

»» Wie energieeffizient ist Deutschland?

Nr. 213, 3. Juli 2018

Autorin: Anke Brüggemann, Telefon 069 7431-1736, anke.brueggemann@kfw.de

Deutschland zählt im Vergleich der G20-Staaten und der EU-28 zu den Ländern mit der höchsten Energieeffizienz. Betrachtet und gemessen wird hierfür die Energieintensität als spezifische Kennziffer für den Energieverbrauch. Allein zwischen 2000 und 2017 konnte die gesamtwirtschaftliche Primärenergieintensität in Deutschland – d. h. das Verhältnis von Primärenergieverbrauch zum realen BIP – um nahezu 25 % reduziert werden. Einen bedeutenden Anteil an dieser Entwicklung hatten technische Energieeffizienzverbesserungen auf der Energienachfrageseite sowie die Substitution von Strom aus Kernenergie und fossilen Energieträgern durch Strom aus Erneuerbaren Energien.

Trotz der deutlich verbesserten Energieintensität fiel der Rückgang des absoluten Primärenergieverbrauchs in Deutschland zwischen 2000 und 2017 mit minus 6 % verhältnismäßig gering aus. Erzielte Effizienzgewinne wurden zum großen Teil durch einen höheren Energieverbrauch resultierend aus Wirtschaftswachstum, steigende Verkehrsleistung, veränderte Lebens- und Konsumgewohnheiten sowie Bevölkerungswachstum kompensiert. Um die nationalen Klimaschutzziele erreichen zu können, bedarf es einer deutlich stärkeren Absenkung des absoluten Energieverbrauchs.

Die deutliche Steigerung der Energieeffizienz ist neben dem Ausbau der Erneuerbaren Energien entscheidend für den Erfolg der Energiewende in Deutschland: Bis 2050 muss der Primärenergieverbrauch halbiert werden, wenn Deutschland seine energie- und klimapolitischen Ziele erreichen will. Eine verbesserte Energieeffizienz ist zudem wesentliche Voraussetzung für eine kosteneffiziente Dekarbonisierung des Energiesystems. Sie stärkt außerdem die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und trägt zur Erhöhung der Energieversorgungssicherheit durch Verringerung der Energieimportabhängigkeit bei.¹ Wie energieeffizient ist Deutschland im internationalen Vergleich? Und welche Fortschritte hat Deutschland bei der Erhöhung der Energieeffizienz und der Senkung des Energieverbrauchs in den letzten Jahren gemacht? Diesen Fragen soll im vorliegenden Beitrag nachgegangen werden.

Deutschland zählt zu den Ländern mit der geringsten Energieintensität

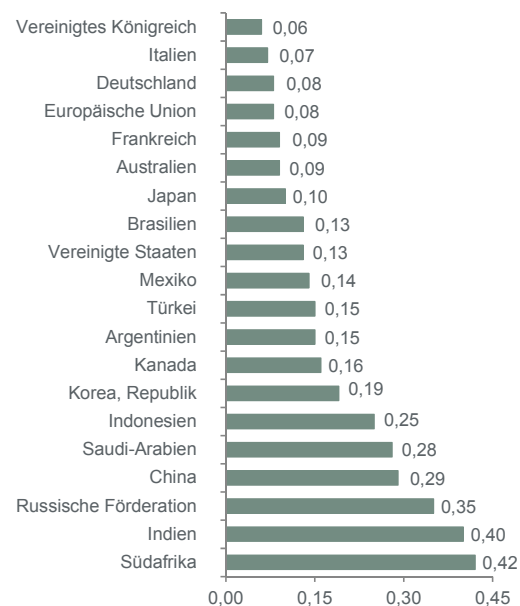
Mit einem Anteil von 2 % am weltweiten Energieverbrauch ist Deutschland derzeit nach China, den Vereinigten Staaten, Indien, Russland und Japan der sechstgrößte Energieverbraucher der Welt.² Wie effizient eine Volkswirtschaft mit Energie umgeht, wird typischerweise mit der gesamtwirtschaftlichen Primärenergieintensität gemessen. Sie wird

ausgedrückt als das Verhältnis vom Primärenergieverbrauch zum realen Bruttoinlandsprodukt (BIP) und gibt an, wie viel physische Einheiten an Primärenergie notwendig sind, um eine Geldeinheit des Bruttoinlandsprodukts herzustellen. Als Primärenergie werden die in der Natur vorkommenden Energieträger bezeichnet, wie zum Beispiel Braunkohle, Erdöl, Erdgas oder Wasserkraft, die entweder direkt genutzt, oder in Kraftwerken, Raffinerien etc. in so genannte Endenergie (z. B. Strom, Kraftstoffe, Heizöl) umgewandelt werden.

Der Vergleich unter den 20 wichtigsten Industrie- und Schwellenländern der Welt (G20-Staaten) zeigt, dass Deutschland neben dem Vereinigten Königreich, Italien und Frankreich zu den Top 5 der Länder mit der geringsten Primärenergieintensität gehört (Grafik 1). Während z. B. in Deutschland im Jahr 2014 durchschnittlich lediglich 0,08 kg Rohöleinheiten (RÖE) an Energie für die Erwirtschaftung von einem internationalen US-Dollar³ ihres BIP verbraucht wurden, waren es in den Vereinigten Staaten 0,13 kg RÖE und in China mit 0,29 kg RÖE sogar mehr als das Dreifache des deutschen Energieeinsatzes. Die gute Position Deutschlands im internationalen Vergleich spiegelt wider, dass dem Thema Energieeffizienz hier zu Lande bereits seit Langem ein hoher Stellenwert eingeräumt wird – insbesondere getrieben durch die hohe Energieimportabhängigkeit, vergleichsweise hohen Energiepreisen aber auch durch staatliche Regulierung und öffentliche Förderprogramme.

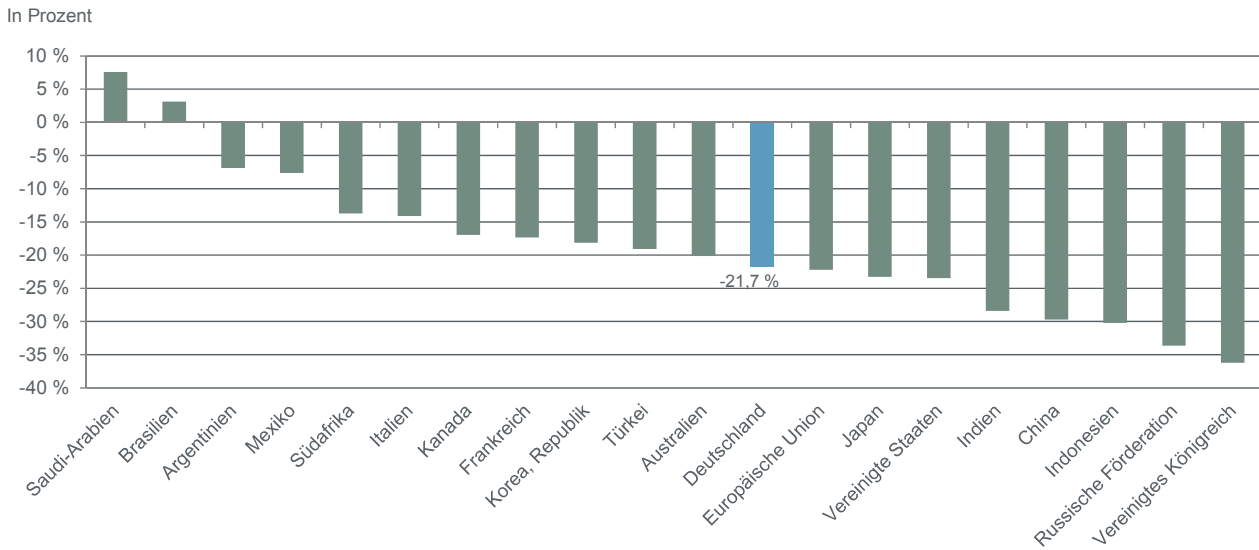
Grafik 1: Primärenergieintensität G20-Staaten, 2014

kg Rohöleinheiten (RÖE) Primärenergieverbrauch je 1 int. US-Dollar BIP



Quelle: Statistisches Bundesamt, G20 in Zahlen (2017)

Grafik 2: Veränderung der Primärenergieintensität in den G20-Staaten von 2000 bis 2014



Quelle: Internationale Energieagentur (2017), eigene Berechnungen

Gemessen an der Veränderungsrate der Energieintensität in der jüngeren Vergangenheit rangiert Deutschland indes nur noch im Mittelfeld der G20-Staaten (Grafik 2). Zwar konnte Deutschland seine Primärenergieintensität zwischen 2000 und 2014 um insgesamt rund 22 % senken, lag hiermit aber deutlich hinter Ländern wie Russland (-34 %), China (-30 %) oder Indien (-28 %). Allerdings war das Ausgangsniveau der Energieintensität dieser Länder wesentlich höher und damit der Nachholbedarf bei der effizienten Energienutzung deutlich größer.

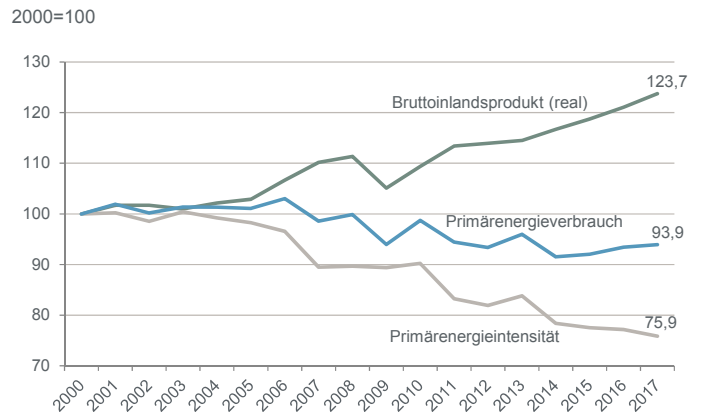
Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass die gesamtwirtschaftliche Primärenergieintensität nur ein grobes Bild von der Entwicklung der Energieeffizienz eines Landes und den Stand im internationalen Vergleich geben kann. Die Energieintensität eines Landes ist von zahlreichen Faktoren abhängig, die über technische Effizienzverbesserungen oder einen sparsameren Umgang mit Energie hinausgehen, wie z. B. die Landesgröße, Bevölkerungsdichte, die klimatischen Bedingungen, die Wirtschaftsstruktur oder die Importquote energieintensiver Produkte. So kann sich die Energieintensität eines Landes allein durch den intersektoralen Strukturwandel – von energieintensiver Grundstoffproduktion hin zu energieextensiven Dienstleistungssektoren – verbessern, ohne dass technische Effizienzverbesserungen vorliegen.⁴ Bereinigte Daten, die zumindest einen Teil dieser Effekte berücksichtigen, liegen nur für die EU-28 auf Ebene der gesamtwirtschaftlichen Endenergieintensität⁵ vor. Im Rahmen des EU-Projekts ODYSSEE werden die Energieintensität-Indikatoren der EU-Mitgliedstaaten mithilfe von Korrekturfaktoren bereinigt, die klimatische Unterschiede, Kaufkraftunterschiede sowie industrielle und ökonomische Strukturunterschiede abbilden. Ziel ist eine verbesserte Vergleichbarkeit des Standes der Energieeffizienz in den EU-Mitgliedsländern auf der Energieverbraucherseite. Die aktuelle Auswertung für das Jahr 2015 zeigt, dass Deutschland auch bei diesem Vergleich auf den vorderen Plätzen landet. Nach dem Vereinigten Königreich, Litauen und Spanien rangiert Deutschland

auf Platz 4 der Länder mit der geringsten Endenergieintensität in der EU-28.⁶

Energiewende erfordert stärkere Absenkung des absoluten Energieverbrauchs

Hat sich die verbesserte Energieintensität in Deutschland auch in eine Senkung des absoluten Primärenergieverbrauchs niedergeschlagen? Grafik 3 zeigt, dass zwischen 2000 und 2017 die gesamtwirtschaftliche Primärenergieintensität um nahezu 25 % reduziert werden konnte, der absolute Primärenergieverbrauch in Deutschland jedoch im selben Zeitraum nur um gut 6 % zurückgegangen ist. Energieeinsparungen, die durch eine verbesserte Energieeffizienz realisiert werden konnten, wurden u. a. durch das BIP-Wachstum im Zeitraum von 2000 bis 2017 (+24 %) zum erheblichen Teil wieder aufgezehrt.⁷ Gleichwohl bleibt festzuhalten, dass es Deutschland gelungen ist, Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum zu einem gewissen Grad zu entkoppeln. Trotz des beachtlichen Wirtschaftswachstums konnte der Energieverbrauch insgesamt reduziert werden.

Grafik 3: Entwicklung der Primärenergieintensität und des Primärenergieverbrauchs in Deutschland



Quelle: BMWi, Zahlen und Fakten Energiedaten (Stand: 21.06.2018)

Um die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung erreichen zu können, bedarf es allerdings einer deutlich stärkeren Absenkung des absoluten Primärenergieverbrauchs. Gemäß Energiekonzept der Bundesregierung soll der Primärenergieverbrauch in Deutschland bis 2020 um 20 % und bis 2050 um 50 % gegenüber 2008 reduziert werden. Bis 2017 belief sich der Rückgang im Vergleich zum Basisjahr 2008 aber erst auf rund 6 %.⁸ Um das Reduktionsziel für das Jahr 2020 noch erreichen zu können, müsste der Primärenergieverbrauch im verbleibenden Zeitraum um durchschnittlich 5,3 % pro Jahr sinken. Vergleicht man diesen Wert mit der bisher erreichten Reduktion von jährlich durchschnittlich 0,6 % seit 2008, wird deutlich, dass dieses Ziel kaum noch erreicht werden kann.

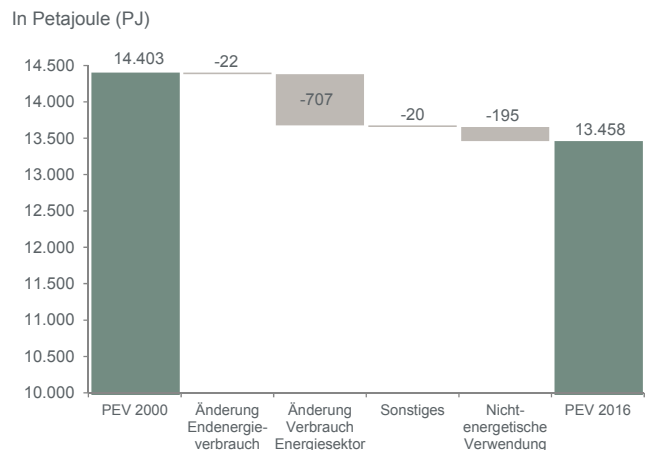
Effizienzgewinne durch technische Effizienzverbesserungen werden größtenteils durch Mengeneffekte kompensiert

Was sind die wesentlichen Einflussfaktoren auf den Primärenergieverbrauch in Deutschland? Wie haben sich technische Effizienzverbesserungen oder der wirtschaftliche Strukturwandel auf den Energieverbrauch ausgewirkt? Um Antworten hierauf zu finden, werden Ergebnisse des „Decomposition-Tools“ des bereits oben genannten ODYSSEE-Projektes herangezogen. Mithilfe einer Komponentenzerlegung werden im Rahmen dieses Projektes die Beiträge der wichtigsten Einflussfaktoren zur Veränderung des deutschen Primärenergieverbrauchs im Zeitraum von 2000 bis 2016 ermittelt.⁹

Zwischen 2000 und 2016 konnte der deutsche Primärenergieverbrauch um insgesamt rund 945 PJ reduziert werden (Grafik 4). Die Komponentenzerlegung zeigt, dass nahezu drei Viertel dieses Rückgangs auf die Senkung des Primärenergieverbrauchs im Energiesektor – d. h. auf die Energieangebotsseite – zurückzuführen ist. Zwei Prozent der Einsparung konnte in den Endenergieverbrauchssektoren – d. h. auf der Energienachfrageseite (Industrie, Verkehr, Haushalte, Dienstleistungssektor, Landwirtschaft) – realisiert werden. Auf die Verminderung des nicht-energetischen Primärenergieverbrauchs (z. B. Einsatz fossiler Energieträger als Rohstoff in der petrochemischen Industrie) entfielen 21 % des Rückgangs.

Dabei hatte die Veränderung des Strommixes den größten Einfluss auf die Verringerung des Primärenergieverbrauchs im Energiesektor – insbesondere verursacht durch die Substitution von elektrischem Strom aus Kernenergie und fossilen Energieträgern durch Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Hintergrund: Im Rahmen der Energiebilanzierung wird den Erneuerbaren Energien im Vergleich zur Kernenergienutzung oder der fossilen Energieerzeugung ein deutlich höherer elektrischer Wirkungsgrad und damit ein geringerer Primärenergieeinsatz zugewiesen.¹⁰ Darüber hinaus konnten weitere Primärenergieeinsparungen im Energiesektor durch technische Effizienzverbesserungen im konventionellen Kraftwerkspark und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung erreicht werden.

Grafik 4: Komponenten der Veränderung des Primärenergieverbrauchs (PEV) in Deutschland, 2000–2016



Quelle: www.indicators.odyssee-mure.eu (Stand: 28.05.18)

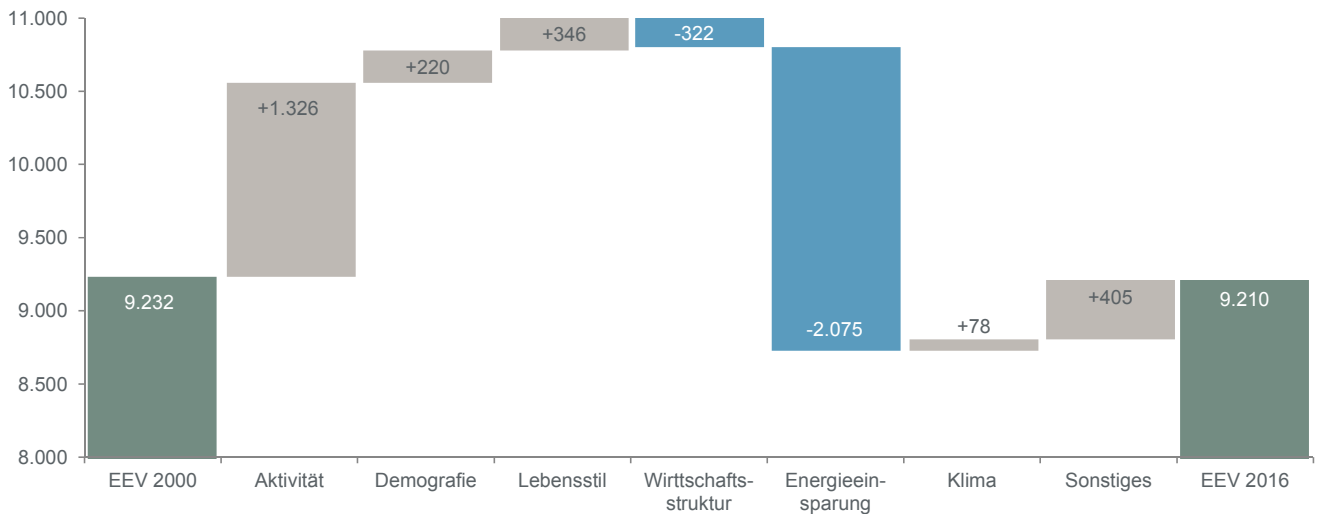
Die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch in den Endverbrauchssektoren im Zeitraum von 2000 bis 2016 werden in Grafik 5 detaillierter aufgeschlüsselt. Große verbrauchs-senkende Wirkung hatten technische Effizienzverbesserungen, die zu einer Energieeinsparung von insgesamt 2.075 PJ führten, sowie in geringerem Umfang der wirtschaftliche Strukturwandel mit einem Minus von 322 PJ. Diese Effizienzgewinne wurden allerdings zum großen Teil durch Mengeneffekte kompensiert. Energieverbrauchssteigende Wirkung hatten insbesondere das Wirtschaftswachstum und die Zunahme der Verkehrsleistung (zusammengefasst unter der Position Aktivität), die insgesamt den Energieverbrauch um 1.326 PJ erhöht haben. Auch der Trend zu größeren Wohnungen und die Erhöhung der Geräteausstattung in privaten Haushalten (unter der Position Lebensstil zusammengefasst) sowie das Bevölkerungswachstum haben für sich genommen zu einer leichten Erhöhung des Energieverbrauchs beigetragen. Unter dem Strich konnte daher der absolute Endenergieverbrauch über alle Endverbrauchssektoren hinweg zwischen 2000 und 2016 nur um 22 PJ gesenkt werden.

Fazit

Deutschland konnte seine gesamtwirtschaftliche Primärenergieintensität in den vergangenen Jahren deutlich senken. Die Analyse für den Zeitraum von 2000 bis 2016 zeigt, dass technische Energieeffizienzverbesserungen in den Endenergieverbrauchssektoren aber auch der Ausbau der Erneuerbare Energien einen bedeutenden Anteil an dieser Entwicklung hatten. Trotz der deutlich verbesserten Energieintensität – als spezifische Energieverbrauchskennziffer – wurde der absolute Primärenergieverbrauch in Deutschland bislang nur in geringem Ausmaß reduziert. Insbesondere der Blick auf die Endenergieverbrauchssektoren hat gezeigt, dass die dort erzielten Effizienzgewinne gerade ausreichten, um Energie-mehrverbräuche durch Wirtschaftswachstum, steigendes Verkehrsaufkommen, veränderte Lebens- und Konsumgewohnheiten sowie Bevölkerungswachstum auszugleichen. Diese Entwicklung veranschaulicht eindrucksvoll, vor welchen enormen Herausforderungen Deutschland steht, will es seinen absoluten Primärenergieverbrauch bis 2050 halbieren.

Grafik 5: Komponenten der Veränderung des Endenergieverbrauchs (EEV) in Deutschland, 2000–2016

In Petajoule (PJ)



Aktivität: Effekte durch Änderung der Wertschöpfung in Industrie, Dienstleistungssektor und Landwirtschaft sowie Änderung der Verkehrsleistung
 Demografie: Effekte durch die steigende Anzahl von Wohnungen
 Lebensstil: Effekte durch eine höhere Ausstattung mit energieverbrauchenden Geräten und größere Wohnungen in privaten Haushalten
 Energieeinsparung: Effekte basierend auf technische Effizienzverbesserungen

Quelle: www.indicators.odyssee-mure.eu (Stand: 28.05.2018)

Um das nationale Primärenergieeinspar- und damit auch Treibhausgas-minderungsziel (-80 bis 95 % ggü 1990) für 2050 erreichen zu können, muss das gegenwärtige Tempo der Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren des Endenergieverbrauchs erheblich beschleunigt werden. Dies bestätigen auch die Ergebnisse verschiedener einschlägiger Studien, die mithilfe von Energieszenarien Entwicklungspfade für die Erreichung der deutschen Treibhausgas-minderungsziele bis 2050 beschreiben. Diese Szenarien halten im Zeitraum von 2010 bis 2050 eine durchschnittliche jährliche Steigerungsrate der gesamtwirtschaftlichen Endenergieproduktivität von mindestens 2,1 bis zu 2,7 % für erforderlich.¹¹ Dies ist deutlich mehr als das, was in der jüngeren Vergangenheit realisiert werden konnte: Zwischen 2000 und 2016 stieg die gesamtwirtschaftliche Endenergieproduktivität in Deutschland um durchschnittlich 1,3 % pro Jahr an. Die Endenergieproduktivität stellt dabei den Kehrwert der Endener-

gieintensität dar und gibt an, wieviel wirtschaftliche Leistung (Bruttoinlandsprodukt) pro Einheit eingesetzter Endenergie geschaffen werden kann.

Trotz der Verfügbarkeit vielfältiger technischer Lösungen und wirtschaftlicher Energieeffizienzpotenziale in allen Sektoren des Endenergieverbrauchs bleiben die tatsächlichen Effizienzsteigerungen weiterhin deutlich hinter der notwendigen Entwicklung zurück. Wichtige Hemmnisse sind u. a. die hohen erforderlichen Investitionen mit zum Teil langen Amortisationszeiten, finanzielle Beschränkungen seitens der Akteure, Informationsdefizite oder die nicht vollständigen Internalisierung externer Umweltkosten bei den fossilen Energieträgern. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, dass die Politik durch Rahmensetzungen und gezielte Anreize weitere Impulse für die notwendigen Investitionen setzt. ■

¹ Vgl. Deutsche Energie-Agentur (2018): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende. Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen, S. 21.

² Vgl. International Energy Agency (2017): World Energy Balances 2017.

³ Der internationale Dollar ist eine hypothetische Währungseinheit, die die gleiche Kaufkraftparität hat wie der US-Dollar in den Vereinigten Staaten zu einem bestimmten Zeitpunkt. Sie wird in der Wirtschafts- und Finanzstatistik für verschiedene Zwecke verwendet, insbesondere zum Vergleich des Bruttoinlandsprodukts verschiedener Länder.

⁴ Vgl. AG Energiebilanzen e. V. (2017): Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre von 1990 bis 2016.

⁵ Gesamtwirtschaftliche Endenergieintensität=Endenergieverbrauch je Einheit Bruttoinlandsprodukt (real). Als Endenergie bezeichnet man denjenigen Teil der ursprünglich eingesetzten Primärenergie, der dem Verbraucher nach Abzug von Umwandlungs- und Leistungsverlusten zur Verfügung steht. Die Endenergieintensität stellt ein Maß für die Energieeffizienz in den Produktionsbereichen und im Energieeinsatz der privaten Haushalte dar (Energieeffizienz auf der Nachfrageseite). Aussagen zur Energieeffizienz auf der Angebotsseite (Energiebereitstellung) können daraus nicht abgeleitet werden.

⁶ Vgl. www.odyssee-mure.eu; Key Publications – Sectoral Profile Overview, heruntergeladen am 28.05.2018.

⁷ Siehe auch Ausführungen zu Grafik 5.

⁸ Vgl. BMWi, Zahlen und Fakten Energiedaten, Stand: 21.06.2018

⁹ Die einzelnen Beiträge quantifizieren dabei die Veränderung des Gesamtenergieverbrauchs, die sich theoretisch ergäben würde, während alle übrigen Faktoren konstant gehalten werden.

¹⁰ Die im Rahmen der Energiebilanzierung aufgrund internationaler Konventionen verwendete Wirkungsgradmethode rechnet der Kernenergie – bezogen auf die Erzeugung einer Megawattstunde elektrische Energie – den dreifachen Einsatz an Primärenergie zu (Wirkungsgrad 33 %). Die Stromerzeugung aus den erneuerbaren Quellen Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik geht dagegen in die Primärenergiebilanz nur in Höhe ihrer Erzeugung ein (Wirkungsgrad 100 %). Vgl. dazu AG Energiebilanzen e.V. (2017): a. a. O. sowie AG Energiebilanzen- Pressedienst (Nr. 10/2011): Statistische Effekte des Kernenergieausbaus.

¹¹ Vgl. Samadi, Sascha, et al.: Vergleich der BDI-Klimapfadestudie mit anderen Energieszenarien für Deutschland. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 6/2018, S. 52–57.