

Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“

Stellungnahme zum sechsten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2016

Berlin · Münster · Stuttgart, Juni 2018

- Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)
- Prof. Dr. Georg Erdmann
- Prof. Dr. Frithjof Staiß
- Dr. Hans-Joachim Ziesing

Zusammenfassung

ENERGIE DER ZUKUNFT 

Kommission zum Monitoring-Prozess

Prof. Dr. Andreas Löschel
(Vorsitzender)

Prof. Dr. Georg Erdmann

Prof. Dr. Frithjof Staiß

Dr. Hans-Joachim Ziesing

Expertenkommission:

Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)

Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Am Stadtgraben 9, 48143 Münster
E-Mail: loeschel@uni-muenster.de
Telefon: +49 251-83-23022

Prof. Dr. Georg Erdmann

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Energiesysteme
Einsteinufer 25 (TA8), 10587 Berlin
E-Mail: georg.erdmann@tu-berlin.de
Telefon: +49 30-314-24656
Fax: +49 30-314-26908

Prof. Dr. Frithjof Staß

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)
Meitnerstr. 1, 70563 Stuttgart
E-Mail: frithjof.staiss@zsw-bw.de
Telefon: +49 711-7870-210
Fax: +49 711-7870-100

Dr. Hans-Joachim Ziesing

AG Energiebilanzen e.V. (AGEB)
Mohrenstraße 58, 10117 Berlin
E-Mail: hziesing@t-online.de
Telefon: +49 30-8913987

Dieses Gutachten beruht auch auf der sachkundigen und engagierten Arbeit unserer wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Oliver Kaltenegger, Martin Baikowski

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Energiesysteme

Lars Dittmar, Lisa Marina Koch, Dr. Fernando Oster

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)

Maike Schmidt, Dr. Tobias Buchmann

Ecologic Institut

Andreas Prahl

Stellungnahme

0 Vorwort

1. Die vorliegende Stellungnahme der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ kommentiert den sechsten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2016. Der Monitoring-Prozess dient der Überprüfung des Fortschritts bei der Erreichung der Ziele des Energiekonzepts „für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ vom September 2010 der Bundesregierung und des Umsetzungsstandes der entsprechenden Maßnahmen, um bei Bedarf nachsteuern zu können. Dazu bestellte die Bundesregierung im Oktober 2011 eine unabhängige Expertenkommission mit vier Energiewissenschaftlern, welche die von den Ministerien zu erstellenden jährlichen Monitoring-Berichte bzw. dreijährlichen Fortschrittsberichte begutachten und kommentieren soll. Die Monitoring-Berichte liefern im Schwerpunkt einen faktenbasierten Überblick zur Energiewende, während die Fortschrittsberichte eine umfangreichere Analysekomponente enthalten und ggf. Maßnahmen vorschlagen, um Hemmnisse bei der Zielerreichung zu überwinden.
2. Der sechste Monitoring-Bericht und die dazugehörige Stellungnahme fallen außerhalb des gewöhnlichen Rhythmus. Zum einen wären gemäß beschlossenen Turnus (Bundestagsdrucksache 18/6781) bereits bis zum 15. Dezember 2017 beide Dokumente dem Bundeskabinett vorzulegen gewesen. Allerdings kam es im Herbst 2017 zu ungewöhnlich zeitaufwendigen Koalitionsverhandlungen, die auch die Erstellung des Monitoring-Berichts verzögerten. Daher entschied sich die Expertenkommission im Oktober 2017 einen eigenständigen Kurzkomentar zu Stand und wichtigen Handlungsfeldern der Energiewende zu veröffentlichen. Zum anderen wäre turnusgemäß ein Fortschrittsbericht zu erstellen gewesen, statt des nun vorgelegten Monitoring-Berichts. Da ein Fortschrittsbericht neben der Dokumentation des Stands der Umsetzung der Energiewende auch einen Ausblick für die weitere Entwicklung und gegebenenfalls weitreichende Maßnahmen vorschlagen soll, entschied sich die Bundesregierung dazu, dass diese explizit zukunftsgerichteten Aussagen erst mit dem künftigen, siebten Monitoring-Bericht, der in den zweiten Fortschrittsbericht integriert werden soll, zu treffen wären.
3. Die vorliegende Stellungnahme der Expertenkommission bezieht sich auf den Entwurf des sechsten Monitoring-Berichts, der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) am 12. Juni 2018 zur Verfügung gestellt wurde. Der Monitoring-Bericht befand sich zu diesem Zeitpunkt noch in der Ressortabstimmung. Wir danken dem BMWi für die Bemühung einer möglichst frühzeitigen Übermittlung des Berichts.
4. Im Rahmen des Monitoring-Prozesses fanden zahlreiche Treffen mit Vertretern des BMWi, der Bundesnetzagentur (BNetzA) und des Umweltbundesamtes (UBA) statt. Im April 2017 war der Vorsitzende der Expertenkommission beim Ausschuss des Deutschen Bundestages für Wirtschaft und Energie und im Mai 2017 bei der öffentlichen Anhörung zum Gesetzesentwurf der Bundesregierung „Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Energie- und des Stromsteuergesetzes“ als Sachverständiger geladen. Im Juli 2017 kam es zudem zu einem gesonderten Informationsaustausch zwischen der Expertenkommission und Vertretern des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). In diesen Treffen wurden insbesondere die klima- und energiebezogenen Zielsetzungen für 2030 diskutiert und den Fragen der Expertenkommission Raum gegeben. Der Informationsaustausch wurde in diesem Jahr flankiert durch die umfangreiche Bereitstellung aktueller Studien im Auftrag der Bundesregierung. Zu nennen sind hier Diskussionen im Rahmen der Studie zu „Wirkung der Maßnahmen der Bundesregierung innerhalb der Zielarchitektur zum Umbau der Energieversorgung“ mit dem mit der Studie beauftragten Konsortium (Juli und November 2017). Zudem organisierte das BMWi im Oktober 2017 einen Work-

shop mit dem Normenkontrollrat zur Bestimmung der Kosten der Energiewende, bei der die Position der Expertenkommission dargelegt wurde. Unser Dank gilt allen Gesprächspartnern, insbesondere unseren Ansprechpartnern aus den Ministerien und den Bundesbehörden, für die konstruktive Zusammenarbeit.

5. Die während des Monitoring-Prozesses aufgeworfenen Fragen und angeregten Themen werden in der vorliegenden Stellungnahme aufgegriffen. Ein besonderer Schwerpunkt wird in diesem Jahr auf die EU Governance-Verordnung gelegt, die in der anstehenden Dekade bis 2030 maßgebliche Weichen für das nationale und europäische Monitoring der Energiewenden stellen wird. Besonderer Dank gilt in diesem Zusammenhang Matthias Duwe (Ecologic Institut) und Dr. Severin Fischer (ETH Zürich), die ihre Expertise zu den europäischen Prozessen in einem gemeinsamen Workshop mit der Expertenkommission einbrachten (März 2018). Mit Blick auf das Kapitel zu „Unternehmensgründungen“ bedanken wir uns bei Herrn Prof. Dr. Orestis Terzidis und seinem wissenschaftlichen Mitarbeiter Markus Lau. Auf Basis ihrer Arbeiten macht die Expertenkommission einen Vorschlag für die Weiterentwicklung des Monitorings von Startups in der Energiewirtschaft.

6. Weiterhin war der Vorsitzende der Expertenkommission Mitglied im „Forschungsforum Energiewende“ beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und im Kuratorium des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“ (ESYS) der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina, der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften und der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech. Derzeit prüft die Expertenkommission auch die Möglichkeiten eines internationalen Monitorings der Energiewenden in verschiedenen Ländern.

7. Die vorliegende Stellungnahme hätte die Expertenkommission nicht ohne den herausragenden Einsatz ihrer wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erstellen können. Ein ganz herzlicher Dank geht deshalb an Oliver Kaltenegger, Martin Baikowski, Laura Klockenbusch und Dr. Jörg Lings von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Lars Dittmar, Lisa Marina Koch und Dr. Fernando Oster vom Fachgebiet Energiesysteme der TU Berlin, Maike Schmidt und Dr. Tobias Buchmann vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart, sowie Andreas Prah vom Ecologic Institut, Berlin.

8. Fehler und Mängel dieser Stellungnahme gehen allein zu Lasten der Unterzeichner.

Berlin, Münster, Stuttgart, 27. Juni 2018

Georg Erdmann

Andreas Löschel

Frithjof Staiß

Hans-Joachim Ziesing

Zusammenfassung der Stellungnahme

Stellungnahme zum sechsten Monitoring-Bericht der Bundesregierung

Stand der Energiewende

1. Die Bundesregierung hat sich mit dem Energiekonzept vom September 2010 und dem Kernenergieausstieg vom August 2011 eine Langfriststrategie der Energiepolitik mit ambitionierten Zielsetzungen gegeben. Entsprechend wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl von wichtigen Vorhaben zur Energiewende verwirklicht. Dazu gehören etwa der Nationale Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE), die Förderung der Elektromobilität oder jüngst der Übergang zu Ausschreibungen bei der Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Energien oder die Weiterentwicklung des Strommarktdesigns. Im Koalitionsvertrag werden die zentralen Handlungsfelder angesprochen, wenn auch abstrakt und weitgehend ohne konkrete Maßnahmen.
2. Zur Dokumentation der Umsetzung des Energiekonzepts sowie der dabei erzielten Fortschritte veröffentlicht die Bundesregierung im Spätherbst eines jeden Jahres einen faktenbasierten Monitoring-Bericht und zudem alle drei Jahre einen Fortschrittsbericht mit einer vertieften Analyse der Entwicklungen und Maßnahmen. Seit dem Jahr 2011 steht der Bundesregierung in diesem Prozess eine unabhängige Kommission aus vier Energieexperten beratend zur Seite. Die Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ legt jährliche Stellungnahmen zum Fortschritt der Energiewende vor, die den Monitoring-Berichten der Bundesregierung zur Energiewende beigelegt und dem Kabinett sowie dem Bundestag zugeleitet werden.
3. Der sechste Monitoring-Bericht der Bundesregierung wird wegen der zeitaufwendigen Regierungsbildung mit zeitlichem Versatz vorgelegt. Allerdings hat die Expertenkommission im Herbst 2017 einen Kurzkomentar zu Stand und wichtigen Handlungsfeldern der Energiewende veröffentlicht (EWK, 2017). Der nun vorliegende sechste Monitoring-Bericht der Bundesregierung und diese Stellungnahme beziehen sich noch auf das Berichtsjahr 2016, auch wenn bereits viele Fakten für das Berichtsjahr 2017 verfügbar sind. Ein Fortschrittsbericht sollte entsprechend rasch diese Lücke schließen und eine mit zieladäquaten, realisierbaren Maßnahmen unterlegte Perspektive für die Energiewende formulieren. Der vorliegende Monitoring-Bericht der Bundesregierung gibt eine realistische Einschätzung zu den Erfolgen, aber auch zu den Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Energiewende. Nun sollte zeitnah eine tiefergehende Ursachenanalyse zu absehbaren Verfehlungen einzelner Energiewendeziele erstellt und – darauf aufbauend – Maßnahmen gegen diese Zielverfehlungen vorgeschlagen werden. So werden die Strategien des Energiekonzepts konsequent zu Ende gedacht.
4. Der aktuelle, faktenbasierte Überblick zum Stand der Umsetzung der Energiewende zeigt, dass in einigen Bereichen ein erheblicher Handlungsbedarf zur Erreichung der Energiewendeziele besteht. Die Energiewende in Deutschland kommt nicht auf allen Feldern wie gewünscht voran. Zwar ist der Ausstieg aus der Kernenergie auf einem guten Weg, das Oberziel der Energiewende, die Minderung der Treibhausgase, wird aber bis zum Jahr 2020 wohl deutlich verfehlt werden. Auf diese zu erwartende Lücke hat die Expertenkommission bereits seit mehreren Jahren hingewiesen. In diesem Zusammenhang sind zwei Aktivitäten der Bundesregierung aus Sicht der Expertenkommission positiv hervorzuheben: So wird im Koalitionsvertrag zum einen ein Klimaschutzgesetz angekündigt, in dem nun rasch ein mit dem Pariser Klimaabkommen konformer langfristiger Zielkorridor definiert werden sollte. Zum anderen beschäftigt sich die Bundesregierung jetzt konkret mit den Perspektiven zur Beendigung der Kohleverstromung und hat zu diesem Zweck die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ berufen.

5. Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist weiterhin auf einem guten Weg, insbesondere getrieben durch die Entwicklungsdynamik der erneuerbaren Stromerzeugung. Guten Fortschritten bei den erneuerbaren Energien stehen jedoch erhebliche Defizite bei der Steigerung der Energieeffizienz gegenüber. Insbesondere die Entwicklungen im Verkehrssektor gehen in die falsche Richtung sowohl für den Endenergieverbrauch als auch bei den Treibhausgasemissionen.
6. Bei den qualitativen Dimensionen des Energiekonzepts der Bundesregierung ergibt sich ebenfalls ein gemischtes Bild: Die Versorgungssicherheit erscheint unter Berücksichtigung von Stromimporten in den kommenden Jahren unkritisch. Der Netzausbau fällt aber in den letzten Jahren immer weiter hinter die gesetzten Ziele zurück. Die Preiswürdigkeit der Energiewende ist augenblicklich gegeben, was sich in einem erneut gesunkenen Anteil der Letztverbraucherausgaben für Elektrizität an der Wirtschaftsleistung äußert. Diese Entwicklung sollte aber weiter intensiv beobachtet werden, da die Stabilisierung der Gesamtausgaben wohl nur vorübergehend sein wird. Aus Sicht der Expertenkommission ist die so wichtige Akzeptanz der Energiewende nicht uneingeschränkt gegeben.
7. Die Einschätzungen der Expertenkommission unterscheiden sich in einigen Dimensionen von denen der Bundesregierung, insbesondere hinsichtlich der Entwicklung bei den Treibhausgasemissionen, der Endenergieproduktivität, der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch und (vor allem perspektivisch) bei der Versorgungssicherheit. Hier kommt die Expertenkommission zu einer skeptischeren Einschätzung als die Bundesregierung.

Die Energiewende-Ampel

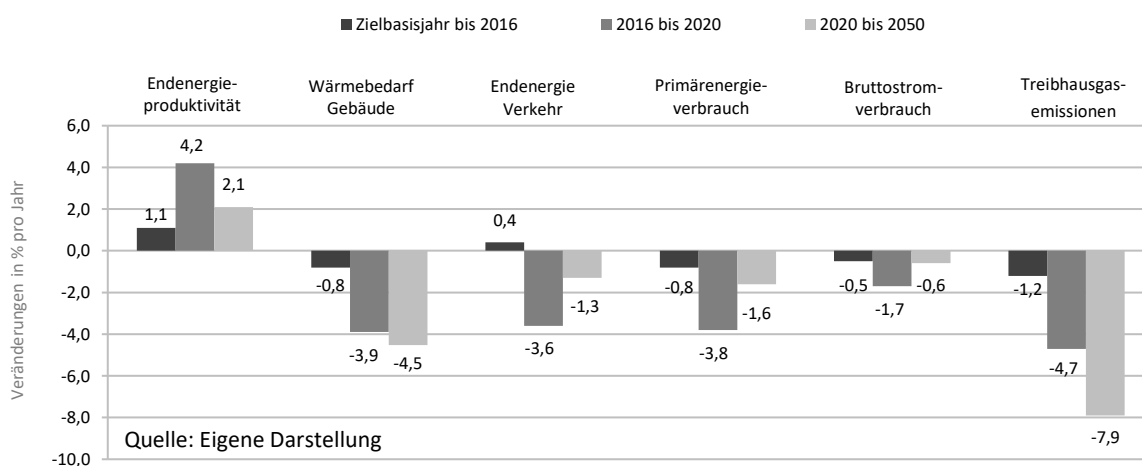
8. Die Expertenkommission nutzt für ihre Einschätzung eine Energiewende-Ampel. Diese liefert eine belastbare Darstellung mit Hilfe von sieben Leitindikatoren und diversen ergänzenden Indikatoren. Die Farben dieser Ampel geben an, ob die Zielerreichung zum Jahr 2020 – bzw. zum Jahr 2022 im Fall des Ausstiegs aus der Kernenergie – wahrscheinlich (grün) oder unwahrscheinlich (rot) ist. In gelber Farbe werden Indikatoren für Ziele gekennzeichnet, deren Erreichbarkeit aus heutiger Sicht nicht sichergestellt ist (vgl. Tabelle 1 für eine Gesamtchau für alle Indikatoren sowie Tabelle 2 für eine Detailbetrachtung je Indikator).
9. Bei der Zuordnung zu den drei Kategorien verwendet die Expertenkommission das statistische Konzept von Prognoseintervallen. Liegt der politisch gesetzte Zielwert für das Jahr 2020 innerhalb des jeweiligen Prognoseintervalls, so ist eine Zielerreichung bei Trendfortschreibung zumindest aus statistischer Sicht wahrscheinlich. Bei einer zu erwartenden Zielübererfüllung bzw. Zielverfehlung liegen die Werte entsprechend außerhalb des Intervalls. Kürzlich implementierte bzw. wirksame Maßnahmen, die sich noch nicht in den Vergangenheitsdaten widerspiegeln, werden durch Experteneinschätzungen berücksichtigt, sofern noch keine quantitativen belastbaren Wirkungsanalysen verfügbar sind. Damit kombiniert die Energiewende-Ampel die Stärken einer objektiven, statistisch-faktenbasierten Methode mit der Expertise der Expertenkommission.
10. Das Klimaschutzziel für das Jahr 2020 dürfte aller Voraussicht nach deutlich verfehlt werden. Die Expertenkommission weist diesbezüglich schon seit Jahren auf die Gefahr einer beträchtlichen Zielverfehlung hin. Nun wird dies auch von der Bundesregierung eingeräumt: Sowohl der sechste Monitoring-Bericht als auch der Klimaschutzbericht 2017 der Bundesregierung gehen davon aus, dass die Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 (ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen) nur etwa 32 % betragen wird. Auch die Erreichung des Ziels für 2030 ist mit der jetzigen Dynamik nicht möglich, denn von 2017 bis 2030 müssten die jährlichen Treibhausgasemissionen dreimal stärker gesenkt werden als in den Jahren von 2000 bis 2017.

11. Im Bereich der erneuerbaren Energien ist die erneuerbare Stromerzeugung der zentrale Treiber der Entwicklungen. Die Anteile der erneuerbaren Energien in den verschiedenen Sektoren entwickeln sich aber sehr unterschiedlich. Selbst bei den Ausschreibungen für die erneuerbare Stromerzeugung wird nicht in allen Sparten die angestrebte Wettbewerbsintensität erzielt werden können. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der im Koalitionsvertrag angekündigten Sonderausschreibungen für Photovoltaikanlagen und Windenergie an Land zu beachten. Auch der diskutierte Verzicht auf ein Fördersystem ist nur mit umfangreichen Änderungen im Strommarktdesign und entsprechenden flankierenden Regelungen wie etwa einer CO₂-Bepreisung von fossilen Brennstoffen denkbar.

12. Den zumeist positiven Trends im Bereich erneuerbarer Energien steht eine unbefriedigende Entwicklung bei der Energieeffizienz gegenüber. Zwar steigt sowohl der Anteil Erneuerbarer am Bruttoendenergieverbrauch als auch der Anteil Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch zielkonform an, die Erhöhung der Endenergieproduktivität gelingt aber nicht im vorgesehenen Rahmen und die Reduktion des Primärenergieverbrauchs bleibt hinter den Erwartungen zurück. Die Energieproduktivität müsste um den Faktor 4 gesteigert werden, um noch bis 2020 auf den Zielwert des Energiekonzepts zu gelangen. Um signifikante Ergebnisse bei der Energieeffizienz und der Gebäudesanierung zu erzielen, ist hier rasch das nach wie vor große unausgeschöpfte Potential zu adressieren.

13. Der Verkehrsbereich verfehlt die Energiewendeziele sowohl bezüglich der Steigerung des Anteils Erneuerbarer als auch bezüglich der Minderung des Endenergieverbrauchs deutlich. Der Endenergieverbrauch des Verkehrs ist zum vierten Mal in Folge angestiegen, im Jahr 2016 um fast 3 % gegenüber dem Vorjahr. Mittlerweile umfasst die Ziellücke zum 2020er Ziel rechnerisch etwa den Jahresverbrauch von 10 bis 11 Mio. Pkw in Deutschland. Der Reduktionsbedarf bis zum Jahr 2030 beträgt knapp 70 Mio. t CO₂-Äquivalente bzw. ca. 41 %. Die Emissionen des motorisierten Individualverkehrs nehmen aber wegen der steigenden Zahl an Fahrzeugen und damit verbunden der steigenden Gesamtfahrleistung stetig zu, während der durchschnittliche spezifische Energieverbrauch und damit auch die durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen im Pkw-Bestand seit Jahren stagnieren. Die angestrebten Maßnahmen bleiben im Koalitionsvertrag allerdings sehr unspezifisch. Abbildung 1 fasst die aktuellen Trends und notwendige Veränderungen zur Zielerreichung für einzelne Ziele der Energiewende zusammen.

Abbildung 1: Aktuelle und perspektivisch notwendige Veränderungen bei einzelnen Energiewendezielen



























14. Während die Bundesregierung die Stromversorgung als rundum sicher betrachtet, sieht die Expertenkommission bei der Versorgungssicherheit durchaus Probleme. Zwar sind nach wie vor nur sehr geringe Versorgungsausfälle zu verzeichnen, jedoch zeigen sich große Defizite beim Ausbau der Stromnetze. Die EnLAG-Projekte liegen mit ca. 750 fertiggestellten Kilometern nach dem ersten Quartal 2018 rund 840 Kilometer hinter dem ursprünglichen Zielpfad zurück. Bei den Ausbauvorhaben des BBPIG ist der Rückstand noch deutlicher. Waren für Ende 2017 ursprünglich 1.435 fertiggestellte Leitungskilometer geplant, so sind nach dem ersten Quartal 2018 erst 150 Kilometer fertiggestellt worden. Noch können die kritischen Netzsituationen durch kostenintensive Systemdienstleistungen behoben werden. Ohne ein entschlosseneres Vorankommen beim Netzausbau gefährdet die Bundesregierung aber die Ziele beim Ausbau erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen und riskiert perspektivisch versorgungskritische Situationen.

15. Bei den Gesamtausgaben für die Energiewende ist ein Rückgang des Anteils der Letztverbraucher Ausgaben für Elektrizität am BIP von 2,3 % im Jahr 2015 auf 2,2 % im Jahr 2016 zu verzeichnen. Steigerungen in den Bereichen der staatlich induzierten (EEG-Umlage etc.) sowie regulierten Elemente (Netzentgelte) stehen einem Rückgang der marktlich getriebenen Elemente gegenüber und führen insgesamt zu einem leichten Rückgang der Ausgaben um knapp 1 Mrd. Euro im Jahr 2016. Eine Reform der Entgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen auf Energie ist notwendig, aber schwierig. Das Preissystem für Energie bedarf einer klareren Zielausrichtung auf die ursächliche Größe des Klimawandels, die Treibhausgasemissionen, lässt derzeit große Potentiale bei der Kosteneffizienz ungenützt, läuft der wichtigen Idee der Sektorkopplung zuwider und führt zu verzerrten bzw. überlagerten Preissignalen. Ein schlankes Energiepreissystem würde möglichst alle Treibhausgas-Emissionsquellen mit einem weitgehend einheitlichen Preis pro emittierter Tonne CO₂ belegen und würde komplementäre Instrumente (lediglich) bei weiteren Marktunvollkommenheiten vorsehen.

16. Die zusammenfassende Gesamteinschätzung der Expertenkommission zum Stand der Energiewende für die Zielerreichung 2020/2022 findet sich in Tabelle 1. Tabelle 2 gibt eine detaillierte Betrachtung der Entwicklungen der einzelnen Indikatoren.

Tabelle 1: Zusammenfassende Gesamteinschätzung der Expertenkommission zum Stand der Energiewende zur Zielerreichung 2020/2022

Dimension	Indikator	
Klimaschutz	Reduktion der Treibhausgasemissionen (Leitindikator bzw. Oberziel)	
Kernenergieausstieg	Kernkraftwerke in Leistungsbetrieb (Leitindikator bzw. Oberziel)	
Erneuerbare Energien	Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Bruttoendenergieverbrauch (Leitindikator)	
	Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch	
	Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Wärmeverbrauch	
	Erhöhung des Anteils Erneuerbarer im Verkehr	
Energieeffizienz	Reduktion des Primärenergieverbrauchs (Leitindikator)	
	Endenergieproduktivität	
	Reduktion des Wärmebedarfs im Gebäudesektor	
	Reduktion des Endenergieverbrauchs im Verkehr	
Versorgungssicherheit	Ausbau der Übertragungsnetze (Leitindikator)	
	Redispatchmaßnahmen	
	System Average Interruption Duration Index – SAIDI Strom und SAIDI Gas	
Preiswürdigkeit	Letztverbraucherausgaben für Elektrizität am Bruttoinlandsprodukt (Leitindikator)	
	Letztverbraucherausgaben für Wärmedienstleistungen	
	Letztverbraucherausgaben im Straßenverkehr	
	Elektrizitätsstückkosten der Industrie im internationalen Vergleich	
	Energiekostenbelastung der Haushalte	
Akzeptanz	Generelle Zustimmung zu den Zielen der Energiewende (Leitindikator)	
	Zustimmung hinsichtlich der Umsetzung der Energiewende	
	Zustimmung auf Grundlage persönlicher Betroffenheit	
Zielerfüllung:  wahrscheinlich  nicht sichergestellt  unwahrscheinlich		

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 2: Detaillierte Betrachtung der einzelnen Indikatoren

Klima- schutz	<p>Reduktion der Treibhausgasemissionen (Leitindikator bzw. Oberziel) ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Die gesamten ausgestoßenen Treibhausgasemissionen [Megatonnen (Mt) CO₂-Äquivalente] <u>Zielsetzung:</u> Reduktion der Treibhausgasemissionen um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 bis 2020 und um mindestens 55 Prozent bis 2030 [Energiekonzept 2010] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2017:</u> 905 Megatonnen CO₂-Äquivalente</p>	
	<p>Kernkraftwerke in Leistungsbetrieb (Leitindikator bzw. Oberziel) ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Anzahl der Kernkraftwerke in Leistungsbetrieb [Anzahl der Anlagen] <u>Zielsetzung:</u> Spätestens mit Ablauf des 31.12.2017: 7 Anlagen; 31.12.2019: 6 Anlagen; 31.12.2021: 3 Anlagen; 31.12.2022: 0 Anlagen [Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (13. AtGÄndG) 2011] <u>Beurteilungskriterien:</u> Experteneinschätzung <u>Status quo 2017:</u> 7 Anlagen</p>	
Erneuer- bare Energien	<p>Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Bruttoendenergieverbrauch (Leitindikator) ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch inkl. Eigenverbrauch für Strom- und Wärmeerzeugung sowie Transport- und Leitungsverluste (sogenannter Bruttoendenergieverbrauch) [Prozent] <u>Zielsetzung:</u> Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch auf 18 Prozent bis 2020 und 30 Prozent bis 2030 [Energiekonzept 2010] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2016:</u> 14,8 Prozent <u>Hinweis:</u> Ampelfarbe „grün“ verlangt Übererfüllung bei „Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch“</p>	
	<p>Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung einschließlich Stromaustauschsaldo mit dem Ausland (sogenannter Bruttostromverbrauch) [Prozent] <u>Zielsetzung:</u> Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch auf mindestens 35 Prozent bis 2020 und auf mindestens 50 Prozent bis 2030 [Energiekonzept 2010] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2017:</u> 36,2 Prozent</p>	

Fortsetzung

Erneuerbare Energien	<p>Erhöhung des Anteils Erneuerbarer am Wärmeverbrauch ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte [Prozent] <u>Zielsetzung:</u> Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch auf 14 Prozent bis 2020 [Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG) 2008] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2017:</u> 12,9 Prozent <u>Hinweis:</u> Ampelfarbe „gelb“, da es 2014-2017 keinen und 2012-2017 lediglich Anstieg um 0,3 Prozentpunkte gab</p>	
	<p>Erhöhung des Anteils Erneuerbarer im Verkehr ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor [Prozent] <u>Zielsetzung:</u> Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich auf 10 Prozent bis 2020 [EU-Richtlinie 2009/28/EG] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2017:</u> 5,2 Prozent</p>	
Energieeffizienz	<p>Reduktion des Primärenergieverbrauchs (Leitindikator) ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Primärenergieverbrauch [Petajoule] <u>Zielsetzung:</u> Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 20 Prozent gegenüber 2008 bis 2020 [Energiekonzept 2010] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2017:</u> 13.550 Petajoule</p>	
	<p>Endenergieproduktivität ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Durchschnittliche Endenergieproduktivität pro Jahr im Zeitraum 2008 bis zum aktuellen Berichtsjahr definiert als reales Bruttoinlandsprodukt dividiert durch Endenergieverbrauch [Euro / Gigajoule] <u>Zielsetzung:</u> Durchschnittliche Endenergieproduktivität von 2,1 Prozent pro Jahr im Zeitraum 2008-2050 [Energiekonzept 2010] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2016:</u> 312 Euro / Gigajoule</p>	

Fortsetzung

Energieeffizienz	<p>Reduktion des Wärmebedarfs im Gebäudesektor ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser, Raumkühlung und Beleuchtung in den Sektoren Industrie, GHD und Haushalte [Petajoule] <u>Zielsetzung:</u> Reduktion des Wärmebedarfs im Gebäudesektor um 20 Prozent gegenüber 2008 bis 2020 [Energiekonzept 2010] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2016:</u> 3.341 Petajoule (temperaturbereinigt)</p>	
	<p>Reduktion des Endenergieverbrauchs im Verkehr ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Endenergieverbrauch im Verkehrssektor [Petajoule] <u>Zielsetzung:</u> Reduktion des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor um 10 Prozent gegenüber 2005 bis 2020 [Energiekonzept 2010] <u>Beurteilungskriterien:</u> Prognoseintervalle und Experteneinschätzung <u>Status quo 2016:</u> 2.696 Petajoule</p>	
Versorgungssicherheit	<p>Ausbau der Übertragungsnetze (Leitindikator) ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Abweichung zwischen Plan und Ist beim Übertragungsnetzausbau [Kilometer] <u>Aussage:</u> Die Abweichung ist ein Maß für die netzseitige Versorgungssicherheit, wobei zunehmende Abweichungen eine (zukünftige) Gefährdung der Versorgungssicherheit andeuten <u>Beurteilungskriterien:</u> Experteneinschätzung <u>Status quo 2018:</u> 1.590 Kilometer (Plan), 750 Kilometer (Ist), 840 Kilometer (Abweichung) <u>Hinweis:</u> Ampelfarbe „rot“ ergibt sich aus der Einschätzung der weiteren zukünftigen Verzögerungen bei steigendem EE-Ziel</p>	
	<p>Redispatchmaßnahmen ●</p> <p><u>Messgröße:</u> Summe der Dauer von marktbasierter Eingriffen in den Stromerzeugungsfahrplan [Stunden] <u>Aussage:</u> Die Unzulänglichkeiten der Netzinfrastruktur spiegeln sich in der Gesamtdauer der Eingriffe wider <u>Beurteilungskriterien:</u> Experteneinschätzung <u>Status quo 2016:</u> 13.339 Stunden</p>	

Fortsetzung

Ver-sor-gungs-sicher-heit	System Average Interruption Duration Index – SAIDI Strom und SAIDI Gas ●																																															
	<p><u>Messgröße:</u> Ausfall der Stromversorgung und Gasversorgung pro Jahr und Kunden [Minuten]</p> <p><u>Aussage:</u> SAIDI Strom ist ein Maß für die Stromversorgungssicherheit, SAIDI Gas für die Gasversorgungssicherheit; SAIDI Strom und SAIDI Gas berücksichtigen weder geplante Unterbrechungen noch Unterbrechungen aufgrund höherer Gewalt; SAIDI Strom misst lediglich Ausfälle, die länger als 3 Minuten dauern, SAIDI Gas erhebt alle Gasversorgungsunterbrechungen vollständig</p> <p><u>Beurteilungskriterien:</u> Experteneinschätzung</p> <p><u>Status quo 2016:</u> 12,8 Minuten für Strom und 1,0 Minuten für Gas</p>		<table border="1"> <caption>SAIDI Strom und SAIDI Gas (Minuten)</caption> <thead> <tr> <th>Jahr</th> <th>SAIDI Strom</th> <th>SAIDI Gas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>08</td><td>15</td><td>1</td></tr> <tr><td>10</td><td>14</td><td>1</td></tr> <tr><td>12</td><td>15</td><td>1</td></tr> <tr><td>14</td><td>12</td><td>1</td></tr> <tr><td>16</td><td>13</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Jahr	SAIDI Strom	SAIDI Gas	08	15	1	10	14	1	12	15	1	14	12	1	16	13	1																											
Jahr	SAIDI Strom	SAIDI Gas																																														
08	15	1																																														
10	14	1																																														
12	15	1																																														
14	12	1																																														
16	13	1																																														
Preis-wür-dig-keit	Letztverbraucherausgaben für Elektrizität am Bruttoinlandsprodukt (Leitindikator) ●																																															
	<p><u>Messgrößen der Preiswürdigkeit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> (Aggregierte) Letztverbraucherausgaben für Elektrizität (bzw. für Wärmedienstleistungen und Kraftstoffe im Straßenverkehr) dividiert durch Bruttoinlandsprodukt [Prozent] Elektrizitätsstückkosten der Industrie definiert als Kosten für Elektrizität dividiert durch Wertschöpfung [Prozent] <p><u>Aussage:</u> Die Indikatoren messen die Belastung durch Energiekosten</p> <p><u>Beurteilungskriterien:</u> Experteneinschätzung</p> <p><u>Status quo 2016:</u> 2,2 Prozent (Letztverbraucherausgaben für Elektrizität am Bruttoinlandsprodukt)</p>		<table border="1"> <caption>Letztverbraucherausgaben für Elektrizität am BIP</caption> <thead> <tr> <th>Jahr</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>00</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>04</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>08</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>12</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>16</td><td>2.2</td></tr> </tbody> </table>	Jahr	Prozent	00	1.8	04	2.0	08	2.2	12	2.3	16	2.2																																	
	Jahr	Prozent																																														
	00	1.8																																														
	04	2.0																																														
08	2.2																																															
12	2.3																																															
16	2.2																																															
Letztverbraucher-ausgaben für Wär-medienstleistungen ●	Letztverbraucher-ausgaben im Straßenverkehr ●	Elektrizitäts-stückkosten der Industrie im in-tern. Vergleich ●																																														
<table border="1"> <caption>Letztverbraucherausgaben für Wärmedienstleistungen am BIP</caption> <thead> <tr> <th>Jahr</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>12</td><td>3.3</td></tr> <tr><td>13</td><td>3.4</td></tr> <tr><td>14</td><td>3.3</td></tr> <tr><td>15</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>16</td><td>3.1</td></tr> </tbody> </table>	Jahr	Prozent	11	3.2	12	3.3	13	3.4	14	3.3	15	3.2	16	3.1	<table border="1"> <caption>Letztverbraucherausgaben im Straßenverkehr am BIP</caption> <thead> <tr> <th>Jahr</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>12</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>13</td><td>2.9</td></tr> <tr><td>14</td><td>2.8</td></tr> <tr><td>15</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>16</td><td>2.6</td></tr> </tbody> </table>	Jahr	Prozent	11	3.0	12	3.0	13	2.9	14	2.8	15	2.7	16	2.6	<table border="1"> <caption>Elektrizitätsstückkosten der Industrie</caption> <thead> <tr> <th>Jahr</th> <th>Deutschland</th> <th>EU</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>00</td><td>2.5</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>04</td><td>3.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>08</td><td>4.0</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>12</td><td>4.5</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>16</td><td>4.5</td><td>4.5</td></tr> </tbody> </table>	Jahr	Deutschland	EU	00	2.5	3.5	04	3.0	4.0	08	4.0	4.5	12	4.5	4.5	16	4.5	4.5
Jahr	Prozent																																															
11	3.2																																															
12	3.3																																															
13	3.4																																															
14	3.3																																															
15	3.2																																															
16	3.1																																															
Jahr	Prozent																																															
11	3.0																																															
12	3.0																																															
13	2.9																																															
14	2.8																																															
15	2.7																																															
16	2.6																																															
Jahr	Deutschland	EU																																														
00	2.5	3.5																																														
04	3.0	4.0																																														
08	4.0	4.5																																														
12	4.5	4.5																																														
16	4.5	4.5																																														
Energiekostenbelastung der Haushalte ●																																																
<p><u>Messgröße:</u> Anteil der Energieausgaben privater Haushalte (ohne Kraftstoffe) an ihren gesamten Konsumausgaben [Prozent]</p> <p><u>Aussage:</u> Der Indikator zeigt die Energiekostenbelastung der Haushalte und macht besonders auf potentielle soziale Auswirkungen der Energiewende aufmerksam; er stellt die Energiekostenbelastung armer Haushalte der Belastung durchschnittlicher Haushalte gegenüber</p> <p><u>Beurteilungskriterien:</u> Experteneinschätzung</p> <p><u>Status quo 2016:</u> 8,0 Prozent (arme Haushalte) und 5,6 Prozent (durchschnittlicher Haushalt)</p>		<table border="1"> <caption>Energiekostenbelastung der Haushalte</caption> <thead> <tr> <th>Jahr</th> <th>Monatliches Haushaltseinkommen von weniger als 900 Euro</th> <th>Durchschnittlicher Haushalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>00</td><td>8.5</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>04</td><td>8.0</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>08</td><td>9.0</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>12</td><td>8.5</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>16</td><td>8.0</td><td>5.5</td></tr> </tbody> </table>	Jahr	Monatliches Haushaltseinkommen von weniger als 900 Euro	Durchschnittlicher Haushalt	00	8.5	5.5	04	8.0	5.5	08	9.0	5.5	12	8.5	5.5	16	8.0	5.5																												
Jahr	Monatliches Haushaltseinkommen von weniger als 900 Euro	Durchschnittlicher Haushalt																																														
00	8.5	5.5																																														
04	8.0	5.5																																														
08	9.0	5.5																																														
12	8.5	5.5																																														
16	8.0	5.5																																														

Europäischer und internationaler Rahmen

17. Die Bundesregierung hat sich in ihrem Monitoring-Bericht intensiv mit der europäischen und internationalen Energie- und Klimapolitik auseinandergesetzt und diesen Teil ihres Berichts zum Zeichen seiner Bedeutung an den Anfang gestellt. Die EU-Energiepolitik wird derzeit dominiert von den Verhandlungen zu dem von der EU-Kommission im November 2016 vorgeschlagenen Legislativ-Paket „Saubere Energie für alle Europäer“. Auf Basis dieser Gesetzgebung soll im Zeitraum 2020 bis 2030 die EU-Klima- und -Energie-Zielarchitektur konkretisiert sowie die europäische Energieunion weiterentwickelt werden. Ein wesentlicher Bestandteil des Legislativ-Pakets ist die Verordnung zur Governance der Energieunion, die u. a. entscheidende Weichen für die Fortentwicklung des nationalen Energiewende-Monitorings stellt. Da die EU-Zielarchitektur für das Jahr 2030 keine verbindlichen nationalen Ziele im Bereich der erneuerbaren Energien und Energieeffizienz festlegt, entfällt aus Sicht der EU-Kommission das Instrument des Vertragsverletzungsverfahrens bei deren Nichteinhaltung. Vor diesem Hintergrund hat die EU-Kommission in der Governance-Verordnung einen innovativen Politikansatz zur Diskussion gestellt: Die Mitgliedsstaaten sollen regelmäßig mit Hilfe von integrierten nationalen Energie- und Klimaschutzplänen (NEKPs) bzw. Fortschrittsberichten ihre nationalen Energie- und Klimaziele sowie die vorgesehenen Strategien und Maßnahmen zu deren Erreichung beschreiben.

18. In diesem Zusammenhang unterstützt die Expertenkommission die Anstrengungen der Bundesregierung, die inhaltliche und zeitliche Harmonisierung der nationalen und europäischen Zielsetzungen und Berichtspflichten im Auge zu behalten, um ein gemeinsames Verständnis über Zieldefinitionen zu erreichen, den Bereich „Klima“ und „Energie“ besser zu vernetzen und Doppelarbeiten zu vermeiden. Da Deutschland relativ weitreichende Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien auf nationaler Ebene verfolgt, sollte die Bundesregierung auf ambitioniertere erneuerbare Ausbauziele auf EU-Ebene hinwirken. Andernfalls könnte der überproportionale Beitrag Deutschlands zu geringeren Anstrengungen bei den europäischen Nachbarn führen. Ferner sollte eine inhaltliche Anpassung der Indikatoren für das Energiewende-Monitoring an die EU-Vorgaben erfolgen. Die europäischen Berichtspflichten verlangen hier teilweise nach neuen Indikatoren, die auch im nationalen Monitoring mitgeführt werden sollten. Schließlich empfiehlt es sich, auch den europäischen Monitoring-Prozess unabhängig und von wissenschaftlicher Seite begleiten zu lassen. Die Beauftragung einer Expertenkommission nach dem deutschen, französischen oder britischen Vorbild ist einer der denkbaren Ansätze.

19. Zweifelsfrei könnte Deutschland von einem internationalen Monitoring-Prozess profitieren. Je nach herangezogener Indikatorik schneiden andere Länder bei der Umsetzung der Energiewende teilweise besser als Deutschland ab. Es erscheint also durchaus angebracht, die Energie- und Klimapolitik des Auslands systematischer als bisher zu beobachten und, wo angebracht, erfolgreiche Elemente zu übernehmen. Tatsächlich werden die Vorzüge eines solchen Prozesses zunehmend von dritter Seite wahrgenommen, etwa im „Aktionsplan der G20 von Hamburg zu Klima und Energie für Wachstum“. Trotz der großen Heterogenität zwischen den Ländern hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, Ambitionen und Monitoring-Ansätze würde ein wissenschaftlich fundiertes Monitoring allen Partnern nützen, wenn es auf den Kernelementen „Informieren“, „Monitoren“, „Evaluieren“ sowie „Austauschen und voneinander lernen“ fußt.

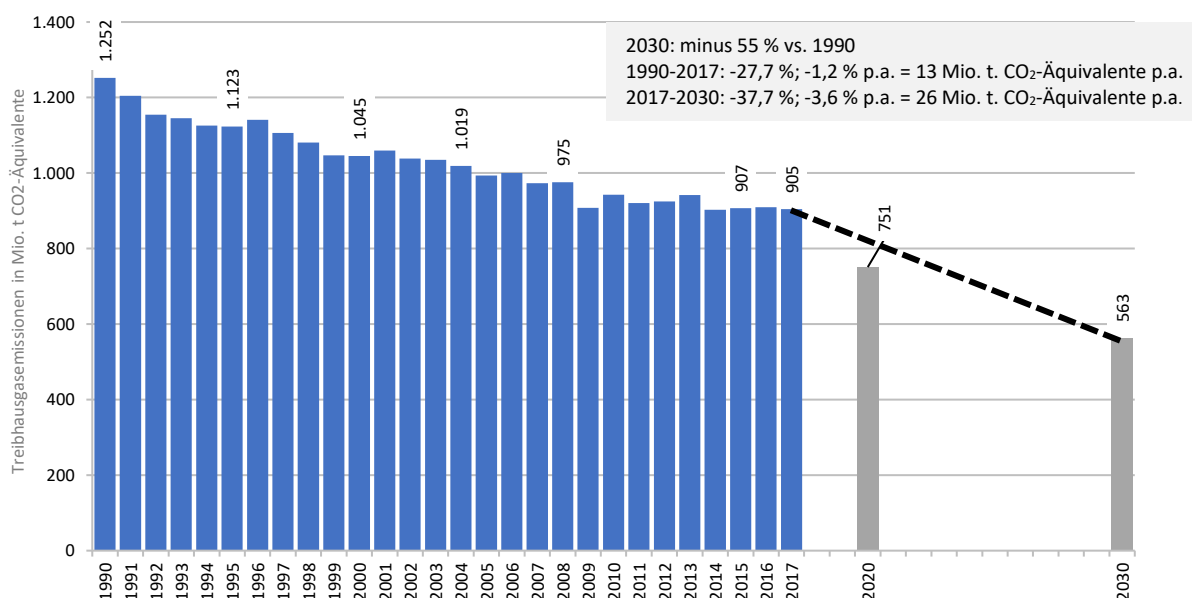
20. Positiv wertet die Expertenkommission die Reform des Europäischen Emissionshandelssystems (ETS). In vergangenen Stellungnahmen wies die Expertenkommission bereits darauf hin, dass Mechanismen geschaffen werden sollten, wonach zusätzliche nationale Emissionsreduktionen auch in Europa insgesamt zu echtem Klimaschutz führen sollten. Durch diese Reform gibt es gleich zwei Mechanismen, die einen Überschuss an Zertifikaten im ETS reduzieren helfen: die Marktstabilitätsreserve und die Möglichkeit der Zertifikatslöschung durch Mitglied-

staaten bei Stilllegung von Anlagen, wie Kraftwerken, die dem ETS unterliegen. Zugleich muss die Bundesregierung sicherstellen, dass durch entsprechende Maßnahmen die Minderungsziele für die Nicht-ETS-Sektoren gemäß der Lastenteilungsvereinbarungen für 2020 mit 14 % und für 2030 mit 38 % erreicht werden können.

Treibhausgasemissionen

21. Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen befindet sich schon seit einiger Zeit nicht mehr auf dem Zielpfad (vgl. Abbildung 2). Während die Treibhausgasemissionen im Jahresdurchschnitt von 1990 bis 2000 noch um 1,7 % und von 2000 bis 2010 um rund 1,0 % sanken, gingen sie von 2010 bis 2016 nur noch um 0,6 % pro Jahr zurück; in den Jahren 2015 und 2016 stiegen sie sogar wieder. Nach vorläufigen Schätzungen fiel der Rückgang im Jahr 2017 mit 0,6 % erneut viel zu niedrig aus.

Abbildung 2: Treibhausgasemissionen in Deutschland von 1990 bis zum Reduktionsziel für 2030



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von UBA (2018b) und BMWi/BMU (2010)

22. Die Expertenkommission weist schon seit Jahren auf die Gefahr einer beträchtlichen Zielverfehlung für das Jahr 2020 hin. Die Ursachen für die absehbare Zielverfehlung sind vielfältig: Offenkundig blieben die Wirkungen der von der Bundesregierung beschlossenen zahlreichen Maßnahmen begrenzt und manche vielversprechenden Instrumente ließen sich nicht durchsetzen. Auch fehlt bis heute ein umfassendes Konzept zur Kompensation der mit dem Kernenergieausstieg verbundenen zusätzlichen CO₂-Emissionen. Außerdem erschweren exogene Gründe die notwendige Emissionsminderung, die teilweise auch im sechsten Monitoring-Bericht der Bundesregierung angesprochen werden: Die niedrigen Energie- und Zertifikatspreise für CO₂ bieten kaum Anreize für emissionsenkende Maßnahmen. Die expansivere wirtschaftliche und demographische Entwicklung wirken sich, anders als noch im Energiekonzept aus dem Jahr 2010 erwartet, erhöhend auf den Energieverbrauch und

die Treibhausgasemissionen aus. Auch belastet der im Jahr 2016 auf mehr als 50 Mrd. kWh gestiegene Stromexportsaldo die deutsche Klimabilanz.

23. Im Rahmen der jetzt anstehenden Entwicklung einer konkreten Strategie für den Zielhorizont 2030 sollte die Bundesregierung auch eine Vorstellung darüber entwickeln, wie sich die verschiedenen Ursachen für Zielverfehlungen künftig eliminieren oder kompensieren lassen. Schon wegen der Zielverfehlungen 2020 sind die Herausforderungen erheblich, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 % auf ein dann zulässiges Emissionsniveau von nur noch 563 Mio. t CO₂-Äquivalente zu senken. Von 2017 bis 2030 müssten die jährlichen Treibhausgasemissionen mit rund 26 Mio. t CO₂-Äquivalente dreimal stärker reduziert werden als in den Jahren von 2000 bis 2017 (rund 8 Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr). Das erfordert Reduktionszahlen, die in der Vergangenheit lediglich Anfang der 1990er-Jahre mit dem Zusammenbruch der DDR-Wirtschaft und im Zusammenhang mit der Finanzmarktkrise 2008/2009 erreicht wurden.

24. Angesichts der bisher nur begrenzten Effekte auf die Emissionsminderung hält die Expertenkommission eine Überprüfung des derzeitigen Maßnahmendesigns für notwendig, insbesondere mit Blick auf die Vielzahl kleinteiliger Maßnahmen. In diesem Zusammenhang steht der Vorschlag einer generellen Emissionsbepreisung, auch im Hinblick auf die Finanzierungsaspekte bestehender oder neuer Förderprogramme (vgl. Kapitel 10).

25. Insbesondere zwei von der Bundesregierung angestoßene Aktivitäten sind aus Sicht der Expertenkommission aber positiv hervorzuheben: Im Koalitionsvertrag wird ein Klimaschutzgesetz angekündigt. Das Gesetz sollte sich an den langfristigen Zielen des Pariser Klimaabkommens orientieren, wonach der Temperaturanstieg dauerhaft auf unter 2 Grad begrenzt und die weltweiten Treibhausgasemissionen in der zweiten Jahrhunderthälfte netto auf null sinken müssen. Bisher mangelt es an einer Präzisierung der konkreten Inhalte eines Klimaschutzgesetzes. Aus Sicht der Expertenkommission ist die gesetzliche Fixierung der Klimaziele gegenüber der bisher nur regierungsinternen Festlegung schon deshalb wichtig, weil es eine größere Bindungswirkung auch für andere Politikbereiche und Planungsprozesse entfaltet. Eine umfassende gesetzliche Regelung mit der Einrichtung wirkungsvoller Institutionen und der Etablierung von Sanktionsmechanismen könnte die Voraussetzungen dafür verbessern, die mittelfristigen Ziele für 2030 tatsächlich zu erreichen.

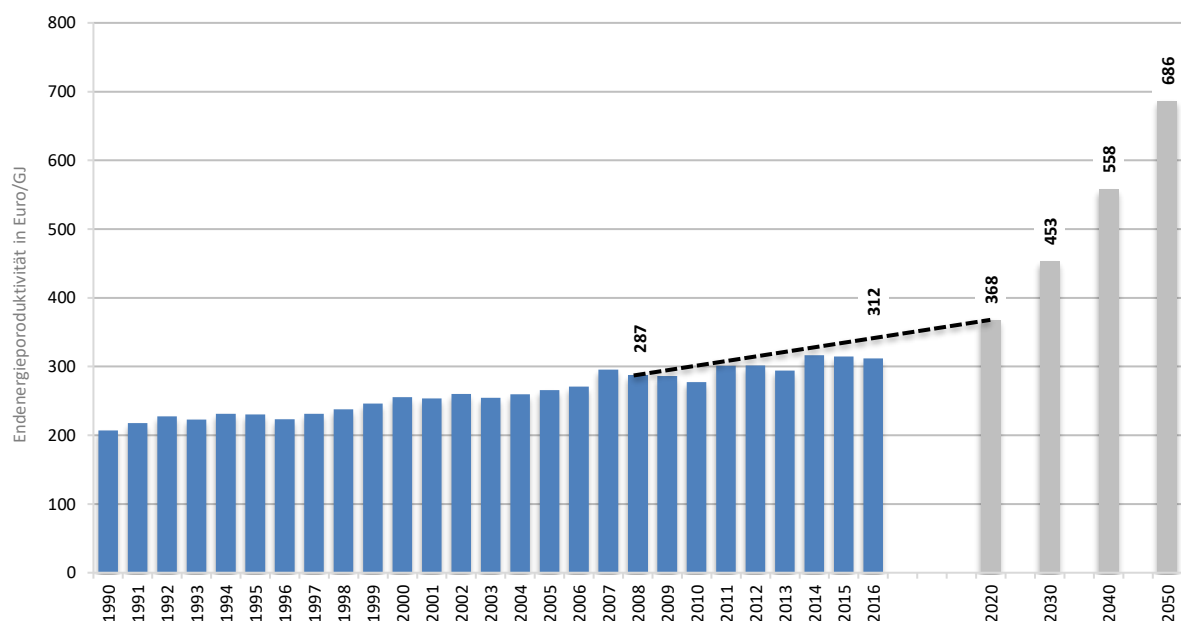
26. Zum Zweiten beschäftigt sich die Bundesregierung jetzt konkret mit den Perspektiven zur Beendigung der Kohleverstromung und hat zu diesem Zweck die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ berufen. Der Kommission ist Erfolg zu wünschen, auch um die Akzeptanz der notwendigen Maßnahmen zu gewährleisten. Dies gilt ebenso für die vorgesehenen Kommissionen für den Verkehrs- und Gebäudebereich.

Energieeffizienz

27. In den bisherigen fünf Monitoring-Berichten der Bundesregierung sowie in den Kommentierungen der Expertenkommission wurden die zu geringen Fortschritte bei der Entwicklung der Energieeffizienz regelmäßig beklagt und Anreize für mehr Energieeffizienz gefordert. Der nunmehr vorliegende sechste Monitoring-Bericht ändert erneut nichts an diesen Aussagen. Das Ziel einer Steigerung der Endenergieproduktivität um jahresdurchschnittlich 2,1 % auf Basis des Jahres 2008 ist seither deutlich verfehlt worden. So nahm sie im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2016 lediglich um rund 1 % zu, im Jahr 2016 ist sie sogar im Vergleich zum Vorjahr um 0,9 % gesunken. Abbildung 3 zeigt die Lücke zwischen der Zielgeraden von 2008 (Zielbasisjahr) bis 2020 und den tatsächlich erreichten Werten der Endenergieproduktivität von 2008 bis 2016, die sich seit 2014 noch deutlich vergrößert hat.

28. Um noch bis 2020 auf den Zielpfad zu gelangen, müsste die Endenergieproduktivität um den Faktor 4 gesteigert werden. Eine derartige Entwicklung ist aus Sicht der Expertenkommission kaum denkbar, zumal bisher nur bei den privaten Haushalten eine leicht rückläufige Entwicklung des Endenergieverbrauchs festzustellen ist, während er in der Industrie praktisch stagniert und im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie vor allem im Verkehr eher steigende Tendenzen aufweist.

Abbildung 3: Entwicklung der Endenergieproduktivität in Deutschland von 1990 bis 2016 und Ziele bis 2050



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von BMWi/BMU (2010), Destatis (2018e) und AGEB (2017b)

29. Im Verkehr sind dafür vor allem die steigenden Verkehrsleistungen sowie die strukturellen Veränderungen im Fahrzeugbestand verantwortlich, die durch die Verbesserungen der Energieeffizienz nicht ausgeglichen werden konnten. Bei auch künftig zunehmenden Verkehrsleistungen, wie sie der Bundesverkehrswegeplan unterstellt, müsste die Energieeffizienz drastisch erhöht werden, um wirklich einen sinkenden Energieverbrauch und niedrigere Treibhausgasemissionen im Verkehr zu erreichen. Aus Sicht der Expertenkommission wird man auch politisch zu entscheiden haben, ob man weiterhin im Wesentlichen auf Effizienz und Kraftstoffsubstitution setzen oder zusätzlich auch verkehrsmindernde Maßnahmen in den Fokus nehmen will.

30. Obwohl im Gebäudebereich schon einige Fortschritte erzielt worden sind, besteht hier nach wie vor ein großes unausgeschöpftes Effizienzpotential. Aus Sicht der Expertenkommission besteht insbesondere für die Nichtwohngebäude ein erheblicher energetischer Sanierungsbedarf. Wenn die generellen Ziele einer höheren Gebäudeeffizienz verwirklicht werden sollen, müsste die Bundesregierung die in diesem Bereich existierenden Fördermaßnahmen, beispielsweise das „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Nichtwohngebäude“ deutlich ausweiten. Positiver bewertet die Expertenkommission die Entwicklung des Raumwärmebedarfs der privaten Haushalte. Allerdings hat sich der temperaturbereinigte Energieeinsatz zur Raumheizung seit 2009 praktisch kaum

noch vermindert. Vor diesem Hintergrund empfiehlt die Expertenkommission der Bundesregierung, diese Abschwächungstendenzen näher zu analysieren, um auf dieser Basis Gegenmaßnahmen einzuleiten. Um signifikante Ergebnisse zu erzielen, hält es die Expertenkommission für notwendig, die Mittel für die Energieeffizienz und für die Gebäudesanierung auf eine Größenordnung aufzustocken, die geeignet ist, die große Aufgabe eines klimaneutralen Gebäudebestands in den kommenden 30 Jahren wirklich zu erfüllen. Der Blick sollte aber auch auf den nicht der Raumheizung dienenden Energieverbrauch der Haushalte gerichtet werden, weil sich hier bisher keinerlei Rückgang abzeichnet.

31. In der Umsetzungsstrategie der Bundesregierung zur Energiewende spielt der Nationale Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) nach wie vor eine zentrale Rolle. Festzustellen ist aber, dass die Maßnahmen bisher nur einen geringen Einfluss hatten. Das bisherige Monitoring der verschiedenen Maßnahmen hat gezeigt, dass die Wirkungen auf den Energieverbrauch und die Emissionen in den meisten Fällen begrenzt sind. Die Schätzungen zur Wirksamkeit der Maßnahmen erscheinen teilweise durchaus fraglich, etwa bei der Beurteilung der Energieeffizienznetzwerke. Die Expertenkommission begrüßt die Anstrengungen zum Monitoring der Maßnahmen, empfiehlt aber erneut eine Überprüfung der Minderungseffekte und eine umfassendere Evaluierung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Expertenkommission zum Monitoring des NAPE.

32. Unabhängig von der im aktuellen Monitoring-Bericht der Bundesregierung vorgelegten Bewertung der im NAPE und für den Gebäudebereich aufgeführten Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Emissionsminderung möchte die Expertenkommission zu bedenken geben, dass es gemessen an den großen Herausforderungen der Energiewende und der bisher und absehbar eher begrenzten Wirkungen der energie- und Klimaschutzpolitischen Maßnahmen zu einem grundsätzlichen Überdenken des Maßnahmendesigns kommen sollte. Die Expertenkommission fühlt sich im Übrigen in ihrer skeptischen Haltung hinsichtlich der Erreichung künftiger Emissionsminderungsziele auch durch den Klimaschutzbericht 2017 der Bundesregierung bestätigt, wonach die Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020 im Vergleich zu 1990 angesichts der expansiven wirtschaftlichen und demographischen Entwicklung lediglich 32 % betragen dürfte. Das bedeutet Treibhausgasemissionen in Höhe von rund 850 Mio. t CO₂-Äquivalente, also rund 100 Mio. t CO₂-Äquivalente mehr als angestrebt mit der Folge, dass unter diesen Voraussetzungen von 2020 bis 2030 die zusätzliche Emissionsminderung nicht 188 sondern 288 Mio. t CO₂-Äquivalente betragen muss, also pro Jahr fast 30 Mio. t CO₂-Äquivalente.

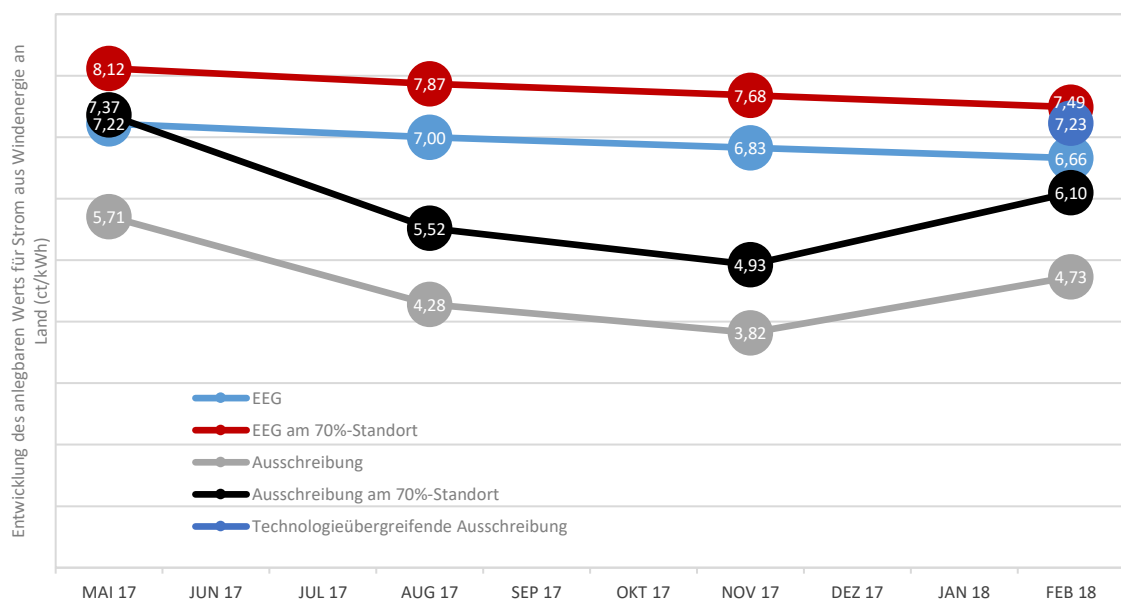
Erneuerbare Energien

33. Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist insgesamt weiterhin auf einem guten Weg. Dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr nur leicht auf 14,8 % stieg, war vor allem witterungsbedingt: Wenig Wind und wenig Sonne ließen den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch nur geringfügig steigen. Da aber die installierte Stromerzeugungsleistung in den Jahren 2016 und 2017 deutlich zunahm, wurde bereits im Jahr 2017 ein erneuerbarer Anteil von 36,2 % am Bruttostromverbrauch erreicht (2016: 31,6 %) und das Mindestziel der Bundesregierung von 35 % für 2020 bereits drei Jahre im Voraus übertroffen. Dies lässt für 2017 auch einen weiteren Anstieg des Anteils der Erneuerbaren am Bruttoendenergieverbrauch erwarten. Das für 2020 seitens der EU vorgegebene Ziel von 18 % für Deutschland erscheint somit weiterhin erreichbar, auch wenn sich die Anteile der erneuerbaren Energien in den verschiedenen Sektoren sehr unterschiedlich entwickelten.

34. Die Entwicklungsdynamik der erneuerbaren Stromerzeugung wird weiterhin maßgeblich durch die Regelungen des EEG bestimmt. Die Expertenkommission betrachtet die im EEG 2017 vorgenommene Einführung von

Ausschreibungen und die hierdurch ausgelösten Entwicklungen differenziert: Nicht in allen Sparten konnte die angestrebte Wettbewerbsintensität erzielt werden (vgl. Abbildung 4). Dies gilt namentlich für die im Koalitionsvertrag angekündigten Sonderausschreibungen in Höhe von jeweils 4 GW für Photovoltaikanlagen und Windenergie an Land. In den kommenden Ausschreibungsrunden könnte mangels genehmigter Standorte kein ausreichender Wettbewerb zustande kommen, denn nach derzeitigem Stand der Meldungen im Anlagenregister für Windenergie an Land ist nur ein Volumen an erteilten Genehmigungen von 1,2 GW vorhanden.

Abbildung 4: Entwicklung des anlegbaren Werts für Strom aus Windenergieanlagen an Land nach EEG



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von BNetzA (2018h)

35. Auch hinsichtlich der Ausweisung der realisierten Kostensenkungen empfiehlt die Expertenkommission eine tiefere Analyse, denn die erzielten Gebotshöhen waren teilweise stark durch Sonderfälle wie die Privilegierung der Bürgerwindanlagen beeinflusst. Im Bereich der Windenergie an Land und auf See müssen daher die Ausschreibungsergebnisse eher als prognostizierte Kostensenkungspotenziale für die nahe Zukunft bewertet werden und nicht als durch das Ausschreibungssystem generierte Kostensenkungen. Dies zeigt auch die erste technologieneutrale Ausschreibung für Photovoltaik und Windenergie an Land, bei der keine vergleichbar niedrigen Kosten für die Windenergie erzielt wurden. Bei den Offshore-Ausschreibungen, die mit Gebotspreisen von 0 ct/kWh überraschten, sind strategische Abwägungen zur Sicherung der Standorte und Netzanschlusskapazitäten zu vermuten. Eine ebenso wichtige Rolle dürfte die Erwartung technischer Fortschritte bei den nächsten Anlagengenerationen und steigender Börsenstrompreise infolge des Kernenergieausstiegs gespielt haben.

36. Die Expertenkommission sieht im EEG 2017 nur einen ersten Schritt für die Schaffung von Wettbewerbsanreizen und die Integration der Erneuerbaren in die Strommärkte, um mit der Zeit vollständig auf eine finanzielle Förderung verzichten zu können. Aus Sicht der Expertenkommission reicht die Umstellung von einer Preis- auf eine Mengensteuerung und der wettbewerblichen Bestimmung der Förderhöhen für ein zukunftsfähiges

Strommarktregime unter Berücksichtigung der besonderen Eigenschaften der (fluktuierenden) erneuerbaren Energien nicht aus. Um den avisierten Verzicht auf ein Fördersystem innerhalb der kommenden fünf Jahre Realität werden zu lassen, bedarf es weiterer Änderungen im Strommarktdesign und entsprechender flankierender Regelungen wie etwa eine CO₂-Bepreisung von fossilen Brennstoffen. Für die Gestaltung des Übergangs kommt zunächst z. B. auch ein Umstieg von einer EEG-Vergütungsdauer in Jahren auf eine geförderte Anzahl an Volllaststunden in Frage, die mehrere deutliche Vereinfachungen im EEG mit sich bringen und das wettbewerbliche Agieren der Anlagenbetreiber unterstützen würde.

Elektrizitätswirtschaft

37. Mit dem im Juli 2016 verabschiedeten Strommarktgesetz sollen gemäß dem Monitoring-Bericht die Weichen gestellt werden für einen Wettbewerb von flexibler Erzeugung, flexibler Nachfrage und Speichern. Stromhändler, die Elektrizität an Letztverbraucher verkaufen, sollen die abgesetzte Menge zeitgleich ins Netz einspeisen - in der Fachsprache ist dies das Prinzip der Bilanzkreistreue. Außerdem verspricht das Gesetz eine „freie Preisbildung am Stromgroßhandelsmarkt“, die für die optimalen Investitionen in die benötigten Erzeugungskapazitäten sorgen würde. Das neue Gesetz ist inzwischen seit über einem Jahr in Kraft, daher ist es sinnvoll und notwendig, im Rahmen des Energiewende-Monitorings auch danach zu fragen, ob und in wie weit das Gesetz die bei seiner Verabschiedung gehegten Erwartungen erfüllt oder dies zumindest ansatzweise erkennen lässt. In mehrfacher Hinsicht ist diese aktuelle Strommarktregulierung aber noch nicht geeignet für eine durch Wind und Sonne dominierte Elektrizitätswirtschaft. Dies zeigt sich an diversen Sachverhalten.

38. Der neue Regulierungsrahmen lässt noch keine kohärente Strategie für Speicher erkennen. Sollen Speicher mittel- bis langfristig wieder eine größere Rolle im deutschen Stromsystem spielen, so müsste die Bundesregierung entsprechend aktiv werden. Die Expertenkommission empfiehlt darüber hinaus, neue Pumpspeicher nicht mehr gegenüber alten Pumpspeichern zu bevorzugen.

39. Die Verpflichtung zur Bilanzkreistreue mit entsprechender Sanktionierung bei Fehlverhalten ist aus Sicht der Expertenkommission das geeignete Instrument, um zu einer angemessenen Bepreisung von Flexibilität zu gelangen. Mit der Einführung der Kapazitätsreserve wird den Bilanzkreisverantwortlichen aber implizit das Vermögen abgesprochen, kontinuierlich für ausgeglichene Bilanzkreise sorgen zu können und die nötigen Flexibilitäten hierfür auch frühzeitig kontrahieren zu können. Die Einführung der Kapazitätsreserve beeinträchtigt daher die auf der Schaffung von Flexibilitätsoptionen basierenden Geschäftsmodelle.

40. Neben der Schaffung der Kapazitätsreserve und der Verlängerung der Netzreserve sind auch noch weitere unter Aufsicht der Übertragungsnetzbetreiber gestellte Reservemechanismen hinzugekommen. Damit wird ein nicht unwesentlicher Anteil der konventionellen Kapazitäten aus dem Strommarkt genommen und anderweitig finanziert. Dies widerspricht grundsätzlich der Idee des Energy-only-Marktes und der Entflechtung von Netzbetrieb und Erzeugung. Die Begründungen zur Einrichtung der Reserven aus Versorgungssicherheitsgründen sind dabei nicht immer überzeugend.

41. Die Bundesregierung sollte daher mit großer Energie an der Schaffung eines zukunftsfähigen, kohärenten und für alle Beteiligten einheitlichen Regulierungsrahmens weiterarbeiten. Dies erfordert insbesondere eine Reform der Steuern, Abgaben und Umlagen (vgl. Kapitel 10). Vermutlich wird diese Aufgabe nicht ohne die konstruktive Mitwirkung des Bundesfinanzministeriums zu bewältigen sein.

42. Nach Auffassung der Expertenkommission werden die kurzen Ausführungen der Bundesregierung zur Versorgungssicherheit im Elektrizitätsbereich der Wichtigkeit des Themas nicht gerecht. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund des im Strommarktgesetz verankerten Paradigmenwechsels von einer nationalen hin zu einer grenzüberschreitenden Betrachtung der Versorgungssicherheit.

43. Die umfassenden Analysen der ENTSO-E sowie des Pentalateralen Energieforums (PLEF) kommen zu dem Ergebnis, dass die Versorgungssicherheitssituation in Deutschland unter Berücksichtigung von Stromimporten in den kommenden Jahren unkritisch erscheint (vgl. Tabelle 3). Allerdings trübt sich das Bild bei einer länderübergreifenden Betrachtung der sogenannten PLEF-Region, d. h. Deutschland, Österreich, Frankreich, Benelux und der Schweiz. Insbesondere bleibt die Versorgungssicherheitslage in Frankreich angespannt. Schließlich verdeutlichen die Analysen die steigende Komplexität und die wachsenden Interdependenzen der europäischen Stromsysteme. Diese Interdependenzen führen dazu, dass bei nationalen energiepolitischen Eingriffen in den Kraftwerkspark auch Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit in Nachbarsystemen zu erwarten sind. Vor diesem Hintergrund empfiehlt die Expertenkommission im Rahmen der Diskussion um den Kohleausstieg nicht nur eine Prüfung der Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit in unseren Nachbarländern, sondern auch eine Konsultation der Nachbarstaaten in dieser Frage.

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse zur Versorgungssicherheit der PLEF- und MAF-Studien für die Länder der „Penta-Region“

Autor (Veröffentlichungsjahr)		PLEF (2015)	PLEF (2018)		MAF (2016)	MAF (2017)	
Betrachtungsjahr		2020	2018/19	2023/24	2020	2020	2025
	Sicherheitsstandard [h/a]	Loss of Load Expectation [h/a]					
Belgien[1]	3,0	7,0	3,5	2,7	0,6	0,3	6,0
Frankreich	3,0	10,0	5,0	4,9	2,7	5,8	4,6
Österreich	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Schweiz	-	0,0	0,0	0,0	1,3	0,6	0,3
Niederlande	4,0	0,0	0,2	1,1	0,0	0,1	1,3
Luxemburg	-	0,0	0,0	2,6	1,5	0,7	1,7
Deutschland	-	0,0	0,0	0,5	0,3	0,4	0,6
		Unterstellte Leistung an Stein- u. Braunkohle in Deutschland [GW]					
Braunkohle		17,5	18,8	16,0	18,1	16,6	11,4
Steinkohle		24,6	21,8	20,1	26,3	23,2	20,9
Gesamt		42,1	40,6	36,1	44,4	39,8	32,3

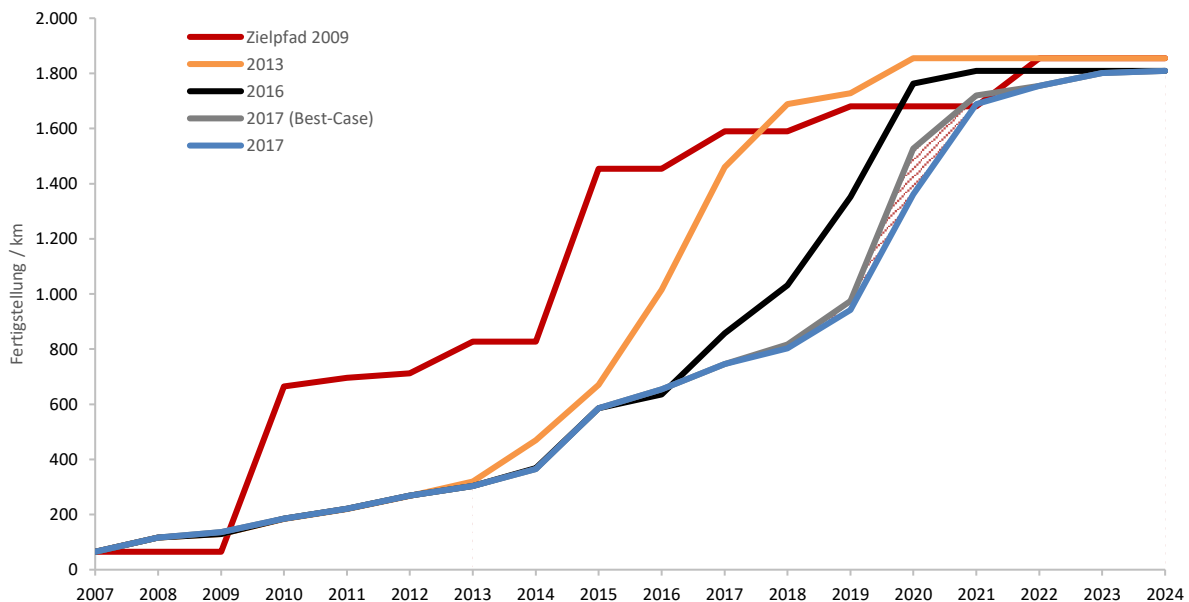
[1] 3 h/a LOLE und 95-Perzentil <20 h

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von MAF (2017, 2016) und PLEF (2018, 2015)

Elektrische Netze

44. Die Expertenkommission begrüßt das Bekenntnis der Politik zum Netzausbau, mahnt aber erneut an, dass Verzögerungen im Monitoring-Bericht der Bundesregierung nur unzureichend dargestellt werden. Das Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (EnLAG) sowie das Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) verankern die energie-wirtschaftliche Notwendigkeit der darin enthaltenen Vorhaben gesetzlich. In den letzten Jahren entstanden je-doch immer wieder Verzögerungen (vgl. Abbildung 5). Die EnLAG-Projekte liegen mit ca. 750 fertiggestellten Ki-lometern nach dem ersten Quartal 2018 rund 840 Kilometer hinter dem ursprünglichen Zielpfad zurück. Bei den Ausbauvorhaben des BBPlG ist der Rückstand noch deutlicher. Waren für 2017 ursprünglich 1.435 fertiggestellte Leitungskilometer geplant, so sind nach dem ersten Quartal 2018 erst 150 Kilometer fertiggestellt worden. Auch das im Monitoring-Bericht erwähnte Jahr 2025 zur Fertigstellung der großen Stromtrassen (u. a. SuedLink und SuedOstLink) wird aus heutiger Sicht kaum einzuhalten sein.

Abbildung 5: Ursprungspfad und allmählich angepasste Zielpfade des Netzausbaus nach EnLAG



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von BNetzA/BKartA (2014, 2015) und BNetzA (2010, 2017c)

45. Im Koalitionsvertrag der Bundesregierung wurde das Erneuerbaren-Ziel im Elektrizitätsbereich (Anteil am Bruttostromverbrauch) von 50 % auf 65 % bis zum Jahr 2030 angehoben. Zahlreiche Stimmen der Netzwirtschaft werten diesen Schritt als nicht vereinbar mit dem aktuellen Fortschritt des Netzausbaus. Es kann nicht oft genug betont werden, dass der Netzausbau mit dem Zubau der erneuerbaren Elektrizitätserzeugung abgestimmt sein muss, unbeschadet aller Bemühungen zur Dezentralisierung und Flexibilisierung. Für eine erfolgreiche Aktivierung dieser Alternativen zum Netzausbau spielt die Netzbepreisung eine wichtige Rolle.

46. Mit dem im Juli 2017 in Kraft getretenen Netzentgeltmodernisierungsgesetz (NEMoG) werden die Netzentgelte auf Übertragungsnetzebene vereinheitlicht. Die Expertenkommission begrüßt diese Entwicklung, ist doch der Ausbau der großräumigen Übertragung der Elektrizität nicht allein von den Letztverbrauchern in den

Regionen mit hohen Windstromanteilen zu finanzieren. Aber auch auf der Verteilnetzebene ist ein erheblicher Reformbedarf festzustellen. Erzeuger treffen ihre Investitions- und Produktionsentscheidungen ohne auf die Netzauslastung zu achten und auch Verbraucher haben kaum Anreize, ihren Verbrauch der Netzauslastung anzupassen. Nach Ansicht der Expertenkommission ließe sich dieser Umstand durch erzeugerseitige Netzentgelte (Entry-Komponente) und eine zeitliche Dynamisierung beheben.

47. Wenig Beachtung findet bisher der Sachverhalt, dass eine sehr hohe Windenergieeinspeisung in Deutschland zunehmend Ringflüsse bewirkt, die zu einer physischen „Verstopfung“ der Grenzkuppelstellen führen. Die geringeren freien Leitungskapazitäten zu den europäischen Nachbarn reduzieren die handelbaren Strommengen im europäischen Strommarkt. Der Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen in Deutschland und der fehlende Netzausbau bewirken also zusammengenommen eine Desintegration des europäischen Binnenmarkts. Es ist nachvollziehbar, wenn die EU-Kommission dies sehr kritisch beobachtet und Lösungsmöglichkeiten wie etwa die Aufspaltung der deutschen Gebotszone ins Gespräch bringt.

48. Auch wenn die Kosten für das Netzengpassmanagement (Redispatch, Netzreserve und Einspeisemanagement) im Jahr 2016 bei einer sachgerechten Zuordnung gesunken sind, befinden sie sich im Vergleich zu den Vorjahren noch auf hohem Niveau. Kostendämpfend haben sich die Fertigstellung einzelner Netzausbauprojekte, verbesserte Abläufe bei den Übertragungsnetzbetreibern sowie die geringere Windeinspeisung in 2016 ausgewirkt. Die Expertenkommission gibt aber zu bedenken, dass die Kosten schnell wieder steigen können, wenn nicht zeitnah der erforderliche Netzausbau erfolgt. Für 2017 werden von den Übertragungsnetzbetreibern bereits Kosten in Rekordhöhe angekündigt.

49. Die Verordnung zu abschaltbaren Lasten (AbLaV) wurde Ende 2016 nur geringfügig überarbeitet und verlängert, obwohl die abschaltbaren Lasten bezogen auf den geringen Nutzen ein sehr teures Instrument sind. Im Sinne der Effizienz sollte die Bundesregierung derart kleinteilige Instrumente vermeiden.

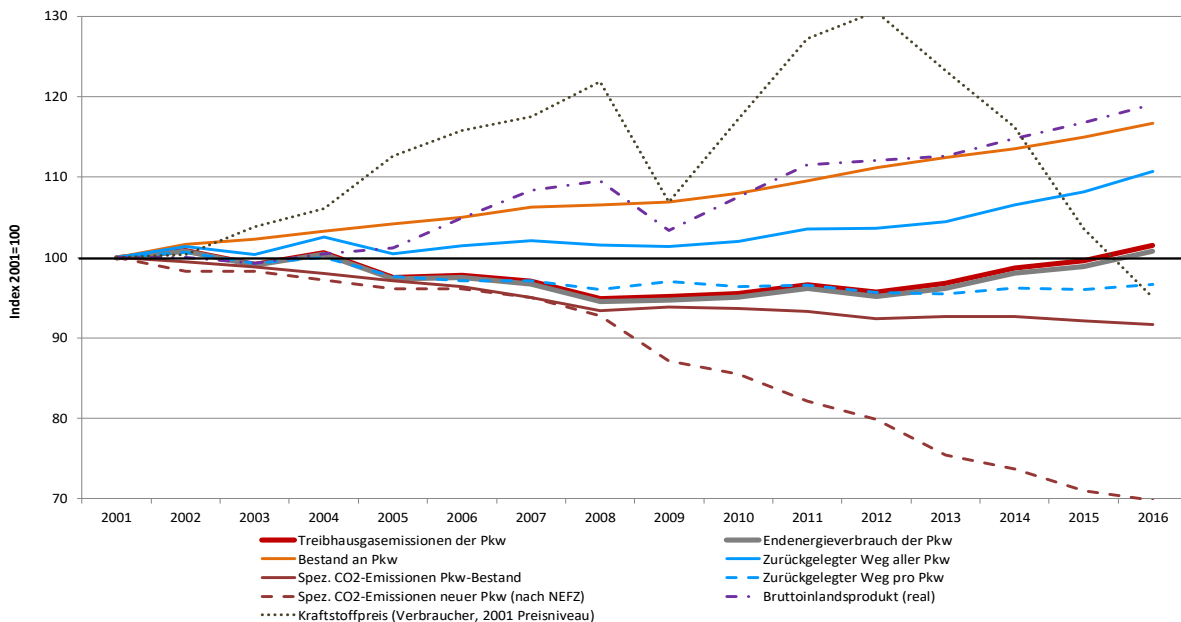
Verkehr

50. Der Endenergieverbrauch des Verkehrs ist im Jahr 2016 um fast 3 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Dies ist der vierte Anstieg in Folge und läuft dem gesetzten Ziel für das Jahr 2020 entgegen. Die derzeitige Ziellücke zum 2020-Ziel entspricht rechnerisch in etwa dem Jahresverbrauch von 10 bis 11 Mio. Pkw in Deutschland (ca. ein Viertel des Pkw-Bestands). Laut Klimaschutzplan 2050 soll der Verkehrssektor bis zum Jahr 2030 seine Emissionen auf 98 Mio. t CO₂-Äquivalente senken. Hier besteht mit Emissionen von 167 Mio. t CO₂-Äquivalenten im Jahr 2016 ein Reduktionsbedarf von knapp 70 Mio. t CO₂-Äquivalenten bzw. ca. 41 %. Der Koalitionsvertrag stellt fest, dass die deutsche Verkehrspolitik dem Klimaschutzplan 2050 und dem Pariser Klimaschutzabkommen verpflichtet ist. In den genannten Maßnahmen bleibt der Koalitionsvertrag allerdings beim größten Verursacher von Energieverbrauch und Emissionen, dem motorisierten Individualverkehr (MIV), sehr unspezifisch.

51. Die wichtigsten Treiber des zunehmenden Energieverbrauchs und der wachsenden Emissionen im MIV sind zum einen die stetig steigende Zahl an Fahrzeugen und damit verbunden die steigende Gesamtfahrleistung. Zum anderen stagnieren der durchschnittliche spezifische Energieverbrauch im Pkw-Bestand, und damit auch die durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen, seit Jahren (vgl. Abbildung 6). Gründe hierfür sind die weiterhin bestehenden Abweichungen zwischen Test- und Realemissionen. Durch die Nutzung von Flexibilitäten im Testverfahren des Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) wurden die gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte in

der Praxis weitgehend wirkungslos. Das neue Testverfahren der Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP) wird realistischere Resultate erzeugen, jedoch den Abstand zu den Emissionen unter echten Fahrbedingungen nicht schließen. Die Expertenkommission plädiert für ergänzende unabhängige Untersuchungen unter echten Fahrbedingungen, um die Entwicklung der Abweichungen regelmäßig zu überprüfen. Die Abweichungen sollten auch in der Ausgestaltung von Politikmaßnahmen berücksichtigt werden. Neue spezifische Emissionsgrenzwerte für Pkw, gültig ab dem Jahr 2021, sind derzeit auf EU-Ebene in Verhandlung, aber laut derzeitigem Entwurf der EU-Kommission nicht ausreichend als Beitrag zur Erreichung der Emissionsreduktionen nach dem Klimaschutzplan 2050. Daher empfiehlt die Expertenkommission der Bundesregierung sich in den weiteren Verhandlungen für ambitioniertere CO₂-Grenzwerte einzusetzen. Fehlende Emissionsreduktionen müssen sonst durch zusätzliche nationale Maßnahmen kompensiert werden, um die Ziele des Klimaschutzplans 2050 zu erreichen.

Abbildung 6: Gesamte Treibhausgasemissionen durch Kraftstoffverbrennung in Pkw in Deutschland und Einflussfaktoren, 2000-2016



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Ecologic Institut (2017b), BMVI (2017b), ICCT (2017a), Eurostat (2018) und MVV (2018)

52. Die Zunahme des Fahrzeugbesitzes und der Gesamtfahrleistung im MIV macht die Wirksamkeit von Effizienzmaßnahmen zunichte. Preisinstrumente können dabei helfen, Rebound-Effekte aus Effizienzverbesserungen einzudämmen und Externalitäten des Verkehrs zu internalisieren. Die Expertenkommission rät der Bundesregierung entsprechend ihrer letzten Stellungnahme die weitreichende Einführung eines Bepreisungssystems für die Straßennutzung voranzubringen. Weiterhin empfiehlt die Expertenkommission die Kfz-Steuer und die Dienstwagenbesteuerung zu nutzen, um Anreize zu setzen, kleinere, leichtere, effizientere und klimafreundlichere Fahrzeuge zu kaufen und klimaschädliche Fahrzeuge unattraktiver zu machen. Dies würde, neben Vorteilen im Ausstoß von CO₂, weitere Externalitäten wie Flächennutzung, Feinstaubemissionen und Ressourcennutzung adressieren.

- 53.** Die Anschaffungskosten für einen batterieelektrischen Pkw der unteren Mittelklasse waren im Jahr 2015 in Abhängigkeit von der Batteriegröße etwa 5.600 bis 17.700 Euro höher als die eines vergleichbaren konventionellen Fahrzeugs. Sie stellen trotz bestehender Förderinstrumente weiterhin ein Hindernis für die Verbreitung der Elektromobilität dar, so dass weitere unterstützende Maßnahmen nötig sein werden. Die für den Ausbau der Ladeinfrastruktur nötigen Investitionen in die Verteilnetze müssen zeitnah angegangen werden.
- 54.** Beim Schienenverkehr begrüßt die Expertenkommission die Vorhaben, die im Koalitionsvertrag formuliert wurden. Existierende Potenziale zur Verlagerung des Verkehrs auf die Schiene sollten umfassend erschlossen werden. Eine auf den Externalitäten des Verkehrs basierende Bepreisung der Straßennutzung kann hier die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene verbessern. Vor dem Hintergrund des Klimaschutzplans 2050 sollte die Bundesregierung auch die Frage der nötigen Infrastrukturinvestitionen und der Verteilung zwischen Straße und Schiene im Bundesverkehrswegeplan neu bewerten.

Energiepreise und Energiekosten

- 55.** Bereits in der Stellungnahme zum ersten Monitoring-Bericht hat die Expertenkommission empfohlen, die Energiekostenbelastung anhand gesamtwirtschaftlich aggregierter Zahlenwerke zu beurteilen und nicht auf Basis sektoraler Energiepreise. Die Zeitreihe zur Elektrizitätswirtschaftlichen Gesamtrechnung mit ihren wesentlichen Komponenten ist in Tabelle 4 dargestellt. Ausgangspunkt für die Berechnungen sind die vom Statistischen Bundesamt jährlich ermittelten Gesamterlöse aus dem Absatz von Elektrizität an Letztverbraucher. Diese Erlöse beinhalten neben den Arbeits-, Leistungs- und Verrechnungsentgelten auch Netznutzungsentgelte sowie Steuern und Abgaben (Stromsteuern, Konzessionsabgaben, EEG-Umlage etc.), nicht aber die Umsatzsteuer. Ebenfalls nicht enthalten sind die Ausgaben für die Eigenerzeugung von Elektrizität in Industrie- und Blockheizkraftwerken.
- 56.** Der Anteil der Letztverbraucherausgaben für Elektrizität am BIP ist von 2,3 % im Jahr 2015 auf 2,2 % im Jahr 2016 leicht gesunken. Auch bei einer absoluten Betrachtung der Ausgaben lässt sich ein leichter Rückgang der Ausgaben um knapp 1 Mrd. Euro im Jahr 2016 konstatieren. Bei dieser Entwicklung stehen zum wiederholten Male Steigerungen in den Bereichen der staatlich induzierten (EEG-Umlage etc.) sowie regulierten Elemente (Netzentgelte) einem Rückgang der marktgetriebenen Elemente gegenüber. Die Stabilisierung der Gesamtausgaben ist voraussichtlich nur vorübergehend; vor allem im Bereich der Netzentgelte sind Steigerungen für das Jahr 2017 und 2018 bereits bekannt.
- 57.** Der Anteil der Letztverbraucherausgaben für Wärmedienstleistungen am BIP in 2016 lag bei 2,9 %. In den vergangenen drei Jahren ist die absolute Kostenbelastung im Wesentlichen konstant geblieben. Geringere Ausgaben für Endenergieträger wurden durch höhere Energieeffizienz Ausgaben kompensiert. Wegen des Wachstums der deutschen Volkswirtschaft ist die relative Kostenbelastung im Vergleich zu 2014 um 0,2 Prozentpunkte gesunken. Die Realisierung eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes dürfte die Letztverbraucherausgaben für Wärmedienstleistungen künftig deutlich erhöhen. Infolgedessen ist mit Verteilungsproblemen unter den betroffenen Akteuren zu rechnen.
- 58.** Die Letztverbraucherausgaben im Straßenverkehr sind im Jahr 2016 weiter gesunken, wenn auch nur leicht. Wie schon im Vorjahr ist dieser Rückgang auf exogene Faktoren zurückzuführen, etwa auf den Rückgang der mittleren Kraftstoffpreise. Gemessen am Bruttoinlandsprodukt liegt die relative Kostenbelastung bei 2,2 %, entsprechend 0,2 Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert. Wegen der Unklarheit darüber, wie die Politik den

im Verkehr bestehenden Handlungsdruck lösen wird, ist eine perspektivische Abschätzung der Entwicklung schwierig.

Tabelle 4: Aggregierte Letztverbraucherausgaben für Elektrizität

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
Stromabsatz in TWh	478,5	467,4	461,7	465,0	447,2	450,8	448,0
	Mrd. Euro						
Gesamtausgaben [1]	60,9	63,6	64,3	71,0	70,3	69,5	68,5
Staatlich induzierte Elemente	17,2	23,0	23,3	30,0	32,3	31,3	32,7
Stromsteuern [2]	6,4	7,2	7,0	7,0	6,6	6,6	6,6
Konzessionsabgaben [3]	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
EEG-Umlage (EEG-Differenzkosten) [4]	8,3	13,4	14,0	19,8	22,3	22,0	22,7
KWK-G [5]	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,3
Umlagen (§ 17F ENWG, §18 AbLaV) [6]	-	-	-	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
Netzentgelte Übertragungsnetz [7]	2,2	2,2	2,6	3,0	3,1	3,5	3,8
Netzentgelte Verteilnetz [8]	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
Marktwert EEG-Strom [9]	3,5	4,4	4,8	4,2	4,1	4,7	4,3
Erzeugung und Vertrieb [10]	23,3	18,6	17,2	15,6	12,5	12,1	9,1

* teilweise vorläufig

Quelle und Legende: Vgl. Kapitel 9.1

59. Die Expertenkommission begrüßt die Aufnahme des Konzepts der Energiewirtschaftlichen Gesamtrechnung durch die Bundesregierung. Die Indikatoren für Elektrizität, Wärme und Verkehr liefern Aussagen über die relative Entwicklung der Letztverbraucherausgaben in diesen drei Sektoren. Die Expertenkommission empfiehlt der Bundesregierung künftig die erforderlichen Daten zu erheben und das nötige Know-how zur Erstellung der Indikatoren bereitzustellen. Zusätzlich zu den Energiepreisen sollten die Kosten und Stückkosten ausgewiesen werden.

Reform der Entgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen auf Energie

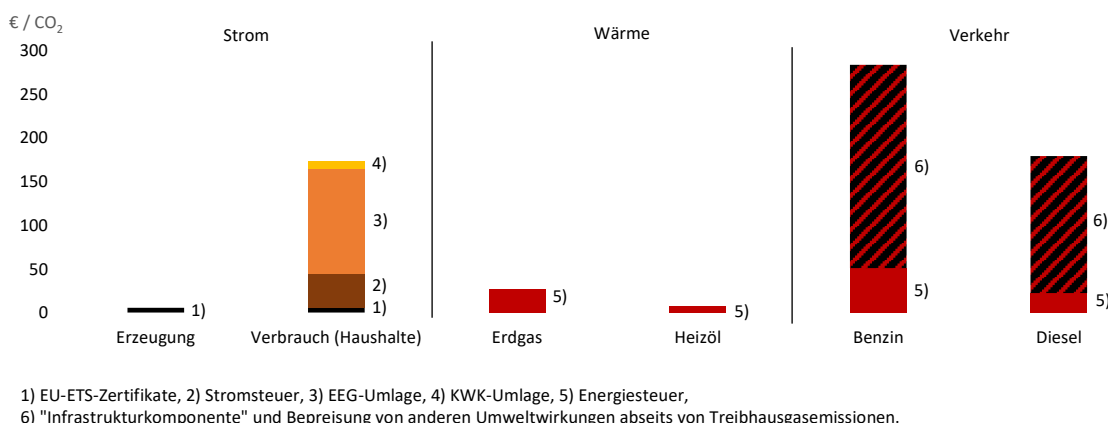
60. Derzeit besteht der klima- bzw. energiepolitische Instrumentenmix aus einer Vielzahl von kleinteiligen Anreizsystemen. Als Gegenentwurf sprach sich die Expertenkommission bereits in der vorhergegangenen Stellungnahme für eine allgemeine CO₂-Bepreisung als Leitinstrument aus, um damit einen ökonomisch sinnvollen, stabilen und langfristigen Rahmen für die Transformation des Energiesystems zu setzen. Darunter versteht die Expertenkommission ein schlankes Energiepreissystem, das möglichst alle Treibhausgas-Emissionsquellen mit

einem weitgehend einheitlichen Preis pro emittierter Tonne CO₂ belegt. Komplementäre Instrumente sind (lediglich) dort geboten, wo weitere Marktunvollkommenheiten diese rechtfertigen.

61. Um die theoretische Forderung eines über alle Sektoren möglichst einheitlichen CO₂-Preissignals in der Praxis umzusetzen, bedarf es eines umfassenden Bewertungsmaßstabes. Gegenwärtig ist nicht klar, welche Sektoren mit welchen CO₂-Preisen konfrontiert sind. Eine belastbare Methode ist Voraussetzung dafür, einen informierten Vorschlag für eine Reform der Entgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen auf Energie zu unterbreiten. Die Expertenkommission zeigt hierzu einen konzeptionellen Rahmen auf.

62. Erste indikative Abschätzungen der sogenannten totalen CO₂-Preise in Deutschland zeigen, dass augenscheinlich eine große Heterogenität in der CO₂-Bepreisung zwischen den Sektoren besteht (aufgrund von Emissionshandelssystem und energiebezogenen Abgaben und Steuern, vgl. Abbildung 7). Gerade beim Vergleich zwischen Elektrizität und Wärme wird dies deutlich (CO₂-Preissignal für Strom von 164,82 Euro/t CO₂ vs. Heizöl von 7,97 Euro/t CO₂). Die Empfehlung der Expertenkommission für die allgemeine CO₂-Bepreisung setzt hier an und möchte die unterschiedlichen Preissignale für Emissionen zwischen den Sektoren nivellieren. Mit einer entsprechenden Reform können gleichzeitig die aus Klimasicht besonders kritischen (weil niedrigen) CO₂-Preise emissionsintensiver Energieträger (z. B. Heizöl) adressiert werden, die derzeit nicht adäquat sind, um die externen Kosten der Emissionen vollständig zu internalisieren. Auch innerhalb der Sektoren besteht beträchtliche Heterogenität. Das ist besonders im deutschen Stromsektor augenscheinlich, wo der errechnete CO₂-Preis in der Erzeugung nur ca. ein Zwanzigstel des CO₂-Preises des Verbrauchs beträgt. Im Verkehrssektor ergibt sich Heterogenität durch die unterschiedliche Besteuerung von Energieträgern (vgl. Benzin vs. Diesel). Die Korrektur um „nicht-klimaschutzbezogene“ Preisbestandteile reduziert beispielsweise für Benzin das zunächst ermittelte CO₂-Preissignal von 283,28 Euro/t CO₂ auf 50,68 Euro/t CO₂. Derartige Korrekturen dürfen in der künftigen Diskussion um korrekt erfasste CO₂-Preissignale nicht vernachlässigt werden. Nach Kenntnis der Expertenkommission liegen bisher noch keine bereinigte Rechnungen dieser Art vor. Das gegebene Beispiel für den Verkehrsbereich (bzw. für eine Auswahl in diesem Sektor wirksamer Instrumente) ist ein erstes Beispiel, das entsprechend weiterentwickelt und auf andere CO₂-Emissionsquellen übertragen werden sollte.

Abbildung 7: „Totale CO₂-Preise“ in Deutschland 2016



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Agora Energiewende (2017b)

63. Das Preissystem für Energie bedarf einer klareren Zielausrichtung auf die ursächliche Größe des Klimawandels, die Treibhausgasemissionen, lässt derzeit große Potentiale bei der Kosteneffizienz ungenutzt, läuft der wichtigen Idee der Sektorkopplung zuwider und führt zu verzerrten bzw. überlagerten Preissignalen. Weitere wichtige Beurteilungskriterien einer Reform, wie eine langfristige Orientierung für Marktteilnehmer, Aspekte der Wettbewerbsfähigkeit der energieintensiven Industrie sowie regressive Wirkungen einer zusätzlichen CO₂-Bepreisung und Möglichkeiten der Abhilfe sind zu beachten.

64. Die Quantifizierungen der CO₂-Preissignale auf Basis des vorgestellten Monitoring-Berechnungsrahmens zeigen auf, wie komplex eine vollständige und korrekte Erfassung der CO₂-Preise in der Praxis ist. Dies gebietet Vorsicht bei der Formulierung eines umfassenden Reformvorschlages hin zu der von der Expertenkommission favorisierten allgemeinen CO₂-Bepreisung. Daher regt die Expertenkommission an, den aufkommensneutralen Ersatz aller Umlagen und Abgaben auf Elektrizität durch einen CO₂-bezogenen Zuschlag auf die Energiesteuern auf fossile Energieträger zu prüfen. Würde dieser Vorschlag verwirklicht, könnte der Elektrizitätspreis für die Letztverbraucher sinken, gleichzeitig dürfte der Großhandelsstrompreis durch die Einbeziehung der CO₂-Preise auf Brennstoffe von fossilen Kraftwerken steigen. Die Kosten der Förderung erneuerbarer Energien würden sich dann reduzieren. Womöglich wären manche Erneuerbare-Stromerzeugungsanlagen sogar schon ohne weitere Förderung realisierbar. Die Marktchancen für Sektorkopplungs-Technologien würden sich verbessern. Die zunehmende Wettbewerbsfähigkeit CO₂-armer Energieträger dürfte auch den marktgetriebenen (Braun-)Kohleausstieg ohne neue staatliche Interventionen ermöglichen. Die Gefahr einer Entsolidarisierung der Elektrizitätsverbraucher durch Eigenerzeugung wäre gemindert, da eine Eigenerzeugung nicht mehr so stark wie heute gegenüber dem Netzbezug bevorteilt wäre. Nicht zuletzt würde sich die Diskussion über die Behandlung von Elektrizitätsspeichern im Zusammenhang mit der Befreiung von Elektrizitätsspezifischen Abgaben und Umlagen erübrigen, weil diese abgebaut oder zumindest deutlich reduziert wären.

Innovation und Digitalisierung

65. Der Monitoring-Bericht der Bundesregierung behandelt das Thema Energieforschung und Innovation in einem eher knappen Überblick. Um der dort genannten Bedeutung der Energieforschung als „Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende“ gerecht zu werden, empfiehlt die Expertenkommission für künftige Berichte eine ausführlichere Darstellung, zumal die Energiewende als Innovationstreiber erhebliche Chancen für die Wirtschaft bietet.

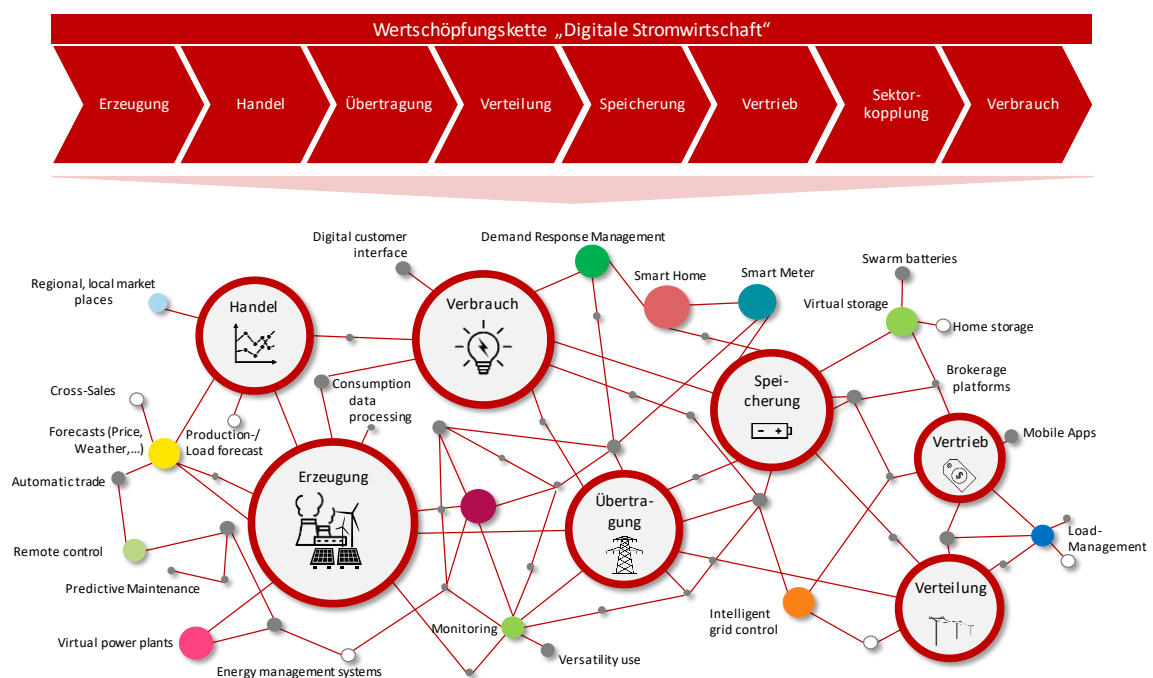
66. Zunächst sollten ergänzend zu den staatlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung auch die Ausgaben der Privatwirtschaft in den Blick genommen werden, die um etwa den Faktor 10 höher sein dürften. Denn der Monitoring-Bericht der Bundesregierung verweist zurecht darauf, dass die Erforschung, Entwicklung und Demonstration innovativer Energietechnologien in erster Linie Aufgabe der Wirtschaft ist und die öffentliche Forschungsförderung u. a. dazu dient, die Innovationsaktivitäten der deutschen Wirtschaft zu unterstützen.

67. Weiterhin wird empfohlen, die bestehende Indikatorik für die Forschungs- und Entwicklungsphase von Innovationen um die Diffusionsphase (Kostensenkung, Marktanteile, Welthandelsanteile usw.) zu erweitern und die Ergebnisse einer geeigneten Interpretation zu unterziehen. Eine Ergänzung können so genannte „Innovationsbiographien“ bilden, d. h. exemplarische Analysen für Technologien, die besonders relevant für die Energiewende sind. Auf dieser Grundlage könnten sich verallgemeinerungsfähige Innovationsmuster ableiten lassen, die zeigen, welche Faktoren generell für Erfolg oder Misserfolg eine zentrale Rolle spielen, etwa in Bezug auf die Rahmenbedingungen für den Transfer von Forschungsergebnissen in den Markt.

68. Viele Innovationen werden von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) angestoßen. Daher sollte die Bundesregierung in ihrem Innovations-Monitoring zur Energiewende verstärkt diese Unternehmen in den Blick nehmen. Allerdings ist zu konstatieren, dass es für KMU speziell in technologie- und kapitalintensiven Bereichen schwierig sein dürfte, Innovationen zu entwickeln und umzusetzen. Dies gilt vor allem für High-Tech-Startups, die quasi den „Nachwuchs“ an forschenden Unternehmen darstellen. Die Expertenkommission begrüßt deshalb die Überlegungen der Bundesregierung, die Gründungskultur zu stärken und den Zugang für Startups zur Forschungsförderung insbesondere im Bereich der Energieforschung deutlich zu erleichtern.

69. Ein Großteil der Geschäftsmodelle von Startups in der Energiewende ist darüber hinaus datengetrieben. Damit einher geht eine Transformation von linearen Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzwerken (vgl. Abbildung 8). Denn Digitalisierung und Dezentralisierung lösen Veränderungen der Marktstruktur aus, die verstärkt zu parallelen (und nicht rein linearen) Interaktionen der Marktakteure und Transaktionen von tangiblen und intangiblen Faktoren führen. Um diesen Entwicklungen gerecht zu werden, unterbreitet die Expertenkommission einen Vorschlag zur Weiterentwicklung des Monitorings von Unternehmensgründungen im Energiemarkt. Ein derartig methodisch erweitertes Monitoring ist Ausgangspunkt zur Beantwortung von neuen Fragen im Zusammenhang von Marktrollen, Netzwerkanalysen und Wertschöpfungsprozessen.

Abbildung 8: Von Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzwerken



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Lau und Terzidis (2017)

70. In der letzten Stellungnahme der Expertenkommission wurde bereits beschrieben, dass nur eine Detailuntersuchung einen Einblick in den innovativen Charakter dieser Unternehmensgründungen liefern kann. Diese Detailuntersuchung wird jetzt ermöglicht. Die beschriebene Datenbank listet Energie-Startups mit konkreten In-

formationen über deren Produkte oder Technologien und ermöglicht somit eine Unterscheidung der Unternehmen in innovative und diffusionstreibende Gründungen, also solche, die neue Technologien oder Produkte auf den Markt bringen und solche, die vielmehr die Verbreitung bestehender Technologien und Dienstleistungen vorantreiben. Unabhängig ob innovativ oder diffusionstreibend bezeichnet der Begriff des „Energie-Startups“ Unternehmensgründungen, die mit ihren Produkten, Technologien und Dienstleistungen, per Kerngeschäft oder signifikantem Nebengeschäft, einen Beitrag zur umweltfreundlichen Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie, zur Verbesserung der Energieeffizienz oder zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität leisten. Die Datenanalyse zeigt, dass innovative Startups vorrangig die Felder Smart Home und Handel/Prognose stark vorantreiben. Die größten Treiber im Smart Home Bereich sind Energiemanagementsysteme, Gebäudeautomatisierung und Verbrauchs-Monitoring. Für den Anstieg der Kategorie Handel/Prognose sind vor allem Handelsplattformen für Stromfahrpläne, Erzeuger/Verbraucher-Pooling sowie Energiedirektvermarktung verantwortlich. Die Kategorien Smart Grid ebenso wie Monitoring/Last-Management und Demand Side Management werden hingegen vor allem durch diffusionstreibende Gründungen repräsentiert.