

---

# Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2016

---

Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen  
sowie Ausblick auf 2017

---

**ANALYSE**

---

**Agora**  
Energiewende



\*Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch 2016

---

# Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2016

---

## IMPRESSUM

---

### ANALYSE

Die Energiewende im Stromsektor:  
Stand der Dinge 2016

Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen  
sowie Ausblick auf 2017

### DURCHFÜHRUNG DER ANALYSE

Agora Energiewende  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin

Dr. Patrick Graichen  
Mara Marthe Kleiner  
Christoph Podewils

Kontakt:  
[maramarthe.kleiner@agora-energiewende.de](mailto:maramarthe.kleiner@agora-energiewende.de)

Satz: UKEX GRAPHIC und Juliane Franz  
Titelbild: Eigene Illustration

Bitte zitieren als:  
Agora Energiewende (2017): *Die Energiewende  
im Stromsektor: Stand der Dinge 2016. Rückblick  
auf die wesentlichen Entwicklungen sowie  
Ausblick auf 2017.*

**104/01-A-2017/DE**  
Veröffentlichung: Januar 2017

[www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)

---

---

# Vorwort

---

Liebe Leserin, lieber Leser,

das Jahr 2016 hat für die Energiewende sowohl gute als auch schlechte Nachrichten gebracht: Einerseits ist das Stromsystem das dritte Jahr in Folge klimafreundlicher geworden, konnten sich Gaskraftwerke von Kohlekraftwerken wieder Marktanteile zurückerobern, verlief der Atomausstieg nach Plan, lieferten Erneuerbare-Energien-Anlagen so viel Strom wie nie zuvor, sank der Stromverbrauch und ist die Zustimmung der Bevölkerung zur Energiewende auf sehr hohem Niveau weiter gewachsen. Andererseits wurde Ende 2016 deutlich, dass die Gesamt-Klimagasemissionen aller Sektoren abermals gestiegen

sind, die Strompreise für Haushalte 2017 erstmals die Marke von 30 Cent pro Kilowattstunde übersprungen werden, und die Fortschritte so langsam erfolgen, dass die für 2020 gesetzten Ziele für Klimaschutz und Effizienz nur noch mit einer großen Kraftanstrengung zu erreichen sind.

All das und noch einiges mehr zeigen wir Ihnen in dieser Analyse in vielen Zeitreihen und Grafiken.

Ich wünsche Ihnen spannende Erkenntnisse bei der Lektüre!

Ihr Dr. Patrick Graichen  
Direktor Agora Energiewende

## Das Wichtigste auf einen Blick

1

**Gas ist der Gewinner 2016 und bringt den Kohleausstieg auf leisen Pfoten.** Dank sinkender Erdgaspreise ist die Stromproduktion aus Gas deutlich gestiegen. Demgegenüber ist zum dritten Jahr in Folge die Kohleverstromung zurückgegangen, auch für 2017 ist die Stilllegung etlicher Kohlekraftwerke geplant. Schriebe man den 2016er-Trend linear fort, wäre 2038 Schluss mit der Kohlestromnutzung in Deutschland.

2

**Erneuerbaren-Stromproduktion und Energieeffizienz verbessern sich nur leicht.** 2016 als schlechtes Wind- und Sonnenjahr hat dazu geführt, dass die Stromproduktion aus Solaranlagen und Windanlagen an Land zurückging. Dies wurde überkompensiert durch einen deutlichen Zuwachs bei Offshore-Windkraft. Beim Stromverbrauch gab es nur einen sehr leichten Rückgang, das Effizienzziel für 2020 wird immer schwerer zu erreichen.

3

**Die klimaschädlichen Treibhausgasemissionen steigen weiter.** Hauptursachen hierfür waren die gute Konjunktur und der etwas kältere Winter 2016. Dabei war das Bild uneinheitlich: Während im Industrie-, Wärme- und Verkehrssektor die Emissionen stiegen, sind sie im Stromsektor aufgrund des Rückgangs der Kohleverstromung im dritten Jahr in Folge leicht gesunken.

4

**Energie aller Art ist billig – außer Haushaltsstrom.** Nicht nur die Preise für Kohle, Öl, Gas sind 2016 deutlich gesunken, sondern auch die Strombörsenpreise. Sie lagen mit 26,6 Euro pro Megawattstunde auf einem 10-Jahres-Tief. Zugleich hat die letzte PV-Auktion gezeigt, wie günstig Solarstrom sein kann: 5,38 Cent pro Kilowattstunde. Doch während Börsenstrom, Erdgas, Heizöl, Benzin und Diesel günstig sind, gilt dies aufgrund der Abgaben und Umlagen nicht für den Haushaltsstrompreis. Er steigt 2017 auf mehr als 30 Cent pro Kilowattstunde.



---

# Inhalt

---

Das Stromjahr 2016 in zehn Punkten	4
10 points on the 2016 power market	6
1 Stromerzeugung	11
2 Stromverbrauch	15
3 Entwicklung der Erneuerbaren Energien	17
4 Entwicklung der konventionellen Energien	21
5 Stromhandel und europäischer Preisvergleich	25
6 Preisentwicklung in Deutschland	29
7 Spotmarkt, negative Strompreise und Flexibilität	35
8 Treibhausgasemissionen	37
9 Stimmung der Bevölkerung zur Energiewende	39
10 Kennzeichnende Tage zur Charakterisierung des deutschen Stromsystems	41
11 Ausblick 2017	45
12 Referenzen	48

---

## Das Stromjahr 2016 in zehn Punkten

---

- 1. Erneuerbare Energien:** 2016 stieg die Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien nur leicht, nämlich um 4 auf 191,4 Terawattstunden. Ihr Anteil am Stromverbrauch stieg um 0,8 Prozentpunkte auf 32,3 Prozent. Dass der Zuwachs trotz eines deutlichen Zubau an Anlagen (insbesondere im Bereich der Windenergie) nicht stärker ausfiel, liegt in einem eher unterdurchschnittlichen Wind- und Solarjahr 2016.
- 2. Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch ist 2016 um 2,4 Terawattstunden zurückgegangen: von 595,1 auf 592,7 Terawattstunden (-0,4 Prozent). Gleichzeitig wuchs die Wirtschaft um etwa 1,8 Prozent. Stromverbrauch und Wachstum entkoppeln sich erfreulicherweise weiter, jedoch nach wie vor zu langsam: Um sich in Richtung der deutschen Effizienzziels zu bewegen (Rückgang des Stromverbrauchs bis 2020 um 10 Prozent gegenüber 2008), hätten 2016 acht Terawattstunden weniger Strom verbraucht werden müssen.
- 3. Konventionelle Energien:** Konventionelle Kraftwerke haben 429,2 Terawattstunden produziert, die Produktion ist damit um 3 Terawattstunden zurückgegangen (-0,7 Prozent). Steinkohlekraftwerke verloren dabei um 7,7 Terawattstunden am stärksten (-6,5 Prozent), gefolgt von Kernkraftwerken mit -6,9 Terawattstunden (-7,5 Prozent) und Braunkohlekraftwerken mit -4,5 Terawattstunden (-2,9 Prozent). Demgegenüber wuchs allerdings die Stromerzeugung von Erdgaskraftwerken um 16,5 Terawattstunden an (+26,6 Prozent).
- 4. Klimaschutz:** Während die Gesamttreibhausgasemissionen Deutschlands von 908 auf 916 Millionen Tonnen gestiegen sind (+0,9 Prozent), sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stromsektors im Jahresverlauf um 5 Millionen Tonnen auf 306 Millionen Tonnen zurückgegangen (-1,6 Prozent). Damit sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stromsektors nun im dritten Jahr in Folge gesunken, während in den Sektoren Industrie, Wärme und Verkehr kaum Klimaschutz stattfindet.
- 5. Stromhandel:** Deutschland hat physikalisch 2016 einen neuen Stromabflussrekord aufgestellt: 55,5 Terawattstunden bzw. 8,6 Prozent der Stromproduktion flossen ins Ausland ab. Hauptexportländer für deutschen Strom sind Österreich, Schweiz, Frankreich und die Niederlande.
- 6. Strompreis:** Die Strompreise für Terminlieferungen im Jahr 2017 sind von 31 Euro auf 26,60 Euro je Megawattstunde gesunken. Zur kurzfristigen Lieferung am nächsten Tag kostet eine Megawattstunde Strom an der Strombörse im Mittel 28,81 Euro (2015: 31,91 Euro). Demgegenüber steigt der Strompreis für Haushaltskunden auf gut 30 Cent pro Kilowattstunden aufgrund gestiegener Abgaben und Umlagen.
- 7. Flexibilität:** Die Anzahl der negativen Strompreise an der Börse ist zurückgegangen, die Preise waren in diesen Zeiten jedoch negativer als im Vorjahr. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Teilnehmer am Strommarkt insgesamt flexibler reagieren, in Zeiten hoher Erneuerbare-Energien-Stromproduktion jedoch noch zu viele konventionelle Must-Run-Kraftwerke am Netz sind.
- 8. Rekordtage:** Am 8. Mai 2016 um 13 Uhr wurden 86,3 Prozent des Strombedarfs durch Erneuerbare Energien gedeckt – so viel wie nie zuvor. Die geringste Einspeisung von Kohlestrom war am Ostersonntag, den 27. März zu verzeichnen. Nur 7,6 Gigawatt Strom aus Braun- und Steinkohle wurde am frühen Morgen eingespeist.

- 9. Stimmung:** Die Bevölkerung unterstützt die Energiewende: 93 Prozent der Menschen hielt sie für „sehr wichtig“ oder „wichtig“. Der Anteil derjenigen, die die Energiewende für „sehr wichtig“ halten, ist dabei von 50 auf 57 Prozent gestiegen. Die Energiewende genießt damit in der Bevölkerung die höchste Bedeutung seit 2012.
- 10. Ausblick auf 2017:** Konventionelle Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von etwa vier Gigawatt werden 2017 abgeschaltet, was die Überkapazitäten im Kraftwerkspark verringert. Bei der Erzeugung wird der Anteil der Kohle und Kernenergie leicht zurückgehen, die Erneuerbaren Energien werden voraussichtlich weiter zulegen. Aufgrund der erstmals bei Wind und Biomasse durchgeführten Auktionen werden die Kosten des Zubaus Erneuerbarer vermutlich weiter sinken.

## 10 points on the 2016 power market

---

- 1. Renewables:** In 2016, power production from green energy rose slightly, from 187 terawatt hours to 191.4. Its share in total energy demand increased 0.8 percentage points, to 32.3 per cent. Given the hefty influx of new green energy facilities (especially in the wind sector), the increase in renewable power would have been greater were it not for 2016 being a below-average year for wind and solar power.
- 2. Electricity consumption:** German electricity use declined by 2.4 terawatt hours, from 595.1 to 592.7 terawatt hours, or 0.4 per cent. During the same year, the economy grew by 1.8 per cent, continuing its happy decoupling from electricity demand. Yet the process continues to be too slow. To reach the 2020 efficiency targets set by the German government – a 10-per cent reduction of electricity use relative to 2008 levels – eight fewer terawatt hours would have had to be consumed in 2016.
- 3. Conventional energy:** Conventional power plants produced 429.2 terawatt hours – three terawatt hours, or 0.7 per cent, less than in 2015. Hard coal power plants lost the most (7.7 terawatt hours, or 6.5 per cent), followed by nuclear power plants (6.9 terawatt hours, or 7.5 per cent), and lignite power plants (4.5 terawatt hours, or 2.9 per cent). By contrast, electricity production from gas-fired power plants increased by 16.5 terawatt hours, or 26.6 per cent.
- 4. Climate protection:** While total greenhouse gas emissions in Germany increased from 908 to 916 million tons (a 0.9-per cent bump), CO<sub>2</sub> emissions in the electricity sector dropped 5 million tonnes, or 1.6 per cent, to 306 million tonnes. This marks the third consecutive year that CO<sub>2</sub> emissions in this sector have fallen. By contrast, there is scarce evidence of climate protection in the industrial, heating, and transportation sectors.
- 5. Electricity trading:** In 2016, German electricity exports hit a new record: 55.5 terawatt hours, or 8.6 per cent of power production, were sold abroad. The main importing countries for German electricity were Austria, Switzerland, France, and the Netherlands.
- 6. Electricity prices:** Electricity prices for future deliveries in 2017 dropped from 31 euros to 26.60 euros per megawatt hour. Next-day electricity prices on the spot market averaged 28.81 euros (versus 31.91 euros in 2015). By contrast, household electricity prices increased to 30 cents per kilowatt hour on account of higher levies and surcharges.
- 7. Flexibility:** Negative electricity prices on the German power market decreased, but were still lower than the previous year's. This indicates that participants in the energy market were able to respond more flexibly on the whole yet the number of conventional must-run power plants connected to the grid remained too many.
- 8. Record days:** On 8 May 2016 at 1 pm, 86.3 per cent of electricity demand was met by renewable energy, a greater share than ever before. Likewise, the lowest feed-in level of coal-powered electricity ever recorded – 7.6 gigawatts – occurred during the early morning hours of 27 March.
- 9. Mood:** Germans are firmly behind the transition to green energy. 93 per cent believe that it is "very important" or "important," with the share of the former group rising from 50 per cent in 2015 to 57 per cent in 2016. Germany's Energiewende hasn't been this popular since 2012.

**10. Outlook for 2017:** Several conventional power plants with a total output of four gigawatts will be shut down in 2017, reducing the excess capacity in Germany's power plant fleet. The share of coal and nuclear energy in power generation will decline slightly while renewables are projected to keep rising. Due to the introduction of auctions for wind and biomass, the cost of adding renewables is expected to continue to fall.

# Der Stromsektor 2016 auf einen Blick

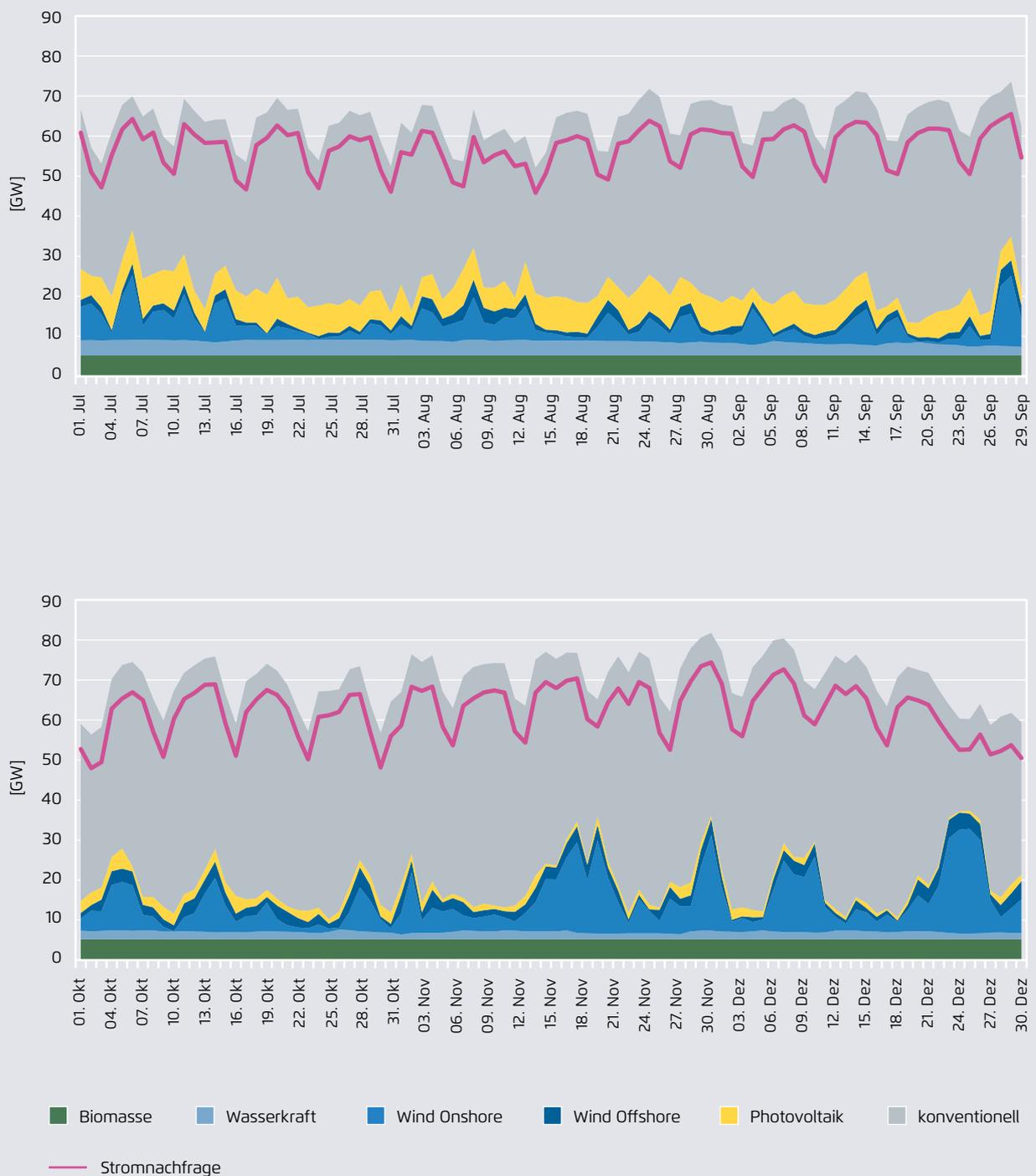
Nettostromerzeugung und -nachfrage im ersten und zweiten Quartal 2016



Agora Energiewende 2016

# Der Stromsektor 2016 auf einen Blick

Nettostromerzeugung und -nachfrage im dritten und vierten Quartal 2016





# 1 Stromerzeugung

Im Jahr 2016 stammt wie im Vorjahr der Großteil des in Deutschland produzierten Stroms aus Erneuerbare Energien – etwa 30 Prozent. Dennoch ist ihr Anteil im Vergleich zu 2015 trotz erheblicher Steigerung der installierten Leistung (siehe Kapitel 4) nur geringfügig angewachsen (plus 0,5 Prozentpunkte). Die Ursache liegt vor allem in dem 2016 unterdurchschnittlichen Wind- und Solardargebot.

Gestiegen ist – erstmals seit 2010 – der Anteil der Stromerzeugung aus Erdgas: Mit 12,1 Prozent Anteil an der Stromerzeugung rangiert es nur noch einen Prozentpunkt hinter der Kernenergie. Die Anteile von Strom aus Braun- und Steinkohle sowie aus Kernenergie sind im Vergleich zu 2015 zurückgegangen.

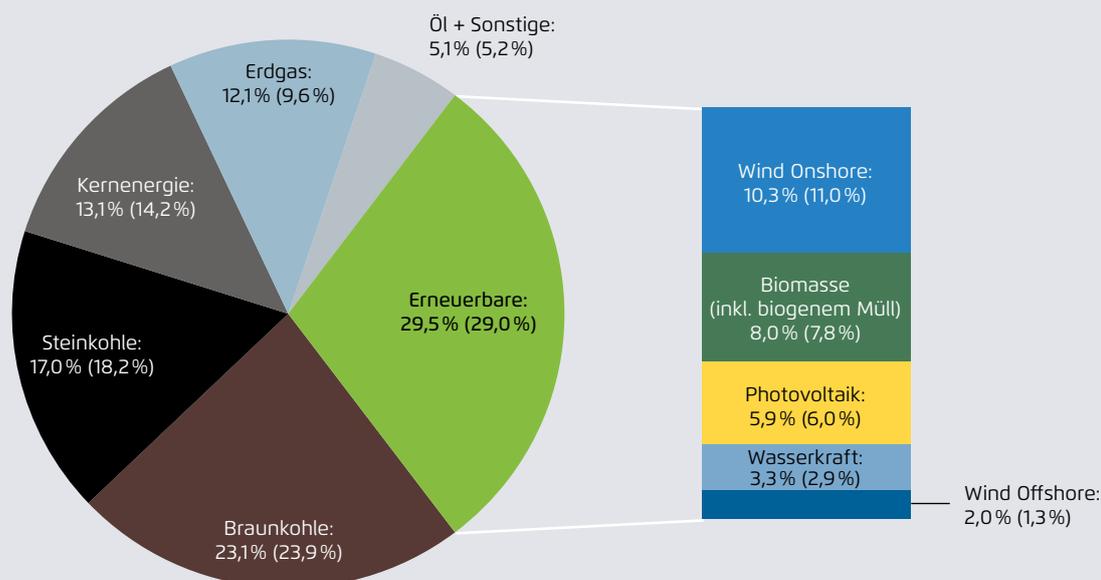
Ein Blick auf die absoluten Zahlen (Abbildung 2) bestätigt dieses Bild und zeigt überdies, dass im Jahr

2016 mit 648,1 Terawattstunden in Deutschland mehr Strom erzeugt wurde als jemals zuvor in der Geschichte der Bundesrepublik – trotz eines sinkenden Stromverbrauchs. Mit einem Zuwachs von 0,2 Prozent gegenüber 2015 fällt der Anstieg jedoch deutlich kleiner aus als im Vorjahr (3,2 Prozent).

Im direkten Vergleich mit dem Vorjahr (Abbildung 3) wird deutlich, dass die Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien mit einem Plus von 4 Terawattstunden nur gering anwächst. Sie entspricht in etwa der Menge, um die die Verstromung von Braunkohle zurückgeht. Der Rückgang der Stromproduktion aus Steinkohle und Kernenergie ist mit jeweils rund 7 Terawattstunden deutlich größer. Diesem steht der Anstieg der Stromproduktion aus Gaskraftwerken in Höhe von 16,5 Terawattstunden gegenüber. Auffällig ist, dass die Verstromung von Braun- und Steinkohle

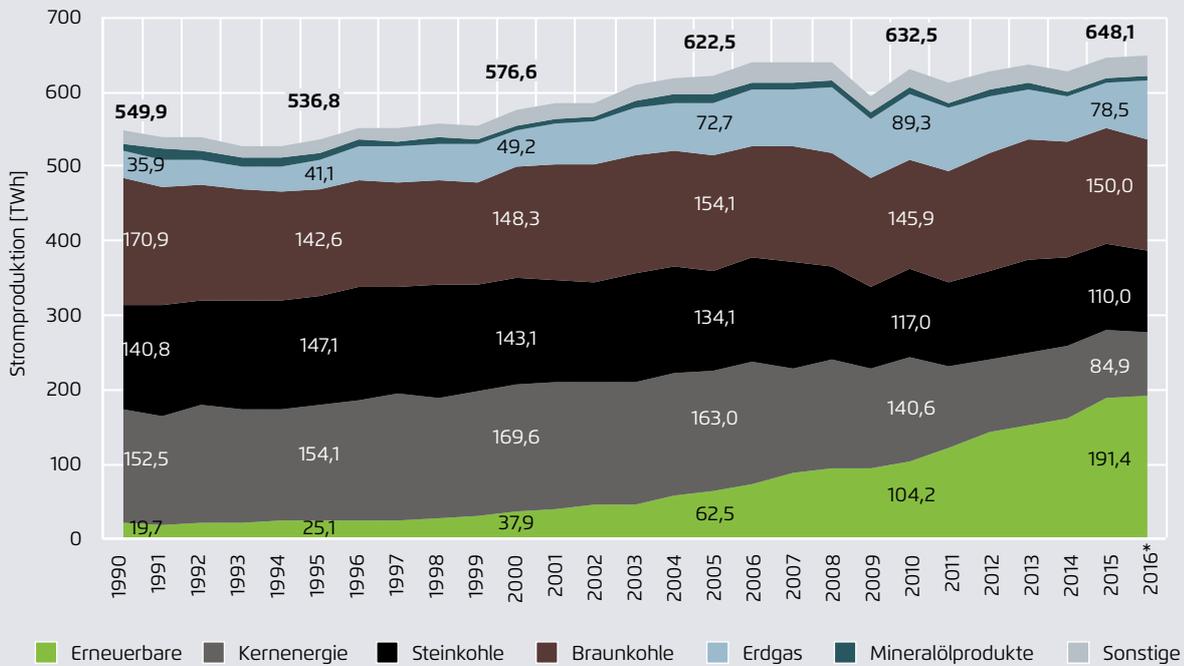
Erneuerbare Energien etablieren sich als stärkster Stromproduzent:  
Strommix des Jahres 2016 (Werte für 2015 in Klammern)

Abbildung 1



Die Stromerzeugung bei Erneuerbaren Energien wächst langsamer.  
Entwicklung der Stromproduktion 1990–2016

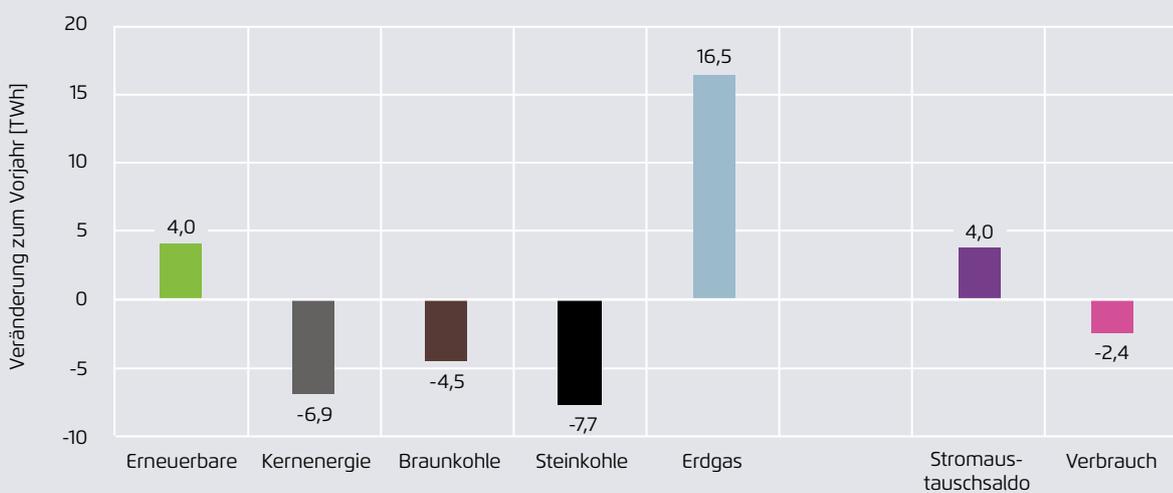
Abbildung 2



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

Zuwächse bei Erneuerbaren, Gas und Stromhandel, Rückgänge bei Kohle,  
Kernkraft und Verbrauch: Entwicklung der Strommengen 2016

Abbildung 3



AG Energiebilanzen 2016a

das dritte Jahr hintereinander in Folge sinkt. Würde man den Rückgang 2016 linear fortsetzen, so wäre die Kohleverstromung in Deutschland etwa Anfang 2038 beendet.

Die Netto-Stromflüsse in die Nachbarländer sind unterm Strich um 4 Terawattstunden gewachsen; der Austauschsaldo kann damit zum fünften Mal in Folge einen neuen Rekord verzeichnen. Ein Blick auf das Zustandekommen dieses Saldos zeigt einen leichten Rückgang der Austauschaktivitäten. Die Stromflüsse von Deutschland ins Ausland haben leicht nachgegeben (-3,2 Terawattstunden), die Stromflüsse aus dem Ausland nach Deutschland sind mit minus sieben Terawattstunden jedoch zu einem stärkeren Grad zurückgegangen.

Die Summe von inländischer Stromerzeugung, Stromimporten aus dem Ausland und -exporten nach dem Ausland ergibt den inländischen Stromverbrauch. Dieser ist im Gegensatz zur Stromerzeugung um 2,4 Terawattstunden zurückgegangen.



## 2 Stromverbrauch

Nachdem der **Stromverbrauch** in Deutschland im Jahr 2015 etwas angestiegen war, ist er 2016 leicht um 2,4 Terawattstunden (0,4 Prozent) zurückgegangen. Er liegt nun bei 592,7 Terawattstunden. Angesichts einer um 1,3 Terawattstunden gewachsenen **Stromerzeugung** stieg der Stromaustauschsaldo mit Deutschlands elektrischen Nachbarn auf 55,5 Terawattstunden an.

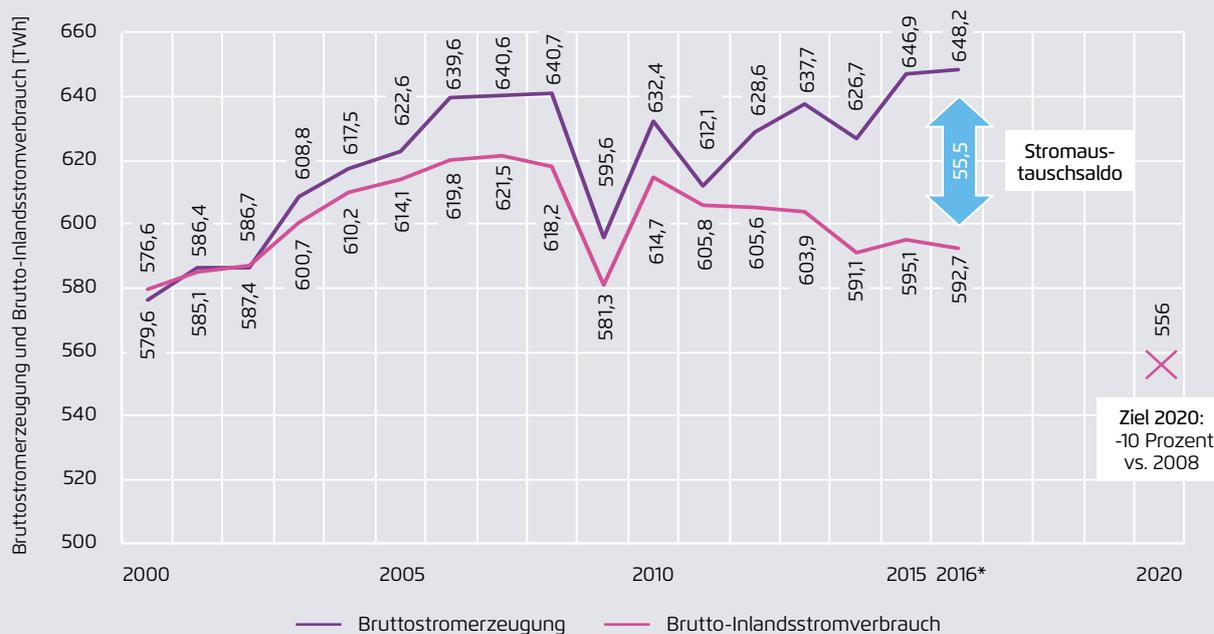
Mit dem Rückgang des Stromverbrauchs bei gleichzeitigem Wachstum der Wirtschaft (voraussichtlich 1,8 Prozent in 2016) in Deutschland schreitet die Entkopplung von Energieverbrauch und Produktivität voran. Während das Bruttoinlandsprodukt seit 1990 um 46 Prozent angewachsen ist, erhöhte sich der Stromverbrauch lediglich um 8 Prozent. Der sinkende Stromverbrauch ist durch Effizienzgewinne in

industriellen Prozessen sowie allgemeine Effizienzsteigerungen im Haushalts- und Gewerbebereich zu begründen. Dennoch ist der Rückgang im vergangenen Jahr noch nicht ausreichend, um das von der Bundesregierung im Energiekonzept 2010 für das Jahr 2020 gesteckte Effizienzziel von minus zehn Prozent gegenüber 2008 zu erreichen. Dafür hätte der Rückgang 2016 bei etwa acht Terawattstunden liegen müssen. Um das Effizienzziel 2020 dennoch zu erreichen, müssten in den kommenden vier Jahren mindestens neun Terawattstunden Strom jährlich eingespart werden.

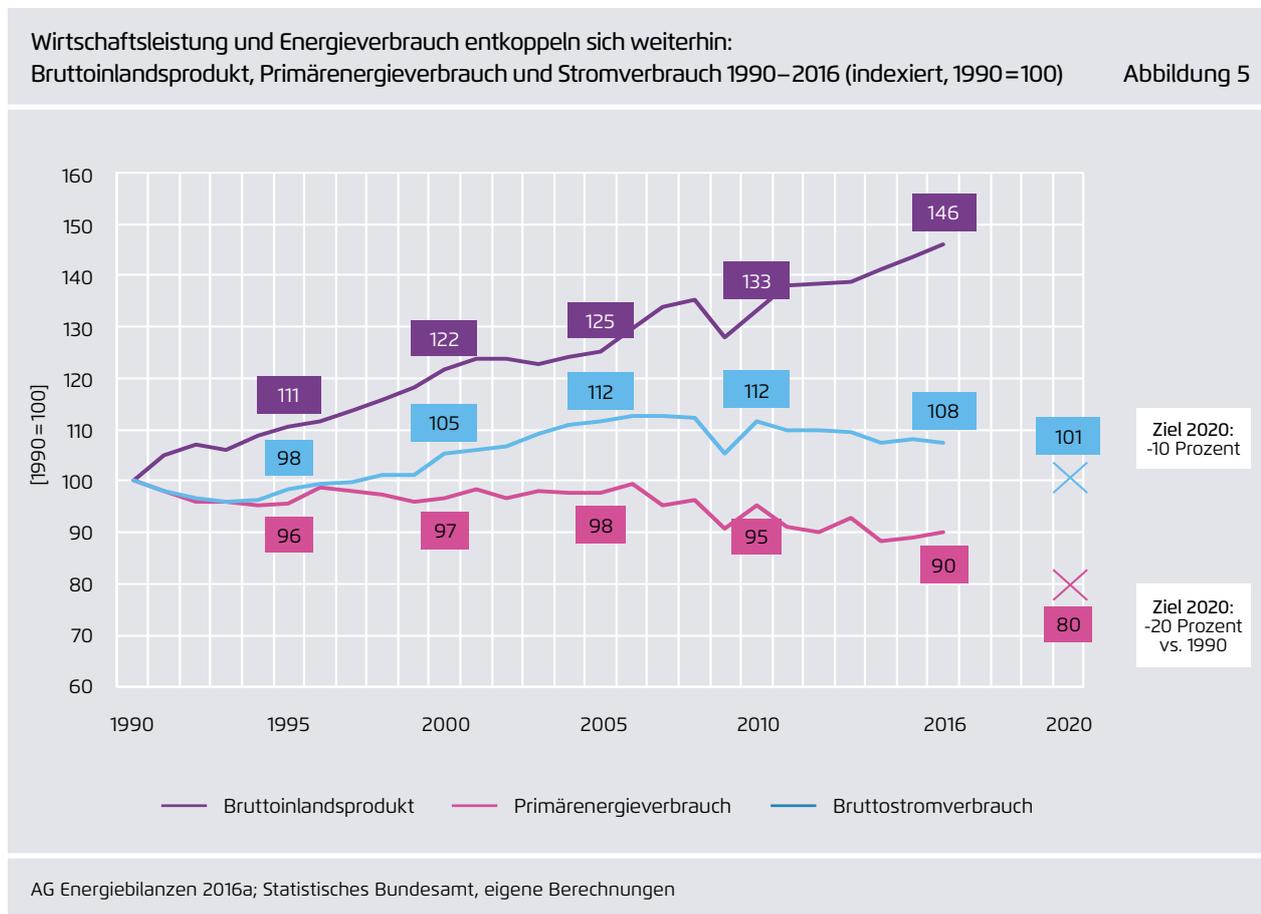
Im Gegensatz zum Stromverbrauch ist der Primärenergieverbrauch im vergangenen Jahr leicht angestiegen (plus 1,6 Prozent auf 13.427 Petajoule). Dies ist vor allem auf einen deutlich höheren Erdgaseinsatz als

Rekorde bei Stromerzeugung und Export, Rückgänge beim Stromverbrauch:  
Stromverbrauch und -produktion 2000–2016 sowie Effizienzziel 2020

Abbildung 4



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben



2015 zurückzuführen – dieser stieg um 10 Prozent gegenüber dem Vorjahr und wies auch bereinigt um die kältere Witterung sowie den Schalttag eine deutliche Steigerung auf. Dies weist darauf hin, dass es auch im Bereich der Industrie im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der guten Konjunktur einen deutlich höheren Brennstoffeinsatz als im Vorjahr gab.<sup>1</sup>

1 AG Energiebilanzen 2016c

## 3 Entwicklung der Erneuerbaren Energien

### 3.1 Allgemeine Entwicklung der Erneuerbaren Energien 2016

Erneuerbare Energien haben im Jahr 2016 32,3 Prozent des deutschen Bruttostromverbrauchs gedeckt. Damit ist ihr Anteil erneut gestiegen – um 0,8 Prozentpunkte. Ein Vergleich mit den Vorjahren zeigt jedoch, dass sich das Wachstum verlangsamt hat: Es lag in den fünf Jahren davor im Durchschnitt bei 2,9 Prozentpunkte pro Jahr.

Nach eher günstigem Wetter für Wind- und Solarenergie in 2015 lag das Wetterjahr 2016 wieder unter dem langjährigen Durchschnitt. Dennoch lieferten Erneuerbare Energien 2016 vier Terawattstunden mehr Strom als im Vorjahr. Insgesamt waren es 191,3 Terawattstunden. Den größten Anteil daran hatte mit 66,8 Terawattstunden Onshore-Wind-

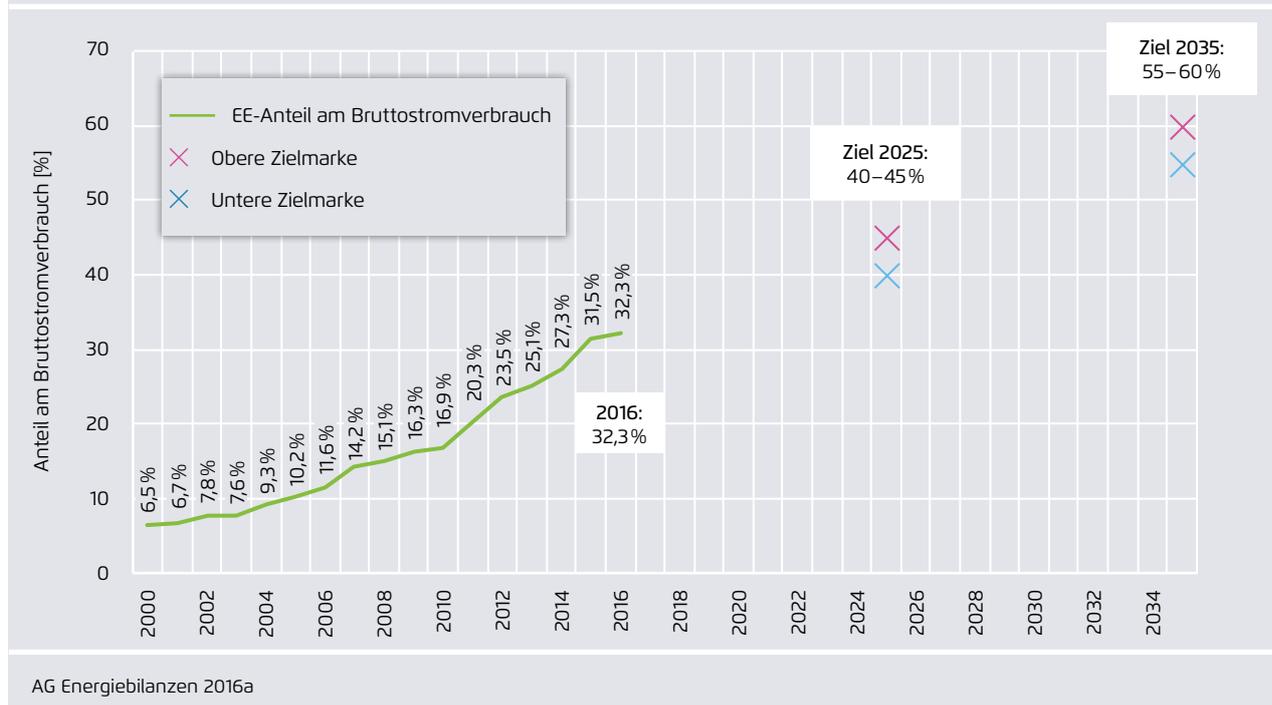
energie (-4,1 Terawattstunden). Es folgen mit 45,6 Terawattstunden die Verstromung von Biomasse (+1 Terawattstunde) und mit 38,3 Terawattstunden die Solarenergie (-0,4 Terawattstunden).

Mit einem Plus von 4,7 Terawattstunden wird das stärkste Wachstum der Stromerzeugung bei Offshore-Windenergie verzeichnet. Dieses geht wesentlich zurück auf Installationen mit einem Volumen von etwa 2,43 Gigawatt im Jahr 2015; die seinerzeit gebauten Anlagen konnten 2016 erstmals eine volle Jahresstrommenge produzieren.

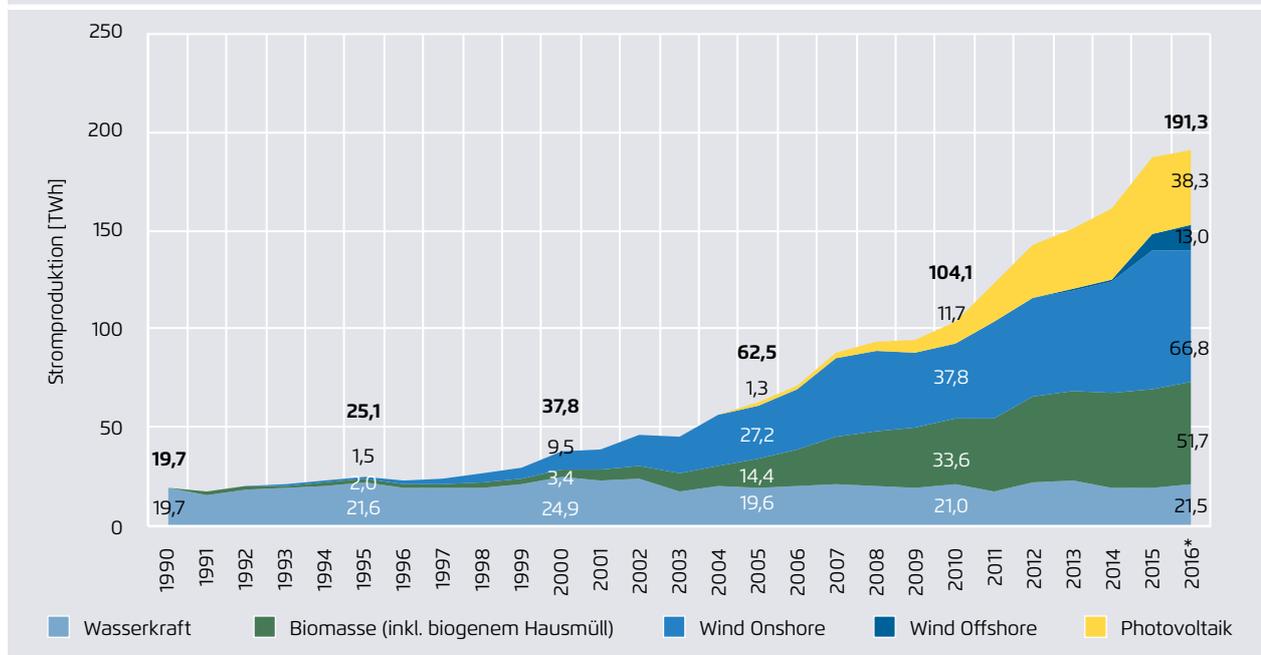
2016 wurden etwa sechs Gigawatt zusätzliche Erneuerbaren-Kapazität zugebaut, wobei der Großteil auf Onshore-Windenergie entfällt, nach bisherigen Schätzungen etwa 4,3 Gigawatt (netto). Auf Platz zwei folgt die Solarenergie mit einem Zubau von etwa

Trotz starken Zubaus wächst der Erneuerbaren-Anteil am Stromverbrauch nur leicht: Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000–2016 sowie Ziele für 2025 und 2035

Abbildung 6



Zuwächse bei Wasserkraft, Biomassestrom und Offshore-Windenergie, Rückgänge bei Solarstrom und Windenergie an Land: Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien 1990–2016 Abbildung 7



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

1 Gigawatt, die Leistung neu errichteter Offshore-Windkraftanlagen liegt bei etwa 0,7 Gigawatt. Die Leistung der neu errichteten Biomasseanlagen beträgt etwa 40 Megawatt. Im Vergleich zu den im EEG 2014 beschlossenen Zubau-Korridoren liegt der Ausbau von Onshore-Windenergieanlagen über dem Korridor (2,5 Gigawatt pro Jahr), Offshore-Windkraft im Korridor und Solarenergie deutlich unter dem Korridor (Offshore-Windkraft: 6,5 Gigawatt in 2020; Solarenergie: 2,5 Gigawatt pro Jahr).

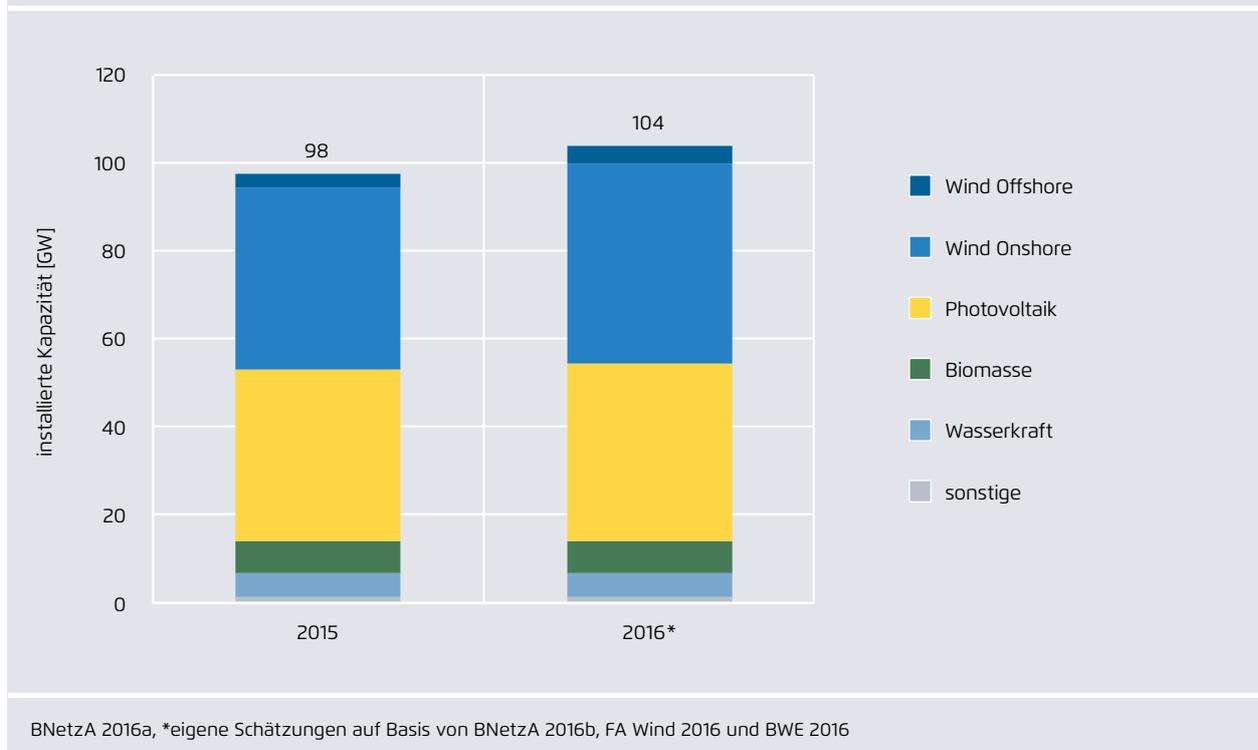
Mit diesen Zubaumengen liegt die in Deutschland installierte Leistung von Erneuerbare-Energien-Anlagen nunmehr bei 104 Gigawatt. Der Vergleich des Wachstums bei der installierten Leistung – gut sechs Prozent in 2016 – mit dem Wachstum der produzierten Erneuerbaren-Strommenge – gut drei Prozent – verdeutlicht die Wetterabhängigkeit eines auf Erneuerbaren Energien basierenden Stromsystems auch über längere Zeiträume. Der Umbau des Stromsystems muss dem gerecht werden, um die Zuverlässigkeit der

Stromversorgung weiterhin auf dem heutigen hohen Niveau zu halten. Dies bedeutet vor allem zweierlei:

- Der Ausbau der Windkraft- und Photovoltaikkapazitäten ist die günstigste Option, CO<sub>2</sub>-freien Strom zu erzeugen. Die installierte Menge wird daher weiter kontinuierlich steigen. Um den aktuellen Stromverbrauch fast komplett auf Basis Erneuerbarer Energien zu decken, müssen etwa 280 Gigawatt davon installiert sein (davon 40 Gigawatt Offshore-Windkraft, 130 Gigawatt Onshore-Windkraft und 90 Gigawatt Solarenergie)
- Um eine jederzeit gesicherte Stromversorgung zu erhalten, ist trotz des Zubaus von Erneuerbaren Energien ein konventioneller Kraftwerkspark in erheblichem Umfang notwendig. Diese Sicherheitskapazitäten werden im Zuge der Energiewende nach und nach durch Optionen wie Lastmanagement, Stromspeicher und bessere Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten ergänzt.

Stärkster Zubau bei Windenergie an Land: Erneuerbaren-Kapazitäten 2015 und 2016

Abbildung 8



### 3.2 Die Entwicklung von Wind- und Solarenergie 2016

Die Stromerzeugung aus Windkraft (On- und Offshore) lag 2016 leicht über dem Niveau von 2015: Sie stieg von 79,2 auf 79,8 Terawattstunden. Dabei waren gegenläufige Trends zu verzeichnen: Bei Onshore-Windenergie kam es in diesem Jahr zu einem Rückgang von 4,1 Terawattstunden im Vergleich zum Vorjahr. Dieser ist wetterbedingt: Nach dem sehr starken Windjahr 2015 lag das Winddargebot 2016 bis zu 12,9 Prozent unter dem 10-Jahres-Durchschnitt.<sup>2</sup>

Offshore-Windenergieanlagen lieferten im Jahr 2016 13 Terawattstunden Strom. Das entspricht einem Zuwachs von 4,7 Terawattstunden – über die Hälfte mehr als im Vorjahr. Da das unterdurchschnittliche Winddargebot auch auf die Verhältnisse auf See

zutrifft, hätte die Stromerzeugung bei einem durchschnittlichen Wetterjahr deutlich stärker ausfallen können.

Auch das Sonnenjahr 2016 war unterdurchschnittlich. Lediglich in zwei Monaten überschritt die durchschnittliche Sonnenscheindauer das zehnjährige Mittel, in den anderen Monaten lag die Zahl der Sonnenstunden zum Teil deutlich unter dem Schnitt. In Kombination mit dem geringen Zubau der Photovoltaik führt das zu einem leichten Rückgang der Solarstromerzeugung 2016.

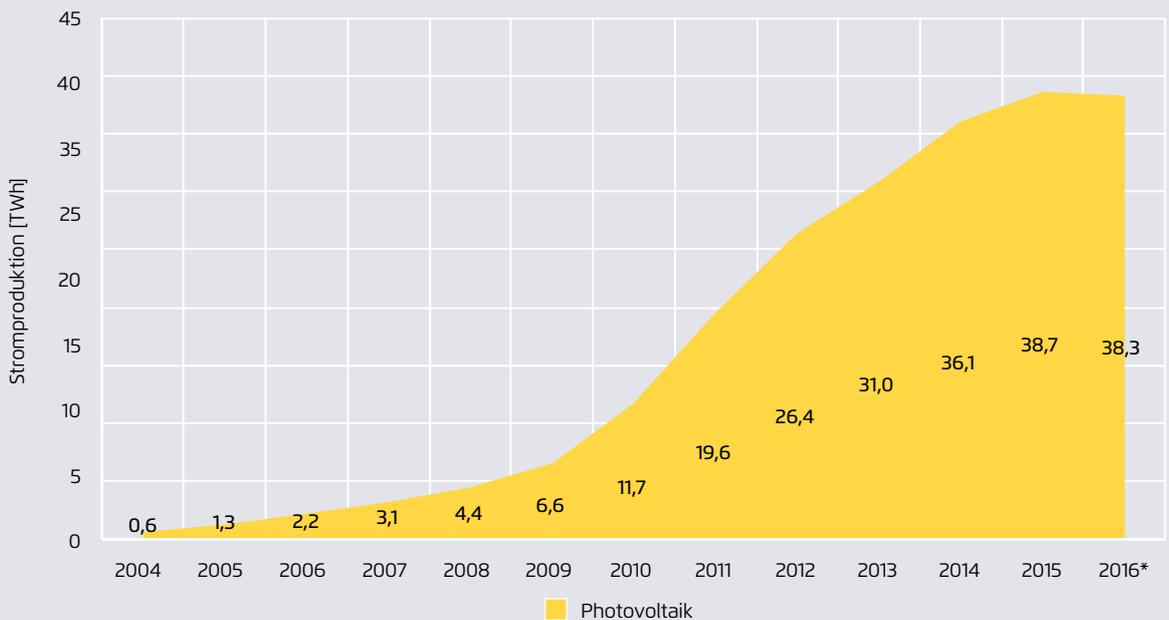
<sup>2</sup> vergleiche IWR-Windindex 2016

Offshore-Windenergie liefert inzwischen signifikante Strommengen und gleicht Rückgang bei Onshore-Windenergie aus: Stromproduktion aus Onshore- und Offshore-Windkraftanlagen 2000–2016 Abbildung 9



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

Unterdurchschnittliches Sonnenjahr schmälert Solarstromproduktion: Stromproduktion von Photovoltaik-Anlagen 2004–2016 Abbildung 10



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

## 4 Entwicklung der konventionellen Energien

Im vergangenen Jahr ist die Stromproduktion aus konventionellen Energieträgern um drei Terawattstunden auf 429,2 Terawattstunden zurückgegangen (-0,7 Prozent). Dahinter verbergen sich jedoch recht deutliche Verschiebungen innerhalb der konventionellen Erzeugungsstruktur: Die Produktion von Steinkohlekraftwerken sank um 7,7 Terawattstunden am stärksten (-6,5 Prozent gegenüber 2015), gefolgt von der Stromproduktion von Kernkraftwerken mit -6,9 Terawattstunden (-7,5 Prozent) und dem Rückgang der Braunkohleverstromung um 4,5 Terawattstunden (-2,9 Prozent). Demgegenüber wuchs die Stromerzeugung in Erdgaskraftwerken stark um 16,5 Terawattstunden an (+26,6 Prozent).

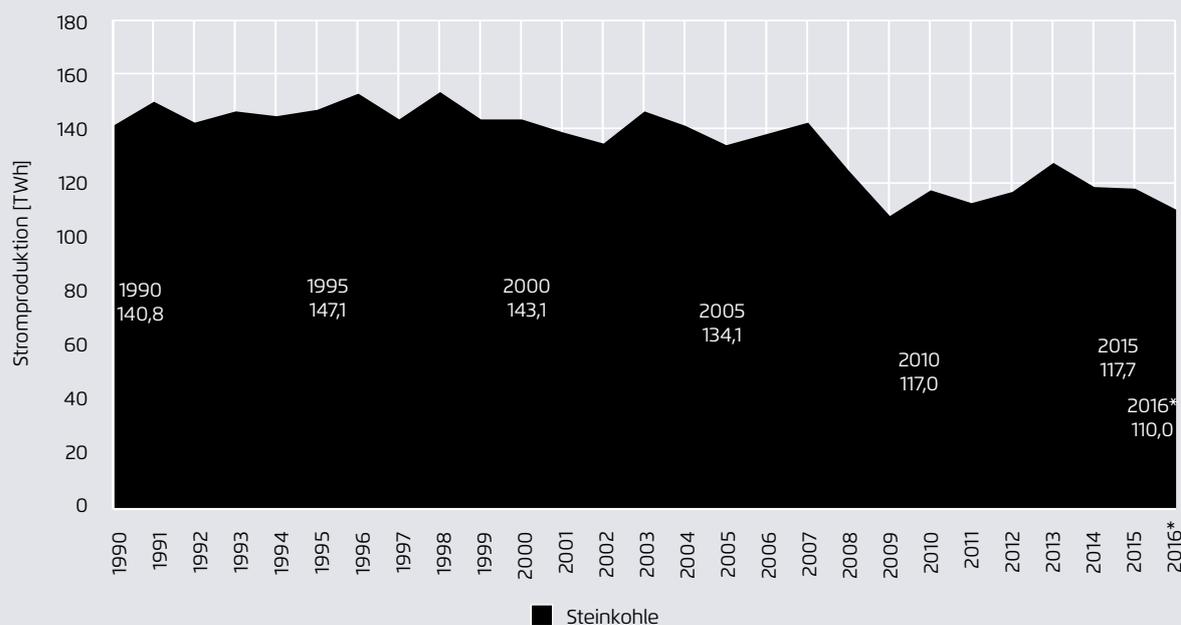
Der Rückgang der Verstromung von Braun- und Steinkohle - insgesamt -12,2 Terawattstunden - und das Wachstum bei der Verstromung von Erdgas wurde vor allem durch das veränderte Gas-/

Kohlepreis-Verhältnis getrieben: Erdgas ist deutlich günstiger geworden, Kohle nur leicht günstiger (siehe Abbildung 24). Darüber hinaus ist 2016 das erste Braunkohlekraftwerk in die Sicherheitsbereitschaft überführt worden: Mit einer Leistung von 392 Megawatt wurde das Kraftwerk Buschhaus am 23. September 2016 abgeschaltet.

Teilweise sind Kohlekraftwerke auch durch Erneuerbare Energien abgelöst worden. Ein Indiz hierfür liefern die insgesamt 32 Tage des Jahres 2016, an denen der Erneuerbaren-Anteil am Stromverbrauch jeweils bei mehr als 50 Prozent lag. Hier sank die Leistung von Braun- und Steinkohlekraftwerken im Tagesmittel deutlich unter 20 Gigawatt, an zwei Tagen lag sie sogar bei weniger als 10 Gigawatt. Demgegenüber betrug die maximale Leistung aus Kohlekraftwerken an Tagen mit einer nur sehr geringen Erneuerbaren-Produktion fast 42 Gigawatt.

Steinkohleverstromung geht immer weiter zurück:  
Stromproduktion aus Steinkohlekraftwerken 1990–2016

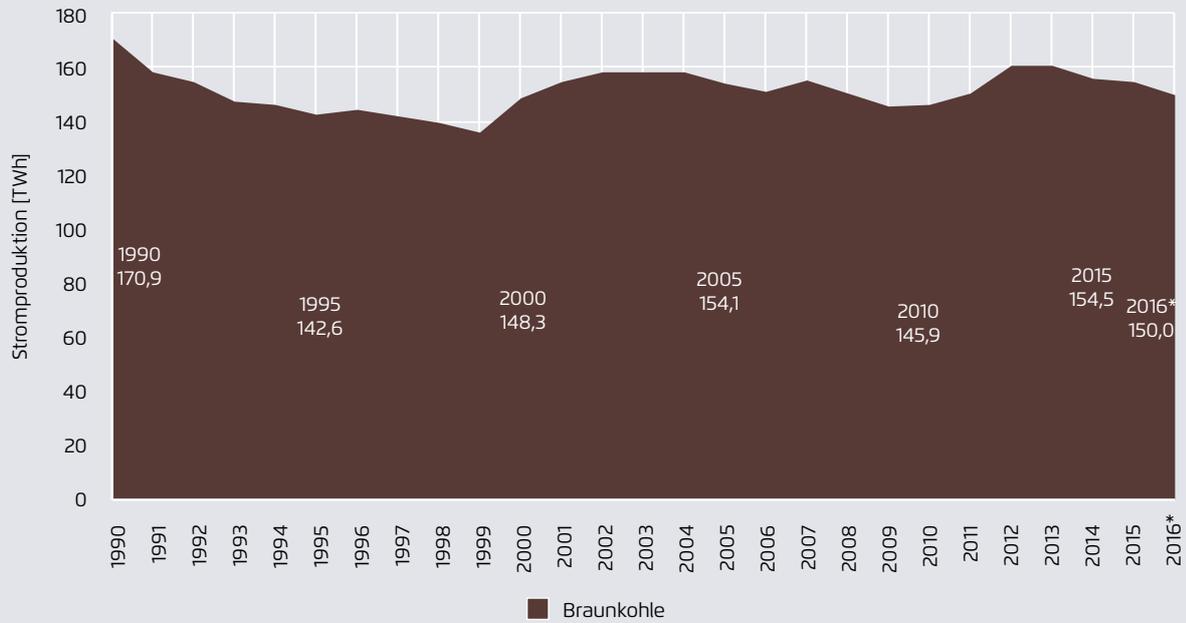
Abbildung 11



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

Braunkohleverstromung geht auf hohem Niveau langsam zurück:  
Stromproduktion aus Braunkohlekraftwerken 1990–2016

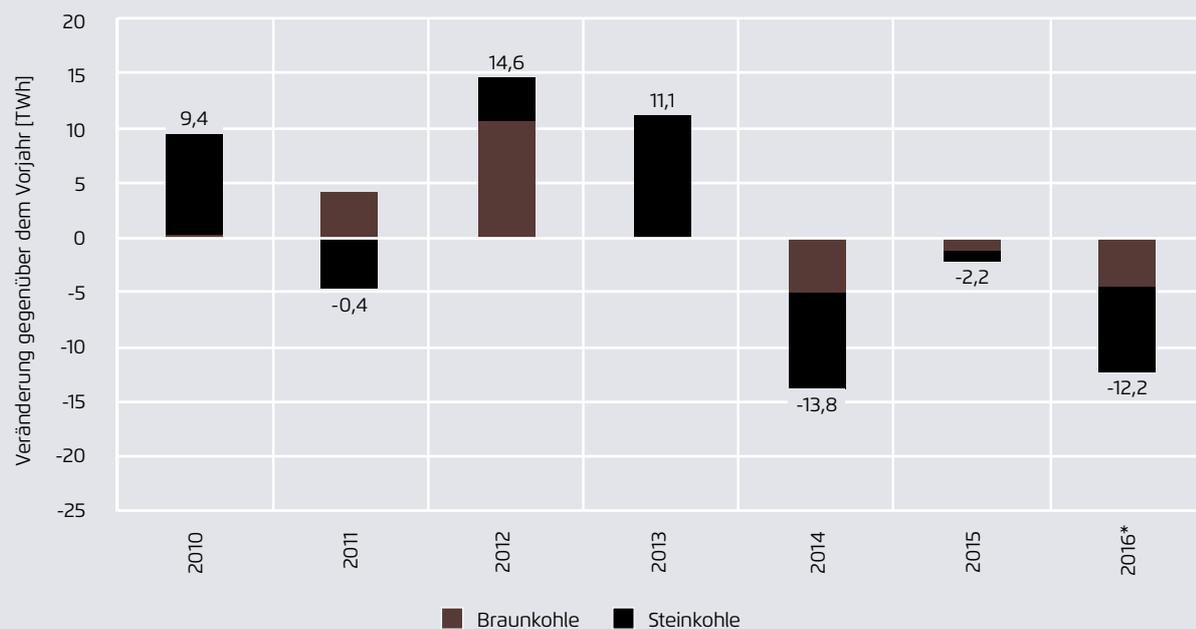
Abbildung 12



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

Seit 2013 hat die Kohlestromproduktion kontinuierlich abgenommen:  
Veränderungen der Kohlestromerzeugung zum Vorjahr

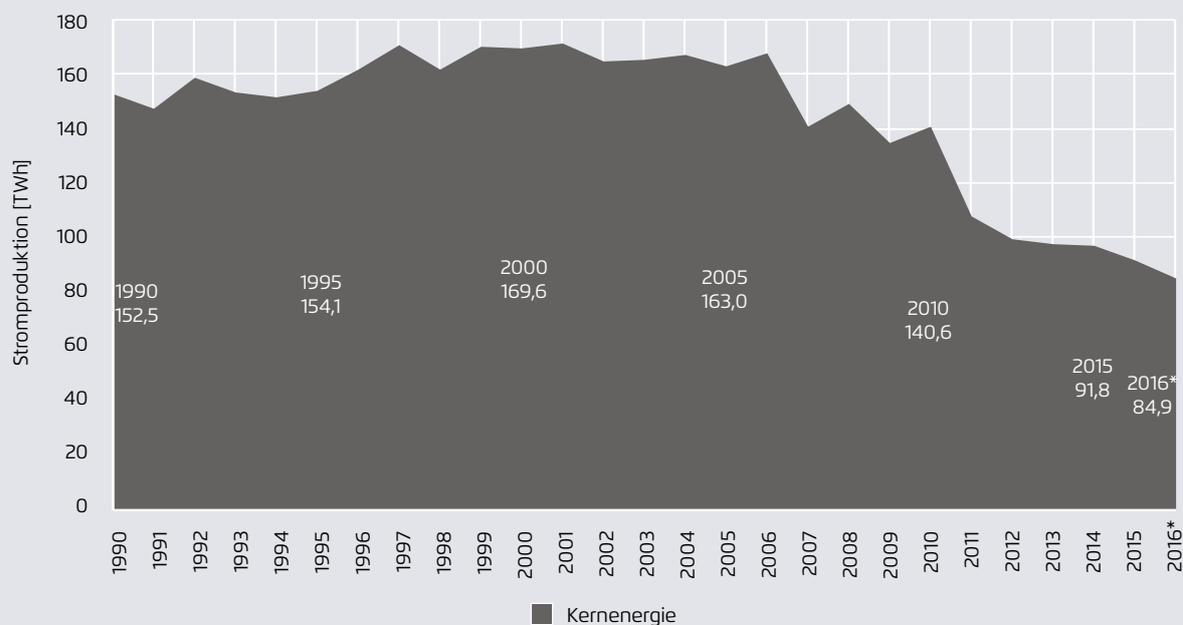
Abbildung 13



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

Nur noch halb so viel Atomstrom wie im Jahr 2000 durch Stilllegungen und Revisionen:  
Stromproduktion aus Kernkraftwerken 1990–2016

Abbildung 14



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

Insgesamt ist die Kohlestromproduktion nach dem Zuwachs der Jahre von 2010 bis 2013 in den Jahren von 2014 bis 2016 um 28,2 Terawattstunden zurückgegangen. Im Schnitt sind das gut 9 Terawattstunden pro Jahr. Schreibt man den Rückgang im Jahr 2016 ausgehend vom jetzigen Niveau (260 Terawattstunden Kohleverstromung) jährlich linear fort, so wäre die Kohleverstromung ungefähr Anfang 2038 beendet.

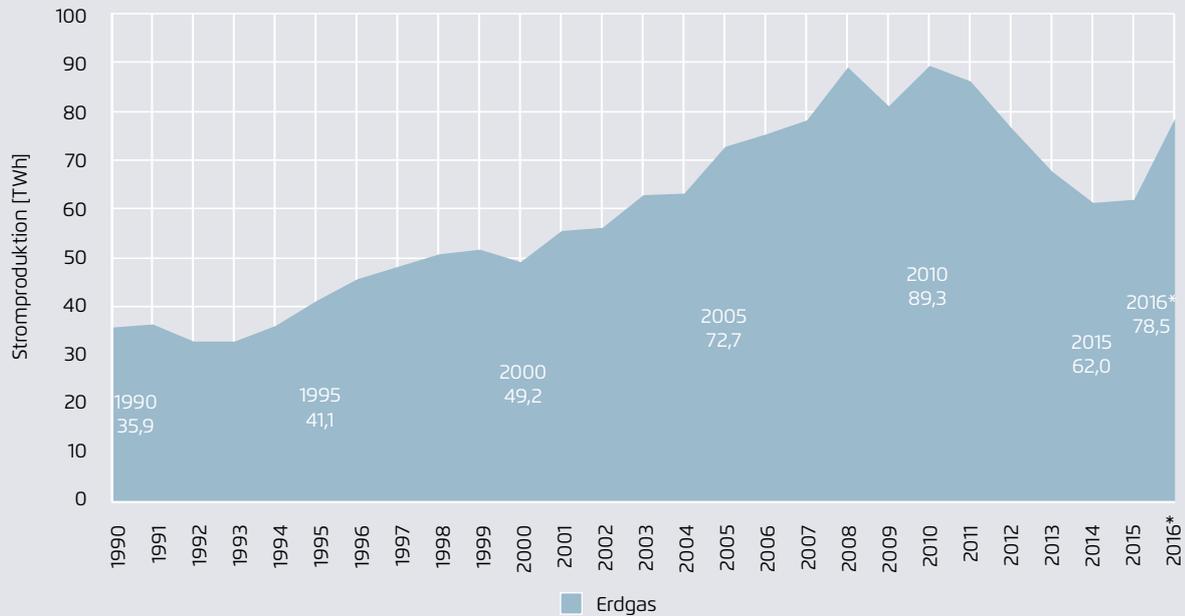
Auch die Stromproduktion von Kernkraftwerken ist im Jahr 2016 erneut zurückgegangen. Dieses ist auf zwei Faktoren zurückzuführen: Zum einen war bereits im Juni 2015 das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld vom Netz genommen worden. Die Stromproduktion dieses Kernkraftwerks – bislang knapp zehn Terawattstunden jährlich – ist folglich im Jahr 2016 erstmals vollständig aus der Erzeugungsbilanz gefallen. Darüber hinaus wurden einige Kernkraftwerke im Jahr 2016 für längere Perioden in Revision genommen. Hintergrund war vermutlich die Tatsache, dass zum 1. Januar 2017 die Brennelemente-Steuer, die

seit 2011 auf den Neu-Einsatz von Brennelementen erhoben wurde, weggefallen ist. Durch verlängerte Revisionszeiten wurde so teilweise der Einsatz der vorhandenen Brennstoffe bis Dezember 2016 gestreckt.

Im Gegensatz zu den anderen konventionellen Energieträgern hat die Nutzung von Gas zur Stromproduktion im Jahr 2016 deutlich zugenommen. Mit einem Plus von 16,5 Terawattstunden im Vergleich zum Vorjahr handelt es sich um den stärksten Anstieg seit 1990. Hier kommt der nochmals gesunkene Gaspreis (etwa 5,40 Euro je Megawattstunde<sub>thermisch</sub> unter Vorjahresniveau) zum Tragen, so dass auch die Stromerzeugung mit Gaskraftwerken günstiger als im Vorjahr ist und ihre Grenzkosten nur noch wenig über den Grenzkosten der Stromerzeugung aus Kohle liegen (siehe Abbildung 25). Die vermehrte Nutzung von Gas zur Stromerzeugung schlägt sich auch im Gasverbrauch insgesamt nieder: Dieser legte um etwa zehn Prozent zu, das Plus ist hauptsächlich durch die deutlich angestiegene Stromerzeugung begründet.

Steiler Anstieg beim Erdgas durch niedrige Gaspreise:  
Stromproduktion aus Erdgaskraftwerken 1990–2016

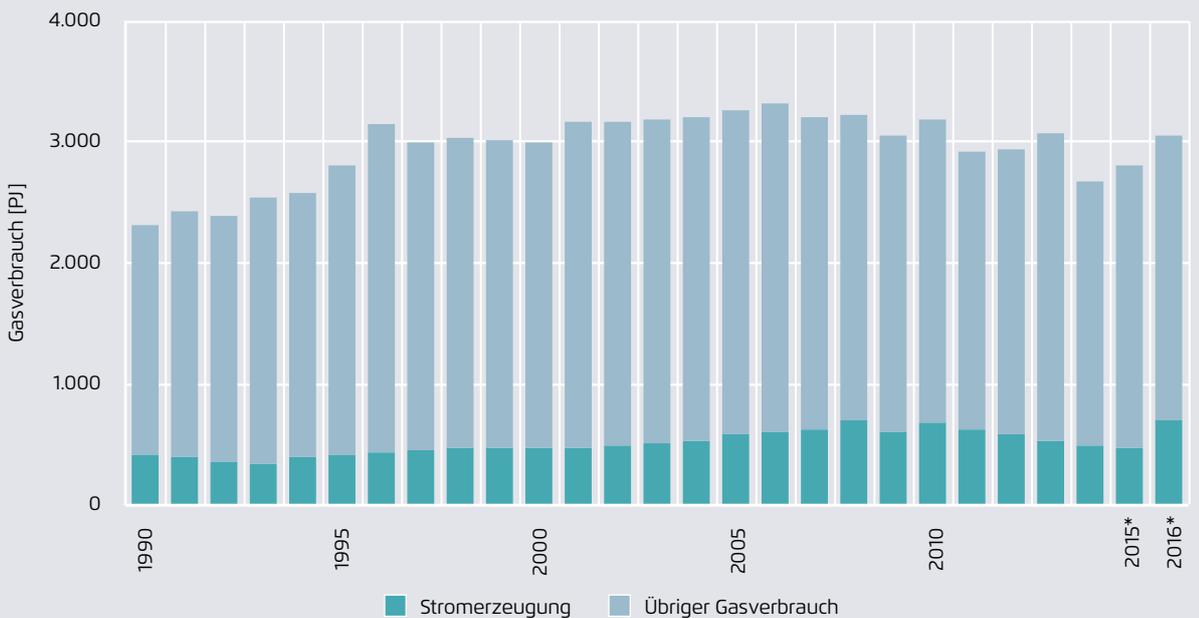
Abbildung 15



AG Energiebilanzen 2016a. \* vorläufige Angaben

Insgesamt steigender Gasverbrauch in Deutschland:  
Primärenergieverbrauch von Gas 1990–2016

Abbildung 16



AG Energiebilanzen 2016b. \*eigene Berechnungen auf Basis von AG Energiebilanzen 2016a

## 5 Stromhandel und europäischer Preisvergleich

Während Deutschland physikalisch betrachtet 2016 abermals einen neuen Stromabflussrekord aufstellte (55,5 Terawattstunden oder 8,6 Prozent der Stromproduktion flossen netto ins Ausland), ist der Stromhandel mit den Nachbarländern im Vergleich zum Vorjahr massiv eingebrochen. So verminderte sich der Stromexportsaldo um 10,2 Terawattstunden auf 47,5 Terawattstunden. Während in den Vorjahren die Handelsvolumina die physikalischen Flüsse übertrafen, ist dies 2016 umgekehrt – der physikalische Stromaustausch lag über dem gehandelten (Abbildung 17).

Die deutlichsten Rückgänge lassen sich im Handel mit Österreich, Frankreich und den Niederlanden verzeichnen – die historisch größten Handelspartner Deutschlands. Wurden 2015 noch etwa 45 Terawattstunden Strom nach Österreich exportiert und 13,6 Terawattstunden importiert, so waren es 2016 nur

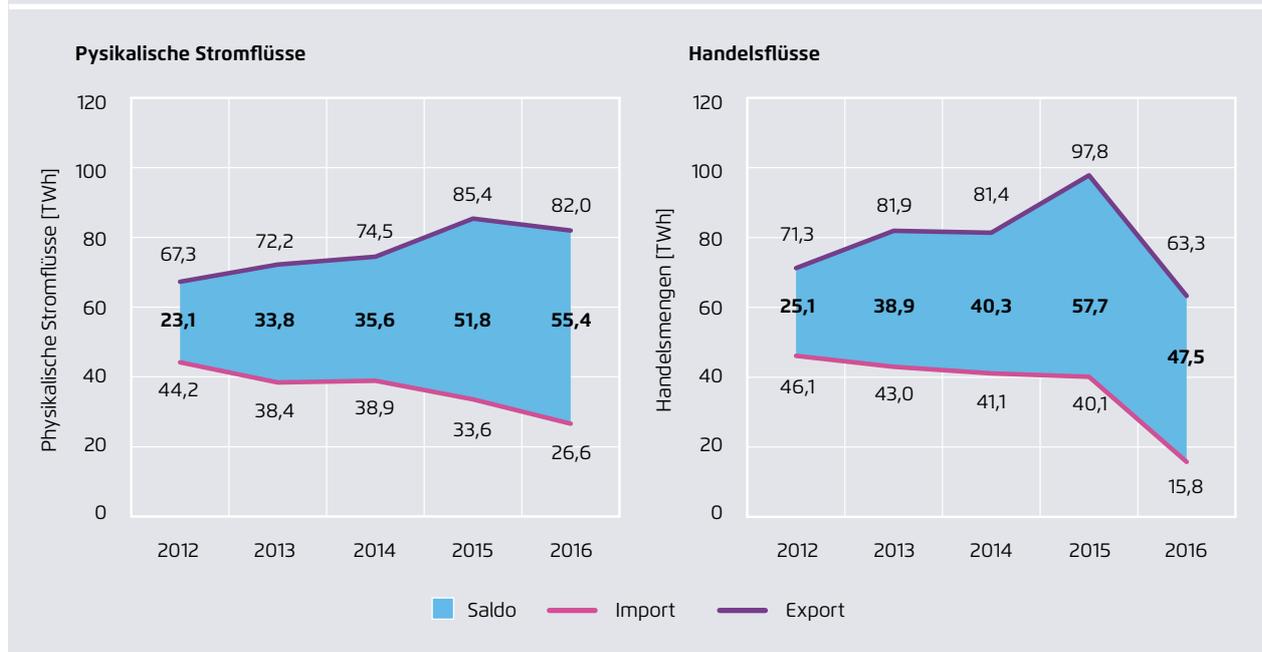
noch 30,6 Terawattstunden Export und 2,4 Terawattstunden Import. Auch in die Niederlande wurden etwa 10 Terawattstunden weniger Strom exportiert, das Import-Niveau blieb hingegen konstant. Nach Frankreich wurden etwa 4 Terawattstunden weniger exportiert, auch hier ist das Importniveau auf ähnlichem Stand geblieben.

Für diese Veränderungen im grenzüberschreitenden Stromhandel bieten sich mehrere Erklärungsansätze an:

→ Die stark gesunkenen Gaspreise haben den Betrieb von Gaskraftwerken auch in anderen Ländern mit hohen Gaskraftwerkskapazitäten wieder attraktiver gemacht. Dies gilt insbesondere für Österreich, für die Niederlande und für Italien, das üblicherweise Strom aus Deutschland über Österreich importiert.

Kontinuität bei physikalischen Stromaustausch mit den Nachbarstaaten, Einbruch beim Handel: Stromaustausche 2012–2016

Abbildung 17



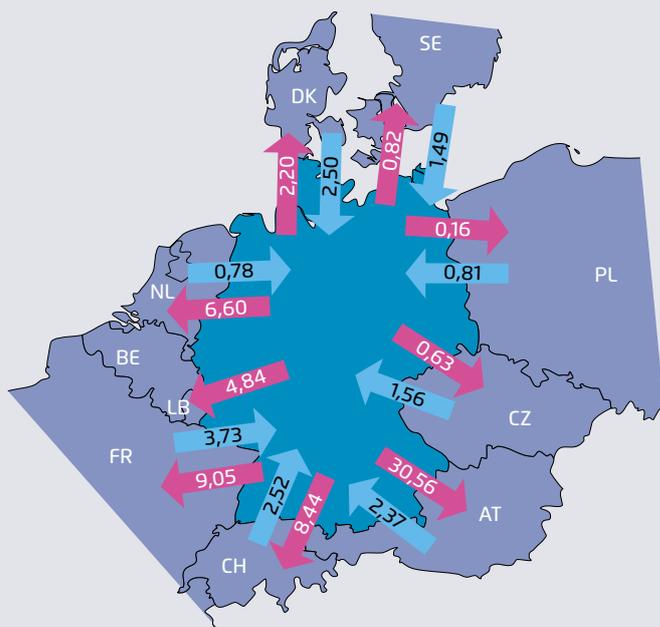
eigene Berechnungen auf Basis von ENTSO-E 2016

- In den Niederlanden sind 2016 neue Steinkohlekraftwerke in Betrieb gegangen, wodurch die Nachfrage aus dem Nachbarland zusätzlich gesenkt wurde.
- 2016 war in der Alpenregion ein gutes Jahr für die Wasserkraft. So wurde in der Schweiz, in Österreich und in Frankreich mehr Wasserkraftstrom erzeugt, was den Importbedarf aus Deutschland ebenfalls gedämpft hat.
- Durch das im Jahr 2015 im zentralwesteuropäischen Stromsystem eingeführte *Flow-based Market Coupling* wurden die Handelskapazitäten im europäischen Verbundnetz besser entlang der physischen Stromflüsse ausgerichtet. Dies könnte mit einer Verminderung der Handelskapazitäten in den grenzüberschreitenden Leitungen und dadurch bedingt geringerem Handel einhergehen.

Interessant ist auch der europäische Preisvergleich. Einerseits haben sich die Preise in Europa im vergangenen Jahr deutlich angeglichen – so lag die größte Spanne europäischer Strompreise im Juni 2015 bei fast 60 Euro (zwischen Italien und den skandinavischen Ländern) je Megawattstunde, im Jahr 2016 schrumpfte sie auf etwa 30 Euro. Andererseits zeigte sich ab Oktober 2016 deutlich eine Zweiteilung Europas: Auf der einen Seite stehen Strombörsen in Europa mit Strompreisen von etwa 60 Euro pro Megawattstunden: Großbritannien und Frankreich sowie die von Frankreich dominierten Märkte Belgien, Schweiz, Italien, Spanien und Portugal. Auf der anderen Seite stehen Stromhandelsplätze mit Strompreisen von etwa 40 Euro pro Megawattstunde – das sind die skandinavischen Länder (Nordpool) sowie Deutschland/Österreich, die Niederlande und Polen.

Österreich und Frankreich kauften am meisten Strom, Frankreich lieferte am meisten Strom. Stromhandel mit Nachbarstaaten 2016

Abbildung 18

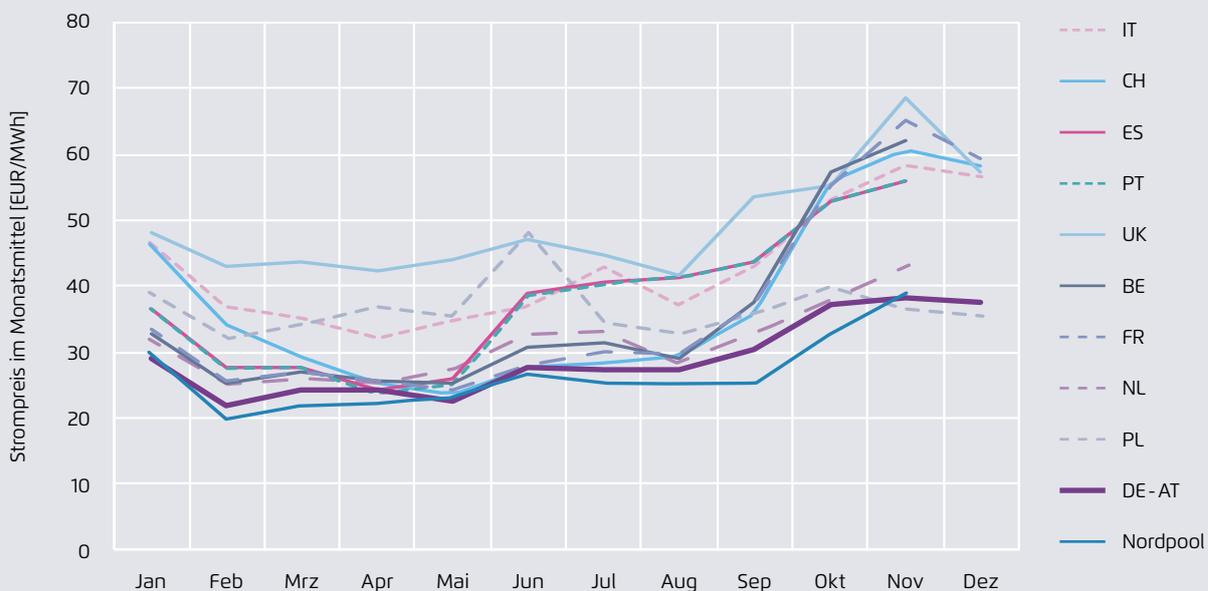


Exporte: 63,3 TWh (2015: 97,8 TWh)  
 Importe: 15,8 TWh (2015: 36,9 TWh)  
 Saldo: 47,5 TWh (2015: 60,9 TWh)  
 Stromhandel in TWh

eigene Berechnung auf Basis von ENTSO-E 2016; es werden kommerzielle Stromhandelsflüsse dargestellt, keine physikalischen Stromflüsse

Bis Oktober gleichen sich die Strompreise in Europa an, danach zerfallen die Märkte in zwei Lager: Börsenstrompreise 2016 (Day-ahead Base) im europäischen Vergleich

Abbildung 19



EEX 2017, Nordpool 2017, Belpex 2017, OMEL 2017, Mercato Elettrico 2017, APX 2017, POLPX 2017



## 6 Preisentwicklung in Deutschland

Die Preise für mittel- bis langfristige Stromlieferungen an der Strombörse sind 2016 das fünfte Jahr in Folge zurückgegangen. Diese Terminlieferungen sind für die Entwicklung der Endkunden-Strompreise von großer Bedeutung, da Stromvertriebe ihre Liefermengen überwiegend in diesem Marktsegment sichern, teils über Jahre im Voraus.

So lag der Preis für Terminlieferungen im darauffolgenden Jahr - der 1-Jahres-Future - im Mittel bei 26,60 Euro pro Megawattstunde, was einem Rückgang von 14 Prozent entspricht. Dabei sank der Preis des 1-Jahres-Futures zu Jahresanfang deutlich und erholte sich erst in den letzten Monaten des Jahres wieder leicht.

Auch die Future-Preise für später folgende Jahre liegen weiterhin auf einem niedrigen Niveau, sie haben

erst zu Beginn des dritten Quartals 2016 wieder die 30-Euro-Marke überschritten. Auch wenn dies deutlich über dem Tiefststand von 22 Euro im Februar 2016 liegt, so bewegen sich die aktuellen Future-Preise für Stromlieferungen bis ins Jahr 2022 hinein weiterhin auf einem im langfristigen Vergleich sehr niedrigen Niveau von etwa 30 bis 32 Euro pro Megawattstunde. Die Börsenteilnehmer gehen insofern nicht davon aus, dass es im Zuge der Abschaltung der letzten Kernkraftwerke zu einem signifikanten Strompreisanstieg gegenüber heute kommen wird.

Für den strukturierten Stromeinkauf der Stromvertriebe - zusammengesetzt aus einem Mix von Base- und Peakload-Strom mit unterschiedlichen Vorkaufsfristen - bedeuten die gesunkenen Terminpreise, dass die Beschaffungskosten im vierten Jahr in Folge zurückgehen - in unserer Annäherung (siehe

Terminkontrakte wurden im Mittel weiterhin billiger: Rollierender Jahresfuture 2007–2016

Abbildung 20



EEX 2017

Der Markt erwartet mittelfristig keine großen Änderungen beim Strompreis, Future-Preise im Handeljahr 2016 für die Jahre 2017–2020

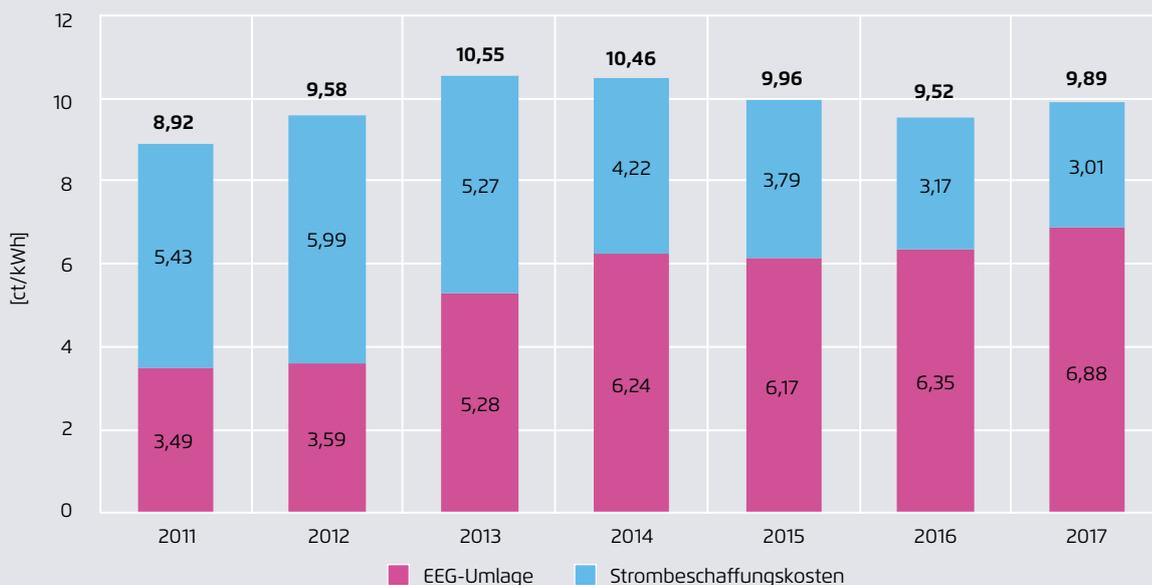
Abbildung 21



EEX 2016

Die Steigerung der EEG-Umlage übertrifft den Rückgang der Strombeschaffungskosten: Strombeschaffungskosten \* und EEG-Umlage 2011–2016

Abbildung 22



EEX 2016, Übertragungsnetzbetreiber 2016. \* 70 Prozent Ein-Jahres-Future (Base), 30 Prozent Ein-Jahres-Future (Peak)

Abbildung 21) von 3,17 Cent auf 3,01 Cent pro Kilowattstunde.

Dieser Rückgang schlägt sich allerdings in den Haushaltskundenpreisen nicht nieder, denn die im Jahr 2017 auf 6,88 Cent pro Kilowattstunde gestiegene EEG-Umlage wirken deutlich stärker in die entgegengesetzte Richtung. Die Summe aus EEG-Umlage und Strombeschaffungskosten steigt deshalb 2017 erstmals seit drei Jahren wieder. Weil zusätzlich auch die Netzentgelte steigen, werden die Haushaltsstrompreise 2017 um gut einen halben Cent pro Kilowattstunde über dem Wert von 2016 liegen. Der mittlere Haushaltsstrompreis dürfte dann etwas mehr als 30 Cent je Kilowattstunde betragen. Dabei ist die Spanne der Strompreise in Deutschland sehr groß; sie kann von 25 bis 35 Cent pro Kilowattstunde reichen. So können Kunden, deren Lieferanten die deutlich gesunkenen Beschaffungskosten direkt weitergeben, etwa 2 bis 3 Cent pro Kilowattstunde niedrigere Strompreise genießen als Kunden, die in den Grundversorgungs-

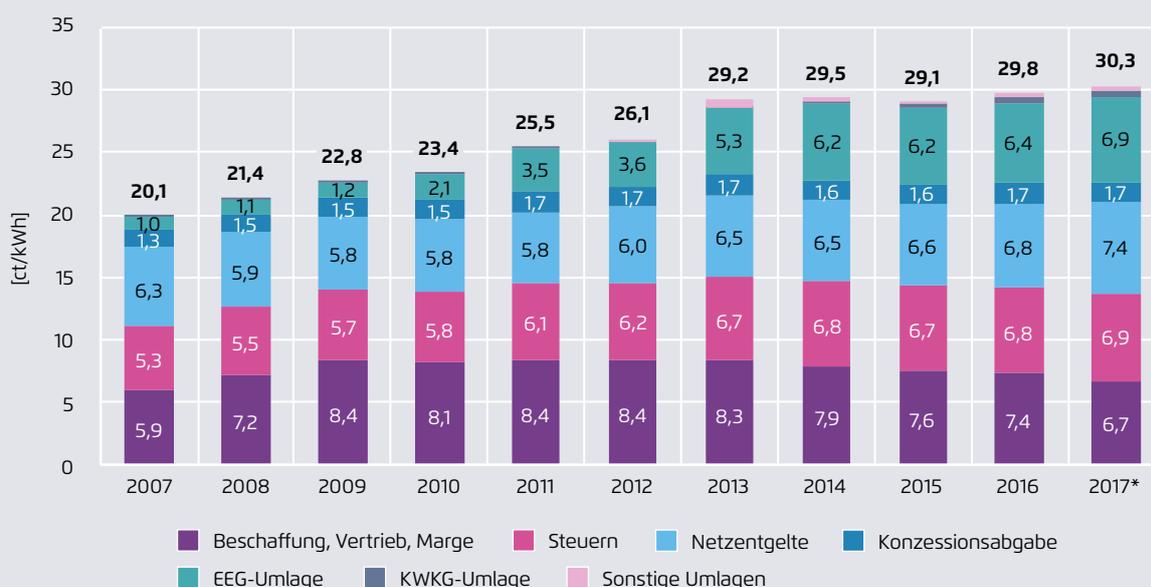
tarifen gebunden sind; zudem variieren die Netzentgelte innerhalb Deutschlands deutlich (je nach Netzgebiet zwischen 5 und 9 Cent pro Kilowattstunde).<sup>3</sup>

Analog zu den Großhandelspreisen sind die Preise auf der Beschaffungsseite der fossilen Kraftwerke 2016 deutlich gefallen: Dieses trifft gleichermaßen auf Steinkohle, Erdgas und CO<sub>2</sub>-Zertifikate zu. So lagen die Grenzübergangspreise für Gas im Jahr 2016 um bis zu 50 Prozent unter dem Mittel der Jahre 2006 bis 2015. Auch das Jahresmittel liegt mit 14,90 Euro je Megawattstunde<sub>thermisch</sub> deutlich unter dem Vorjahrespreis. Deutlich gefallen ist seit 2011 auch der Grenzübergangspreis für Steinkohle. Lag er seinerzeit noch bei 13,10 Euro je Megawattstunde<sub>thermisch</sub>, so war Steinkohle im Jahr 2016 für 7,30 Euro je Megawattstunde<sub>thermisch</sub> erhältlich. Damit ist Steinkohle so billig wie seit einem Jahrzehnt nicht. Schließlich ist

<sup>3</sup> Vgl. Agora Energiewende und RAP (2016).

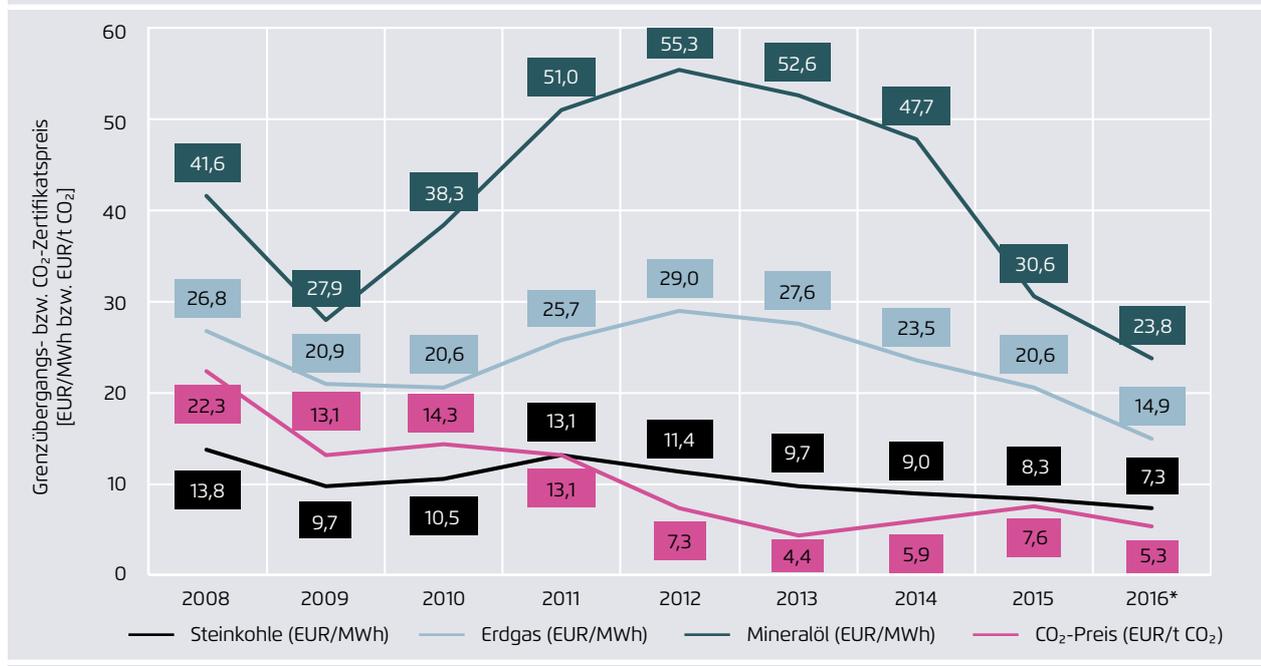
Die mittleren Haushaltsstrompreise überschreiten 2017 die 30-Cent-Marke: Haushaltsstrompreise 2007–2017

Abbildung 23



BNetzA 2016. \*eigene Schätzung

Energierohstoffe waren 2016 günstiger als jemals seit 2008:  
Grenzübergangspreise für Erdgas, Steinkohle und Mineralölen, sowie Zertifikatspreis für CO<sub>2</sub> Abbildung 24



BAFA 2016a, BAFA 2016b, BAFA 2016c, EEA 2015, DEHSt 2016, eigene Berechnungen. \* vorläufige Angaben

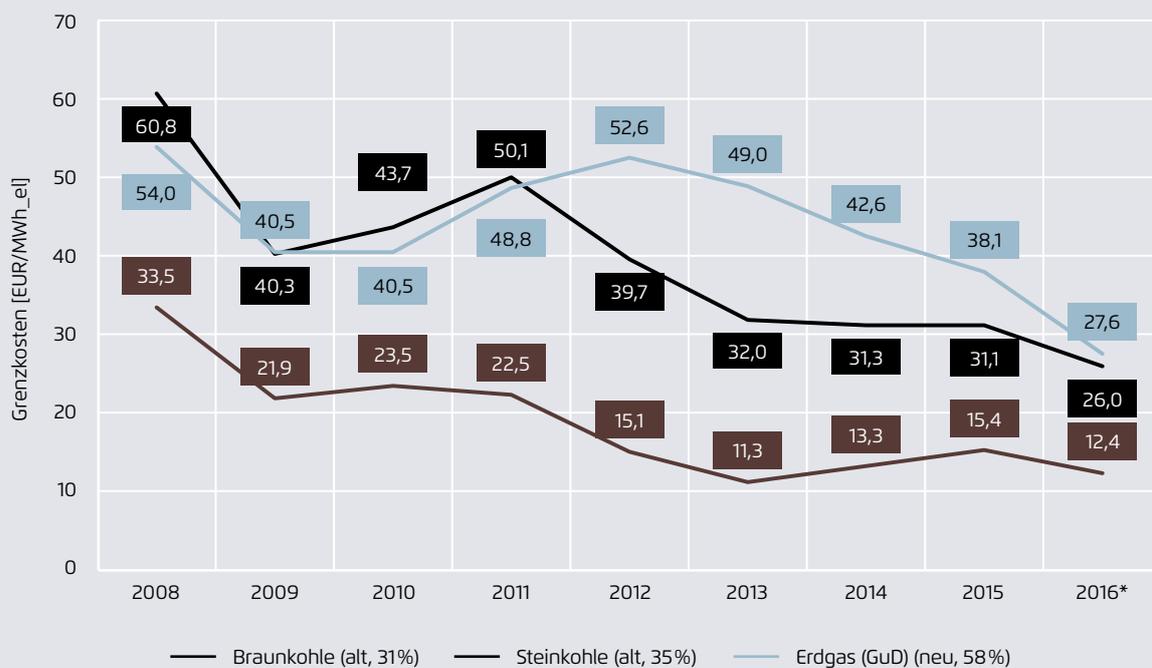
2016 auch der Preis für CO<sub>2</sub>-Zertifikate wieder gefallen; er lag im Durchschnitt bei 5,30 Euro je Tonne CO<sub>2</sub>. Von 2013 bis 2015 war der CO<sub>2</sub>-Preis noch jährlich gestiegen.

Weder der Kohle- noch der CO<sub>2</sub>-Preis alleine würde zu einem Rückgang der Kohleverstromung führen – im Gegenteil: Isoliert betrachtet ist die klimaschädliche Kohleverstromung so attraktiv wie seit mindestens zehn Jahren nicht. Dass 2016 dennoch ein Rückgang der Kohleverstromung zu verzeichnen war, liegt maßgeblich daran, dass die Gaspreise noch viel stärker sanken als die Kohlepreise. So wurde insgesamt der Abstand zwischen den kurzfristigen Betriebskosten neuer Gaskraftwerken und alter Steinkohlekraftwerken deutlich verringert – im Laufe des Jahres waren sie etwa auf gleicher Höhe. Eine Megawattstunde Gasstrom war unter reiner Betrachtung der CO<sub>2</sub>- und Brennstoffkosten für 27,60 Euro zu produzieren, eine Megawattstunde Strom aus alten Steinkohlekraftwerken mit einem Wirkungsgrad von

35 Prozent für 26 Euro. Unter Berücksichtigung von zusätzlichen Kosten bei einem flexiblen Einsatz von alten Steinkohlekraftwerken – etwa erhöhte Abnutzung – und gegebenenfalls niedrigeren Wirkungsgraden konnten neue Erdgaskraftwerke ihren Strom zu geringeren Kosten herstellen als alte Steinkohlekraftwerke. Das war der wesentliche Treiber des *Fuel-Switches* 2016.

Erstmals seit 2011 waren Gaskraftwerke 2016 wieder konkurrenzfähig: Grenzkosten für neue Erdgas-, alte Braunkohle- und alte Steinkohlekraftwerke (Wirkungsgrad in Klammern)

Abbildung 25



BAFA 2016a, BAFA 2016b, DEHSt 2016, EEA 2015, Lazard 2015, Statistisches Bundesamt 2015, UBA 2015, eigene Berechnungen.  
\*vorläufige Angaben



## 7 Spotmarkt, negative Strompreise und Flexibilität

Der am Spotmarkt gehandelte Strom war im Jahr 2016 noch günstiger als in den Vorjahren. Im Mittel kostete eine Megawattstunde Strom an der Epex-Spot zur Lieferung am folgenden Tag 28,81 Euro (2015: 31,91 Euro). Besonders günstig war er zu Jahresanfang, so notierte der *Day-ahead-Preis* im Februar bei 22 Euro je Megawattstunde. In der zweiten Hälfte des Jahres stieg der Strompreis sukzessive und erreichte im vierten Quartal durchschnittlich 37,61 Euro je Megawattstunde. Die Ursache dafür waren zum einen die zu Jahresende wieder anziehenden Rohstoffpreise bei Erdgas und Steinkohle, zum anderen aber auch die deutlich gestiegenen Strompreise in Frankreich, wo etliche Kernkraftwerke im Herbst 2016 aufgrund von Sicherheitsbedenken kurzfristig vom Netz genommen worden waren.

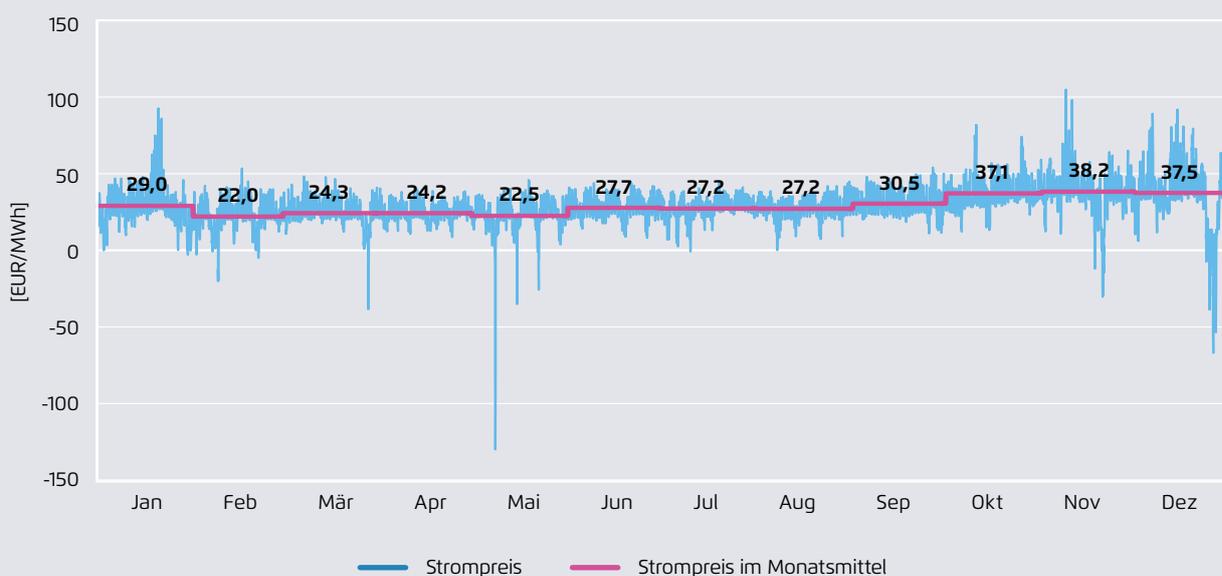
Die Volatilität des Stromangebots durch Erneuerbare Energien schlägt sich weiterhin in den kurz-

fristigen Strompreisen nieder. Allerdings veränderte sich das Muster gegenüber dem Vorjahr: Die Höhe der Ausschläge der kurzfristigen Großhandelsstrompreise hat insgesamt zugenommen, während ihre Häufigkeit rückläufig war. So überschritt der Strompreis am Spotmarkt nur an 391 Stunden die Marke von 50 Euro, im Jahr 2015 waren es noch 603 Stunden gewesen. Allerdings übersprang der Preis 2016 an 30 Stunden die 75-Euro-Marke. Das war 2015 nur an 8 Stunden der Fall gewesen. Der höchste Preis wurde am 8. November um 17 Uhr erreicht: eine Megawattstunde kostete 104,96 Euro (Maximum 2015: 99,77 Euro/Megawattstunde).

Ein vergleichbares Muster zeigt sich auch bei den negativen Strompreisen. Nachdem diese im Jahr 2015 an 126 Stunden verzeichnet wurden, waren es 2016 nur noch 97 Stunden. Im Mittel betrug der Strompreis in diesen Stunden -17,81 Euro je Megawattstunde

Die Ausschläge bei den Strompreisen haben zugenommen:  
Spotmarktpreise der EPEX 2016

Abbildung 26



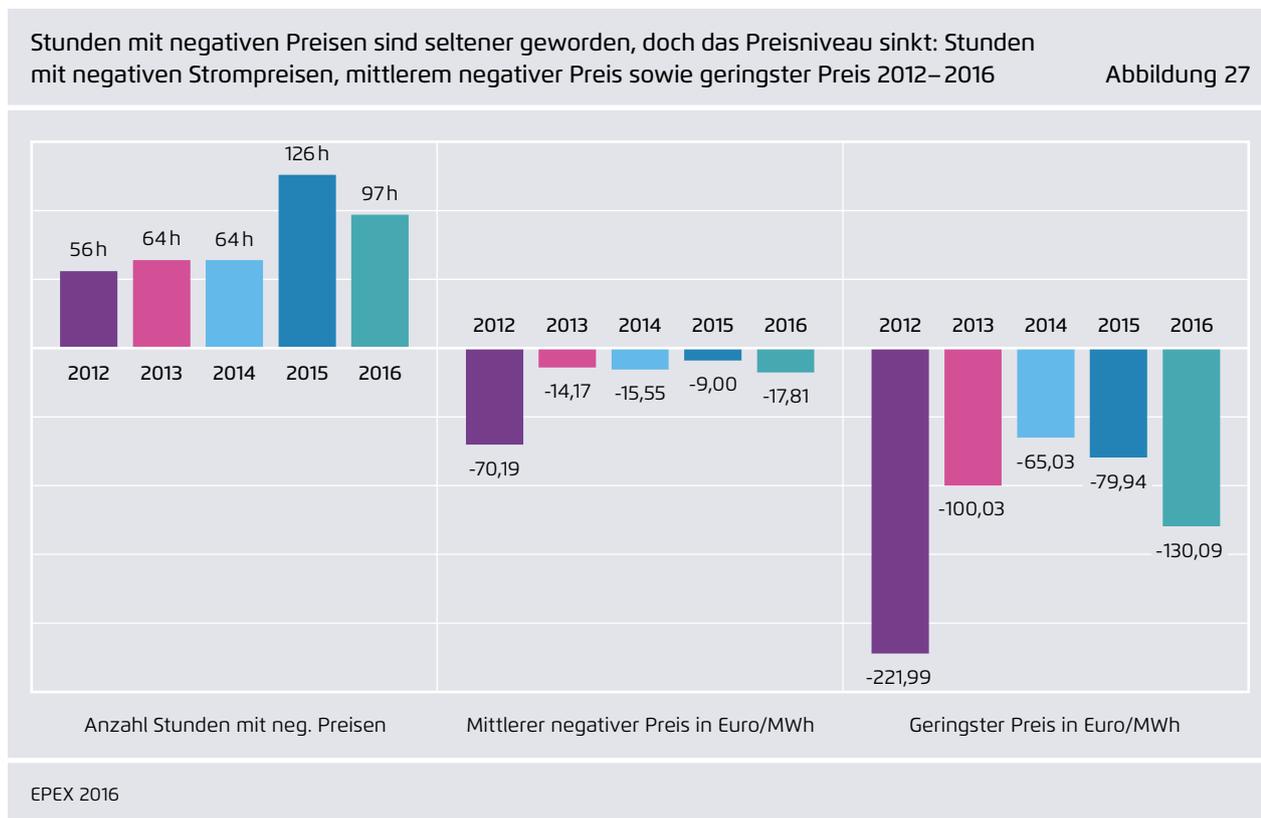
EPEX 2016

(2015: -9,00 Euro/Megawattstunde). An 46 Stunden betrug der Strompreis weniger als -10 Euro je Megawattstunde (2015: 41 Stunden), an 11 Stunden wurden weniger als -50 Euro je Megawattstunde erreicht. Der niedrigste Preis datiert auf den 8. Mai um 14 Uhr: hier wurde eine Megawattstunde mit -130,09 Euro gehandelt.

Mit Beginn des Jahres 2016 ist auch die 6-Stunden-Regelung des EEG 2014 in Kraft getreten, derzufolge nach dem 1. Januar 2016 errichtete großskalige Erneuerbare-Energien-Anlagen dann keine Vergütung erhalten, wenn sechs Stunden in Folge oder länger an der Strombörse negative Strompreise herrschen.

Dieser Fall ist 2016 sieben Mal aufgetreten, insgesamt wurde die Vergütung für solche Anlagen im Jahr 2016 an 55 Stunden ausgesetzt.<sup>4</sup> Sechs oder mehr Stunden mit negativen Preisen treten am ehesten an Wochenenden und an Feiertagen auf.

4 28. März, 12–17 Uhr; 8. Mai, 10–17 Uhr; 22. Mai, 10–16 Uhr; 20. November, 10–16 Uhr; 24. Dezember, 23 Uhr; 25. Dezember, 7 Uhr; 26. Dezember, 1–9 Uhr; 26. Dezember, 23 Uhr; 27. Dezember, 6 Uhr.



## 8 Treibhausgasemissionen

Die deutschen Treibhausgasemissionen sind 2016 wie schon 2015 angestiegen. Sie liegen nach einer ersten Abschätzung um 8 Millionen Tonnen höher als im Vorjahr bei etwa 916 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Gründe dafür sind die gute Wirtschaftslage sowie die etwas kältere Witterung im Vergleich zum Vorjahr. Um das für 2020 gesetzte Ziel einer Verminderung der Emissionen um 40 Prozent gegenüber 1990 noch zu erreichen, müssten von 2017 bis 2020 jährlich 41 Millionen Tonnen eingespart werden. Das entspricht in etwa den Emissionen von vier großen Kohlekraftwerken.

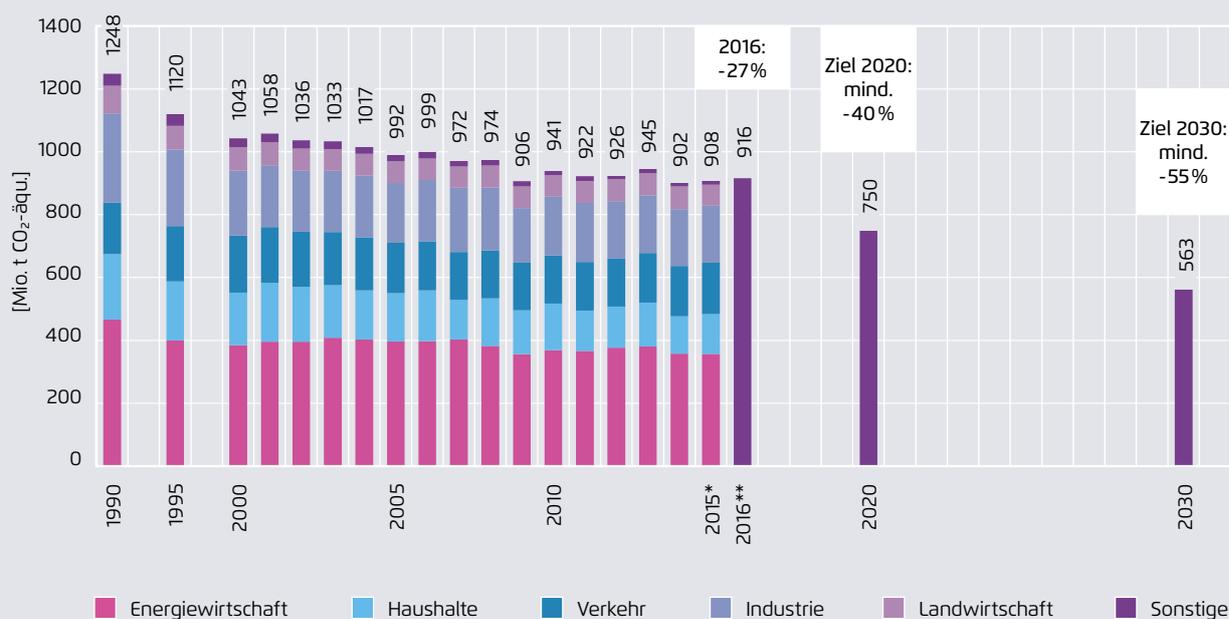
Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stromsektors sind 2016 im Gegensatz zu den Gesamt-Emissionen um 5 Millionen Tonnen zurückgegangen, sie betragen 306 Mil-

lionen Tonnen gegenüber 311 Millionen Tonnen im Jahr 2015 (-1,6 Prozent). Damit sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stromsektors nun im vierten Jahr in Folge gesunken. Maßgeblicher Grund war im vergangenen Jahr der Wechsel von Kohle- zu Gasverstromung. Durch die Verminderung der Kohleverstromung um 12,2 Terawattstunden verringerte sich der Treibhausgasausstoß um 10,8 Millionen Tonnen. Im Gegenzug emittierten die Gaskraftwerke aufgrund der zusätzlichen 16,5 Terawattstunden Gasverstromung lediglich 5,3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> mehr.

Trotz dieser langsamen Erfolge reichen die Minderungen voraussichtlich nicht aus, um den Pfad zum Klimaziel 2020 zu einschlagen. Hierfür müssten je nach Szenario im Stromsektor in den kommen-

Die Treibhausgasemissionen 2016 steigen erneut: Treibhausgasemissionen nach Sektoren 1990–2016 sowie Reduktionsziele für 2020 und 2030

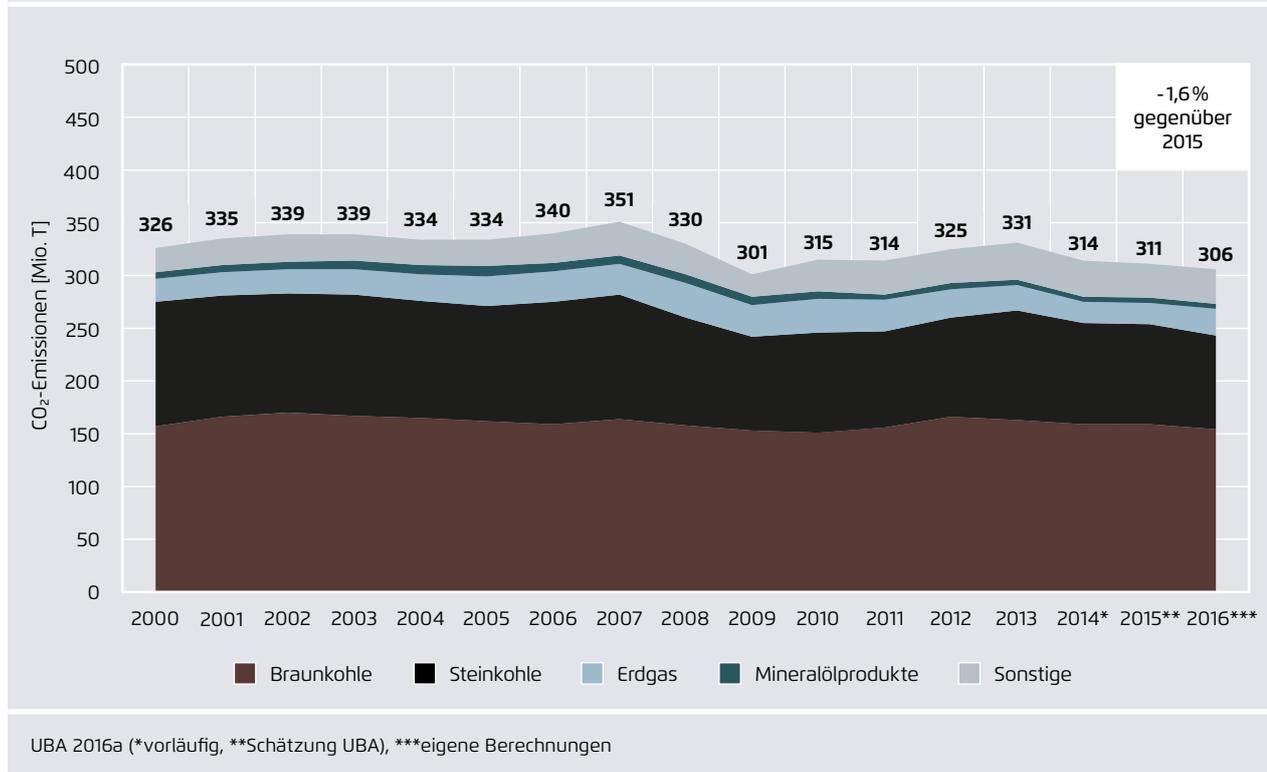
Abbildung 28



UBA, eigene Berechnungen. \*vorläufige Angaben, \*\* eigene Schätzung

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Stromsektors sank das dritte Jahr in Folge:  
CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stromsektors nach Energieträgern 2000–2016

Abbildung 29



den vier Jahren 53 bis 82 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.<sup>5</sup> Die beschlossene Stilllegung von 2,7 Gigawatt Braunkohlekraftwerke bis Ende des Jahrzehnts wird nur zu einer Reduktion von 11 bis 12,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> führen.

5 Agora Energiewende (2015)

## 9 Stimmung der Bevölkerung zur Energiewende

In der Bevölkerung genießt die Energiewende eine große Bedeutung: 93 Prozent der Befragten hielten sie 2016 nach dem repräsentativen Energiemonitor der Forschungsgruppe Wahlen im Auftrag des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft für „sehr wichtig“ oder „wichtig“. Im Vorjahr waren es 90 Prozent, ähnlich wie in allen Jahren seit 2012. Bemerkenswert ist, dass im Jahr 2016 der Anteil der Befragten, die die Energiewende für „sehr wichtig“ halten, deutlich gestiegen ist. Er wuchs von 50 auf 57 Prozent.

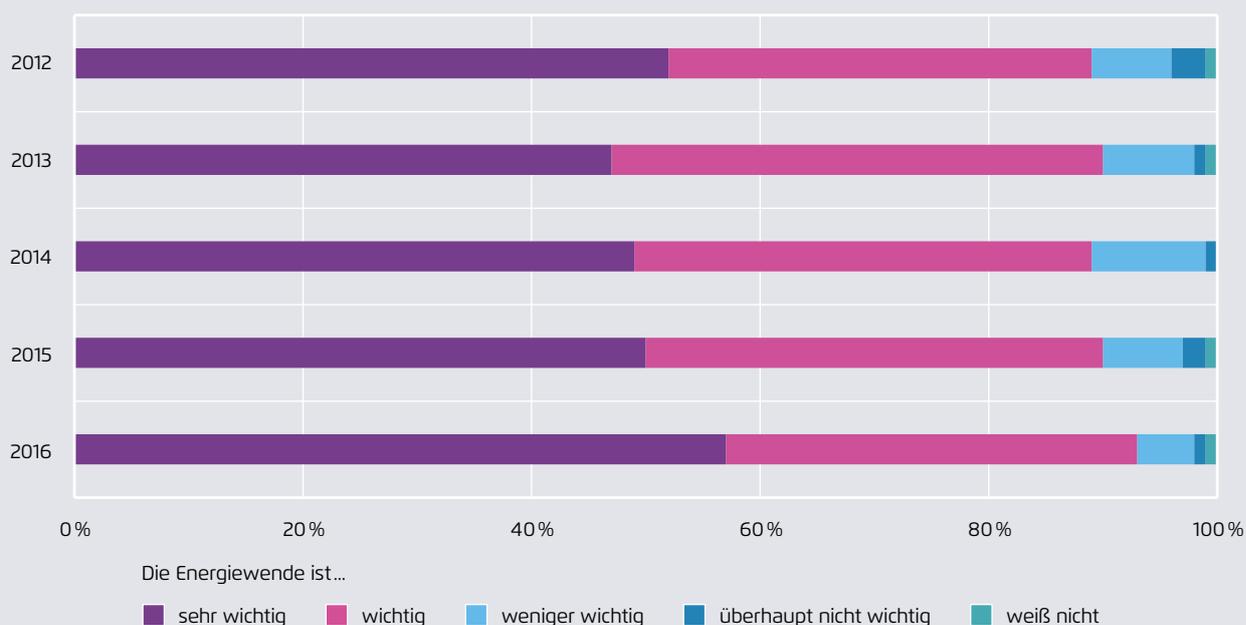
Defizite sieht eine Mehrheit der Deutschen weiterhin bei der Umsetzung der Energiewende, gleichwohl werden zusehends auch Erfolge erkannt: 52 Prozent der Befragten gaben an, dass die Energiewende in

Deutschland „weniger gut“ oder „gar nicht gut“ vorankommt, im Vorjahr waren es 53 Prozent. Umgekehrt antworteten 47 Prozent der Befragten, dass die Energiewende „gut“ oder „sehr gut“ vorankommt. 2015 waren es noch 44 Prozent gewesen.

Für die drei größten Probleme hält die Bevölkerung die Kosten der Energiewende, den schleppenden Netzausbau und politische Uneinigkeit.

Die Bedeutung der Energiewende steigt auf hohem Niveau:  
Stimmung der Bevölkerung zur Energiewende 2012–2016

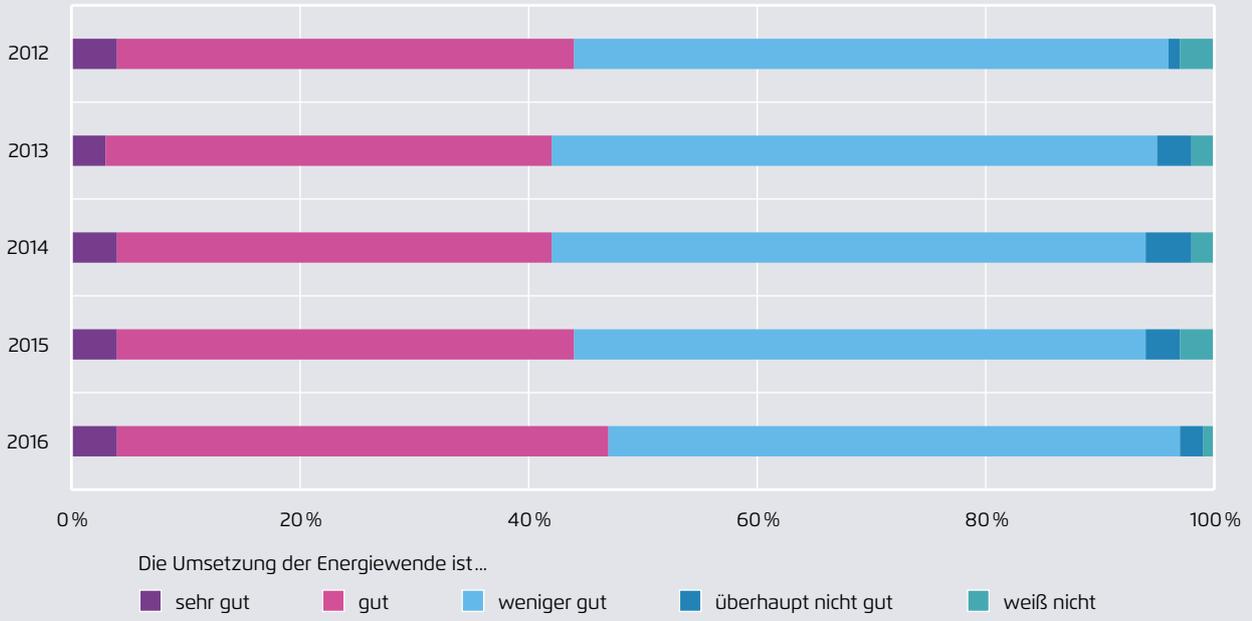
Abbildung 30



Umfrage der Forschungsgruppe Wahlen im Auftrag des BDEW 2016 (n<sub>2016</sub> = 1.013)

Defizite sieht die Bevölkerung bei der Umsetzung der Energiewende;

Abbildung 31



Umfrage der Forschungsgruppe Wahlen im Auftrag des BDEW 2016 (n<sub>2016</sub> = 1.013)

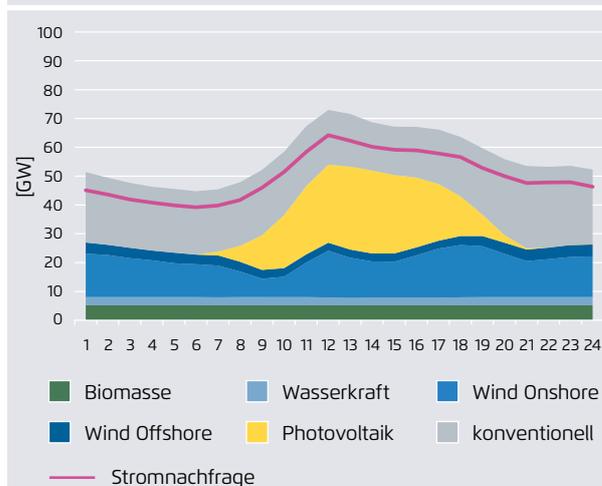
## 10 Kennzeichnende Tage zur Charakterisierung des deutschen Stromsystems

### 10.1 Höchster Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch: 8. Mai 2016, 13 Uhr mit 86,3 Prozent

Der Rekord-Tag 2016 war Sonntag, der 8. Mai 2016. Um 13 Uhr wurden 86,3 Prozent des Strombedarfs durch Erneuerbare Energien gedeckt. Das Gros entfiel dabei auf die Photovoltaik, gefolgt von viel Windenergie. Infolge des großen Stromangebots lag sackte der Strompreis auf -130,09 Euro je Megawattstunde – das Tief des Jahres 2016. Der Stromverbrauch lag zu diesem Zeitpunkt bei rund 60 Gigawatt. Unter der Woche ist das im Frühjahr ein durchschnittlicher Wert, für einen Tag am Wochenende allerdings war der Verbrauch etwas höher als üblich – vielleicht schon ein Zeichen für flexibles Nachfrageverhalten aufgrund des extrem niedrigen Strompreises?

Erneuerbare Energien deckten am 8. Mai 2016 bis zu 86,3 Prozent der Stromnachfrage

Abbildung 32



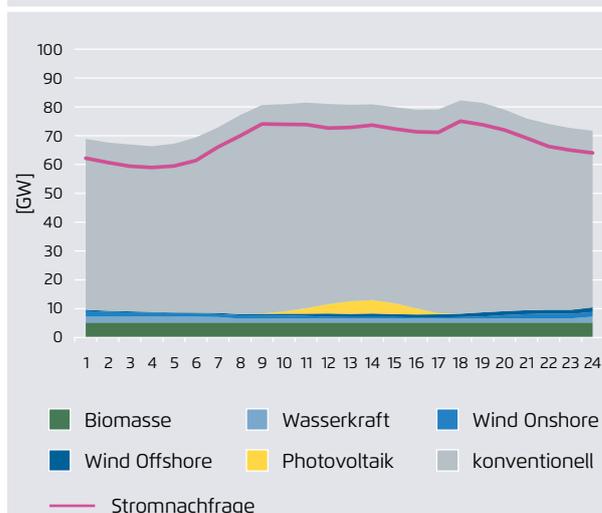
Agora Energiewende 2016

### 10.2 Geringster Erneuerbaren-Anteil: 21. Januar 2016, 17 Uhr mit 11,0 Prozent

Der geringste Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch wurde am Donnerstag, den 21. Januar um 17 Uhr gemessen. Er lag zu diesem Zeitpunkt bei 11 Prozent. Die Leistung aller Erneuerbaren Anlagen belief sich auf nur 8,42 Gigawatt, während die die Stromnachfrage an diesem Wintertag bei 75 Gigawatt lag. Der Strompreis stieg auf 77,13 Euro je Megawattstunde.

Minimaler Erneuerbare-Energien-Anteil mit 11 Prozent am 21. Januar 2016

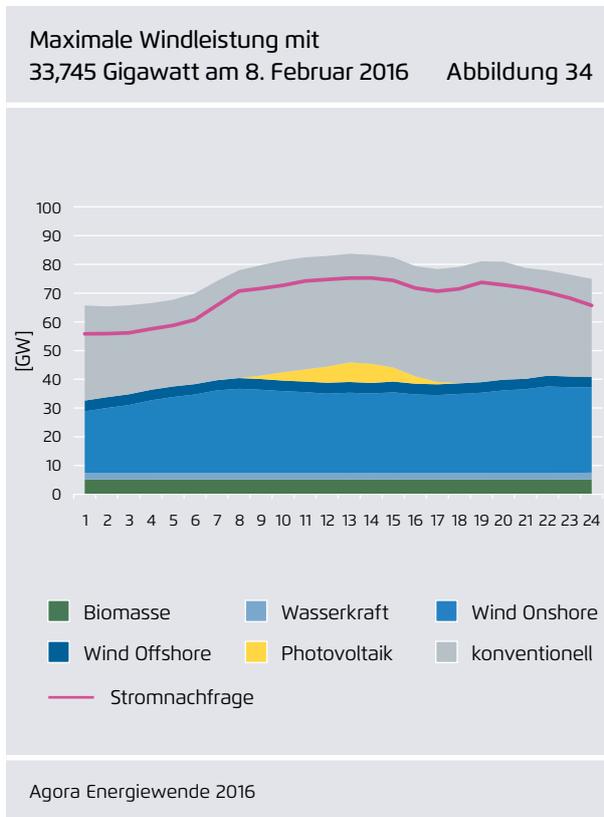
Abbildung 33



Agora Energiewende 2016

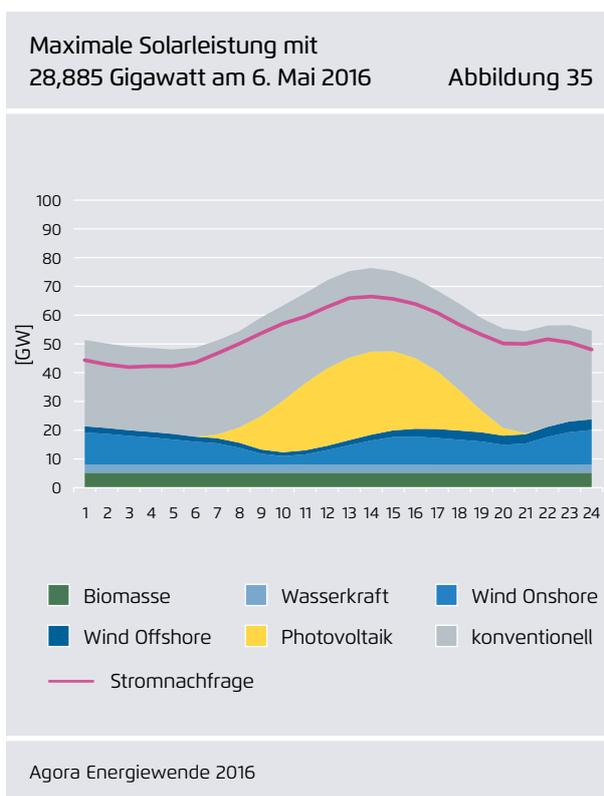
### 10.3 Maximale Einspeisung von Windstrom: 8. Februar, 21 Uhr mit 33,745 Gigawatt

Die maximale Windstrom-Einspeisung konnte am Montag, dem 8. Februar um 21 Uhr gemessen werden. Onshore- und Offshore-Anlagen leisteten zu diesem Zeitpunkt rund 34 Gigawatt – so viel wie 60 große Braunkohle-Kraftwerksblöcke zusammen. Der Erneuerbaren-Anteil lag bei 58,7 Prozent am Stromverbrauch.



### 10.4 Höchste Einspeisung von Solarstrom: 6. Mai, 13 Uhr mit 28,885 Gigawatt

Die größte Einspeiseleistung von Solarstrom konnte am Freitag, 6. Mai um 13 Uhr verzeichnet werden: Die Anlagen speisten mit 28,9 Gigawatt in etwa so viel wie 36 große konventionelle Kraftwerksblöcke (à 800 MW) unter Höchstlast. Der Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch lag damit bei 71,2 Prozent.

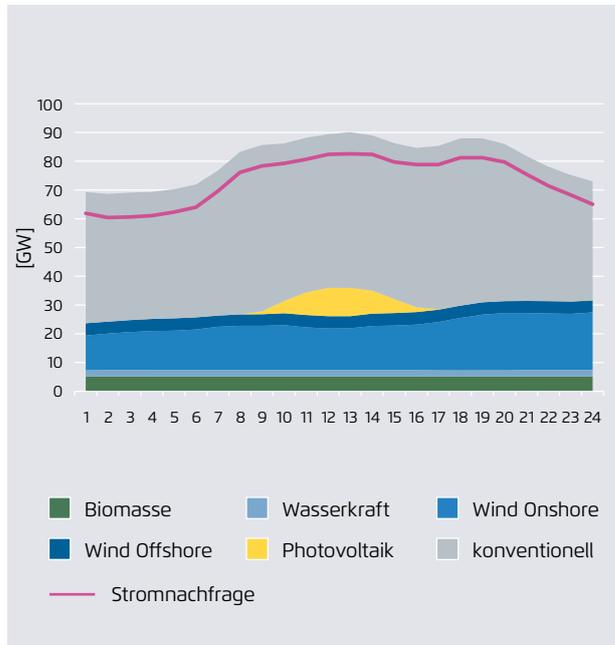


### 10.5 Höchste Last am 30. November, 12 Uhr mit 82,613 Gigawatt

Die Jahreshöchstlast 2016 wurde am 30. November um 12 Uhr gemessen. Sie betrug 82,6 Gigawatt und liegt damit um 2 Gigawatt über der Jahreshöchstlast 2015.

Jahreshöchstlast mit 82,613 Gigawatt am 30. November 2016

Abbildung 36



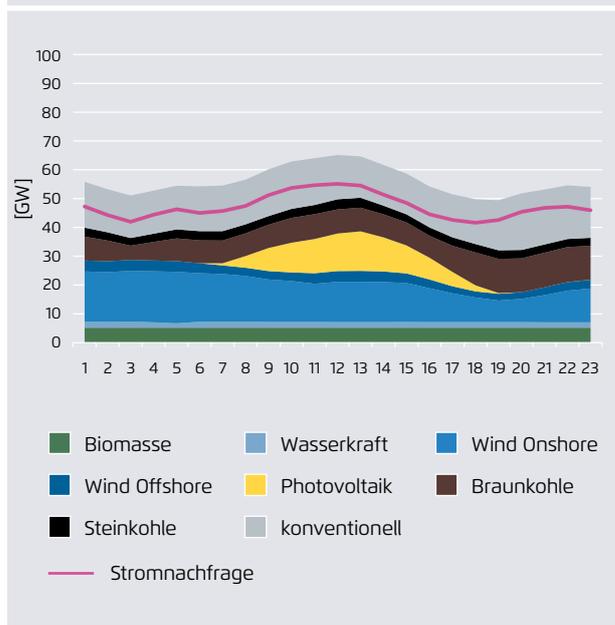
Agora Energiewende 2016

### 10.6 Geringste Kohlestromeinspeisung am 27. März um 3 Uhr mit 7,6 Gigawatt

Die geringste Einspeisung von Kohlestrom, also sowohl aus Braun- als auch aus Steinkohle, war am Ostersonntag, den 27. März in den frühen Morgenstunden zu verzeichnen. Nur 7,6 Gigawatt Strom aus Kohle wurde zu diesem Zeitpunkt eingespeist. Insgesamt war feiertagsbedingt die Nachfrage recht gering (etwa 42 Gigawatt), zudem stellten Erneuerbare Energien eine elektrische Leistung von insgesamt 28,7 Gigawatt bereit.

Min. Einspeisung von Kohlestrom am 27. März 2016 mit 7,6 Gigawatt

Abbildung 37



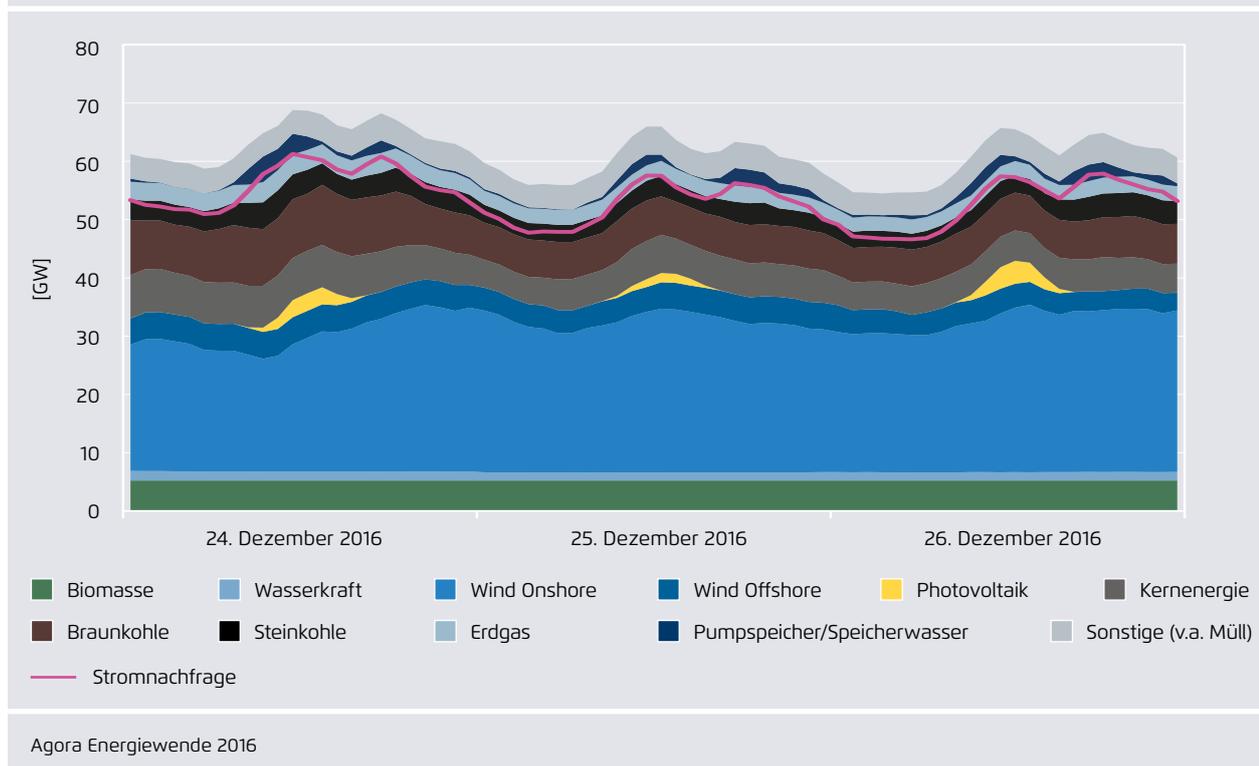
Agora Energiewende 2016

### 10.7 Weihnachten 2016

Von Samstag, dem 24. Dezember bis zum Montag, dem 26. Dezember lieferten Erneuerbare Energien beständig mehr als 31,5 Gigawatt, zeitweise sogar 42,9 Gigawatt. Sie deckten somit die Tage über kontinuierlich mehr als 54,5 Prozent des Stromverbrauchs, in der Spitze sogar 76 Prozent. Während Braun- und Steinkohlekraftwerke im Schnitt nur mit einer Leistung von zusammen knapp 11 Gigawatt produzierten, kamen Windkraftanlagen kontinuierlich auf mindestens 24 Gigawatt Leistung.

Windenergie war zu Weihnachten die mit Abstand wichtigste Stromquelle:  
Stromproduktion an den Weihnachtstagen 24.–26. Dezember 2016

Abbildung 38



## 11 Ausblick 2017

Für das Jahr 2017 lassen sich einige Trends im Bereich des Stromsystems prognostizieren:

- **Weiteres Wachstum bei Windkraftanlagen:** Im Jahr 2017 gelten noch die Übergangsregelungen aus dem alten EEG, sodass viele Windanlagenprojekte versuchen, noch vor Beginn der Ausschreibungen (siehe unten) ihre Anlagen unter den Regelungen des EEG 2014 zu errichten. Auch im Bereich Offshore-Windkraft sind mehrere Windparks im Bau. Ein weiterer Zubau von Windanlagen in Höhe von 4 Gigawatt (On- und Offshore) für 2017 ist insofern realistisch.
- **Gestiegene Attraktivität von Solarstrom-Eigenversorgungsanlagen:** Für neue Solaranlagen mit einer Leistung von weniger als 750 Kilowatt, für die anstelle des neuen Ausschreibungsregimes weiterhin Einspeisevergütungsregeln gelten, wird das Jahr 2017 voraussichtlich mehrere Erhöhungen der Vergütung bringen. Beispielsweise steigt für Kleinanlagen mit einer Leistung von bis zu zehn Kilowatt die Vergütung zum 1. Januar 2017 von 12,50 Cent auf 12,70 Cent pro Kilowattstunde, zum zweiten Quartal steht aufgrund der sehr niedrigen Zubauraten 2016 vermutlich eine weitere Erhöhung an. Verbunden mit den kontinuierlich sinkenden Preisen für Photovoltaikanlagen und Stromspeicher in Kombination mit steigenden Haushalts- und Gewerbestrompreise wächst somit 2017 die Attraktivität für Solarstrom-Eigenversorgungsanlagen deutlich. In Summe mit den Anlagen aus den Ausschreibungen, die nun gebaut werden müssen (siehe unten), ist eine Zubaumenge von etwa 1,5 Gigawatt Photovoltaik im Jahr 2017 realistisch.
- **Kraftwerksstilllegungen im konventionellen Bereich:** Als Teil des Atomausstiegs erlischt die Betriebsgenehmigung des Kernkraftwerks Gundremmingen B Ende Dezember 2017. Es gehört mit einer Leistung von 1.344 Megawatt zu den großen deutschen Kernkraftwerken. Zum 1. Oktober 2017 werden zudem zwei weitere Braunkohlekraftwerke in die so genannte Sicherheitsbereitschaft gehen: Die Blöcke P und Q des Kraftwerkes Frimmersdorf mit

einer Leistung von jeweils 300 Megawatt. Darüber hinaus hat die STEAG fünf alte Kohlekraftwerksblöcke zur Stilllegung angemeldet, die insgesamt eine Leistung von etwa 2.300 Megawatt haben. Damit werden konventionelle Kraftwerke mit einer Leistung von gut vier Gigawatt im Jahr 2017 das deutsche Stromsystem verlassen. Aufgrund der Überkapazitäten im deutschen Strommarkt stellt dies für die Versorgungssicherheit kein Problem dar. Da diese Kraftwerke zu den eher inflexiblen Anlagen gehört haben, dürfte sich vielmehr die Flexibilität des Stromsystems durch die Abschaltungen erhöhen.

Das Jahr 2017 hat darüber hinaus energiepolitische Bedeutung:

- **Ausschreibungen als Instrument der Erneuerbaren-Energien-Finanzierung:** Am 1. Januar 2017 ist das novellierte Erneuerbare-Energien-Gesetz in Kraft getreten. Das Gesetz vollzieht vor allem den Wechsel von einer Regulierung des Erneuerbare-Energien-Zubaus über gesetzlich festgelegte Einspeisevergütungen hin zu einer Bestimmung der Erneuerbaren-Vergütung über Ausschreibungen. Zudem wird die Ausbaumenge über die Ausschreibungsmenge reguliert, während bisher die Zubau-mengen indirekt über die Förderhöhen gesteuert werden sollten. In der 25-jährigen Geschichte der Erneuerbaren-Energien-Förderung in Deutschland stellt dies einen grundlegenden Paradigmenwechsel dar. So sieht das EEG 2017 die Ausschreibung von zunächst jährlich 2.800 Megawatt Windkraftleistung an Land vor. Der erste Ausschreibungstermin für eine Leistung in Höhe von 800 Megawatt ist der 1. Mai 2017. Zudem werden durch Regelung des neuen Windenergie-auf-See-Gesetzes am 1. März 2017 1.550 Megawatt Windkraftleistung auf See ausgeschrieben. Darüber hinaus werden im Bereich der Photovoltaik die bisherigen Pilotausschreibungen für große Anlagen als dauerhaftes Instrument etabliert mit einer Jahresmenge von 600 Megawatt. Und auch bei den Biogasanlagen wird es eine Aus-

schreibung für Neu- und Bestandsanlagen geben in Höhe von zunächst 150 Megawatt pro Jahr.

→ **Sinkende Kosten für Erneuerbare Energien:** Es wird erwartet, dass die Ausschreibungen die Kosten für Strom aus Erneuerbaren Energien weiter senken. Die jüngsten Ausschreibungsergebnisse aus dem Herbst 2016 für Offshore-Windenergie in den Niederlanden und in Dänemark haben tatsächlich deutlich niedrigere Strombezugskosten als in Deutschland generiert. Auch die Ergebnisse der Solarstrom-Pilotausschreibungen haben in den vergangenen zwei Jahren deutlich sinkende Solarstromkosten ergeben – so gab es bei der jüngsten deutsch-dänischen Solarstromauktion das Rekordergebnis von nur 5,38 Cent pro Kilowattstunde. Weitere Preisrückgänge sind angesichts eines weltweiten Preisverfalls (Abbildung 40) wahrscheinlich.

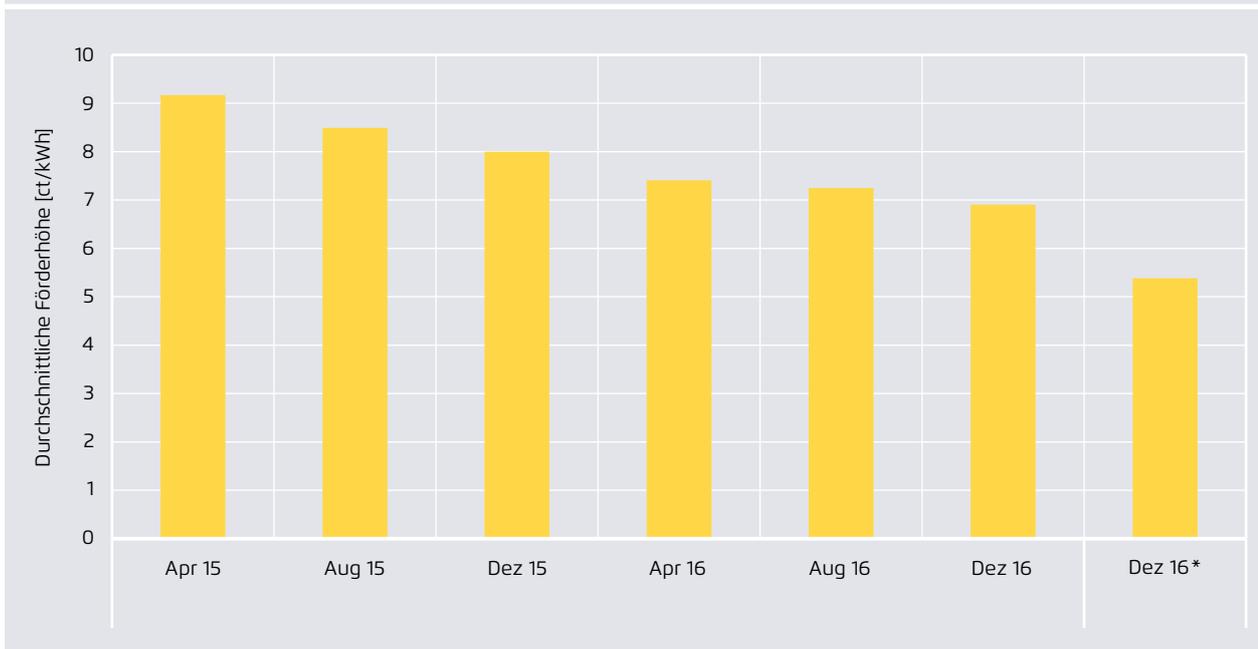
→ **Realisierungsquoten:** Das Jahr 2017 wird erstmals auch belastbare Informationen über die Realisierungsquoten bei Ausschreibungen liefern: Am 6. Mai 2017, 20. August 2017 und 18. Dezember 2017 endet die ultimative Frist für die Inbetriebnahme von So-

larstromanlagen, für die im Rahmen der ersten drei Pilotausschreibungen schon Jahr 2015 Zuschläge erteilt worden war. Hier geht es insgesamt um 500 Megawatt.

Darüber hinaus steht das Jahr 2017 energiepolitisch unter dem Einfluss der Bundestagswahl. Der Ausgang der Wahl wird die künftige Energiepolitik Deutschlands maßgeblich prägen. In der kommenden Legislaturperiode stehen im Zusammenhang mit der Energiewende etliche wesentliche Entscheidungen an, etwa die Frage, wie der Verkehrs- und der Wärmesektor dekarbonisiert werden können und welchen Anteil hierbei ein verstärkter Einsatz von Ökostrom haben kann. Zudem werden 2017/2018 die Weichen dafür gestellt, ob die nationalen Klimaschutzziele für 2020 und 2030 noch erreicht werden können und insbesondere, ob es einen langfristig verlässlichen Ausstiegsfahrplan aus der Kohlekraft geben wird. Wichtig wird auch, gerade angesichts stetig steigender Strompreise bei sinkenden Öl- und Gaspreisen, eine grundlegende Überarbeitung des Abgaben- und Umlagensystems sein.

Die durchschnittlichen Förderhöhen für Solarstrom von Freiflächenanlagen sind seit 2015 stark gesunken: Durchschnittliche Ergebnisse der bisherigen PV-Ausschreibungen.

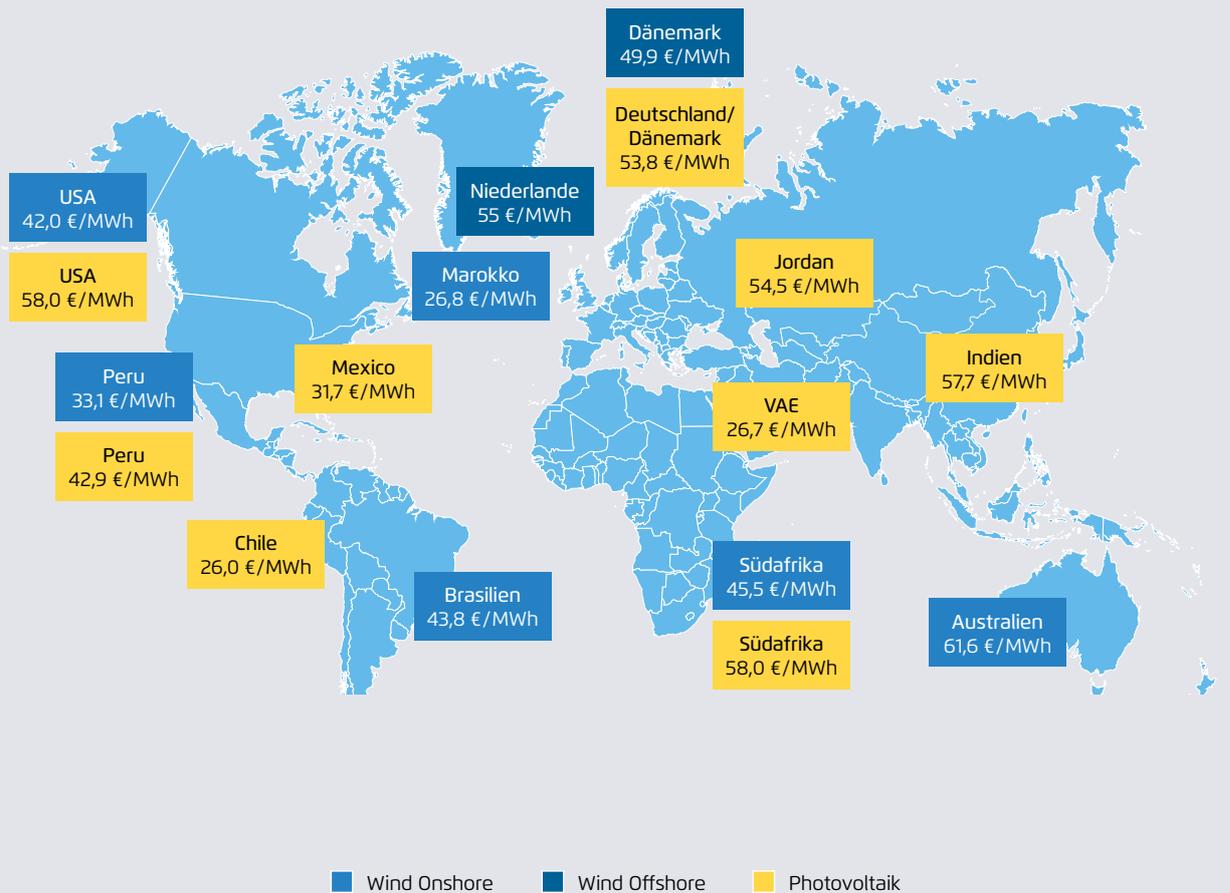
Abbildung 39



Bundesnetzagentur 2016. \*grenzüberschreitende Ausschreibung mit Dänemark

Weltweit sinken die Kosten für Strom aus Wind und Sonne auf Rekordwerte:  
Ausschreibungsergebnisse für Wind- und Solarenergie 2016

Abbildung 40



Fortum 2016.

## 12 Referenzen

---

**AG Energiebilanzen (2016a):** Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern. Stand: 16.12.2016.

**AG Energiebilanzen (2016b):** Primärenergieverbrauch. Stand: 20.12.2016.

**AG Energiebilanzen (2016c):** Energieverbrauch legt 2016 zu – Erdgas im Plus / Etwas mehr Erneuerbare / Weniger Kohle und Kernkraft. Pressemitteilung vom 20. Dezember 2016.

**Agora Energiewende (2015):** Zehn Fragen und Antworten zum Beitrag der Stromerzeugung zum Klimaschutzziel 2020.

**Agora Energiewende (2016):** Agorameter. Abrufbar unter [www.agora-energiewende.de/agorameter](http://www.agora-energiewende.de/agorameter).

**Agora Energiewende und RAP (2016):** Entwicklung der Strom-Netzentgelte 2017: Die regionalen Unterschiede nehmen zu.

**BAFA (2016a):** Drittlandskohlepreis. Abgerufen am 20. Dezember 2016 unter [http://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Drittlandskohlepreis/drittlandskohlepreis\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Drittlandskohlepreis/drittlandskohlepreis_node.html).

**BAFA (2016b):** Aufkommen und Export von Erdgas sowie die Entwicklung der Grenzübergangspreise am 1991.

**BAFA (2016c):** Amtliche Mineralöldaten Oktober 2016 (vorläufige Daten).

**BDEW (2012):** BDEW-Energiemonitor Juni 2012 – Fokus Energiewende: Das Meinungsbild der Bevölkerung.

**BDEW (2013):** BDEW-Energiemonitor 2013: Das Meinungsbild der Bevölkerung.

**BDEW (2014):** BDEW-Energiemonitor 2014: Das Meinungsbild der Bevölkerung.

**BDEW (2015):** BDEW-Energiemonitor 2015: Das Meinungsbild der Bevölkerung.

**BDEW (2016):** BDEW-Energiemonitor 2016: Das Meinungsbild der Bevölkerung

**Bundesnetzagentur (2016a):** Kraftwerksliste

**Bundesnetzagentur (2016b):** Datenmeldungen und EEG-Vergütungssätze für Photovoltaikanlagen.

**Bundesnetzagentur (2016c):** Anlagenregister der Bundesnetzagentur.

**Bundesnetzagentur (2016d):** Hintergrundpapier Vorläufige Ergebnisse der sechsten Ausschreibungsrunde für Photovoltaik (PV)-Freiflächenanlagen vom 1. Dezember 2016.

**BWE (2016):** Ausbausituation auf See zum Halbjahr 2016 in Deutschland – Windindustriestandort gerät in schwere See. Pressemitteilung vom 19. Juli 2016.

**DEHSt (2016):** Auktionierung. Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen. Periodischer Bericht: November 2016.

**FA Wind (2016):** Ausbausituation der Windenergie an Land im Herbst 2016.

**IWR (2016):** IWR Windindex. Abrufbar unter [www.iwr.de/windindex](http://www.iwr.de/windindex).

**Lazard (2015):** Potentielle Auswirkungen des „Nationalen Klimaschutzbeitrags“ auf die Braunkohlewirtschaft.

**Statistisches Bundesamt (2016a):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. Lange Reihen. Abgerufen unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VGR/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen.html>.

**Statistisches Bundesamt (2016b):** Preise. Daten zur Energiepreisentwicklung.

**UBA (2016):** Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2015.

---

# Publikationen von Agora Energiewende

---

## AUF DEUTSCH

### FAQ EEG – Energiewende: Was bedeuten die neuen Gesetze?

Zehn Fragen und Antworten zu EEG 2017, Strommarkt- und Digitalisierungsgesetz

### Eigenversorgung aus Solaranlagen

Das Potenzial für Photovoltaik-Speicher-Systeme in Ein- und Zweifamilienhäusern, Landwirtschaft sowie im Lebensmittelhandel

### Elf Eckpunkte für einen Kohlekonsens

Konzept zur schrittweisen Dekarbonisierung des deutschen Stromsektors  
(Lang- und Kurzfassung)

### Der Klimaschutzbeitrag der Stromsektors bis 2040

Entwicklungspfade für die deutschen Kohlekraftwerke und deren wirtschaftliche Auswirkungen

### Wie hoch ist der Stromverbrauch in der Energiewende?

Energiepolitische Zielszenarien 2050 - Rückwirkungen auf den Ausbaubedarf von Windenergie und Photovoltaik

### Ein Kraftwerkspark im Einklang mit den Klimazielen

Handlungslücke, Maßnahmen und Verteilungseffekte bis 2020

### Transparenzdefizite der Netzregulierung

Bestandsaufnahme und Handlungsoptionen

### Die Entwicklung der EEG-Kosten bis 2035

Wie der Erneuerbaren-Ausbau entlang der langfristigen Ziele der Energiewende wirkt

### Aktionsplan Lastmanagement

Endbericht einer Studie von Connect Energy Economics

### Die Sonnenfinsternis 2015: Vorschau auf das Stromsystem 2030

Herausforderungen für die Stromversorgung in Systemen mit hohen Anteilen an Wind- und Solarenergie

### Die Rolle des Emissionshandels in der Energiewende

Perspektiven und Grenzen der aktuellen Reformvorschläge

### Netzentgelte in Deutschland

Herausforderungen und Handlungsoptionen

### Erneuerbare-Energien-Gesetz 3.0

Konzept einer strukturellen EEG-Reform auf dem Weg zu einem neuen Strommarktdesign

---

# Publikationen von Agora Energiewende

---

## Stromspeicher in der Energiewende

Untersuchung zum Bedarf an neuen Stromspeichern in Deutschland für den Erzeugungsausgleich, Systemdienstleistungen und im Verteilnetz

## Energieeffizienz als Geschäftsmodell

Ein Umsetzungsmodell für Artikel 7 der europäischen Effizienzrichtlinie

## Power-to-Heat zur Integration von ansonsten abgeregeltem Strom aus Erneuerbaren Energien

Handlungsvorschläge basierend auf einer Analyse von Potenzialen und energiewirtschaftlichen Effekten

## Positive Effekte von Energieeffizienz auf den deutschen Stromsektor

Endbericht einer Studie von der Prognos AG und dem Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IEAW)

## 12 Thesen zur Energiewende

Ein Diskussionsbeitrag zu den wichtigsten Herausforderungen im Strommarkt, (Lang- und Kurzfassung)

## AUF ENGLISCH

### FAQ EEG – Energiewende: What do the new laws mean?

Ten questions and answers about EEG 2017, the Electricity Market Act, and the Digitisation Act

### Reducing the cost of financing renewables in Europe

A proposal for an EU Renewable Energy Cost Reduction Facility ("RES-CRF")

### Refining Short-Term Electricity Markets to Enhance Flexibility

Stocktaking as well as Options for Reform in the Pentalateral Energy Forum Region

### Energy Transition in the Power Sector in Europe: State of Affairs in 2015

Review on the developments in 2015 and outlook on 2016

### A Pragmatic Power Market Design for Europe's Energy Transition

The Power Market Pentagon

### Eleven Principles for a Consensus on Coal

Concept for a stepwise decarbonisation of the German power sector (Short Version)

### The Integration Costs of Wind and Solar Power

An Overview of the Debate of the Effects of Adding Wind and Solar Photovoltaics into Power Systems

Alle Publikationen finden Sie auf unserer Internetseite: [www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)

## Wie gelingt uns die Energiewende?

Welche konkreten Gesetze, Vorgaben und Maßnahmen sind notwendig, um die Energiewende zum Erfolg zu führen? Agora Energiewende will helfen, den Boden zu bereiten, damit Deutschland in den kommenden Jahren die Weichen richtig stellt. Wir verstehen uns als Denk- und Politiklabor, in dessen Mittelpunkt der Dialog mit den relevanten energiepolitischen Akteuren steht.

---



### **Agora Energiewende**

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin

T +49 (0)30 700 14 35-000

F +49 (0)30 700 14 35-129

[www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)

[info@agora-energiewende.de](mailto:info@agora-energiewende.de)

