



# **Fünf Jahre nach Fukushima**

## **Eine Zwischenbilanz der Energiewende**

### **Autoren:**

Esther Chrischilles

Telefon: 030 27877-102

E-Mail: [chrischilles@iwkoeln.de](mailto:chrischilles@iwkoeln.de)

Dr. Hubertus Bardt

Telefon: 0221 4981-755

E-Mail: [bardt@iwkoeln.de](mailto:bardt@iwkoeln.de)

9. März 2016

## Inhalt

Zusammenfassung .....	3
1. Warum eine Zwischenbilanz? .....	6
2. Ausbau erneuerbarer Energien .....	8
3. Wirtschaftlichkeit .....	11
4. Wettbewerbsfähigkeit .....	14
5. Versorgungssicherheit.....	19
6. Netzausbau .....	22
7. Klimaschutz.....	24
8. Energieeffizienz.....	27
9. Stromverbrauch.....	30
10. Fazit .....	32
Literatur .....	37

## Zusammenfassung

Die Bundesregierung hat in Verbindung mit dem Erdbeben in Fukushima und dem damit zusammenhängenden Reaktorunglück den endgültigen Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. Zusammen mit dem bis vor das Jahr 2000 zurückreichenden Beschluss, die Stromversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen, bilden diese Entscheidungen die maßgeblichen Weichen für die sogenannte Energiewende. Daran schließen sich eine Reihe von Herausforderungen an, die in der einen oder anderen Weise von der Bundesregierung in ergänzende Ziele übersetzt worden sind.

Fünf Jahre liegen die Ereignisse um Fukushima, denen der Kernenergieausstieg folgte, nun zurück. Die verbleibenden acht Kernkraftwerke, die zuletzt rund 14 Prozent des hiesigen Stroms erzeugten, werden in den nächsten Jahren vom Netz gehen. Die größten Herausforderungen stehen uns damit noch bevor: Mit Auslaufen der Jahre 2021 und 2022 werden nochmals Kapazitäten in der Größenordnung der Sofortstillegungen 2011 vom Netz gehen. Die vorliegende Kurzexpertise hat aus diesem Anlass wesentliche Ziele, die teilweise notwendige Rahmenbedingungen zum Gelingen der Energiewende beschreiben, untersucht. Sie bedient sich dafür einer Indikatorik, die soweit möglich den Zielpfad der Energiewende seit dem Jahr 2000 und den ersten Zwischenzielen 2020 definiert und auf den aktuellen Stand bezieht. Vergleichend wird hier auch 2011, das Jahr des Kernenergieausstiegs, mitbetrachtet.

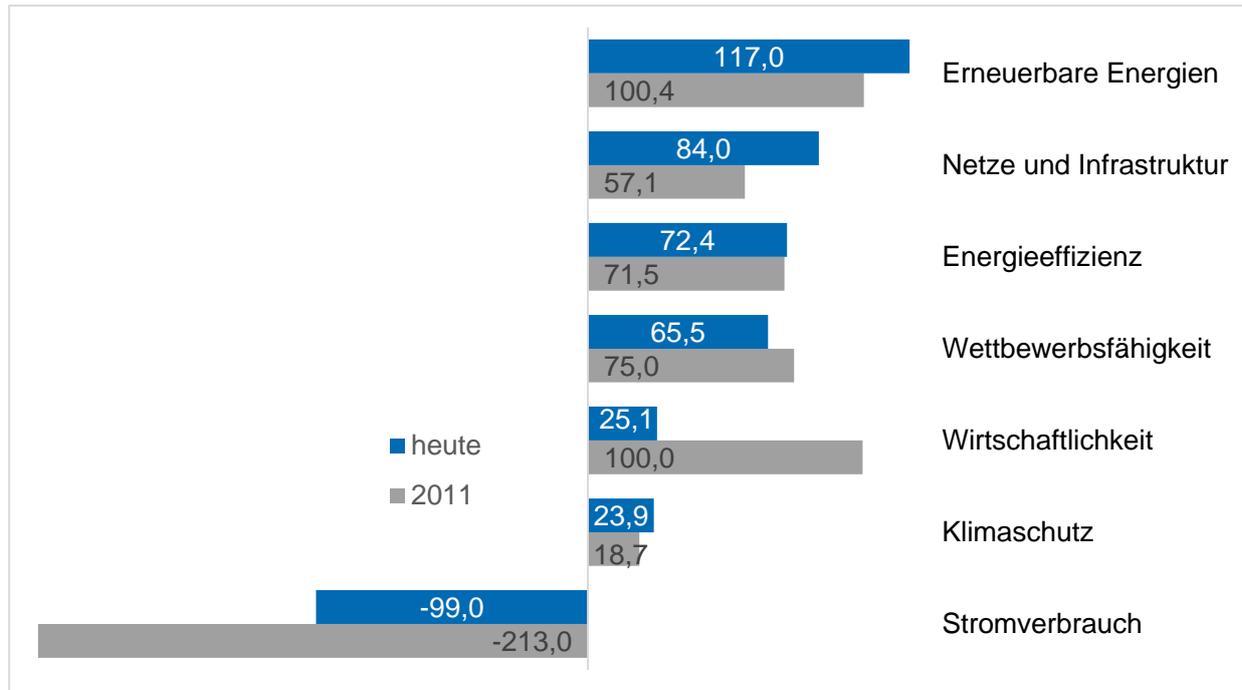
Dabei wird deutlich, dass vor allem der Ausbau erneuerbarer Energien gelingt und sogar über das Ziel hinaus schießt. Damit verbunden sind jedoch Einbußen in Fragen der Wirtschaftlichkeit der Förderung erneuerbarer Energien, der industriellen Wettbewerbsfähigkeit und tendenziell auch der netzseitigen Versorgungssicherheit. Auch hinsichtlich der langfristigen Verfügbarkeit konventioneller Kraftwerkskapazitäten lassen die derzeitigen Rahmenbedingungen Fragen offen, denn die Förderung von erneuerbaren Energien hat deutliche Auswirkungen auf die Erlösmöglichkeiten auf dem Strommarkt.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist auf dem Zielpfad und erfolgt sogar schneller als geplant. Die Tendenz der Übererfüllung hat sich seit dem Jahr 2011 noch einmal verstärkt (117 Punkte im Vergleich zu 100,4 im Jahr 2011). Dies ist jedoch nicht ausschließlich als Erfolg zu beurteilen, sondern muss immer in Wechselwirkung mit entsprechenden Auswirkungen auf die damit verbundenen Kosten, aber auch den Herausforderungen für die netzseitige Systemstabilität betrachtet werden. Zwar wurde durch die Einführung von mengensteuernden Elementen Überförderungen, wie um 2010 im Bereich der Photovoltaik geschehen,

eingehengt, jedoch bleiben Risiken in Bezug auf das tatsächliche Zubauvolumen bestehen.

### Abbildung 1: Zielerreichung gesamt

100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Der erfolgreiche Ausbau erneuerbarer Energien wirkt bislang negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung. Hier ist nur noch eine Zielerreichung von etwa 25 Punkten zu verzeichnen im Vergleich zu 100 Punkten im Jahr 2011. Das Ziel der Bundesregierung im Jahr 2011 war es, dass die Kosten der Förderung auf dem damaligen Niveau verharren. Das dies nicht gelungen ist, ist vornehmlich der Tatsache geschuldet, dass es nicht in gleichem Maße gelungen ist, die Fördersystematik effizienter zu gestalten, beispielsweise durch eine stärker an Marktpreisen orientierte und technologieunspezifische Förderung. Gleichwohl sind mit der beabsichtigten Umstellung der Förderung auf Ausschreibungen im EEG 2014 mit Blick auf 2017 wichtige Impulse gesetzt.

Die steigenden Förderkosten übersetzen sich in die Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Industrie. Auch hier kann mit 65,5 Punkten eine Verschlechterung zu 2011 und damit kein zufriedenstellender Befund konstatiert werden, da sich der Abstand vom europäischen Stromkostenniveau – durch staatliche Abgaben getrieben – weiter vergrößert.

Wichtig ist außerdem, dass mit dem Zubauerfolg erneuerbarer Energien auch der Netzausbau Schritt halten kann. Mit 84 Punkten wird dem Netzausbau auch im Vergleich zu 2011 ein vergleichsweise gutes Vorankommen konstatiert. Anzumerken ist jedoch, dass der hier verwendete Zielwert sukzessive nach unten korrigiert wurde und den tatsächlichen Ausbaufortschritt damit tendenziell unterschätzt. Zudem wird mit den EnLAG-Vorhaben nur ein Teil des Ausbaubedarfs erfasst. Die zunehmenden Eingriffsnotwendigkeiten der Netzbetreiber zur Systemstabilität deuten auf die angespannte Situation der Netze und den Ausbaubedarf hin.

Gleichermaßen lassen die Eingriffe der Netzbetreiber auf die Lage der Versorgungssicherheit insgesamt schließen. Sie wird in Anbetracht von ausreichend Kapazitäten an gesicherter Leistung im europäischen Strommarkt zusammen mit den netzstabilisierenden Maßnahmen zwar derzeit als vorhanden eingeschätzt. Jedoch ist zu ihrer Aufrechterhaltung ein zügiger Netzausbau maßgeblich. Zudem ist strittig, ob die bestehenden und beabsichtigten Erlösmöglichkeiten im Strommarkt ausreichend sind, um langfristig genügend konventionelle und damit gesicherte Kapazitäten im Markt zu halten oder aber ausreichend Flexibilisierungspotenziale zu heben.

Dass das Erneuerbare-Energien-Gesetz vorwiegend als Instrument der Technologieförderung – mit allen damit verbundenen Vor- und Nachteilen – gesehen werden muss, macht auch das schlechte Abschneiden im Bereich der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Stromerzeugung deutlich. Hier hat insbesondere die Entwicklung des Residualmixes, also der Kapazitäten, die Strom erzeugen, wenn es Erneuerbare witterungsbedingt nicht tun, dazu geführt, dass die Emissionen nicht so schnell wie gewünscht gesunken sind. Das folgt einerseits eingängigen Marktbedingungen (Druck auf die Börsenstrompreise, niedrige CO<sub>2</sub>-Preise, niedrige Steinkohlepreise) und ist außerdem auch eine Konsequenz daraus, dass mit der Kernenergie eine emissionsarme Technologie aus dem Erzeugungsmix ausscheidet.

Bei der Energieeffizienz insgesamt befindet man sich auf einem positiven Weg, während die Senkung des Stromverbrauchs bisher im Gegensatz dazu nicht im erwünschten Maße gelungen ist. Gleichwohl hat sich der Abstand zu den avisierten Zielen seit 2011 verringert.

Letztlich können in einem Prozess wie der Energiewende nicht alle Ziele gleichermaßen erreicht werden. Die aufgezeigte Spannbreite derer macht viel eher deutlich, dass es immer wieder ein Austarieren verschiedener Anforderungen an das Stromsystem der Zukunft geben muss.

## 1. Warum eine Zwischenbilanz?<sup>1</sup>

Mitte März 2011 wurden unter dem Eindruck des Tsunamis und des damit verbundenen Reaktorunglücks von Fukushima acht Kernkraftwerke in Deutschland vorläufig und drei Monate später endgültig stillgelegt. Bis 2022 sollen alle Kernkraftwerke vom Netz gegangen sein. Damit wurde eine jahrzehntelange Debatte beendet und eine Technik der Stromerzeugung in Deutschland aus dem Portfolio Erzeugungsmix herausgenommen. Am 11. März 2016 jähren sich der Tag des Erdbebens und damit der Beginn der Ereignisse in Fukushima, der zur politischen Neubewertung des Atomausstiegs in Deutschland führte, zum fünften Mal.

Mit dem Moratorium aus dem Jahr 2011 gingen seinerzeit Kapazitäten, die für rund 7 Prozent der deutschen Stromerzeugung standen, vom Netz. Mit der Abschaltung des Kernkraftwerks Grafenrheinfeld Mitte letzten Jahres und damit vor der gesetzlich avisierten Stilllegung Ende Dezember 2015 ist die nächste Phase des Kernenergieausstiegs eingeläutet worden. Die verbleibenden acht Kernkraftwerke, die zuletzt rund 14 Prozent des hiesigen Stroms erzeugten, werden in den nächsten Jahren vom Netz gehen. Die größten Herausforderungen stehen uns jedoch noch bevor: Mit Auslaufen der Jahre 2021 und 2022 werden nochmals Kapazitäten in der Größenordnung der Sofortstilllegungen 2011 vom Netz gehen.

Es wäre jedoch falsch, die sogenannte Energiewende auf die Verkürzung der Laufzeiten und das sofortige und endgültige Abschalten von acht Kernkraftwerken zu reduzieren. Die Energiewende ist deutlich umfassender und beinhaltet nicht zuletzt die durchgängige Umstellung der Stromerzeugungsstrukturen auf Erzeugungskapazitäten mit erneuerbarer Basis. Sie zielt darauf ab, die gesamte Versorgungsbasis über einen über mehrere Jahrzehnte laufenden Prozess neu zu gestalten und die hierfür notwendigen Infrastrukturen zu schaffen. Dass mit dem Ausstieg aus der Kernenergie Kapazitäten aus dem Markt gehen, die anders als erneuerbare Energien jederzeit verlässlich Strom liefern, ist nicht Ursache für die Herausforderungen, die sich im Rahmen der Energiewende ergeben, verschärft sie jedoch. Ein Grund mehr eine Zwischenbilanz zu ziehen, wie der Aufbau des neuen Energiesystems parallel zum Ausstieg aus der Kernenergie vorankommt.

Kernelement der Energiewende ist der Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere von Windenergie onshore und offshore sowie Photovoltaik, die bis zur Mitte des Jahrhunderts die Stromversorgung dominieren sollen. Diese Ziele werden in Deutschland schon seit Jahren verfolgt, viele damit zusammenhängende

---

<sup>1</sup> Dieses Zwischenfazit basiert auf früheren Arbeiten zur Energiewende. Vgl. dazu Bardt/Chrischilles, 2012

Herausforderungen und Risiken wie der Netzausbau, der Umgang mit schwankenden Stromquellen und die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung werden ebenso lang in die Diskussion gebracht. Im Energiekonzept der Bundesregierung 2010 wurden diese Energiezukunft und die damit verbundenen Herausforderungen strategisch umfassend beschrieben (Bundesregierung, 2010). Mit der Energiewende 2011 und den nachfolgenden Beschlüssen wurde an diesem Kurs festgehalten.

Die Energiewende in Deutschland folgt keinem eindeutigen und langfristig detailliert zu definierenden Masterplan. Dennoch sind zahlreiche Schritte und Zwischenziele festgelegt. Der Fortschritt wird regelmäßig durch einen im Auftrag der Bundesregierung erstellten Monitoringbericht verfolgt. An dieser Stelle soll ein Zwischenfazit gezogen werden, das sich an den Dimensionen des energiepolitischen Zieldreiecks (Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit) sowie den konkretisierten Zielen der Energiewende orientiert.

An Prozessschritten, Zwischenergebnissen und Wirkungen auf die energiewirtschaftlichen Ziele anknüpfend ist eine Einschätzung der Umsetzungsfortschritte zur Energiewende erarbeitet worden, die fünf Jahre nach den Ereignissen in Fukushima wesentliche Fortschritte und Herausforderungen der Energiewende benennt. Bei der Messung der Zielerreichung wird der Zeitraum seit Beginn der Umstellung der Energiepolitik bis heute beleuchtet. Ausgangsjahr ist 2000 mit dem Beginn der umfangreichen Förderung erneuerbarer Energien durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz. Den Zielbezug liefern weitestgehend die für 2020 formulierten Ziele der Bundesregierung, wobei zumeist ein linearer Zielerreichungspfad angenommen werden konnte und somit ein aktueller Bezug hergeleitet wurde. Bei einzelnen Aspekten wurde dieses Vorgehen aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit modifiziert.

Betrachtet wird für die Expertise der aktuelle Rand und damit je nach Datenverfügbarkeit das Jahr 2014 oder 2015. Zum Vergleich wird ergänzend auch das Jahr 2012, also ein Zeitraum kurz nach der Entscheidung zum Kernenergieausstieg dargestellt. Da sich die Energiewende derzeit mit dem Kernenergieausstieg und der umfassenden Förderung von erneuerbaren Energien vornehmlich im Bereich der Stromerzeugung bewegt, konzentrieren sich die gewählten Indikatoren primär auf diesen Bereich, auch wenn perspektivisch die Energiewende deutlich darüber hinausgehend beleuchtet werden muss. Bewertet werden die Indikatoren erneuerbare Energien, Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit, Netze und Netzinfrastruktur, Klimaschutz, Energieeffizienz und Stromverbrauch. Einzig nicht mit einem einzelnen Indikator unterlegt ist das Ziel der Versorgungssicherheit, das aber aufgrund seiner Bedeutung zumindest einer qualitativen Analyse unterzogen wird.

## 2. Ausbau erneuerbarer Energien

Der Ausbau der erneuerbaren Energien gehört zum Kernbestand der Energiewende. Während der Ausstieg aus der Kernkraft lange Zeit nur noch hinsichtlich ihrer zeitlichen Dimension umstritten war und im Jahr 2011 mit genauen Daten bis 2022 beschlossen wurde, ist der Aufbau der erneuerbaren Energien ein frühzeitig begonnener und langfristig angelegter Prozess. Durch diesen Prozess soll bis Mitte des Jahrhunderts der weitaus größte Teil der Stromversorgung aus erneuerbaren Quellen gesichert werden.

Das Stromeinspeisegesetz hat schon in den neunziger Jahren eine Förderung für erneuerbare Energien eingeführt, die seit dem Jahr 2000 durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz fortgesetzt und gestärkt wurde. Daher soll das Jahr 2000 hier auch als Start der Energiewende angesehen werden, auch wenn der Begriff sich erst nach dem beschleunigten Kernenergieausstieg aus dem Jahr 2011 fest etabliert hat.

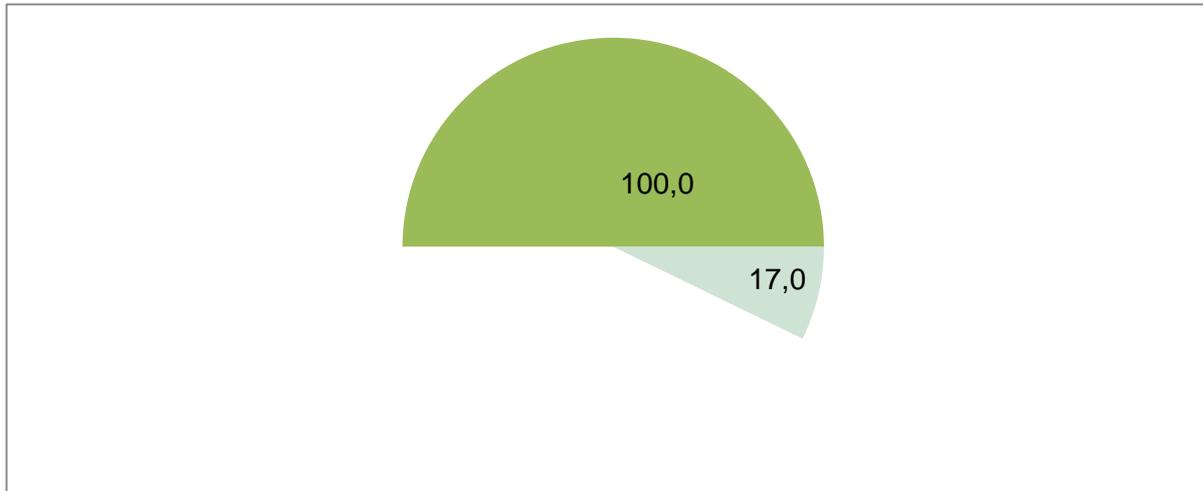
Für den Stromsektor sind besonders anspruchsvolle Ziele formuliert worden. So soll der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2050 auf mindestens 80 Prozent ansteigen. Zwischenziele sind für 2020 mit 35 Prozent, 2030 mit 50 Prozent und 2040 mit 65 Prozent definiert. In jeder Dekade soll somit der Anteil der erneuerbaren Energien um 15 Prozentpunkte ansteigen. Mit der EEG Novelle 2014 soll der Zubau mit technologiespezifischen Ausbaupfaden besser gesteuert werden. Zudem sind Zwischenziele für 2025 und 2035 eingezogen worden, wenn der Anteil erneuerbarer Energien zwischen 40 und 45 beziehungsweise 55 und 60 Prozent liegen soll.

### Zwischenbilanz Ausbau erneuerbarer Energien

Der Ausbau der erneuerbaren Energien kann am besten an den eigenen Zielen der Bundesregierung gemessen werden. Dabei wird eine lineare Entwicklung zwischen dem Ausgangswert aus dem Jahr 2000 und dem ersten Zwischenziel 2020 angelegt. Wird dieser Wert vollständig erreicht, wird ein Zielerreichungsgrad von 100 Punkten angezeigt. Jeder Prozentpunkt, den der Ausbau unterhalb des Zuwachspfades seit dem Ausgangsjahr liegt, führt zu einer Verringerung der Bewertung. Bei einer Übererfüllung der Ziele kann auch ein höherer Wert errechnet werden. Würde der Ausbau der erneuerbaren Energien auf dem Niveau von 2000 stehen bleiben, würden 0 Punkte vergeben.

## Abbildung 2: Zielerreichung bei erneuerbaren Energien 2015

100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad

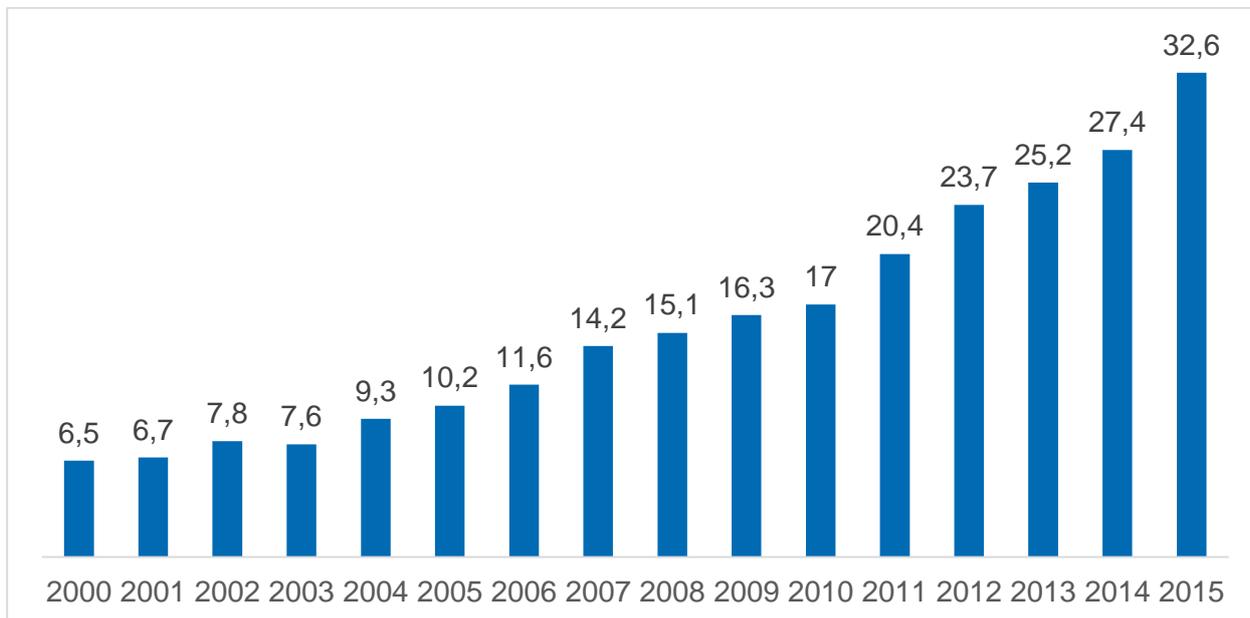


Quelle: AGEB, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

2000 lag der Anteil der erneuerbaren Energien im Stromsektor noch bei 6,5 Prozent. Will man im Jahr 2020 einen Anteil von 35 Prozent erreichen, muss der Anteil jährlich um 1,43 Prozentpunkte ansteigen. Für 2015 wäre damit ein Zuwachs um 21,4 Prozentpunkte auf einen Anteil der erneuerbaren Energien von 27,9 Prozent notwendig gewesen. Tatsächlich konnte 2015 sogar ein Anteil von 32,6 Prozent erreicht werden, was einem Zuwachs von 23,0 Prozentpunkten seit dem Jahr 2000 entsprach. Damit wird das Ausbauziel gemessen an den Zuwächsen seit dem Basisjahr sogar übererfüllt und verzeichnet nach der hier verwendeten Systematik einen Zielerreichungsgrad von 117 Prozent beziehungsweise Punkten. Für die Darstellung wird die Überschießung nur skizziert.

Zwar liegt die obere Grenze für das nächste Zwischenziel im Jahr 2025 (40 bis 45 Prozent) über dem gemessen am Anstieg von 2000 bis 2020 definierten Zielpfad, aber auch daran gemessen ergäbe sich für das Jahr 2015 eine leichte Übererfüllung. Das ist vor dem Hintergrund der mit dem Ausbau verbundenen Förderkosten (siehe nächstes Kapitel) nicht uneingeschränkt positiv zu bewerten, da ein zu schneller Ausbau von Erneuerbaren bereits in der Vergangenheit zu erheblichen Kostensteigerungen geführt hat. So wurden insbesondere im Bereich der Solarenergie zwischen 2010 und 2012 Zubaumengen realisiert, die den avisierten Zielpfad der Bundesregierung deutlich überschritten. Seit 2009 existierten für die Solarenergie Obergrenzen, ab denen die Vergütung stärker als geplant sinkt. Diese lag 2010 bei 1,7 GW und 2012 bei 3,5 GW. Tatsächlich wurden in diesen Jahren Anlagen mit einer Leistung von über 7 GW installiert.

**Abbildung 3: Anteil erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs in Prozent**



Quelle: AGEB

Seit der Novellierung des EEG 2014 sind für weitere Erneuerbare-Energien-Technologien konkrete Mengenziele für den jährlichen Zubau festgelegt worden. Sie liegen für Solarenergie bei durchschnittlich 2,5 Gigawatt (brutto), für Windenergie an Land bei 2,5 Gigawatt (netto), für Biomasse bei 100 Megawatt (brutto) und für Windenergie auf See ist eine Installation von 6,5 Gigawatt bis 2020 und 15 Gigawatt bis 2030 vorgesehen. Die konkrete Mengensteuerung erfolgt bei Photovoltaik, Windenergie an Land und Biomasse über einen sog. "atmenden Deckel". Das heißt: Werden mehr neue Anlagen zur Erneuerbare-Energie-Erzeugung gebaut als nach dem Ausbaukorridor vorgesehen, sinken automatisch die Fördersätze für weitere Anlagen.

Mit der Absenkung der Vergütungssätze für Solare Energien entwickeln sich die Zubaumengen seit 2013 weitestgehend im Rahmen oder unterhalb der avisierten Grenze. Sie lagen 2015 bei rund 1 GW, 2014 bei rund 1,5 GW und 2013 bei 2,6 GW brutto. Für Wind betrug der Nettozubau 2014 rund 4 GW und 2015 rund 3,5 GW und lag damit deutlich über dem eigentlichen Ausbaupfad, 2013 lag der Zubau noch bei rund 2,6 GW (Bundesnetzagentur, 2015; Deutsche WindGuard, 2015). Für Biomasse lag der Zubau zuletzt unter der avisierten Grenze. Somit scheint zwar keine präzise aber doch bessere Mengensteuerung erreicht worden zu sein. Weitere Erfolge dahingehend sind mit der Umstellung der Förderung auf ein Ausschreibungsmodell zu erwarten. Pilotprojekte für solare Freiflächenanlagen sind bereits durchgeführt worden und die Ausweitung auf andere Technologien soll bis 2017 erfolgen. Mit der

Ausschreibung von förderfähigen Mengen kann der Gesetzgeber die Ausbaugeschwindigkeit direkt steuern.

### 3. Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung ist für ein modernes Industrieland von kaum zu unterschätzender Bedeutung. Energie und insbesondere Strom werden für praktisch alle Funktionen eines Haushalts benötigt. Licht, Heizungssteuerung, Elektrogeräte, Kommunikation – alles ist von der Verfügbarkeit von elektrischer Energie abhängig. Dies gilt ebenso für Industrieanlagen, die auf Elektrizität angewiesen sind – selbst wenn die größeren Anteile der Energieversorgung nicht durch Strom gedeckt werden.

Die Strompreise haben damit eine soziale und eine wirtschaftliche Dimension. Da der Stromverbrauch der privaten Haushalte mit zunehmendem Einkommen nur wenig steigt, sind einkommensärmere Haushalte sehr viel stärker von höheren Strompreisen betroffen als wohlhabendere Haushalte. Die Kosten der Energiewende, soweit sie von Privathaushalten zu tragen sind, sind daher unter Verteilungsgesichtspunkten kritisch zu sehen. So zahlen die Haushalte mit dem geringsten Einkommen einen fast zehnmal so hohen Anteil des Einkommens für die erneuerbaren Energien wie die einkommensstärksten Haushalte (Bardt et al., 2012).

Für die industriellen Stromverbraucher ist der Strompreis von hoher Bedeutung zur Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Produktion am Standort Deutschland. Auch wenn bestimmte besonders energieintensive Unternehmen von zusätzlichen Belastungen ausgenommen werden, bringen die Mehrkosten eine Verschlechterung der wirtschaftlichen Situation mit sich. Die Kostendimension der Energiewende ist also sowohl aus sozialen wie aus wirtschaftlichen Gründen von hoher Bedeutung. Die Energiewende kann nur gelingen, wenn eine wirtschaftliche Energieversorgung auch weiterhin gewährleistet ist (Bardt/Kempermann, 2013).

#### Zwischenbilanz Wirtschaftlichkeit

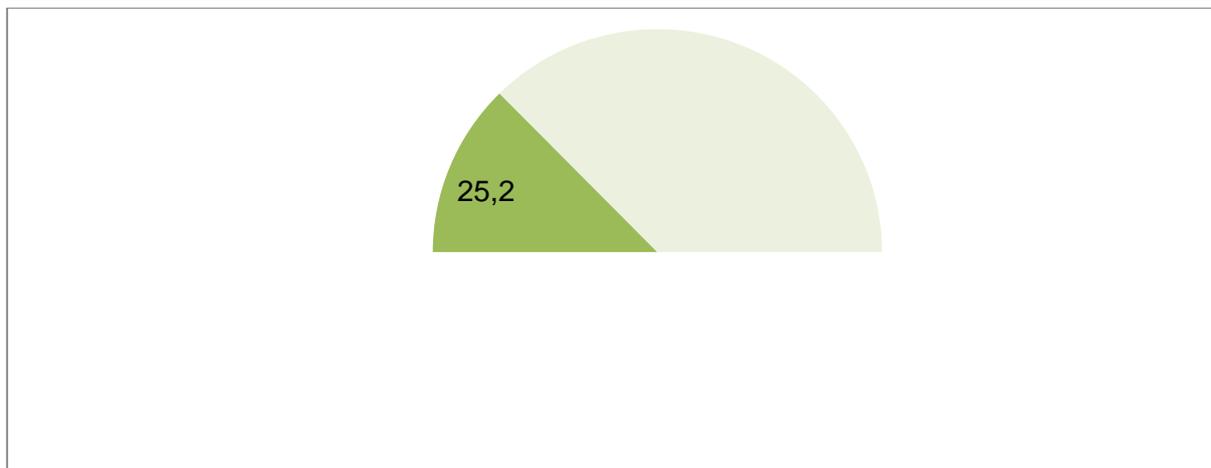
Zur Messung der Wirtschaftlichkeit der Energiewende wird das Ziel der Bundesregierung herangezogen, die EEG-Umlage bei 3,5 Cent, also dem Niveau des Jahres 2011, zu begrenzen. Dieses Ziel stammt aus der Regierungserklärung vom 9. Juni 2011 anlässlich des Atomausstiegs, und kann daher als Teil des politisch entschiedenen Vorhabens der Energiewendediskussion angesehen werden – bei allen Schwierigkeiten, die mit diesem Indikator verbunden sind (Bundesregierung,

2011). Wird dieses Ziel erreicht, bleibt die Umlage also bei maximal 3,5 Cent, und der maximale Zielerreichungsgrad von 100 Punkten wird ausgewiesen. Jedes Überschreiten des Grenzwertes geht negativ in den Zielerreichungsgrad ein. Für jeden Prozentpunkt der Überschreitung der angestrebten maximalen EEG-Umlage wird ein Punkt in der Zielerreichung abgezogen. Wird das Ziel der Regierung um 100 Prozent verfehlt, steigt die Umlage also auf 7 Cent und mehr und die Zielerreichung wird mit 0 gewertet.

Im Jahr 2015 liegt die EEG-Umlage bei 6,17 Cent je Kilowattstunde. Damit wird die Zielerreichung mit einem Wert von nur 25,2 von 100 Punkten gemessen. Für 2016 läge sie sogar bei nur noch 20,0 Punkten.

#### **Abbildung 4: Zielerreichung der Wirtschaftlichkeit der Energiewende 2015**

100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



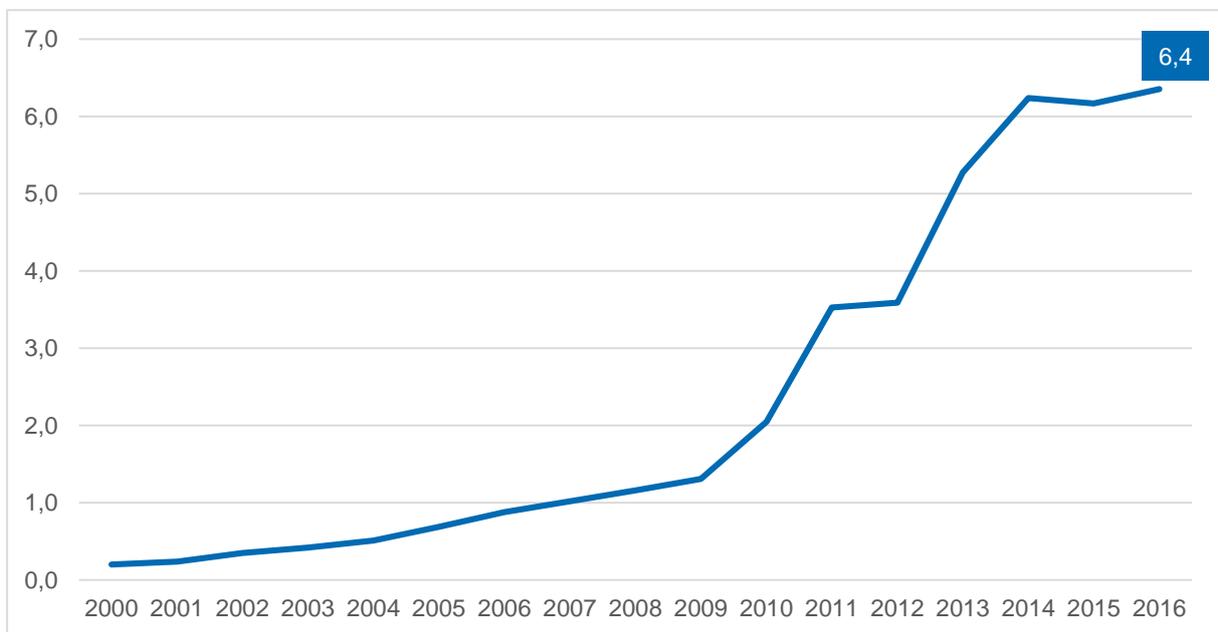
Quelle: ÜNB, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Damit wird deutlich, dass der Erfolg des quantitativen Ausbaus bei den erneuerbaren Energien nicht mit einem gleichzeitigen Erhalt oder gar einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit einhergegangen ist. Auch wenn die Novellierungen des EEG in den vergangenen Jahren (Stärkung der Direktvermarktung und Marktprämie, Elemente der Mengensteuerung, Senkung der Vergütungssätze) in die richtige Richtung wiesen, hat dies den Auftrieb der Förderkosten, die über die EEG-Umlage finanziert werden, nicht aufgehalten. So wurden im letzten Jahr rund 21,8 Milliarden Euro zur Förderung ausgegeben und damit rund 1,6 Milliarden mehr als 2014. In diesem Jahr dürften noch einmal 2,1 Milliarden hinzukommen (BDEW, 2016).

Das liegt nicht ausschließlich an den EEG-Auszahlungen, die im Verhältnis zu den erzeugten Strommengen zuletzt sogar leicht gesunken sind, sondern auch an dem Verfall der Börsenstrompreise, womit Strom aus erneuerbaren Energien tendenziell an Wert verliert. Der Weg zu mehr Wirtschaftlichkeit muss daher zweigeteilt sein:

Zum einen sind die Auszahlungen konsequent effizienter zu gestalten. Die Umstellung auf Ausschreibungen, sofern sie sinnvoll ausgestaltet sind, ist dazu ein wichtiger Schritt. Weitergehend wäre aber auch beispielsweise eine technologieunspezifische Förderung ebenso wie eine stärker am Marktpreis orientierte Förderung wünschenswert. Zum anderen muss ein Strommarktdesign implementiert werden, das es erneuerbaren wie konventionellen Energien erlaubt ausreichend Deckungsbeiträge zu generieren, beispielsweise indem unterschiedliche Preise je nach Verfügungssicherheit des verkauften Stroms gezahlt werden müssen (Chrischilles/Bardt, 2015a).

**Abbildung 5: Entwicklung der EEG-Umlage seit 2000**  
In Cent je Kilowattstunde



Quelle: ÜNB

Die Wirtschaftlichkeit der Energiewende ist nicht nur mit Blick auf Auswirkungen auf die hiesige Wirtschaft zentral für den Erfolg der Energiewende, sie bestimmt auch, ob das deutsche Modell ein Vorbild für andere Länder, insbesondere solche im wirtschaftlichen Aufholprozess, sein kann. Wenn die Energiewende klimapolitische Wirksamkeit haben soll, muss sie diese internationale Ausstrahlungswirkung erlangen.

## 4. Wettbewerbsfähigkeit

Elektrische Energie ist auch ein essenzieller Produktionsfaktor für die Industrie am Standort Deutschland (Chrischilles, 2015). Beinahe ein Drittel des Energiebedarfs in der Industrie wird durch elektrische Energie gedeckt. Insbesondere stromintensive Unternehmen drohen durch die auftreibenden Strompreise der letzten Jahre in ihrer Wettbewerbsfähigkeit eingeschränkt zu werden. Ausnahmeregelungen können diesen Effekt bisher zumindest mildern. Aber auch für Unternehmen, die eben nicht von solchen Ausnahmeregelungen profitieren, stellen die steigenden Stromkosten einem zunehmend unkalkulierbaren Produktionsnachteil dar.

Die Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Industrien muss in der Energiewende aus verschiedenen Gründen erhalten bleiben:

- Aufgrund ihrer vielfältigen Verflechtungen mit anderen Industriezweigen bilden gerade stromintensive Industrien einen Grundpfeiler der industriellen Wertschöpfung in Deutschland. Viele Sektoren der Vorleistungs- und Zulieferunternehmen sind von diesen Branchen abhängig. Deutschland ist stärker als viele andere Länder auf seine Industrie angewiesen. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Industrie ist essenziell, um die für die Energiewende erforderlichen staatlichen wie privaten Investitionen heute und zukünftig tätigen zu können.
- In den stromintensiven Branchen produzieren Unternehmen unverzichtbare Grund- und Werkstoffe für den Umbau der Energieversorgung. Gläser, Silikon, Dichtstoffe, Quarzsand, Kupferdrähte und Zinkrohre sind Grundstoffe, die in der Photovoltaik zum Einsatz kommen. Für Windräder werden Glasfasern für Rotoren, Stahl für die Fundamente, Türme und Getriebe sowie chemische Beschichtungen für die Rotorblätter gebraucht. Dieses Wertschöpfungs- und Exportpotenzial sollte im Land verbleiben.
- Je höher die Kostenunterschiede sind, die hiesige Produzenten im Vergleich zu Konkurrenten tragen müssen, desto stärker droht die Produktion energie- und damit emissionsintensiver Güter in andere Länder verlagert zu werden. Die Strompreise in Deutschland liegen bereits beträchtlich über dem europäischen und auch internationalen Durchschnitt. Damit wäre einem Hauptziel der Energiewende, dem Klimaschutz, wenig gedient. Nachlässiger Klimaschutz würde fortan zum Standortvorteil und kann die hierzulande erzielten Fortschritte sogar

überkompensieren (Carbon Leakage Effekt), vor allem, wenn die betreffenden Güter dann wieder über weite Strecken importiert werden.

- Die deutsche Energiewende muss als Modell nachahmungswürdig und exportierbar bleiben. Das ist nur gegeben, wenn unter Beweis gestellt wird, dass sich eine umweltverträgliche Energieversorgung und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit nicht ausschließen. Unter diesen Umständen können möglicherweise Schwellen- und Entwicklungsländer oder andere Industrienationen zu einer umweltverträglicheren Stromversorgung motiviert werden.

### Zwischenbilanz Wettbewerbsfähigkeit

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und insbesondere stromintensiver und im internationalen Wettbewerb stehender Branchen zu gewährleisten, dürfen sich die hiesigen Strompreise nicht übermäßig von denen ihrer Konkurrenten unterscheiden. Für diese Zwischenbilanz werden die Strompreise der Europäischen Union als relevanter Wettbewerbsmarkt herangezogen. Ein durchgängiger Vergleich mit dem Jahr 2000, wie er in anderen Kapiteln der Expertise vorgenommen wurde, ist hier jedoch nicht möglich, da die Daten zu Strompreisen, die bei der Eurostat verfügbar sind, vor und nach 2007 nur sehr eingeschränkt vergleichbar sind.<sup>2</sup> Stattdessen wird zunächst der Abstand deutscher Industriestrompreise vom EU-Durchschnitt für ein mittleres Industrieunternehmen (in etwa 2000 MWh jährlich) als Referenzfall betrachtet. Anders als bei größeren oder kleineren Abnahmefällen ist hier der Durchschnittswert der EU-15 für 2000 angegeben und ist ebenfalls für 2014 ermittelbar. Auch ein deutscher Durchschnittswert wird ausgewiesen. Verglichen werden die Industriestrompreise inklusive aller Abgaben und Steuern außer der Mehrwertsteuer und erstattungsfähigen Abgaben.

In dem für den Energiewende-Radar verwendeten Referenzjahr 2000 wich der Strompreis für einen mittleren industriellen Energieverbraucher nur um etwa 0,3 Cent je Kilowattstunde vom ermittelten europäischen Durchschnitt ab. Im Folgenden wird daher vereinfachend für die Jahre am aktuellen Rand eine 0-prozentige Abweichung vom europäischen Mittel als Referenz für Wettbewerbsfähigkeit angenommen. Folglich wird bei einer Übereinstimmung der Verbraucherpreise mit dem europäischen Mittelwert im Jahr 2014 ein Zielerreichungsgrad von 100 Punkten

---

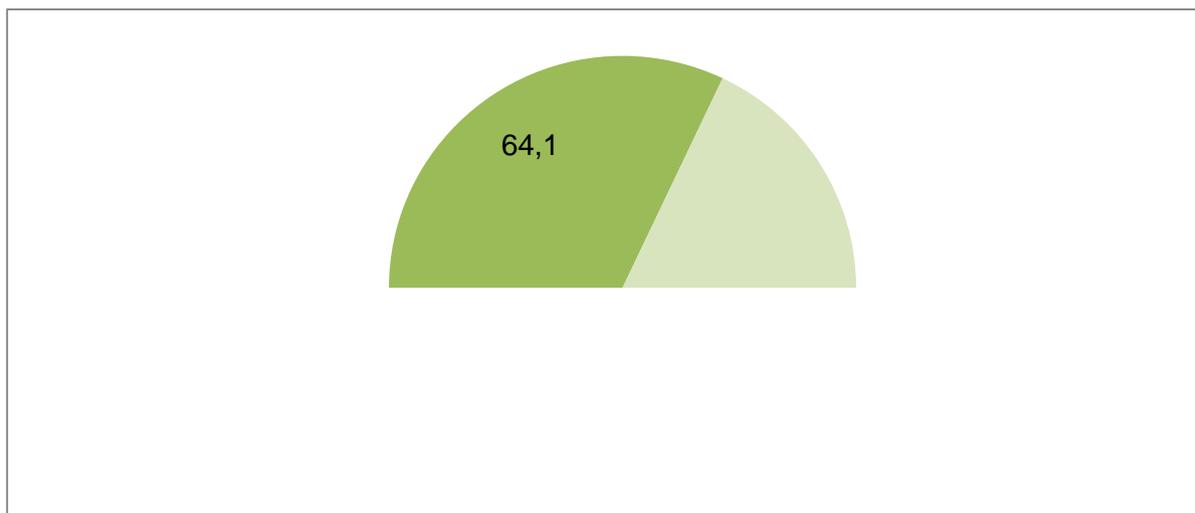
<sup>2</sup> Zum einen ergeben sich gerade für untypische Abnahmefälle erhebliche Lücken in den verfügbaren Daten. Zum anderen wurden die Daten bis Ende 2007 halbjährlich jeweils für einen einzelnen Zeitpunkt (1. Januar und 1. Juli) eines Jahres und einen Abnahmefall erhoben. Von da an wird der Durchschnittspreis über ein halbes Jahr gebildet, und es werden außerdem die Abnahmefälle als Bandbreite ausgegeben.

ausgewiesen. Die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie verschlechtert sich, je stärker die Strompreise vom europäischen Mittel abweichen. Jede prozentuale Überschreitung wird dem Zielerreichungsgrad daher negativ zugeschlagen. Ist der Industriepreis in Deutschland also doppelt so hoch wie der europäische Durchschnittspreis, reduziert sich der Zielerreichungsgrad auf 0 Punkte.

Der Strompreis lag für einen durchschnittlichen Stromabnehmer aus der Industrie im Jahr 2000 bei etwa 7,2 Cent/kWh und damit wie beschrieben nur knapp über dem europäischen Durchschnitt von 6,9 Cent/KWh. Im Jahr 2014 hingegen liegt er mit 13,5 Cent/KWh fast 36 Prozent über dem europäischen Durchschnitt (EU-15) von 9,9 Cent/KWh. Es ergibt sich damit für die Wettbewerbsfähigkeit eines mittleren Industrieunternehmens ein Zielerreichungsgrad von nur 64,1 Punkten.

#### **Abbildung 6: Zielerreichung der Wettbewerbsfähigkeit für einen durchschnittlichen industriellen Stromverbraucher 2014**

100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



Durchschnittliches Industrieunternehmen im Jahr 2000: Jahresverbrauch: 2.000 MWh; maximale Abnahme: 500 kW; jährliche Inanspruchnahme: 4.000 Stunden; im Jahr 2011: 2.000 MWh < Verbrauch < 20.000 MWh

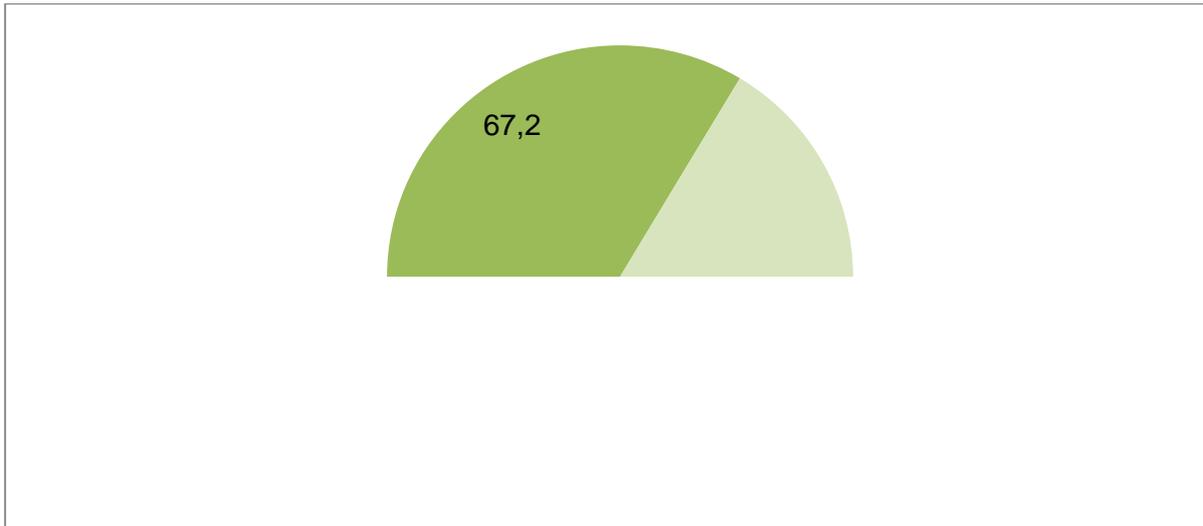
Quelle: Eurostat, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Im Folgenden wird zudem zwischen industriellen Kleinverbrauchern und größeren Abnehmern unterschieden. Hier wird aufgrund der unvollständigen Datenlage nur das Jahr 2014 betrachtet. Analog zum Referenzfall wird bei einer 0-prozentigen Abweichung vom europäischen Durchschnitt im Jahr 2014 der Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit mit 100 Punkten ausgewiesen. Für die Gruppe der Kleinverbraucher liegt der Strompreis (18,3 Cent/KWh) heute etwa 33 Prozent über dem europäischen Durchschnitt (13,7 Cent/KWh) und weicht daher weniger stark ab als bei der Gruppe der durchschnittlichen Verbraucher. Die geringere prozentuale Abweichung ergibt sich zwar auch aus dem höheren Preisniveau, kann aber insofern

als plausibel angenommen werden, als dass Abweichungen für kleinere Verbraucher auch wirtschaftlich weniger stark ins Gewicht fallen. Für Kleinverbraucher aus der Industrie ergibt sich damit ein Zielerreichungsgrad der Wettbewerbsfähigkeit von 67,2 Punkten.

**Abbildung 7: Zielerreichung der Wettbewerbsfähigkeit für einen industriellen Kleinverbraucher 2014**

100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad

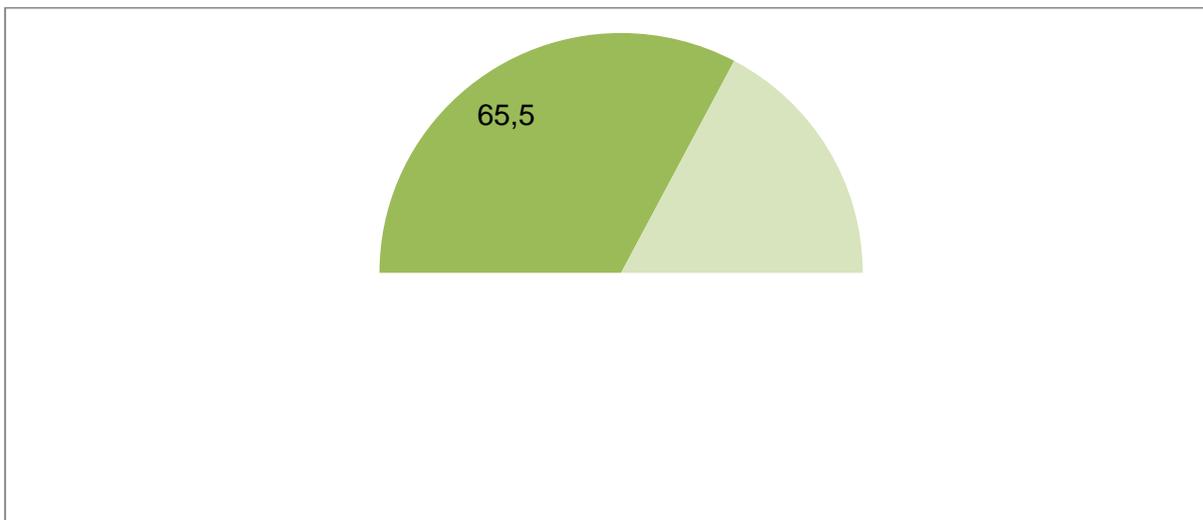


Industrieller Kleinverbraucher: 20 MWh < Verbrauch < 500 MWh

Quelle: Eurostat, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

**Abbildung 8: Zielerreichung der Wettbewerbsfähigkeit für einen industriellen Großverbraucher 2014**

100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



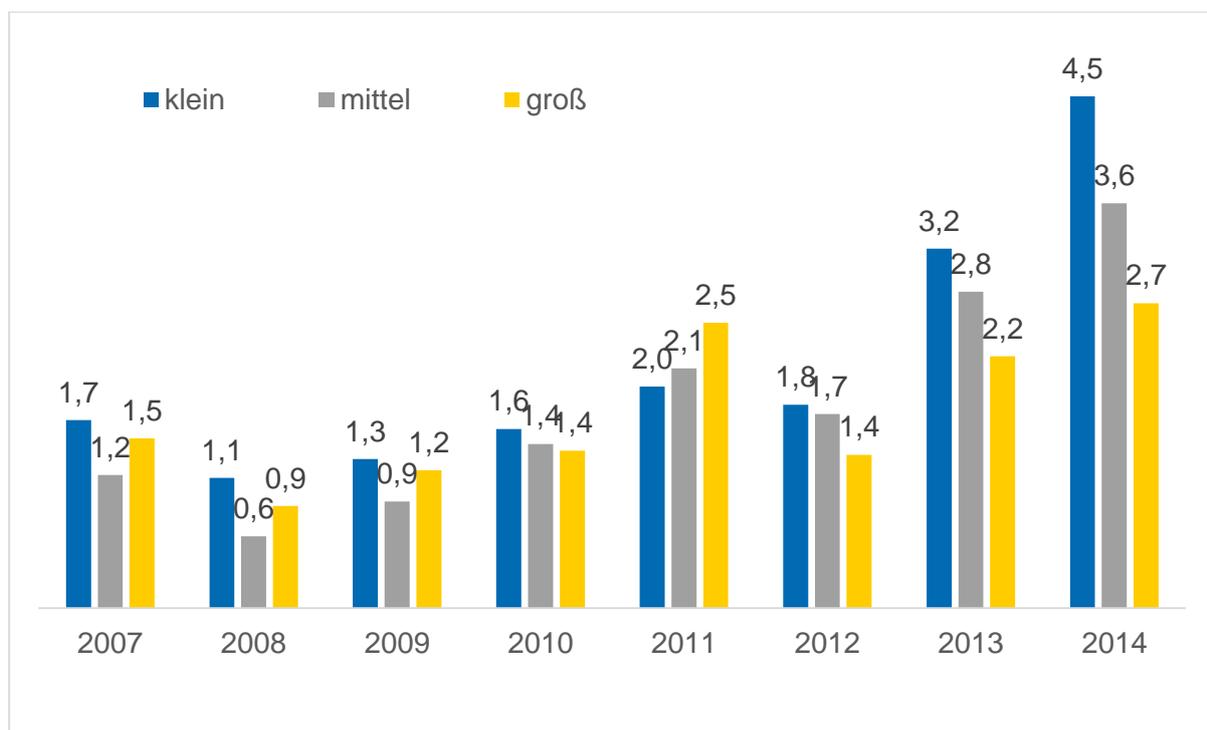
Industrieller Großverbraucher: 70.000 MWh < Verbrauch < 150.000 MWh

Quelle: Eurostat, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Die größten prozentualen Abweichungen ergeben sich in der Gruppe der größeren Stromverbraucher, in der sich bereits viele Unternehmen aus der energieintensiven Industrie wiederfinden dürften. Hier liegt der deutsche Strompreis mit 10,5 Cent/KWh um 35,5 Prozent höher als der europäische Durchschnitt (7,8 Cent/KWh). Abweichungen fallen hier aufgrund der hohen Abnahmemengen besonders stark ins Gewicht. In dieser Gruppe kann ein Zielerreichungsgrad von 65,5 Punkten konstatiert werden. Da die stromintensive Industrie die stärksten Wettbewerbseffekte durch steigende Strompreise zu bewältigen hat, werden die Großabnehmer als Indikator-Gruppe zur Messung der Wettbewerbsfähigkeit in der Gesamtbetrachtung herangezogen.

### Abbildung 9: Abweichung deutscher Industriestrompreise vom europäischen Durchschnitt

Deutschland im Vergleich zum Durchschnitt der EU-15 in Cent je Kilowattstunde ohne Mehrwertsteuer und erstattungsfähige Steuern



EU 15: 2007 ohne Italien, teilweise ohne Luxemburg; 2007: Nur Werte des 1. Halbjahres.

Quelle: Eurostat, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Da alle Industrieunternehmen in unterschiedlichem Maße an der Finanzierung zu Förderung von erneuerbaren beteiligt werden, hat der Auftrieb der Fördersummen direkte Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Industrie. Bereits in der Vergangenheit konnte vor allem in der energieintensiven Industrie eine Investitionszurückhaltung beobachtet werden, die mit Blick auf eine mögliche Verlagerung emissionsintensiver Prozesse in andere Weltregionen auch

klimapolitisch als kritisch betrachtet werden kann. Zwar haben Ausnahmeregelungen bei Abgabenlasten die Effekte mildern können, jedoch führen diese immer wieder zu Verteilungspolitischen Debatten, so dass der Bestand solcher Regelungen immer in Frage gestellt wird. Die unternehmerische Investitionssicherheit wird damit geschwächt. Auch hat die Finanzierung über den Stromverbrauch beziehungsweise Ausnahmen davon energiewirtschaftlich verzerrende Effekte. Langfristig sollten daher Überlegungen für einen Abbau der Finanzierungslasten oder sogar für eine alternative Finanzierung in die Weiterentwicklung des EEG fließen.

## 5. Versorgungssicherheit

Neben der Wirtschaftlichkeit und der Umweltverträglichkeit gehört die Sicherheit der Energieversorgung zu den drei übergeordneten Zielen des energiepolitischen Zieldreiecks. Eine kontinuierliche und stabile Energieversorgung soll zu jeder Zeit in Deutschland gewährleistet sein. Energie muss laufend zuverlässig verfügbar sein; unfreiwillige Energieversorgungsausfälle soll es nicht geben. Dazu gehört die sichere Versorgung mit Primärenergieträgern wie Öl und Gas. Hier ist insbesondere eine Vielfalt der Lieferländer und Transportwege relevant (Schaefer et al., 2015). Zur Versorgungssicherheit gehört aber auch eine kontinuierliche Stromversorgung. Aufgrund der fehlenden Speichermöglichkeit muss elektrischer Strom simultan erzeugt und verbraucht werden. Zu jeder Zeit muss genau so viel Strom produziert werden, wie Strom verbraucht wird.

Die Energiewende stellt die Stromerzeugung auf eine neue Basis. Der wachsende Anteil erneuerbarer Energien führt zu einem Angebot, das zu größeren Teilen von natürlichen Schwankungen abhängt. Damit wird der Ausgleichsbedarf für den nicht durch erneuerbare Energien zu deckenden Strombedarf ebenfalls größer. Die nötige Flexibilität kann zu Teilen durch Stromspeicher, Importe oder die Anpassung der kurzfristigen Nachfrage bereitgestellt werden. Von besonderer Bedeutung für die Energiewende bleiben jedoch fossile Kraftwerke. Zum einen müssen sie die erneuerbaren Energien ersetzen, wenn Sonne und Wind nicht ausreichen. Zum anderen müssen sie immer noch einen großen Teil des Stroms zur Verfügung stellen. Schließlich wird selbst 2030 nur mit einem Anteil der erneuerbaren Energien von 50 Prozent gerechnet – der Rest muss weitestgehend fossil erzeugt werden. Im Bau der notwendigen fossilen Kraftwerke und der Sicherung der notwendigen Kapazitäten liegt eine der Kernherausforderungen der Energiewende.

## Zwischenbilanz Versorgungssicherheit

Ein einfach messbar definiertes Ziel der Bundesregierung zur Versorgungssicherheit, dass für die Expertise operationalisiert werden kann, liegt nicht vor. Es wird daher auf eine quantitative Indikatorik verzichtet und stattdessen werden Entwicklungen skizziert, die eine qualitative Einschätzung der Versorgungssicherheit der Stromerzeugung erlauben.

Insgesamt kann die Versorgungsqualität durchaus als gut bezeichnet werden. Die durchschnittliche Versorgungsunterbrechungsdauer je angeschlossenen Letztverbraucher im Jahr 2014 ist gegenüber 2013 von 15,32 auf 12,28 Minuten gesunken (Bundesnetzagentur, 2015b). Dies ist der niedrigste Wert seit Beginn der Erhebung des sogenannten SAIDI Wertes (System Average Interruption Duration Index). Allerdings bildet diese Entwicklung nicht die wachsende Herausforderung an die Netze ab, die mit dem Ausbau erneuerbarer Energien einhergehen. So werden beispielsweise kürzere Störungen und Unterbrechungen unter drei Minuten in diesem Zusammenhang nicht erfasst. Einen Eindruck zur kurzfristigen Situation geben die notwendigen Eingriffe der Übertragungsnetzbetreiber zur Sicherung der Netzstabilität. Die Anzahl der Stunden, in denen die Übertragungsnetzbetreiber Redispatch-Maßnahmen durchführen mussten, sind seit 2010 kontinuierlich von 1.588 auf 8.453 gestiegen. Die Kosten für solche Maßnahmen beliefen sich zuletzt auf rund 187 Millionen Euro im Vergleich zu 48 Millionen in 2010.<sup>3</sup> Auch Erneuerbare-Energien-Anlagen müssen aus Gründen der Systemstabilität immer häufiger abgeregelt werden. Für solche Maßnahmen fallen zudem Kosten von mittlerweile 82,7 Millionen Euro an, die abermals über die Netzentgelte auf die Stromkunden umgelegt werden. Das ist beinahe das Achtfache der Ausgaben, die dafür noch im Jahr 2010 aufgewendet wurden.

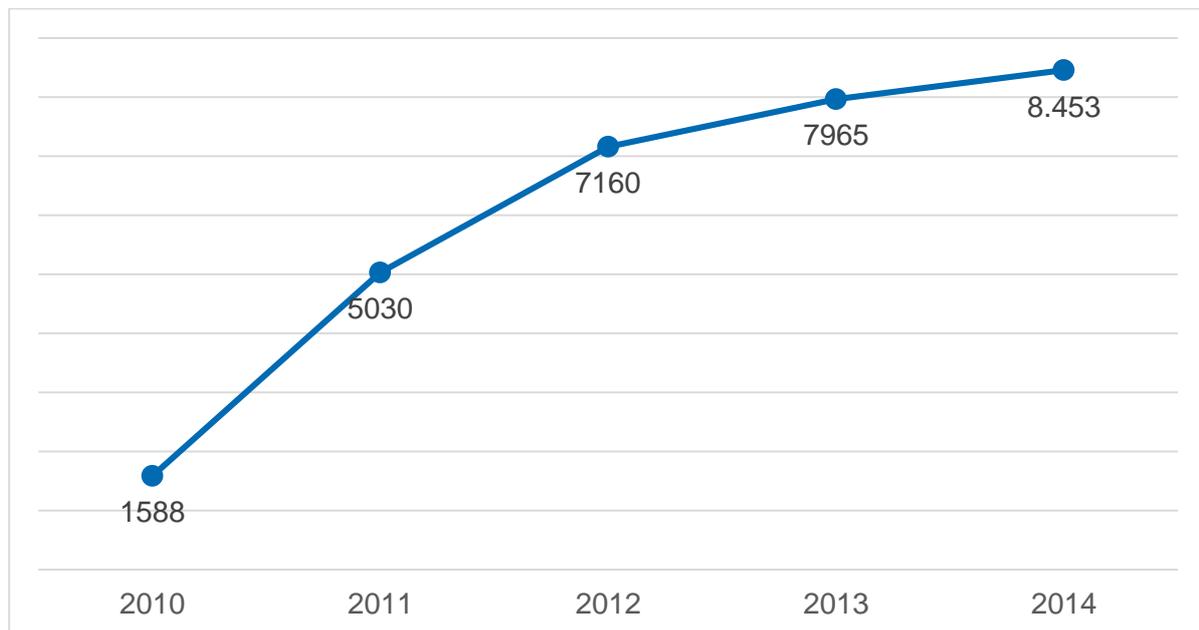
Störungen der Versorgungssicherheit können also netzseitig und über mangelnde Systemdienlichkeit der Einspeisung erneuerbarer Energien entstehen. Aber auch ein ausreichender Bestand an Kapazitäten, die gesichert und zu jeder Zeit Strom liefern, spielen eine entscheidende Rolle. Theoretisch muss immer so viel gesicherte Leistung zur Verfügung stehen, dass die nationale Spitzenlast damit zu jeder Zeit gedeckt werden kann. Man spricht dabei auch von einer ausgeglichen Leistungsbilanz im Stromsystem. Da Deutschland zunehmend in einen europäischen Stromverbund integriert ist, ist ein rein nationaler Vergleich von Erzeugungskapazitäten und Stromnachfrage jedoch nicht zielführend. Eine verlässliche Indikatorik wird derzeit auch auf Empfehlung der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ entwickelt. Vorhandene Analysen der

---

<sup>3</sup> Inkl. Countertrading.

Übertragungsnetzbetreiber zur Leistungsbilanz 2014 sowie der Versorgungssicherheitsbericht des Pentalateralen Energieforums (PLEF) für Belgien, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Niederlande, Österreich und der Schweiz zufolge ist in Deutschland insgesamt in der näheren Zukunft kein Versorgungsengpass zu erwarten (Übertragungsnetzbetreiber 2014; Pentalaterales Energieforum, 2015). Auch die Monopolkommission schließt sich dieser Einschätzung an (Monopolkommission, 2015).

**Abbildung 10: Dauer von Maßnahmen zur Vermeidung von Netzengpässen**  
Redispatch-Maßnahmen in Stunden



Quelle: Monopolkommission, Bundesnetzagentur

Voraussetzung für den Erhalt der Versorgungssicherheit ist, dass die wachsende regionale Diskrepanz zwischen Erzeugung und Verbrauch durch den rechtzeitigen Ausbau der Übertragungsnetze gedeckt wird. Außerdem ist in Deutschland Unsicherheit über die Refinanzierung von konventionellen Kraftwerkskapazitäten in der Zukunft entstanden, was zu Investitionszurückhaltung führt. Die aktuellen Veränderungen der Regeln im Strommarkt durch das Strommarktgesetz muss kritisch daraufhin geprüft werden, ob sie langfristig ausreichend Finanzierungsanreize zur Investition in Kraftwerkskapazitäten setzen (Chrischilles/Bardt, 2015b).

## 6. Netzausbau

Der Ausbau erneuerbarer Energien ist das Herzstück der Energiewende. Insbesondere die Stromerzeugung soll bis 2050 weitestgehend unabhängig von fossilen Energieträgern sein und bis 2020 zu 35 Prozent aus erneuerbaren Energien bestritten werden. Gleichzeitig soll bis 2022 in Deutschland vollständig auf Strom aus Kernkraftwerken verzichtet werden. Die Neugestaltung der Erzeugungsstruktur erfordert einen Umbau der gesamten Energieinfrastruktur: vom Energieverbrauch über die Energieeffizienz bis zur Energiespeicherung. Eine der größten Herausforderungen aber ergibt sich zukünftig bei den Anforderungen an den Transport und die Verteilung des Stroms. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien muss die Netzinfrastruktur vor allem an vier Entwicklungen angepasst werden:

- Räumliche Trennung von Erzeugung und Verbrauch: Insbesondere der zunehmend im Norden des Landes erzeugte Windstrom muss in die südlicher gelegenen Verbraucherzentren transportiert werden, wo große Kernenergie-Kapazitäten vom Netz gehen werden. Es müssen also sehr viel größere Mengen Strom über weite Distanzen transportiert werden als bei einer tradierten lastnahen Erzeugung. Mit dem Ausbau der Offshore-Windenergie wird zukünftig ein Teil des erzeugten Stroms sogar weit vor den Küsten Deutschlands erzeugt, was die Anforderungen an den Stromtransport noch einmal deutlich erhöht.
- Vermehrte Installation dezentraler und kleinerer Erzeugungskapazitäten: Strom aus Sonne, Wind oder Biomasse kommt immer häufiger aus ländlichen Gegenden und wird zudem häufiger als der Strom aus konventionellen Kraftwerken in das Verteilernetz eingespeist. Das Verteilernetz wird zunehmend zum Aufnahmenetz mit veränderten Lastflüssen. Bei starker Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien kann es beispielsweise dazu kommen, dass Strom aus dem Verteilernetz in das Höchstspannungsnetz gelangt.
- Schwankende Strommengen aus erneuerbaren Energien: Anders als konventionelle Kraftwerke sind erneuerbare Energien nicht zu jeder Zeit verfügbar und tragen daher nur geringfügig zur gesicherten Stromerzeugungsleistung bei. Als solche gilt nur am Netz befindliche Kapazität, die verlässlich zur Deckung der Jahreshöchstlast beitragen kann. Da Erzeugung und Verbrauch jedoch zu jedem Zeitpunkt ausgeglichen sein müssen, erfordern mehr installierte Kapazitäten zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien auch mehr Regelleistungen und Eingriffe der

Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Systemsicherheit (s. Kapitel zu Versorgungssicherheit).

- Realisierung des europäischen Strombinnenmarktes: Ein Stromhandel über europäische Grenzen hinweg bewirkt nicht nur einen effizienteren Erzeugungsmix, er erhöht auch die Versorgungssicherheit und ist damit erklärtes Ziel der europäischen Union. Dafür sind neben dem hiesigen Netzausbau auch ausreichend grenzüberschreitende Netzkapazitäten und deren effiziente Bewirtschaftung notwendig.

Gesetzlich festgestellt wurde schon 2009 der Bedarf von 22 besonders dringlichen Vorhaben zum Ausbau der Übertragungsnetze, die insgesamt 1.816 Kilometer umfassen. Sie sind im sogenannten Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) aufgeführt, womit die Fertigstellung dieser Projekte beschleunigt werden soll.

Darüber hinaus ist ein weiterer Netzausbau notwendig, deren vordringlicher Bedarf im Netzentwicklungsplan regelmäßig festgestellt und im Bundesbedarfsplangesetz gesetzlich festgeschrieben wird. Der darin festgehaltene Bedarf übersteigt die EnLAG-Vorhaben noch einmal deutlich. Das Netzausbaubeschleunigungsgesetz soll insbesondere bei länderübergreifende Vorhaben zu einer schnelleren Realisierung beitragen.

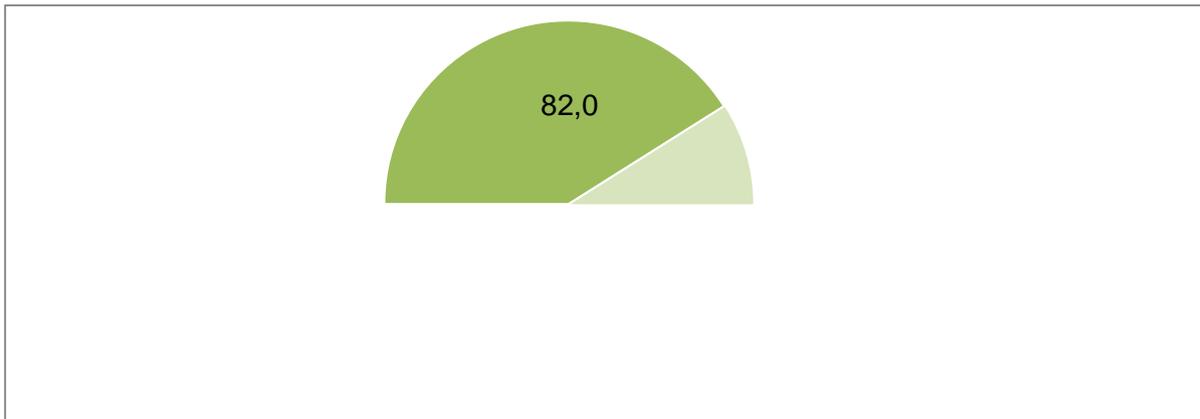
### Zwischenbilanz Netzausbau

Zur Messung der aktuellen Zielerreichung bei der Optimierung und dem Ausbau der Netzinfrastruktur werden die Fortschritte der Projekte im EnLAG herangezogen. Deren Bedarf und Priorisierung sind bereits gesetzlich festgestellt, und die Fortschritte werden durch die Bundesnetzagentur regelmäßig dokumentiert. Es wird davon ausgegangen, dass sich daran die Dynamik des Netzausbaus in Deutschland gut ablesen lässt und folglich auf andere Netzausbauvorhaben übertragbar ist.

Nach Angaben der Übertragungsnetzbetreiber sollen bis Ende 2017 rund 55 Prozent der EnLAG-Leitungen, also knapp 1.000 Kilometer, fertiggestellt sein. Seit 2009, dem Zeitpunkt des Inkrafttretens des EnLAGs, müssten dazu unter der Annahme eines linearen Baufortschritts jährlich 124,9 Kilometer fertiggestellt werden. Für das Jahr 2015 ergibt sich damit ein Zielwert von 749,1 Kilometer. Wird der Zielwert erreicht, werden 100 Punkte der Zielerreichung ausgewiesen. Jeder Prozentpunkt der Unterschreitung wird dem Zielerreichungsgrad hingegen negativ zugeschlagen. Bis 2015 wurden 614 Kilometer der EnLAG-Projekte fertiggestellt. Damit liegt der tatsächliche Fortschritt 18 Prozent unter dem Zielwert. Der Zielerreichungsgrad beträgt folglich 82 Punkte. Stromnetze werden zunächst geplant und anschließend

gebaut, weshalb ein langsamerer Ausbau zu Beginn eines Projektes und schnellerer Zubau zu einem späteren Zeitpunkt erwartet werden kann. Die Annahme eines linearen Ausbaupfads ist jedoch vor dem Hintergrund haltbar, dass die Raumordnungs- oder Planfeststellungsverfahren von vielen der 22 EnLAG-Projekten in die Zeit vor 2009 zurück reicht – teilweise bis 2000.

**Abbildung 11: Zielerreichung Netzausbau 2015**  
100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



Quelle: Bundesnetzagentur, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Tatsächlich kann davon ausgegangen werden, dass der hier dargelegte Wert die Fortschritte des Netzausbaus überschätzt. Denn die Zielformulierungen, wobei hier die aktuellste davon angenommen wurde, wurden seit 2009 sukzessive nach unten korrigiert. Der Netzausbau schreitet zwar voran, jedoch nicht schnell genug. Das lässt sich auch anhand des Umstands belegen, dass die Grundlage für das EnLAG die erste Netzstudie der Deutschen Energie-Agentur (dena) aus dem Jahre 2005 war. Der darin formulierte Ausbaubedarf bezieht sich bereits auf das Jahr 2015. Da der hier zugrunde gelegte Zielwert nur die Fertigstellung etwas mehr als der Hälfte der EnLAG-Leitungen bis 2017 vorsieht, kann dieser eher als Mindestanforderung interpretiert werden.

## 7. Klimaschutz

Im Zentrum der Energiewende steht das energiepolitische Bekenntnis zum Ausbau erneuerbarer Energien. Dieses Ziel soll sich gemäß dem Leitbild der Nachhaltigkeit ausgewogen an drei übergeordneten Zielen der deutschen Energiepolitik orientieren: Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Auf der einen Seite wurde mit erneuerbaren und damit heimischen Energieträgern die Hoffnung verbunden, langfristig Importabhängigkeiten in Bezug auf fossile

Energieträger zu reduzieren (für die Stromerzeugung insbesondere Steinkohle und Gas). Außerdem unterliegen sie weniger Preisrisiken auf dem Weltmarkt, als sie für konventionelle Energieträger aufgrund einer weiter steigenden Nachfrage lange erwartet wurden. Diese eher an Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit orientierten Aspekte stehen jedoch eher im Hintergrund der Diskussion. Vielmehr stehen bei der Förderung erneuerbarer Energien insbesondere klimapolitische Beweggründe und damit Aspekte der Umweltverträglichkeit im Vordergrund.

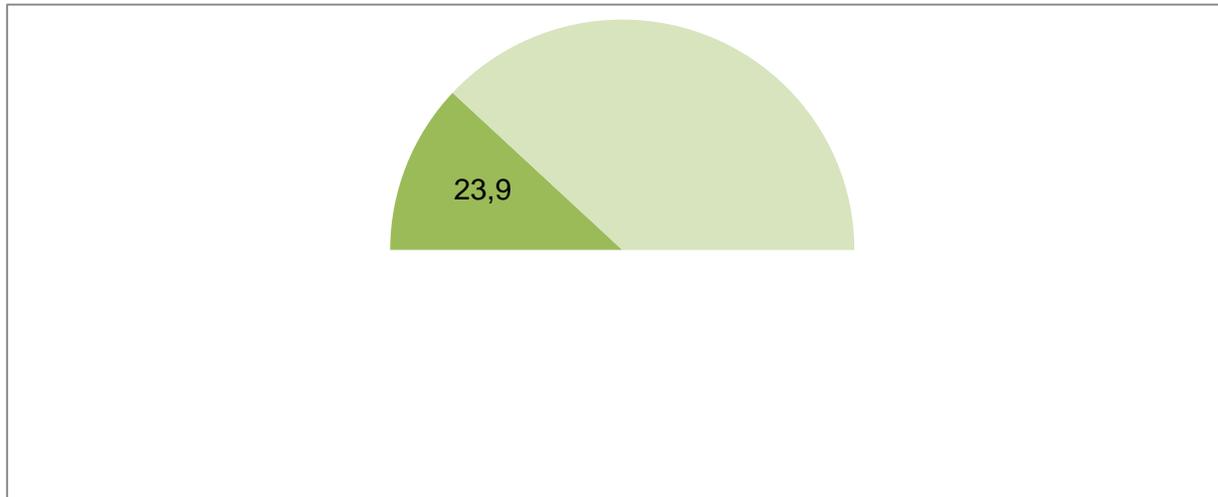
Anstiege der globalen mittleren Temperatur jenseits der 2 °C halten viele Fachleute für eine Grenze der beherrschbaren Folgeschäden durch den Klimawandel. Der Auftrag der Klimapolitik ist es folglich, einen gefährlichen Klimawandel zu verhindern. Dazu will die Bundesregierung auf nationaler Ebene die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 Prozent und bis 2050 um mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 reduzieren. Bei der Erreichung der Klimaschutzziele spielen die Energieversorgung und

-verwendung eine Schlüsselrolle. Für eine klimagerechte Stromerzeugung wird auf erneuerbare Energien gesetzt. Strom aus Sonne oder Wind ist, anders als Strom aus fossilen Energieträgern wie Kohle oder Gas, weitgehend frei vom klimaschädigenden Treibhausgas CO<sub>2</sub>. Auch die Kernenergie gilt als CO<sub>2</sub>-arm. Der Kernenergieausstieg ist in Bezug auf die Reduktion von Treibhausgasen daher eine besondere Herausforderung.

### Zwischenbilanz Klimaschutz

Im Energiekonzept wird explizit keine Aufteilung der Minderungsleistungen auf unterschiedliche Sektoren vorgenommen. Es wird daher eine gleichmäßige Verteilung der 40-prozentigen Reduktion auf alle Sektoren, das heißt auch für die Energieerzeugung angenommen. Auch bezüglich der verschiedenen Energieumwandlungsprozesse (z. B. Wärme- oder Stromerzeugung) wird eine identische Minderungsleistung angelegt. Die Umstrukturierung der Elektrizitätswirtschaft hin zu einer regenerativen und kernenergiefreien Versorgungsstruktur steht im Zentrum der Energiewende. Daher werden zur Überprüfung der Klimaschutzziele innerhalb der Energiewende die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Stromerzeugung betrachtet und anhand des 40-Prozent-Ziels bewertet. Damit wird ein vergleichsweise wenig strenger Maßstab angelegt, da die Reduktionsziele des Emissionshandels, dem auch die Stromversorgung unterliegt, strenger sind als für die anderen Sektoren. Die impliziten Ziele des Emissionshandels sind damit noch anspruchsvoller, was zu einer schlechteren Zwischenbewertung des bisher erreichten Stands führen würde.

**Abbildung 12: Zielerreichung beim Klimaschutz in der Energiewende 2014,**  
100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad

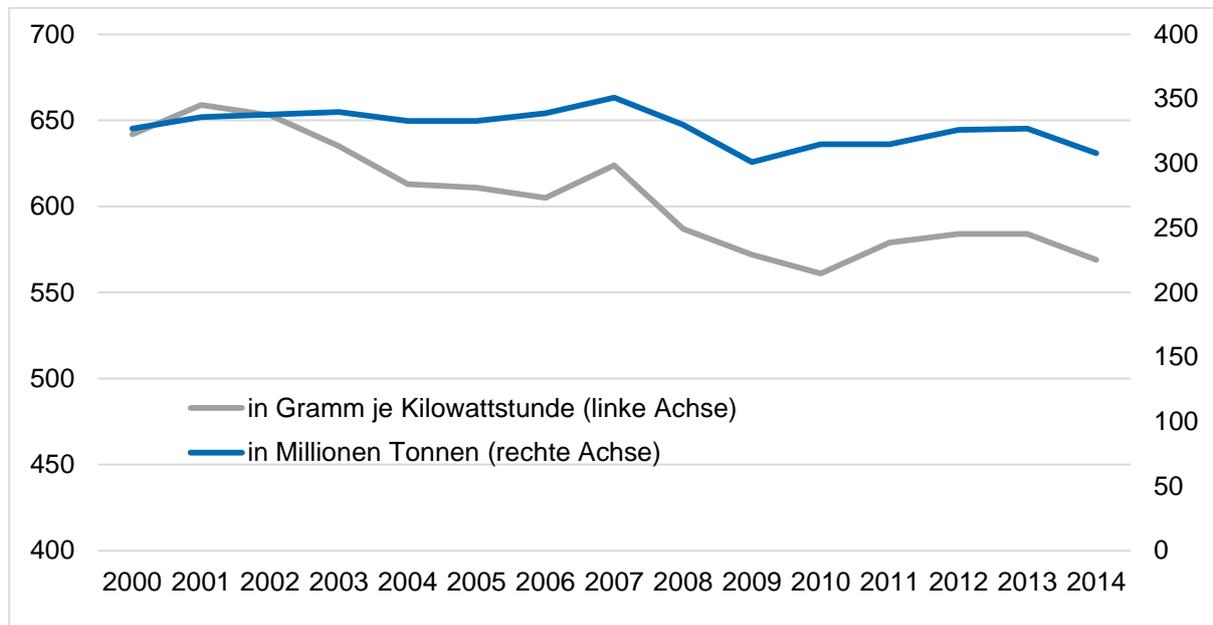


Quelle: UBA, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Im Jahr 1990 wurden bei der Stromerzeugung insgesamt 366 Millionen Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ausgestoßen. Mit dem Ziel einer 40-prozentigen Reduktion gegenüber 1990 dürfte es bis 2020 nur noch 219 Millionen Tonnen sein. Gegenüber dem Jahr 2000, das den Beginn der Energiewende kennzeichnet, entspricht das einer Reduktion von 32,8 Prozent. Ausgehend von einer linearen Zielerreichung müsste im Jahr 2014 bereits eine Reduktion von 24,3 Prozent gegenüber 2000 erreicht worden sein. Wird dieser Wert erreicht, gilt das Klimaschutzziel im Rahmen der Energiewende als erreicht und es werden 100 Punkte vergeben. Wird das Ziel unterschritten, wird die prozentuale Unterschreitung dem Zielerreichungsgrad negativ zugerechnet. Im Jahr 2014 wurde nur 5,8 Prozent weniger CO<sub>2</sub> emittiert als im Jahr 2000. Das angestrebte Ziel wird damit um 76 Prozent unterschritten. Es ergeben sich knapp 24 von 100 Punkten der Zielerreichung.

Das Ergebnis im Bereich Klimaschutz macht auf mehrere gegenläufige Effekte innerhalb der Energiewende aufmerksam: Emissionsarme Technologien drängen in den Markt beziehungsweise werden gefördert, gleichzeitig scheidet mit der Kernenergie eine emissionsarme Technologie aus dem Markt aus. Aufgrund der damit verbundene Preiseffekte (insbesondere dem Wegfall der für die Finanzierung von Gaskraftwerken wichtigen Mittagsspitze), dem Rückgang der Kosten des Emissionshandels und insbesondere der stark gesunkenen Preise für Steinkohle verbleiben vorwiegend kohlebefeuerte und damit emissionsintensive Anlagen im Markt.

**Abbildung 13: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung**  
Gesamt und je erzeugter Kilowattstunde



Quelle: Umweltbundesamt

Die Energiewende soll vornehmlich bestimmte Technologien fördern und dient nicht dem kurzfristigen Klimaschutz. Das gilt auch deshalb, weil die Emissionen der Stromerzeugung bereits europäisch über den Emissionshandel reguliert werden. Dies muss nicht zwangsläufig ein Problem bedeuten, wenn man das Ziel der Förderung von Lernkurven und globalen Kostensenkungen verfolgt.

## 8. Energieeffizienz

Der effiziente Umgang mit Energie ist ein Schlüsselfaktor der Energiewende. Das nationale Energiekonzept strebt an, den Verbrauch an Primärenergieträgern in Deutschland bis 2020 um ein Fünftel und bis 2050 um die Hälfte zu senken. Auch der Stromverbrauch soll bis dahin um 25 Prozent gesunken sein. Insbesondere letzteres soll die Umstrukturierung der Stromversorgung flankieren und so zur Versorgungssicherheit beitragen.

Wenn der Strombedarf sinkt und dabei weder der Lebensstandard noch die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit Deutschlands beeinträchtigt werden soll, kann dies nur über einen spürbaren Anstieg der Energieeffizienz gelingen. Die gesamtwirtschaftliche Energieeffizienz wird durch das Verhältnis zwischen dem Energieverbrauch und der Wirtschaftsleistung bestimmt. Energieeffizientes Wirtschaften bedeutet entweder, dass mit einer Einheit Energie eine größere Menge

produziert werden kann (Energieproduktivität), oder, dass für eine Produktionseinheit weniger Energie eingesetzt werden muss (Energieintensität).

Bei der Bewertung der Energieeffizienz ist zu beachten, welche Bezugsgrößen gewählt werden. Wird die Wertschöpfung beispielsweise auf den Primärenergieverbrauch bezogen, kommen auch Effizienzfortschritte zum Tragen, die bei der Stromerzeugung erzielt werden. Zudem sind bei der Entwicklung des Primärenergieverbrauchs statistische Effekte zu berücksichtigen, die durch Veränderungen im Energiemix beeinflusst werden: Kernenergie geht aufgrund der verwendeten Wirkungsgradmethode in etwa mit dem Faktor 3 in die Primärenergiebilanz ein (im Verhältnis zur erzeugten Strommenge). Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen wird dagegen im Verhältnis 1:1 angerechnet. Primärenergieeinsparungen sind daher nicht immer auf einen effizienteren Einsatz von Energie beim Endverbraucher zurückzuführen. Fortschritte bei der Energieeffizienz lassen sich daher besser anhand der verbrauchten Endenergie im Verhältnis zum BIP erkennen.

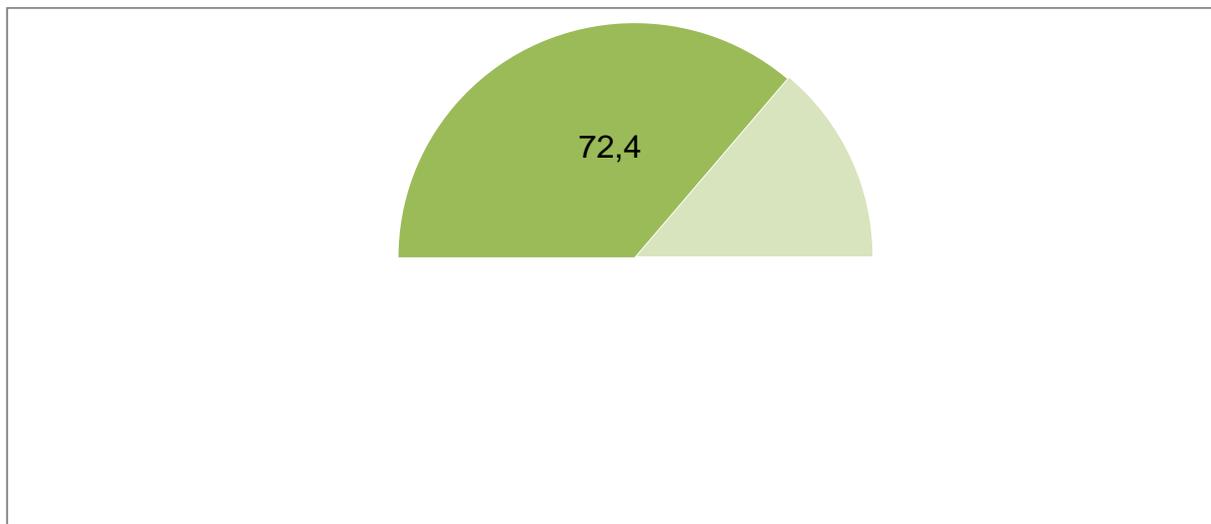
Um die Einsparziele des Primärenergie- und des Stromverbrauchs zu erreichen, soll laut Energiekonzept der Bundesregierung die Energieproduktivität ab dem Jahr 2008 um durchschnittlich 2,1 Prozent im Jahr steigen. Das Effizienzziel bezieht sich auf den Endenergieverbrauch.

### **Zwischenbilanz Energieeffizienz**

Unsere Zwischenbilanz bildet ab, ob das Ziel, die Energieproduktivität ab 2008 jährlich um 2,1 Prozent zu steigern, bisher erreicht worden ist. Trends bei der Energieeffizienz lassen sich besser über einen längeren Zeitraum als anhand jährlicher Veränderungen bewerten. Entsprechend dem Ansatz dieser Expertise, wird daher die Entwicklung der Energieproduktivität in den Jahren der Energiewende (2000 bis 2014) herangezogen. Ist die Energieproduktivität in dieser Zeit jährlich um durchschnittlich 2,1 Prozent gestiegen, wird ein Zielerreichungsgrad von 100 Prozent ausgewiesen. Jede prozentuale Unterschreitung wird dem Zielerreichungsgrad hingegen negativ zugeschlagen. Bei einer Steigerung von nur der Hälfte, also um 1,05 Prozent, würden 50 Punkte ausgewiesen.

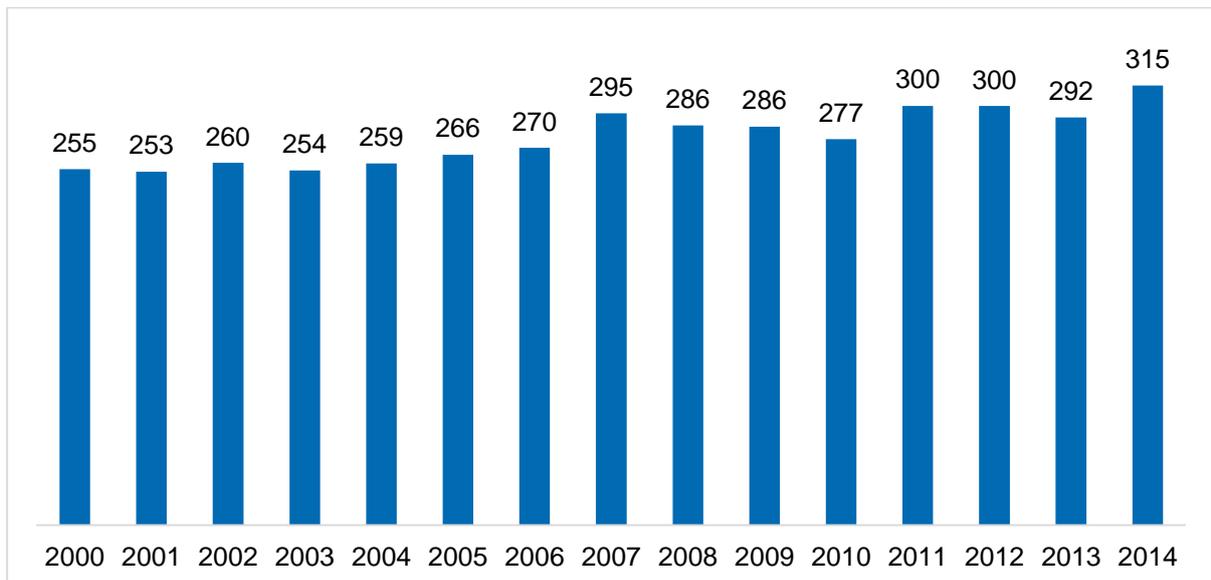
Seit Beginn der Energiewende ist die Energieproduktivität jährlich um durchschnittlich rund 1,5 Prozent gestiegen und liegt damit 27,6 Prozent unter dem angestrebten Ziel. Es wird folglich ein Zielerreichungsgrad von 72,4 Punkten ausgegeben.

**Abbildung 14: Zielerreichung bei der Energieeffizienz 2014**  
100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



Quelle: BMWi, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

**Abbildung 15: Energieproduktivität in Deutschland**  
in Euro je Gigajoule des Endenergieverbrauchs



In Preisen von 2010, nicht temperaturbereinigt

Quelle: BMWi

Die Suche nach Effizienzpotenzialen ist sowohl auf politischer Ebene, aber auch durch zunehmenden Kostendruck intensiviert worden. Dennoch hinkt die reale Entwicklung, die darüber hinaus nicht ausschließlich echten Effizienzverbesserungen zuzuschreiben ist, den politischen Zielen hinterher. Auch wenn in einigen Sektoren noch Potenziale bestehen, ist immer auf die Wirtschaftlichkeit solcher Maßnahmen und die Belastbarkeit der Akteure zu berücksichtigen. Das Erreichen dieses Ziels der

Energiewende ist derzeit an eine deutliche Überschätzung der technologischen Entwicklungen und deren umfassende Durchsetzung geknüpft. Wichtig ist jedoch, bei den Rahmenbedingungen zum Umbau der Energieversorgung nicht auf unvorhersehbare Markt- und Technologieentwicklungen zu setzen. Die Plandaten der Energiewende müssen in einem hohen Maße verlässlich sein.

## 9. Stromverbrauch

Mit der Energiewende wird sich vor allem die Stromversorgungsstruktur deutlich verändern. Bis 2022 sollen mit der Kernenergie ein Großteil gesicherte Kapazitäten vom Netz gehen, während erneuerbare Energien nicht rund um die Uhr verfügbar und bisher auch nicht in ausreichendem Maße speicherbar sind.

Vor diesem Hintergrund will die Bundesregierung nicht nur bei der Erzeugung des Stroms auf Veränderung setzen, sondern auch beim Verbrauch. Die verringerte Nachfrage nach Energie ist einer der Eckpunkte im Energiekonzept. Sie soll zur Versorgungssicherheit Deutschlands beitragen und entlastend auf die Unwägbarkeiten beim Umbau der Erzeugungsstruktur wirken.

Bis 2020 wird angestrebt, den Stromverbrauch um 10 Prozent und bis 2050 um 25 Prozent zu verringern (gegenüber 2008). Der Primärenergieverbrauch soll zunächst um 20 Prozent reduziert werden und bis 2050 sogar nur noch auf der Hälfte des Niveaus von 2008 liegen.

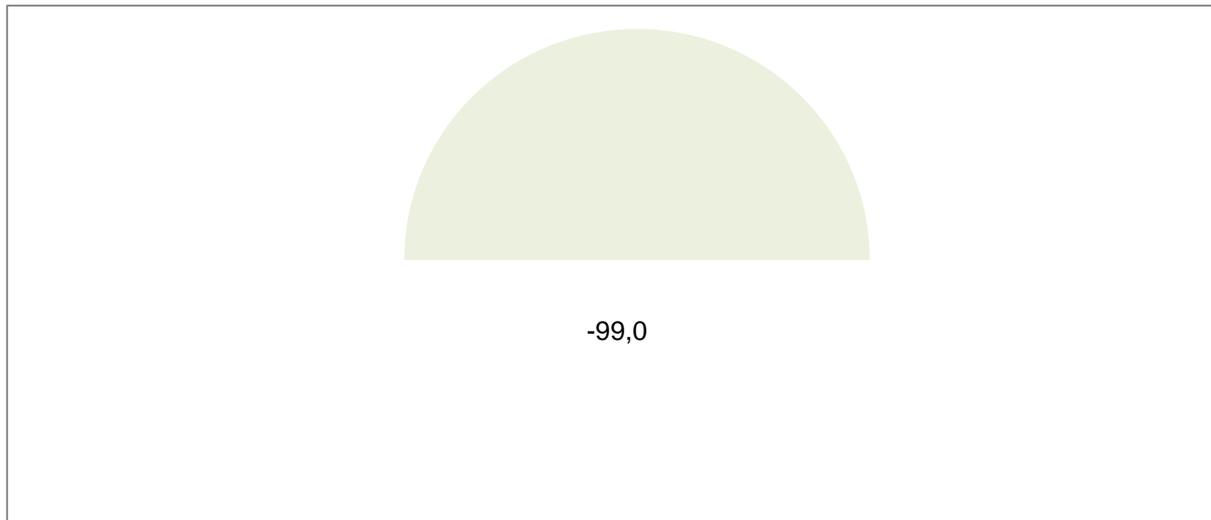
Bei steigenden Komfortansprüchen und Wachstumsdynamiken wird vor allem darauf gesetzt, dass weniger Energie für die gleiche Menge an Energiedienstleistungen eingesetzt werden muss (Effizienz). Sollten die Einsparungen daraus nicht ausreichen, bedeuten die Reduktionsziele letztlich aber vor allem einen Rückgang der Nachfrage nach Energiedienstleistungen insgesamt (Suffizienz).

### Zwischenbilanz Stromverbrauch

Zur Messung, inwieweit die Entwicklung des Stromverbrauchs mit der Energiewende Schritt hält, wird das Ziel der Bundesregierung herangezogen, den Energieverbrauch bis 2020 um 10 Prozent zu senken. Das entspräche einer Reduktion von 4 Prozent gegenüber der noch im Jahr 2000 verbrauchten Strommenge, die gemäß der hier verwendeten Systematik Anwendung findet. Setzt man eine lineare Realisierung der angestrebten Reduktion voraus, müsste der Stromverbrauch im Jahr 2015 bereits um 3 Prozent gesunken sein. Wird dieser Wert erreicht, werden 100 Punkte der

Zielerreichung vergeben. Jede prozentuale Unterschreitung wird dem Zielerreichungsgrad negativ zugeschlagen.

**Abbildung 16: Zielerreichung beim Stromverbrauch in der Energiewende 2015**  
100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



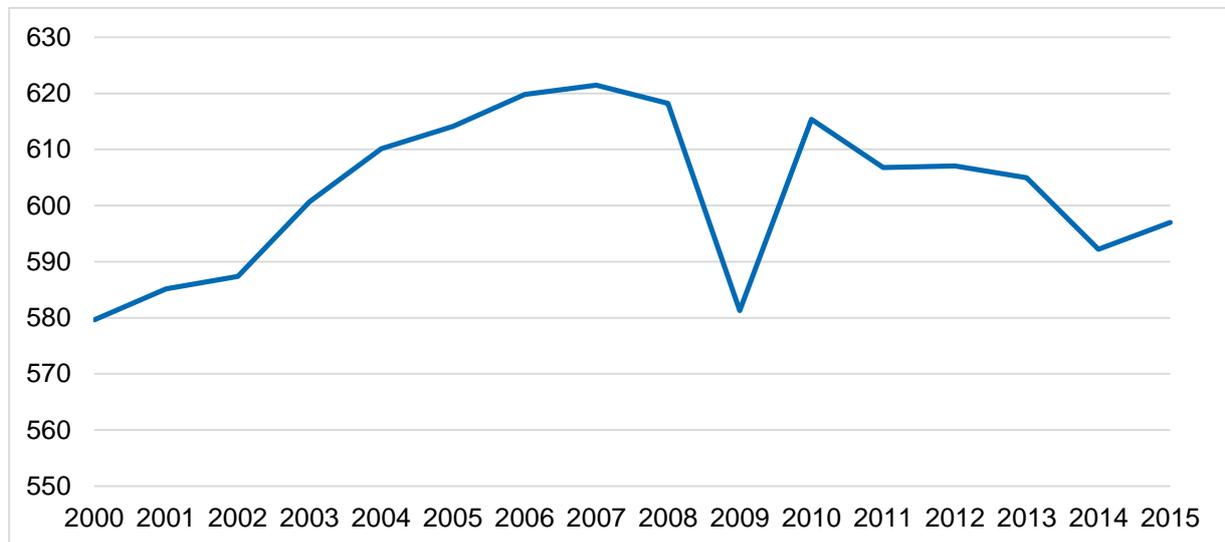
Quelle: BMWi, Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Der Stromverbrauch ist im Zeitraum zwischen 2000 und 2015 nicht gesunken, sondern um 3 Prozent gestiegen. Damit wird das Ziel um (mehr als) 100 Prozent verfehlt und ein Zielerreichungsgrad von 0 Punkten ausgegeben. Damit wird angezeigt, dass keine Reduktion stattgefunden hat. Tatsächlich ist die Entwicklung sogar entgegengesetzt. Er ist prozentual bis heute in etwa so stark gewachsen, wie er eigentlich hätte sinken sollen. Somit ergibt sich ein negativer Zielerreichungsgrad von -99 Punkten.

Die Ziele der Bundesregierung überschätzen den verbrauchsenkenden Effekt, der von der Entwicklung energieeffizienter Technologien und deren breiten Anwendung ausgeht. Gerade beim Stromverbrauch dürften Effizienzsteigerungen auch weiterhin nur einen Teil wirtschaftlicher Wachstumsprozesse kompensieren. So ist in einigen Bereichen wie Verkehr oder Wärmezeugung durch die zunehmende Bedeutung beispielsweise der Elektromobilität oder von Wärmepumpen ein zusätzlicher Einsatz von elektrischer Energie zu erwarten.

Vor dem Hintergrund der Bedeutung von Strom für die Energieversorgung und die Verbrauchsentwicklung der letzten Jahre steht zu befürchten, dass die Ziele der Bundesregierung nicht erreicht werden. Wird an den Vorgaben festgehalten, wären diese nur noch durch die Nichtinanspruchnahme von Energiedienstleistungen zu erreichen.

**Abbildung 17: Bruttostromverbrauch in Deutschland**  
in Terawattstunden



Quelle: BMWi

Eine Strategie der Suffizienz, die letztlich auf eine Veränderung von Bedürfnissen und Lebensstilen zielt, ist jedoch aus verschiedenen Gründen problematisch. Erstens: Eine politisch erzwungene Änderung des Verbraucherverhaltens steht im Widerspruch zu einer freiheitlich marktwirtschaftlich gestalteten Ordnung. Ausgehend von Präferenzen richten Individuen ihre Nachfrage nach Knappheitssignalen aus. Zweitens: Eine Strategie der Stromsuffizienz steht im Konflikt zu Wachstums- und Wohlstandsansprüchen. Der Verzicht auf bestimmte Energiedienstleistungen nimmt implizit weniger Produktion und Konsum, stagnierendes oder leicht schrumpfendes Wirtschaftswachstum und folglich sinkende Staatseinnahmen in Kauf. Drittens: Eine einheitliche Vorgabe des Stromsparens ist auch mit sozialen Ungleichgewichten verbunden. Nicht jeder Haushalt ist in der Lage, seine Nachfrage nach Energiedienstleistungen einzuschränken oder optimal zu gestalten.

## 10. Fazit

Das Projekt der Energiewende ist auf einen außerordentlich langen Zeitraum angelegt. Es wird – nach heutigen Planungen – gemessen von den Beschlüssen nach Fukushima bis zum Zieljahr 2050 zehn Legislaturperioden oder ein ganzes Arbeitsleben dauern, bis der Veränderungsprozess abgeschlossen sein wird. Einen derartigen Prozess mit detaillierten Zielvorgaben steuern zu können, erscheint als kaum lösbare Aufgabe. Zu wenig wissen wir über zukünftige Technologien, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen, die die Energiewende auf die

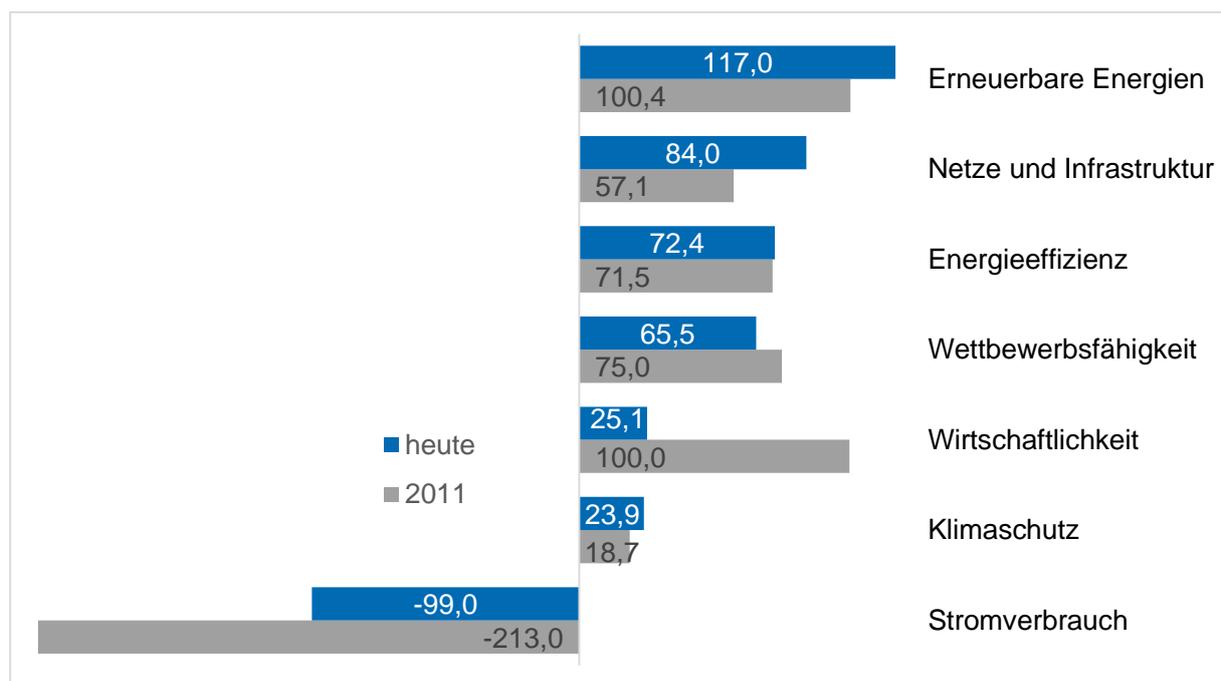
eine oder andere Art und Weise beeinflussen. Entscheidend ist es daher, flexibel auf Veränderungen reagieren zu können und den Prozess nicht durch zu detaillierte Ziele in ein zu enges Korsett zu zwingen.

In Anbetracht der Komplexitäten und langen Zeiträume wäre es unrealistisch zu vermuten, dass alle Elemente der Energiewende gleichermaßen weit fortgeschritten sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn einzelne der Ziele von vorneherein kaum zu erreichen waren. Beim Ziel eines Rückgangs der Stromversorgung ist dies besonders eklatant. Hier stellt sich die Frage, welche Annahmen der Energiewende revidiert werden müssen und was dies für die Möglichkeit bedeutet, die anderen Ziele zu erreichen und die Stromversorgung weiterhin sicher, umweltverträglich und bezahlbar gewährleisten zu können.

Dennoch bieten Ziele eine wichtige Orientierung zu Beschreibung von Sachständen und Fortschritten. Um eine aktuelle Einschätzung zu skizzieren werden Fortschritte seit dem Jahr 2000 soweit möglich in Bezug auf die ersten Zwischenziele im Jahr 2020 gemessen. Der Zwischenstand ist bei den verschiedenen Elementen der Energiewende sehr unterschiedlich zu beurteilen. Er wird hier zusammenfassend und in den nachfolgenden Kapiteln einzeln dargestellt. Ergänzend wird an dieser Stelle auch der Stand aus dem Jahr 2011, in dem die Ereignisse um Fukushima stattfanden, vergleichend dargestellt:

### Abbildung 18: Zielerreichung gesamt

100 Punkte entsprechen einer Entwicklung gemäß Zielpfad



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist auf dem Zielpfad und erfolgt sogar schneller als geplant. Die Tendenz der Übererfüllung hat sich seit dem Jahr 2011 noch einmal verstärkt (117 Punkte im Vergleich zu 100,4 im Jahr 2011). Dies ist jedoch nicht ausschließlich als Erfolg zu beurteilen, sondern muss immer in Wechselwirkung mit entsprechenden Auswirkungen auf die damit verbundenen Kosten, aber auch den Herausforderungen für die netzseitige Systemstabilität betrachtet werden. Zwar wurde durch die Einführung von mengensteuernden Elementen Überförderungen, wie um 2010 im Bereich der Photovoltaik geschehen, eingehegt, jedoch bleiben Risiken in Bezug auf das tatsächliche Zubauvolumen bestehen.

Der erfolgreiche Ausbau erneuerbarer Energien wirkt bislang negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung. Hier ist nur noch eine Zielerreichung von etwa 25 Punkten zu verzeichnen im Vergleich zu 100 Punkten im Jahr 2011. Die Minimalforderung lautete, dass die Kosten der Förderung auf dem damaligen Niveau verharren. Dass dies nicht gelungen ist, ist vornehmlich der Tatsache geschuldet, dass es nicht in gleichem Maße gelungen ist, die Fördersystematik effizienter zu gestalten, beispielsweise durch eine stärker an Marktpreisen orientierte und technologieunspezifische Förderung. Gleichwohl sind mit der beabsichtigten Umstellung der Förderung auf Ausschreibungen im EEG 2014 mit Blick auf 2017 wichtige Impulse gesetzt.

Die steigenden Förderkosten übersetzen sich in die Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Industrie. Auch hier kann mit 65,5 Punkten eine Verschlechterung zu 2011 und damit kein zufriedenstellender Befund konstatiert werden, da sich der Abstand vom europäischen Stromkostenniveau – durch staatliche Abgaben getrieben – weiter vergrößert.

Wichtig ist außerdem, dass mit dem Zubauerfolg erneuerbarer Energien auch der Netzausbau Schritt halten kann. Mit 84 Punkten wird dem Netzausbau auch im Vergleich zu 2011 ein vergleichsweise gutes Vorankommen konstatiert. Anzumerken ist jedoch, dass der hier verwendete Zielwert sukzessive nach unten korrigiert wurde und den tatsächlichen Ausbaufortschritt damit tendenziell unterschätzt. Zudem wird mit den EnLAG-Vorhaben nur ein Teil des Ausbaubedarfs erfasst. Die zunehmenden Eingriffsnotwendigkeiten der Netzbetreiber zur Systemstabilität deuten auf die angespannte Situation der Netze und den Ausbaubedarf hin.

Gleichermaßen lassen die Eingriffe der Netzbetreiber auf die Lage der Versorgungssicherheit insgesamt schließen. Sie wird in Anbetracht von ausreichend Kapazitäten an gesicherter Leistung im europäischen Strommarkt zusammen mit den

netzstabilisierenden Maßnahmen zwar derzeit als vorhanden eingeschätzt. Jedoch ist zu ihrer Aufrechterhaltung ein zügiger Netzausbau maßgeblich. Zudem ist strittig, ob die bestehenden und beabsichtigten Erlösmöglichkeiten im Strommarkt ausreichend sind, um langfristig genügend konventionelle und damit gesicherte Kapazitäten im Markt zu halten oder aber ausreichend Flexibilisierungspotenziale zu heben.

Kritisch sieht es mit dem anhaltendem Trend beim Thema Klimaschutz aus, zumindest wenn man die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung betrachtet. Auch hier wird deutlich, dass der Ausbau erneuerbarer Energien im Strommix zu Entwicklungen führt, die im Sinne der Energiewendeziele kontraproduktiv wirken. Betrachtet man den Ausbau erneuerbarer Energien jedoch als Technologieförderungsprogramm und berücksichtigt überdies, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung über den Europäischen Emissionshandel reguliert werden, muss dieser Befund jedoch nicht alarmierend sein.

Bei der Energieeffizienz insgesamt befindet man sich auf einem positiven Weg, wenngleich die gesteckten Ziele noch nicht erreicht sind. Die Senkung des Stromverbrauchs ist bisher nicht im gewünschten Maß gelungen, wenngleich sich gegenüber 2011 eine Verbesserung eingestellt hat. Effizienz- und Verbrauchsziele müssen kritisch auf ihre Machbarkeit geprüft werden, um nicht andere Ziele der Energiewende und nicht zuletzt das wirtschaftliche Wachstum zugunsten unrealistischer Vorstellung zu Technologieentwicklung oder Suffizienz-Überlegungen zu überfordern.

Mit Beginn der zweiten Phase des Kernenergieausstiegs, der bis 2022 abgeschlossen sein soll, ergeben sich aus Sicht der Autoren der vorliegenden Analyse vor allem folgende Aufgaben:

- Der Ausbau erneuerbarer Energien ist das Herzstück der Energiewende. Um diesen erfolgreich und beständig zu gestalten, ist es die wichtigste Aufgabe, die Förderung sukzessive effizienter und damit kostengünstiger zu gestalten. Perspektivisch ist ein Zielpfad notwendig, der eine subventionsfreie und damit marktlich funktionierende Stromerzeugung skizziert.
- Eine verlässliche und optimistische Entwicklung der Kostenbelastung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz ist auch hinsichtlich des Erhalts industrieller Wettbewerbsfähigkeit und Investitionssicherheit von zentraler Bedeutung. Zumindest an den bestehenden Ausnahmeregelungen darf kein Zweifel gehegt werden. Aber auch die Industrie muss langfristig wieder auf

Strompreise setzen können, die den üblichen Regeln des Marktes folgen statt den Zyklen der EEG-Novellen.

- Zu einer langfristigen Perspektive zählt auch ein Strommarkt, der benötigten Erzeugungskapazitäten eine marktgerechte Erlösmöglichkeit bietet. Das Stromsystem der Zukunft muss in hohem Maße flexibel sein und benötigt aus erneuerbaren Energien gespeiste Stromerzeugung ebenso wie konventionelle Anlagen, Speicher, aber auch flexible Verbraucher. Sie alle müssen ein Preissignal erhalten, das die verschiedenen Wertigkeiten ihrer Dienstleistungen für das Gesamtsystem entlohnt. Dafür bedarf es sowohl regulatorischer (z. B. bessere Vergütung für Strom aus Kapazitäten, die geringe Ausfallwahrscheinlichkeiten aufweisen) als auch technischer Veränderungen (z. B. Smart-Meter und zeitvariable Tarife) im gesamten Strommarktdesign.
- Das EEG hat seine Wirkung zur Förderung von Kostensenkungen bestimmter Technologien erfüllt. Hinsichtlich des übergeordneten Ziels der Energiewende und des Klimaschutzes, sollte stärker als auf eine nationale Diskussion zur Erreichung einzelner Prozentpunkte auf die Stärkung des Emissionshandels und internationale Abkommen gesetzt werden. Dies sind die geeigneten Ebenen, um wirksamen Klimaschutz zu betreiben. Sie sorgen zum Beispiel auch dafür, dass es trotz der mit dem EEG und dem Kernenergieausstieg verbundenen klimapolitisch unerwünschten Effekte im deutschen Stromsystem nicht zu einer Zielverfehlung auf europäischer Ebene kommen kann. Von weiteren direkten Technologieeingriffen ist in diesem Zusammenhang abzusehen. Vielmehr muss langfristig auf den Abbau nationaler Zusatzinstrumente hingewirkt werden, um die damit verbundenen Kosten zu senken. Das schafft bei den betroffenen Akteuren die Zustimmungsbereitschaft, den Emissionshandel zu stärken.
- Ziele, die auf die Reduktion von Energieverbräuchen zielen, müssen wiederkehrend geprüft werden, ob sie unrealistischen Vorstellungen zu Technologieentwicklung oder Suffizienz unterliegen. Unter deren Maßgabe dürfen andere Ziele der Energiewende und nicht zuletzt des wirtschaftlichen Wachstum gefährdet werden.

## Literatur

**Bardt**, Hubertus / **Chrischilles**, Esther 2012, Energiewende-Radar – Fortschritte beim Umbau der Stromversorgung in Deutschland von 2000 bis 2012.

**Bardt**, Hubertus / **Kempermann**, Hanno, 2013, Folgen der Energiewende für die deutsche Industrie, IW-Position Nr. 58, Beiträge zur Ordnungspolitik aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln

**Bardt**, Hubertus / **Niehues**, Judith / **Techert**, Holger, 2012, Die Förderung erneuerbarer Energien in Deutschland Wirkungen und Herausforderungen des EEG, IW-Position Nr. 56, Beiträge zur Ordnungspolitik aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln

**Bundesnetzagentur** 2015a: PV Melderegister,  
[http://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1412/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/ArchivDatenMeldgn/ArchivDatenMeldgn\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1412/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/ArchivDatenMeldgn/ArchivDatenMeldgn_node.html) [28-02-2016]

**Bundesnetzagentur**, 2015b, Monitoringbericht 2015

**Bundesregierung**, 2010, Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung

**Bundesregierung**, 2011, Regierungserklärung von Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel zur Energiepolitik vor dem Deutschen Bundestag am 9. Juni 2011 in Berlin: „Der Weg zur Energie der Zukunft“

**BDEW** – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2016, Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken

**Chrischilles**, Esther, 2015, IW Köln (Hrsg.): Bedeutung einer bezahlbaren und sicheren Stromversorgung für den Industriestandort Deutschland, Gutachten für RWE

**Chrischilles**, Esther / **Bardt**, Hubertus, 2015a, IW Köln (Hrsg.): Ein Strommarkt für die Energiewende – Leitlinien für die Zukunft? Stellungnahme zum Ergebnispapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Weißbuch), IW Policy-Paper, Köln

**Chrischilles**, Esther / **Bardt**, Hubertus, 2015b, Stärkung der Bilanzkreisverantwortung durch geeignete ökonomische Instrumente, Kurzgutachten im Auftrag der RWE Aktiengesellschaft

**Deutsche WindGuard**, 2015, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland

**Monopolkommission**, 2015, Energie 2015: Ein wettbewerbliches Marktdesign für die Energiewende, Sondergutachten Nr. 71 vom 6. Oktober.

**Pentalaterales Energieforum – PLEF**, 2015, Pentalateral Energy Forum Support Group 2, Generation Adequacy Assessment.

**Schaefer**, Thilo / **Neligan**, Adriana / **Bertenrath**, Roman / **Bähr**, Cornelius, 2015, IW Köln/IW Consult (Hrsg.): Versorgungssicherheit mit Energierohstoffen, Gutachten im Auftrag von RWE Power AG

**Übertragungsnetzbetreiber**, 2014, Bericht der deutschen Übertragungsnetzbetreiber zur Leistungsbilanz 2014 nach EnWG § 12 Abs. 4 und 5