vorbereitung): Ökonomische Indikatoren zur Steigerung der Energieeffizienz – Investitionen, Umsätze und Beschäftigung in ausgewählten Bereichen. Erfassung der Umweltschutzbeschäftigung und Aktualisierung wichtiger Kenngrößen zur Wettbewerbsfähigkeit der Umweltschutzwirtschaft, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau, Berlin.

DIW (1995): Energienachfrage in Deutschland in Abhängigkeit von Temperaturschwankungen und saisonalen Sondereffekten, September 1995.

DLR, DIW, GWS (2018): Ökonomische Indikatoren des Energiesystems. Methode, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000–2016, GWS Research Report 2018/01, Berlin, Stuttgart, Osnabrück, Februar 2018.

DLR, ifeu, LBST, DBFZ (2016a): Analyse von Herausforderungen und Synergiepotenzialen beim Zusammenspiel von Verkehrs- und Stromsektor, Studie im Auftrag des BMVI.

DLR, ifeu, LBST, DBFZ (2016b): Potenziale des Hybrid-Oberleitungsbusses als effiziente Möglichkeit für die Nutzung erneuerbarer Energien im ÖPNV, Studie im Auftrag des BMVI.

DLR, ifeu, LBST, DBFZ (2016c): Verkehrsverlagerungspotenzial auf den Schienengüterverkehr in Deutschland, Studie im Auftrag des BMVI.

DLR, ifeu, LBST, DBFZ (2016d): Verkehrsverlagerungspotenzial auf den Schienenverkehr in Deutschland unter Beachtung infrastruktureller Restriktionen, Studie im Auftrag des BMVI.

DLR, ifeu, LBST, DBFZ (2016e): Alltagsmobilität: Verlegungspotenziale auf nicht motorisierte und öffentliche Verkehrsmittel im Personenverkehr, Studie im Auftrag des BMVI.

DPMA (2017): Jahresbericht 2016, München, April 2017.

Ecofys, ISI (2015): Stromkosten der energieintensiven Industrie. Ein internationaler Vergleich. Ergänzende Berechnungen für das Jahr 2014, Ecofys, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Köln, Karlsruhe, Juni 2015.

EEA (2017): Trends and projections in the EU ETS in 2017. The EU Emissions Trading System in numbers, Kopenhagen.

ENTSO-E (2017): Mid Term Adequacy Forecast 2017.

EU-Kommission (2016): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über den Elektrizitätsbinnenmarkt, COM(2016) 861, Brüssel.

EU-Kommission (2017): Mitteilung über die Stärkung der europäischen Energienetze, COM(2017) 718, Brüssel.

EWK (2017): Löschel, A., Erdmann, G., Staiß, F., Ziesing, H.: Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“: Kurzkommmentar zu Stand und wichtigen Handlungsfeldern der Energiewende, Berlin, Münster, Stuttgart, Oktober 2017.

Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2018): Global Trends in Renewable Energy Investment 2018, Frankfurt am Main.

Großmann, A., Wolter, M. I., Stocker, A. & Hinterberger, F. (2017): Szenarienanalyse mit dem Modell e3.at – Modellierung defizitfinanzierter Maßnahmen expansiver Wirtschaftspolitik, GWS Research Report 2017/1, Osnabrück.

GWS (2018, in Vorbereitung): Zur Berechnung der durch den Ausbau erneuerbarer Energien und durch Energieeffizienz verminderten Importe fossiler Brenn- und Kraftstoffe. Methode und Ergebnisse für 2000 bis 2015, GWS Research Report 2018, Osnabrück.

GWS, Prognos (2018, in Vorbereitung): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. GWS Research Report 2018, Osnabrück.

IRENA (2018): Renewable capacity statistics 2018, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

OECD/IEA (2017a): Energy Efficiency 2017, Paris.

OECD/IEA (2017b): World Energy Investment, Paris.

OECD/IEA (2018): Global energy and CO₂ status report 2017, Paris.

OECD/IEA und IRENA (2017): Perspectives for the energy transition. Investment needs for a low-carbon energy system, März 2017.

REN21 (2017): Renewables 2017 Global Status Report, Paris.

UBA (2016a): Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050, Studie im Auftrag des BMU, Dessau-Roßlau, Februar 2016.

UBA (2016b): Finanzierung einer nachhaltigen Güterverkehrsinfrastruktur - Anforderungen und Rahmenbedingungen für eine zukunftsorientierte Entwicklung des Güterverkehrs – eine systematische Analyse auf der Grundlage eines Ländervergleichs. Teilvorhaben ohne Luftverkehr, Studie im Auftrag des BMU, Dessau-Roßlau, Februar 2016.

UBA (2017a): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2016, Umweltbundesamt Climate change Series 23/2017, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, Oktober 2017.

UBA (2017b): Die Umweltschutzwirtschaft in Deutschland, Produktion, Umsatz und Außenhandel, Ausgabe 2017, November 2017.

UBA (2017c): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2016, Umweltbundesamt Climate Change Series 15/2017, Dessau-Roßlau, Mai 2017.

UBA (2018): Nationaler Inventarbericht. Zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2016, Gekürzte Fassung für die EU, 15.01.2018.

Abkürzungsverzeichnis

AA	Auswärtiges Amt	EDL-G	Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.	EE	Erneuerbare Energien
AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik	EEA	European Environment Agency, Europäische Umweltagentur
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen	EED	Energieeffizienzrichtlinie
APKS	Aktionsprogramm Klimaschutz	EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
APEE	Anreizprogramm Energieeffizienz	EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
AVF	Automatisiertes und vernetztes Fahren	EEX	European Energy Exchange
		EKF	Energie- und Klimafonds
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	EnEG	Energieeinspargesetz
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz	EnEV	Energieeinsparverordnung
BET	Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH	EnergieStG	Energiesteuergesetz
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz	EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
BIP	Bruttoinlandsprodukt	EnStatG	Energiestatistikgesetz
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung	EPBD	Energy Performance of Buildings Directive (EU-Gebäuderichtlinie)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	ESB	Energetischer Sanierungsfahrplan Bundesliegenschaften
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	ESD	Effort Sharing Decision, EU-Lastenteilungsentscheidung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit	ESG	Energieeffizienzstrategie Gebäude
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	ESR	Effort Sharing Regulation, EU-Lastenteilungsverordnung
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung	ETS	Emissions Trading System, Emissionshandels-system
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen	EU	Europäische Union
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik	EWI	Energiewirtschaftliches Institut, Universität Köln
BVWP	Bundesverkehrswegeplan		
CDM	Clean Development Mechanism	Fh ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
CEER	Council of European Energy Regulators	FuE/F&E	Forschung und Entwicklung
CNG	Compressed natural gas, komprimiertes Erdgas		
CH₄	Methan	GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
CO₂	Kohlendioxid	GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
CO₂-Äq.	Kohlendioxid-Äquivalente	GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Struktur-forschung
COP21	21. Konferenz der Vertragsstaaten des Klimarahmenübereinkommens		
ct	Cent	HZO	Programm zur Förderung der Heizungs-optimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich
dena	Deutsche Energieagentur	IAEW	Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, RWTH Aachen
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung	IEA	International Energy Agency, Internationale Energieagentur
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	IFAM	Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung
DPMA	Deutsches Patent- und Markenamt		

ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg	REN21	Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Netzwerk für EE des 21. Jhds.
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik	RL	Richtlinie
IRENA	Internationale Agentur für erneuerbare Energien	SAIDI	System Average Interruption Duration Index
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan	SINTEG	Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende
ITD	Institut für Transportation Design	SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
JI	Joint Implementation	StBA	Statistisches Bundesamt
KFK	Kommission zur Überprüfung der Finanzierung des Kernenergieausstiegs	StVO	Straßenverkehrsordnung
KfW	Kreditanstalt für den Wiederaufbau	t	Tonnen
km	Kilometer	tkm	Tonnenkilometer
KMU	kleine und mittlere Unternehmen	TCP	Technology Collaboration Programme der IEA
KOM	Europäische Kommission	THG	Treibhausgas
KSB	Klimaschutzbericht	TWh	Terawattstunden
KSP2050	Klimaschutzplan 2050	UBA	Umweltbundesamt
KV	Kombinierter Verkehr	ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
kW	Kilowatt	UNFCCC	UN Framework Convention on Climate Change/VN-Klimarahmenkonvention
KW	Kraftwerk	VwV	Verwaltungsvorschrift
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung	WLTP	World Harmonised Light Vehicle Test Procedure, Weltweites Prüfverfahren
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz	ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
LEK	Liegenschaftskonzepte		
Lkw	Lastkraftwagen		
LNG	Liquefied Natural Gas; Flüssigerdgas		
LULUCF	Land-Use, Land-Use Change and Forestry		
MAP	Marktanreizprogramm		
MMS	Mit-Maßnahmen-Szenario		
Mrd.	Milliarden		
Mio.	Millionen		
MKS	Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie		
MSR	Marktstabilitätsreserve		
MWMS	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario		
NAPE	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz		
NEP	Netzentwicklungsplan		
NEMoG	Netzentgeltmodernisierungsgesetz		
NIP	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie		
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative		
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität		
NRVP	Nationaler Radverkehrsplan		
ÖPV	Öffentlicher Personenverkehr		
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr		
PJ	Petajoule		
Pkm	Personenkilometer		
Pkw	Personenkraftwagen		
PV	Photovoltaik		