



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

DEUTSCHLAND
MACHT'S
EFFIZIENT.

Grünbuch Energieeffizienz

*Diskussionspapier des Bundesministeriums
für Wirtschaft und Energie*



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Stand

August 2016

Druck

BMWi

Bildnachweis

Herr Müller – www.behance.net/herrmueller (Titel),
Bundesregierung/Bergmann (S. 2)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:

Telefon: 030 182722721

Bestellfax: 030 18102722721

Inhalt

Vorwort.....	2
1. Das Grünbuch Energieeffizienz: Ziele und Dialogprozesse.....	4
2. Die Energieverbrauchskette – ein Überblick.....	8
3. Energieeinsparung in Deutschland: viel erreicht – aber auch noch viel zu tun.....	12
4. Zentrale Herausforderungen im Bereich Energieeffizienz.....	18
4.1 <i>Efficiency First</i>	19
4.2 Weiterentwicklung des Instrumentariums der Energieeffizienzpolitik.....	22
4.3 Energieeffizienzpolitik auf europäischer Ebene.....	28
4.4 Sektorkopplung.....	29
4.5 Digitalisierung.....	34

Abbildungen

Abbildung 1: Energieflussbild 2014 für die Bundesrepublik Deutschland in Petajoule (PJ).....	10
Abbildung 2: Endenergieintensität im europäischen Vergleich, 2012.....	13
Abbildung 3: Energieverbrauchs- und Energieeffizienzindikatoren des Energiekonzepts.....	14
Abbildung 4: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs, 2008 – 2030.....	15
Abbildung 5: Zunahme der Beschäftigung in einzelnen Sektoren durch Effizienzmaßnahmen, 2020.....	16
Abbildung 6: Gesamtkosten für Stromerzeugung und -transport.....	20
Abbildung 7: Sektorkopplung (SK) und Energieverbrauch.....	30
Abbildung 8: Darstellung verschiedener Sektorkopplungstechnologien.....	31
Abbildung 9: Beispiel Wärmepumpen und Elektromobilität: Wenig Strom ersetzt möglichst viele Brennstoffe.....	32

Vorwort



Sehr geehrte Damen und Herren,

Energieeffizienz ist ganz entscheidend für das Gelingen der Energiewende und die Umsetzung der Ergebnisse der jüngsten Klimakonferenz in Paris. *Efficiency First* heißt: Energie, die wir einsparen, müssen wir nicht erzeugen, speichern und transportieren. So können wir durch Energieeffizienz die Kosten der Dekarbonisierung unserer Wirtschaft senken. Und: Man muss die eingesparte Energie nicht bezahlen.

Die Fortschritte in jüngerer Vergangenheit zeigen klar: Wirtschaftswachstum bei sinkendem Energieverbrauch ist möglich. Mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) hat das BMWi bereits im Dezember 2014 ein umfassendes Maßnahmenpaket zur Steigerung der Energieeffizienz vorgelegt und mittlerweile alle wesentlichen Maßnahmen umgesetzt. Damit machen wir die Energieeffizienz zu einer tragenden Säule für die Energiewende.

Es gilt aber auch, bereits heute darüber nachzudenken, welche zusätzlichen Schritte wir unternehmen müssen, um den Energieverbrauch bis 2050 zu halbieren. Darüber hinaus müssen Antworten für neue Fragestellungen entwickelt werden, z. B. wie Energieeffizienz und Erneuerbare optimal miteinander verbunden werden können oder wie Sektorkopplung zur Dekarbonisierung beitragen kann. Dabei haben wir auch die Kosten für die betroffenen Verbraucherinnen und Verbraucher stets im Blick.

Um unsere langfristigen Ziele zu erreichen, müssen wir sämtliche Chancen für mehr Energieeffizienz konsequent nutzen, mit bewährten und mit innovativen Ansätzen. Deshalb leiten wir mit dem Grünbuch Energieeffizienz einen Konsultationsprozess ein, an dessen Ende eine mittel- bis langfristig ausgerichtete Strategie zur Verringerung des Energieverbrauchs in Deutschland stehen soll.

Ich möchte Sie bitten, sich an dieser Konsultation aktiv zu beteiligen. Ihre Meinung und Ihre Vorschläge zu den Themen und Leitfragen des Grünbuchs sind uns wichtig! Die Energiewende geht in die nächste Phase – diskutieren Sie mit!

A handwritten signature in blue ink, which reads "Sigmar Gabriel". The signature is fluid and cursive.

Sigmar Gabriel

Bundesminister für Wirtschaft und Energie

1. Das Grünbuch Energieeffizienz: Ziele und Dialogprozesse

Mit der Energiewende hat Deutschland eine umfassende und tiefgreifende Transformation seiner Energieversorgung eingeleitet. Die Energiewende ruht dabei auf den zwei grundsätzlichen Säulen: Ausbau erneuerbarer Energien und Stärkung der Energieeffizienz. Zunächst lag der Fokus stärker auf dem Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie sowie dem Ausbau neuer Erzeugungskapazitäten auf Basis erneuerbarer Energien und den damit verbundenen Anforderungen für Infrastruktur (Netze, Speicher), Kosten und die konventionelle Stromerzeugung.

In dieser Legislaturperiode hat die Bundesregierung mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz die Säule Energieeffizienz in der Energiewende gestärkt: die Senkung des Energieverbrauchs durch mehr Energieeffizienz. Es geht darum, die Kosteneffizienz der Energiewende zu erhöhen und die Abhängigkeit von Energieimporten mittel- bis langfristig zu verringern. Zugleich ist die Senkung des Energieverbrauchs eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg der deutschen Energie- und Klimapolitik als Beitrag zur Umsetzung der Ergebnisse der Klima-Vertragsstaatenkonferenz in Paris (COP21). Denn die Beschlüsse von Paris definieren ein Ziel zur Begrenzung des Temperaturanstiegs, aus dem sich ein sehr knappes Budget für die globalen Treibhausgasemissionen ableitet. Zusammen mit den EU-Klimaschutzziele folgt daraus: Die Emissionen aus der Verbrennung der fossilen Energieträger Öl, Kohle und Gas müssen weitgehend reduziert werden. Der schnellste und direkte Weg zur Erreichung dieses Ziels ist die Senkung unseres Energieverbrauchs durch Investitionen in Effizienztechnologien. Den verbleibenden Energiebedarf decken erneuerbare Energien – direkt in den einzelnen Sektoren oder in Form von erneuerbarem Strom, vor allem aus Wind und Sonne. Zusätzlich müssen wir den Strom-, den Wärme-, den Verkehrs- und den Industriebereich der Zukunft stärker integriert denken – Strom aus erneuerbaren Energien wird mittel- und langfristig für die weitgehende Dekarbonisierung der anderen Sektoren zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Wir haben in Deutschland bereits gute Fortschritte bei der Senkung des Energieverbrauchs erzielt, wie z. B. der Vierte Monitoring-Bericht zur Energiewende aufzeigt. Die ambitionierten Ziele des Energiekonzepts geben aber vor: Wir müssen das Tempo steigern und die bestehenden Effizienzpotenziale noch besser nutzen. Deshalb legt das BMWi mit dem „Grünbuch Energieeffizienz“ Thesen, Analysen und Leitfragen zu den zentralen Handlungsfeldern und Herausforderungen für die Stärkung der Energieeffizienz und des Energiesparens vor.

Der Dreiklang der Energiewende

Leitlinien für den effizienten Einsatz von Strom:

Der Fokus des Grünbuchs Energieeffizienz liegt auf der Frage, wie die Energieeffizienz in allen Sektoren weiter gesteigert werden kann. Im Laufe des Jahres wird das BMWi zusätzlich einen Dialogprozess „Strom 2030“ dazu starten, wie auch in Zukunft eine kostengünstige Versorgung mit Strom (Erzeugung, Nutzung in Wärme, Verkehr und Industrie, Transport durch die Stromnetze) gewährleistet werden kann.

Strom ist ein kostbares und knappes Gut. Bei dem Dreiklang aus Energieeffizienz, direkt genutzten erneuerbaren Energien und Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien ist die gesamt- und betriebswirtschaftliche Kosteneffizienz zu berücksichtigen. Für diesen Dreiklang ergeben sich die folgenden Leitlinien:

Erstens: In allen Sektoren muss der Energiebedarf deutlich und dauerhaft verringert werden („Efficiency First“). Deutschland hat sich ambitionierte Klimaziele gesetzt. Daraus folgt: Die Nutzung der fossilen Energieträger Öl, Kohle und Gas wird so gut wie möglich verringert. Der schnellste und direkte Weg zu diesen Zielen ist es, unseren Energieverbrauch durch Investitionen in Effizienztechnologien zu senken. Den verbleibenden Energiebedarf decken größtenteils erneuerbare Energien.

Zweitens: Direkte Nutzung erneuerbarer Energien. Technologien wie Solarthermie, Geothermie oder Biomasse nutzen erneuerbare Energien direkt, ohne Umwandlung in Strom. Solar- und Geothermie werden insbesondere für die Heizung und Klimatisierung von Gebäuden sowie die Bereitstellung von Warmwasser genutzt. Wenn der Einsatz dieser Technologien aus wirtschaftlichen oder anderen Gründen nicht sinnvoll ist, kommt dort EE-Strom zum Einsatz. Biomasse spielt vor allem in der Industrie (zum Beispiel in Produktionsprozessen) und im Verkehr (zum Beispiel im Flugverkehr) eine wichtige Rolle. Für feste Biomasse gilt das auch für den Gebäudebestand. Biomasse ist universell einsetzbar, aber knapp. Daher wird sie gezielt dort genutzt, wo Solar- oder Geothermie sowie Wind- und Sonnenstrom nicht sinnvoll einsetzbar sind.

Drittens: Erneuerbarer Strom wird für Wärme, Verkehr und Industrie effizient eingesetzt (Sektorkopplung). Den Energiebedarf, der aus volkswirtschaftlichen oder anderen Gründen trotz Effizienzmaßnahmen und der direkten Nutzung erneuerbarer Energien verbleibt, deckt Strom aus Wind und Sonne – vorrangig in Technologien, die mit wenig Strom viele fossile Brennstoffe ersetzen (zum Beispiel in Wärmepumpen und elektrischen Fahrzeugen) oder ihn in andere Energieträger wie Wasserstoff (Power-to-gas) umwandeln.

Konsultationsprozess zum Grünbuch

Mit dem Grünbuch wird ein Konsultationsprozess eingeleitet, an dessen Ende eine mittel- bis langfristig ausgerichtete Strategie zur Senkung des Energieverbrauchs durch effiziente Nutzung von Energie in Deutschland stehen soll. Dazu wollen wir das Grünbuch mit der interessierten Öffentlichkeit in einem Konsultationsprozess diskutieren und gemeinsam an Lösungsansätzen arbeiten. Die im Grünbuch aufgeführten Thesen und Leitfragen dienen dazu, den Dialog auf die aus unserer Sicht wichtigsten Aspekte zu fokussieren. Natürlich sind aber auch zusätzliche Anregungen und Vorschläge willkommen.

Der Konsultationsprozess besteht aus folgenden Elementen:

- **Online-Konsultation:** Das Grünbuch wird im Internet unter <https://gruenbuch-energieeffizienz.de> veröffentlicht. Alle interessierten Bürgerinnen und Bürger und alle betroffenen Kreise haben die Möglichkeit, bis zum 31. Oktober 2016 ihre Stellungnahmen zum BMWi-Grünbuch direkt im Internet oder unter gruenbuch-effizienz@bmwi.bund.de zu übermitteln;
- **Energiewende Plattform Energieeffizienz:** Diskussion des Grünbuchs mit den Teilnehmern der Energiewende-Plattformen Energieeffizienz und Gebäude als ein Schwerpunktthema für das Jahr 2016;
- **Regionalveranstaltungen** zum Grünbuch, über die das BMWi auf der Internetseite zum Grünbuch <https://gruenbuch-energieeffizienz.de> informieren wird.

Darüber hinaus wird das BMWi das vorliegende Grünbuch mit den betroffenen Bundesministerien erörtern, ebenso ist ein enger fachlicher Austausch mit den Bundesländern geplant. Nicht zuletzt ist das BMWi auch an einem Dialog mit den anderen EU-Mitgliedstaaten und der EU-Kommission zur Weiterentwicklung der Energieeffizienzpolitik interessiert.

Nach Abschluss der Konsultationsphase wird das BMWi einen Bericht zum Dialogprozess und den eingegangenen Stellungnahmen und Vorschlägen vorlegen. Auf dieser Basis werden Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für eine mittel- bis langfristige Effizienzstrategie erarbeitet und diese in einem Weißbuch Energieeffizienz des BMWi gebündelt. Für den Gebäudebereich wird dafür die bereits im November 2015 vom Bundeskabinett verabschiedete Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) die wesentliche Grundlage sein.

2. Die Energieverbrauchskette – ein Überblick

Ob zur Produktion von Stahl, als Kraftstoff im Verkehr oder zum Heizen von Wohnraum: Energie in ihren verschiedensten Formen ist zentraler Produktions- und Mobilitätsfaktor und Grundvoraussetzung für das Funktionieren unseres Alltags. Dies wird auch in Zukunft so bleiben. Um unsere Energie- und Klimaziele zu erreichen, wurden im Energiekonzept zwei Handlungsstränge etabliert: Ausbau der erneuerbaren Energieträger sowie Senkung des Primärenergieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz. Die Energieeffizienz des Endverbrauchs, ob in der Industrie, in privaten Haushalten, im Verkehrssektor oder im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), muss deutlich gesteigert und dabei ein hohes Wohlfahrtsniveau erhalten werden. Der Energieverbrauch der Gebäude muss weiter gesenkt werden, Haushaltsgeräte müssen auf eine sparsamere Funktionsweise ausgerichtet, Produktionsprozesse energetisch optimiert werden.

Effizienzsteigerungen sind dabei entlang der gesamten Prozesskette notwendig, die lange vor dem Endverbrauch beginnt. Ausgangspunkt bilden Primärenergieträger, die für den Menschen nicht unmittelbar verwertbar sind. Dazu gehören erstens fossile Energieträger, wie z. B. Rohöl, Kohle oder Erdgase, und zweitens erneuerbare Energieträger, wie z. B. Sonnen-, Wind- und Wasserkraft oder auch Erd- und Umweltwärme. Aus diesen „Rohformen“ muss Energie in eine nutzbare Form überführt werden. Dies geschieht über zum Teil komplexe und vielstufige Prozesse, bis am Ende „Endenergie“, wie z. B. Diesel, Benzin, Gas oder Elektrizität, sowie Nutzenergie, wie z. B. Wärme oder Licht, bereitgestellt wird. Gewinnung, Umwandlung und Transport der Energieträger wiederum benötigen ebenfalls Energie. Hierbei gilt: Je komplexer und vielschichtiger der vorgeschaltete Prozess, desto mehr Energie ist dafür erforderlich.

Zu weiteren Verlusten kommt es schließlich im Rahmen der letzten Stufe der Energieverbrauchskette, der Umwandlung von End- in Nutzenergie. Nur ein Teil der Endenergie wird demnach für die Bereitstellung des eigentlich gewünschten Zwecks, etwa in Form von Antrieb in einem Auto, Kommunikation, Licht oder Wärme in einem Gebäude, genutzt. Der Rest der eingesetzten Endenergie fällt typischerweise als Abwärme an. Auch an dieser Stelle müssen Effizienzpotenziale gehoben werden.

Das Grünbuch adressiert schwerpunktmäßig die effiziente Verwendung von End- und Nutzenergie sowie die effiziente Überführung von Endenergie in Nutzenergie. Die Differenz zwischen Primärenergie- und Endenergieverbrauch resultiert vor allem aus dem Stromsektor (Umwandlungsverluste in der Stromerzeugung, Netzverluste) und aus Umwandlungsprozessen in Raffinerien. Die Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen für den Strommarkt diskutiert das BMWi mit dem Impulspapier Strom 2030.

Abbildung 1 veranschaulicht den Weg von der Primärenergiegewinnung bis zum Endenergieverbrauch. Im Jahr 2014 sind demnach in Deutschland 13.132 PJ Primärenergie in 8.648 PJ nutzbare Endenergie überführt worden. Die Umwandlungsverluste und der Verbrauch im Energiesektor zur Aufrechterhaltung dieses Wandlungssystems (z. B. in Form von Strom für den Eigenverbrauch von Kraftwerken, Übertragungsverluste in Stromleitungen oder auch die Brennstoffe und Stromverbräuche für den Betrieb von Raffinerien oder Transport von Treibstoffen) betragen 2014 in Summe 3.482 PJ und somit ein gutes Viertel des Primärenergieverbrauchs.

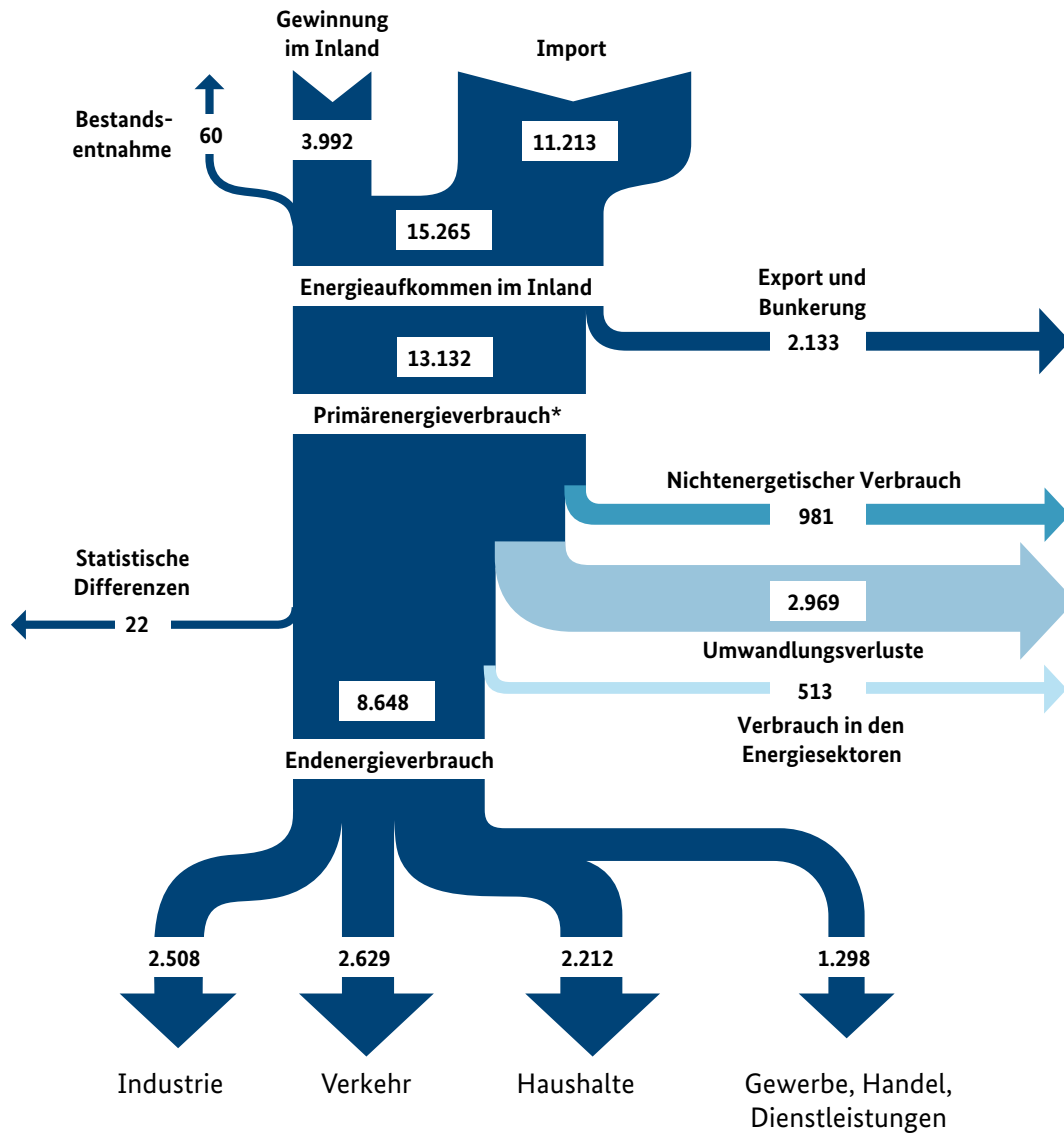
Die in den Sektoren tatsächlich nachgefragten Endenergie-mengen betragen 2014:

- im Verkehr: 2.629 PJ
- in der Industrie: 2.508 PJ
- in privaten Haushalten: 2.212 PJ
- im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: 1.298 PJ

Zum Vergleich: Die gesamte (Brutto-)Stromproduktion umfasste in 2015 rund 2.340 PJ; hiervon machten Wind- und Sonnenstromerzeugung als erneuerbare Energien mehr als 680 PJ aus.

Diese Zahlen machen die Herausforderung der Dekarbonisierung und die Notwendigkeit eines effizienten Umgangs mit Energie deutlich. Die zentralen Fragen lauten daher: Wie können wir den Energiebedarf senken und wie kann Energie zukünftig effizienter gewandelt und verwendet werden?

Abbildung 1: Energieflussbild 2014 für die Bundesrepublik Deutschland in Petajoule (PJ)



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 11,3%.
Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt
29,308 Petajoule (PJ) \approx 1 Mio. t SKE

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) 08/2015

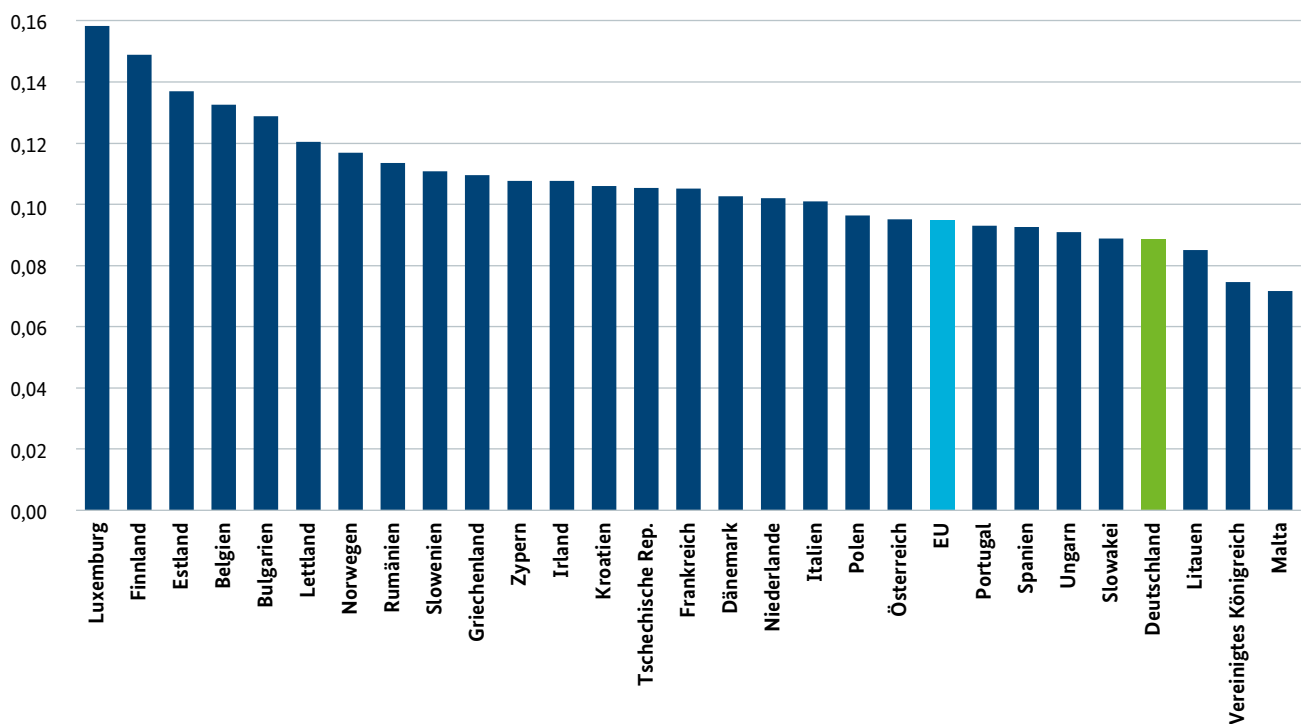
3. Energieeinsparung in Deutschland: viel erreicht – aber auch noch viel zu tun

Die Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland belegt eindrucksvoll: Eine gute und stabile Wirtschaftsentwicklung bei gleichzeitig immer geringerem Energieverbrauch ist machbar. Deutschland gehört – unter Berücksichtigung des hohen Anteils des produzierenden Gewerbes an der gesamten Wirtschaftsleistung – zu den Ländern mit der höchsten Energieproduktivität bzw. der geringsten Energieintensität in Europa.

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland konnte in den vergangenen Jahren spürbar gesenkt werden, im Zeitraum von 2008 bis 2014 um 8,3 Prozent. Dabei zeigt sich allerdings,

dass die Entwicklung in den verschiedenen Sektoren unterschiedlich verläuft: So können deutliche Fortschritte bei der Senkung des Energiebedarfs in Gebäuden bilanziert werden. Hingegen ist der Energieverbrauch im Verkehrssektor von 2005 bis 2014 sogar gestiegen und liegt damit deutlich hinter dem sektoralen Ziel des Energiekonzepts. Der Stromverbrauch in Deutschland entwickelt sich bislang konform zum Ziel einer Zehn-Prozent-Senkung bis 2020. Hingegen bewegt sich die für den Primärenergieverbrauch entscheidende Stromerzeugung aufgrund steigender Stromexporte in Deutschland derzeit eher auf einem konstanten Niveau.

Abbildung 2: Endenergieintensität im europäischen Vergleich, 2012



Quelle: Odyssee-Datenbank; wirtschaftsstruktur- und klimabereinigte Endenergieintensität gemessen als Kilogramm Öleinheit je Euro Bruttoinlandsprodukt (in Kaufkraftparitäten und Preisen von 2005)

Abbildung 3: Energieverbrauchs- und Energieeffizienzindikatoren des Energiekonzepts

Indikator	Ziel 2020	Ziel 2050	Umsetzungsstand 2014
Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-20 %	-50 %	-8,3 %
Bruttostromverbrauch (gegenüber 2008)	-10 %	-25 %	-4,2 %
Endenergieproduktivität	2,1 % pro Jahr (2008 – 2050)		1,6 % pro Jahr (Durchschnitt 2008 – 2014)
Primärenergiebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	–	in der Größenordnung von -80 %	-14,8 %
Wärmebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-20 %	–	-12,4 %
Endenergieverbrauch Verkehr (gegenüber 2005)	-10 %	-40 %	+1,1 %

Quelle: Energie der Zukunft: Vierter Monitoring-Bericht zur Energiewende, aktualisiert

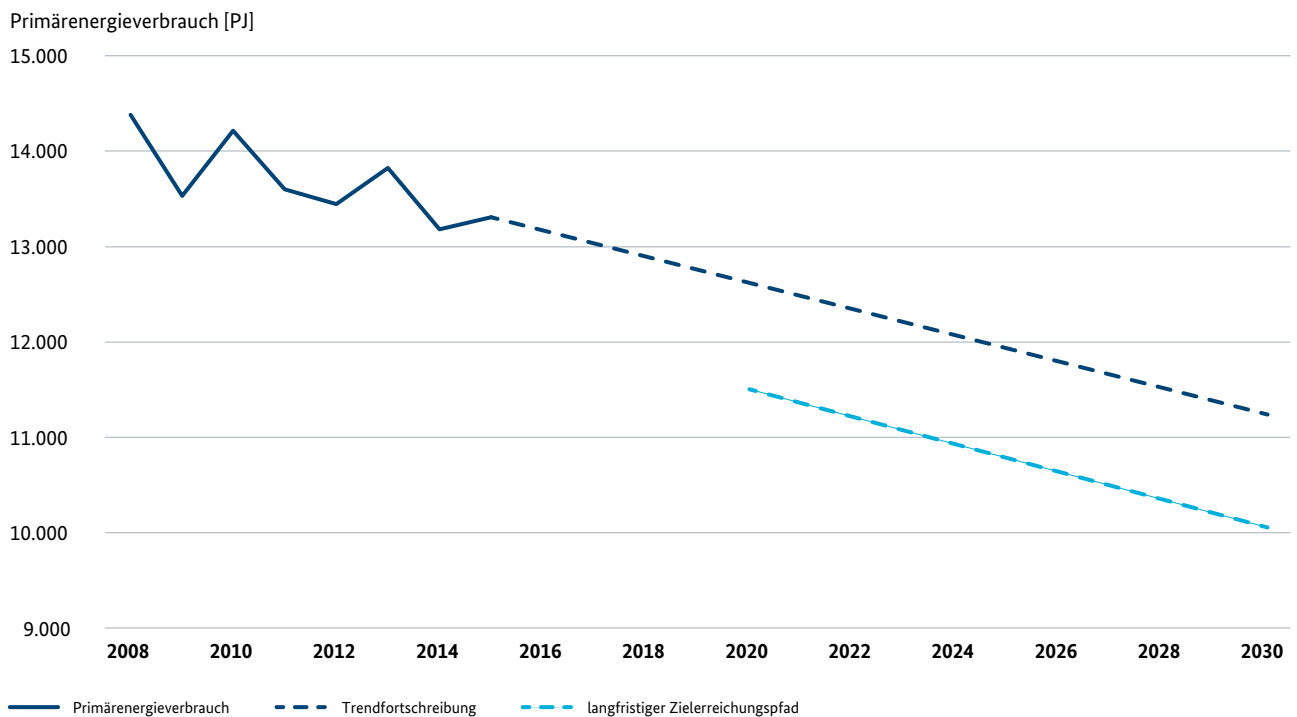
Auch mittel- bis langfristig kann von einer weiteren Verringerung des absoluten Energieverbrauchs in Deutschland ausgegangen werden. Zu einer sachgerechten Bestandsaufnahme gehört aber auch: Die ambitionierten Effizienzziele des Energiekonzepts werden mit den bislang ergriffenen Maßnahmen allein nicht erreicht. Die Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ etwa weist in ihrer Stellungnahme zum Vierten Monitoring-Bericht zur Energiewende darauf hin, dass signifikante Abweichungen zwischen den bisher realisierten Fortschritten und den Zielpfaden für Energieverbrauch und -produktivität zu beobachten sind. Demnach ist der Primärenergieverbrauch im Zeitraum von 1990 bis 2014 jährlich um 0,5 Prozent zurückgegangen – zum Vergleich: Ab 2020 wäre eine Verdreifachung dieses Wertes auf 1,6 Prozent notwendig, um den Primärenergieverbrauch bis 2050 zu halbieren.

Auch ein Blick auf die aktuelle Entwicklung zeigt den Handlungsbedarf: So ist für das Jahr 2015 ein – wenn auch nur moderater – Anstieg des Primärenergieverbrauchs zu erwarten.

Primärenergieziel 2050: den gesamten Energieverbrauch betrachten

Ein Leitziel des Energiekonzepts ist es, bis 2050 den Primärenergieverbrauch zu halbieren. Der Primärenergieverbrauch umfasst den gesamten Energieverbrauch in Deutschland, somit also die Energie, die wir aus fossilen und erneuerbaren Quellen gewinnen. Für die Umrechnung von End- in Primärenergie werden in der Energiestatistik einschlägige Primärenergiefaktoren (PEF) verwendet. Damit werden die unterschiedlichen Wandlungseffizienzen bei der Überführung einer Energieform in die andere dargestellt.

Die Instrumente und Maßnahmen zur Einsparung von Energie zielen primär auf die Einsparung von Endenergie, führen jedoch ebenfalls zu Einsparungen in der Vorleistungskette und damit zur Absenkung des Primärenergieverbrauchs.

Abbildung 4: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs, 2008 – 2030

Dies bedeutet: Die bislang erreichte Entwicklung bei der Verringerung des Energieverbrauchs in Deutschland muss nicht nur fortgeführt, sondern verstärkt werden. Dabei geht es, neben der Fortentwicklung und Optimierung der bestehenden Instrumente und der damit verbundenen Investitionskosten, auch um neue Herausforderungen. Vor diesem Hintergrund eröffnet das BMWi mit dem Grünbuch die Debatte, welche zusätzlichen Maßnahmen und Instrumente notwendig sind, um den Trend zur Energieeffizienz nachhaltig zu verstärken.

Energieeffizienz: Chancen für Wachstum und Beschäftigung

Die Energiewende wird nur gelingen, wenn wir den Energiebedarf auch in Zukunft deutlich und dauerhaft verringern. Zugleich können durch die Senkung des Energieverbrauchs alle gewinnen: Unternehmen und private Verbraucher durch sinkende Energiekosten; Wachstum und Beschäftigung steigen durch mehr Wertschöpfung und mehr Investitionen in Deutschland.

Positive gesamtwirtschaftliche Effekte der Energieeffizienzpolitik werden durch eine aktuelle Modellberechnung (Ecofys/Fraunhofer ISI/IREES/Öko-Institut, 2016) illustriert. Dabei werden Effekte zwischen 2014 und 2020 ermittelt, indem eine projizierte Entwicklung mit einer hypothetischen Referenzentwicklung ohne bestehende und beabsichtigte Effizienzinstrumente verglichen wird. Dafür wurden u. a. die durch Effizienzinstrumente (einschließlich des NAPE und des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020) induzierten Investitionen und Beschäftigungseffekte analysiert.* Den Modellrechnungen zufolge ist bis zum Jahr 2020 in der Summe mit zusätzlichen Investitionen von deutlich mehr als 100 Milliarden Euro₂₀₀₅ zu rechnen, die durch die Effizienzpolitik ausgelöst werden. Ein Großteil dieser Investitionen fällt im Bereich der Bauwirtschaft an.

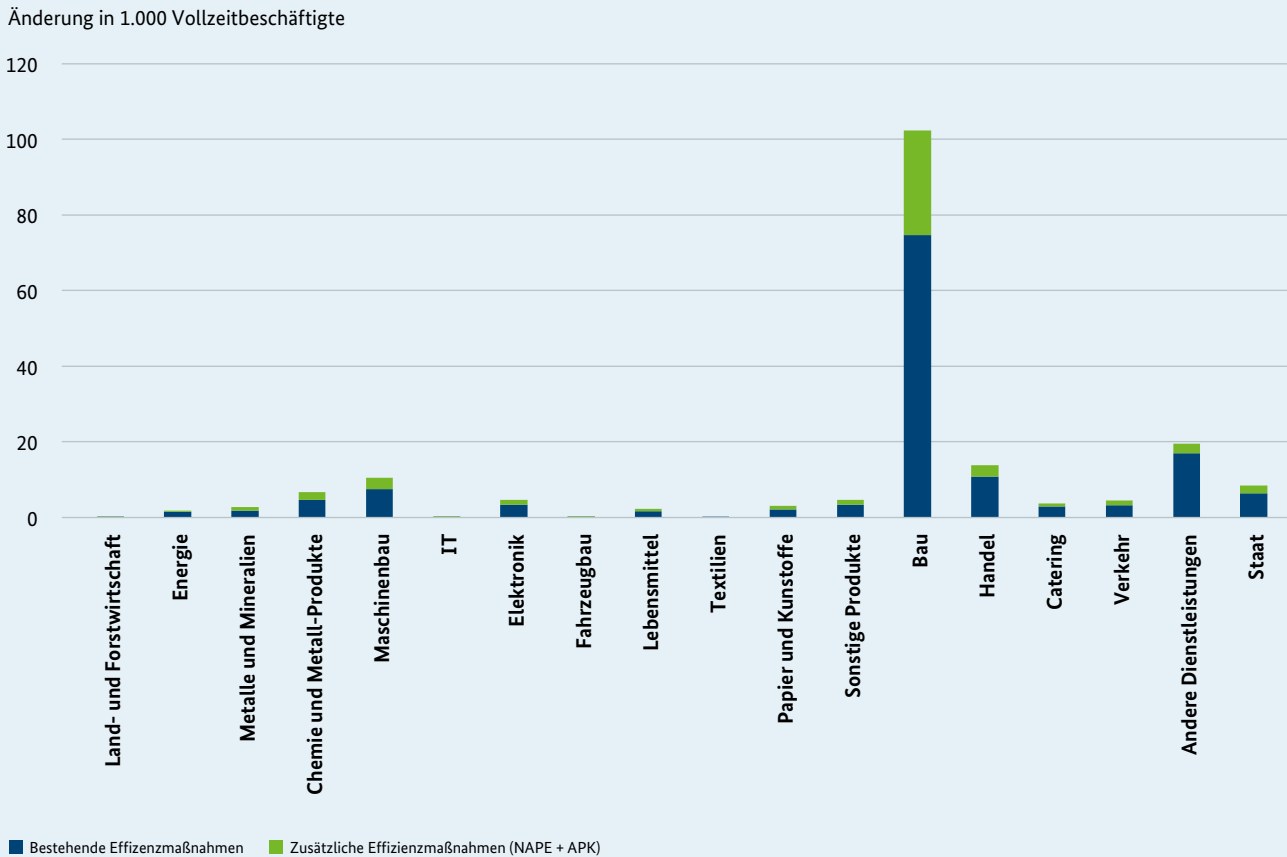
* Dabei wurde davon ausgegangen, dass die im NAPE vorgesehene steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung umgesetzt wird. Als Ersatz hat der Bund mit dem Anreizprogramm Energieeffizienz zusätzliche Förderprogramme für den Gebäudebereich auf den Weg gebracht.

In der Modellberechnung wurden sowohl Kosten für die staatlichen Fördermechanismen als auch die Finanzierung der Investitionen von privaten Haushalten bzw. von Unternehmen bei der Berechnung berücksichtigt.

Die Berechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass aus den Effizienzmaßnahmen ein positiver Wachstumseffekt resultiert: Im Vergleich liegt das Bruttoinlandsprodukt im Effizienzscenario im Jahr 2020

um rund 40 Milliarden Euro₂₀₀₅ oder 1,6 Prozent über dem Vergleichswert in der Referenzentwicklung (also ohne Effizienzinstrumente). Auch für die Beschäftigung in Deutschland zeigt die Studie einen positiven Effekt in Höhe von fast 190.000 Vollzeitstellen im Jahr 2020. Dabei weisen die Autoren darauf hin, dass die Abschätzung der makroökonomischen Effekte durch die aktuell niedrigen Energiepreise beeinflusst werden kann.

Abbildung 5: Zunahme der Beschäftigung in einzelnen Sektoren durch Effizienzmaßnahmen, 2020



Quelle: Ecofys/Fraunhofer ISI/IREES/Öko-Institut, 2016

4. Zentrale Herausforderungen im Bereich Energieeffizienz

Mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) werden die Anreize für Effizienzinvestitionen durch eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen und weiterführenden Arbeitsprozessen verstärkt. Bis zum Jahr 2020 können wir deutliche Fortschritte bei der Steigerung der Energieeffizienz erwarten. Bereits heute muss jedoch über diesen Zeitraum hinaus gedacht und analysiert werden, welche strategischen Herausforderungen sich für die Energieeffizienzpolitik stellen – dies insbesondere mit Blick auf die angestrebte Halbierung des Primärenergieverbrauchs bis zur Mitte des Jahrhunderts. Diese Analyse wollen wir mit dem Grünbuch einleiten und auch die Schlussfolgerungen für den heutigen Instrumentenmix diskutieren. Dazu stellt das Grünbuch fünf Schwerpunktthemen in den Mittelpunkt:

- **Efficiency First (Kap. 4.1):** Wie kann das Grundprinzip des Vorrangs der Vermeidung und Verringerung des Energieverbrauchs konkret in Planungs- und Steuerungsprozessen der Energiepolitik und des Energiemarktes angewandt werden?
- **Weiterentwicklung des Instrumentariums (Kap. 4.2):** Wie kann das heutige Instrumentarium weiterentwickelt werden, um das Ziel einer Halbierung des Primärenergieverbrauchs bis 2050 zu erreichen? Wie kann grundlegenden Herausforderungen (z. B. Rebound-Effekten) und aktuellen Entwicklungen (z. B. sinkenden Energiepreisen) begegnet werden?
- **Energieeffizienzpolitik auf europäischer Ebene (Kap. 4.3):** Wie entwickelt sich der europäische Rahmen für die Effizienzpolitik und wie kann eine effektive Aufgabenteilung zwischen europäischer und nationaler Ebene erreicht werden?
- **Sektorkopplung (Kap. 4.4):** Wenn wachsende Anteile von erneuerbaren Energien im Stromsektor für die weitgehende Dekarbonisierung in anderen Sektoren genutzt werden: Welche Anforderungen sind für einen energieeffizienten Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien in Abwägung mit anderen Dekarbonisierungsoptionen zu formulieren?

- **Digitalisierung (Kap. 4.5):** Welche Herausforderungen und Chancen bietet der Einsatz digitaler Technologien für die Steuerung von Energieverbrauch und -erzeugung? Wie werden „digitale Geschäftsmodelle“ den Energiemarkt verändern und was bedeutet dies für die Energieeffizienzpolitik?

Zu diesen Themen werden in den folgenden Kapiteln Thesen aufgestellt und erörtert. Die Abschnitte schließen mit Leitfragen für den Konsultationsprozess ab.

4.1 Efficiency First

These 1: Efficiency First führt zu einer Kostenoptimierung der Energiewende und verstärkt den Dekarbonisierungseffekt der erneuerbaren Energien.

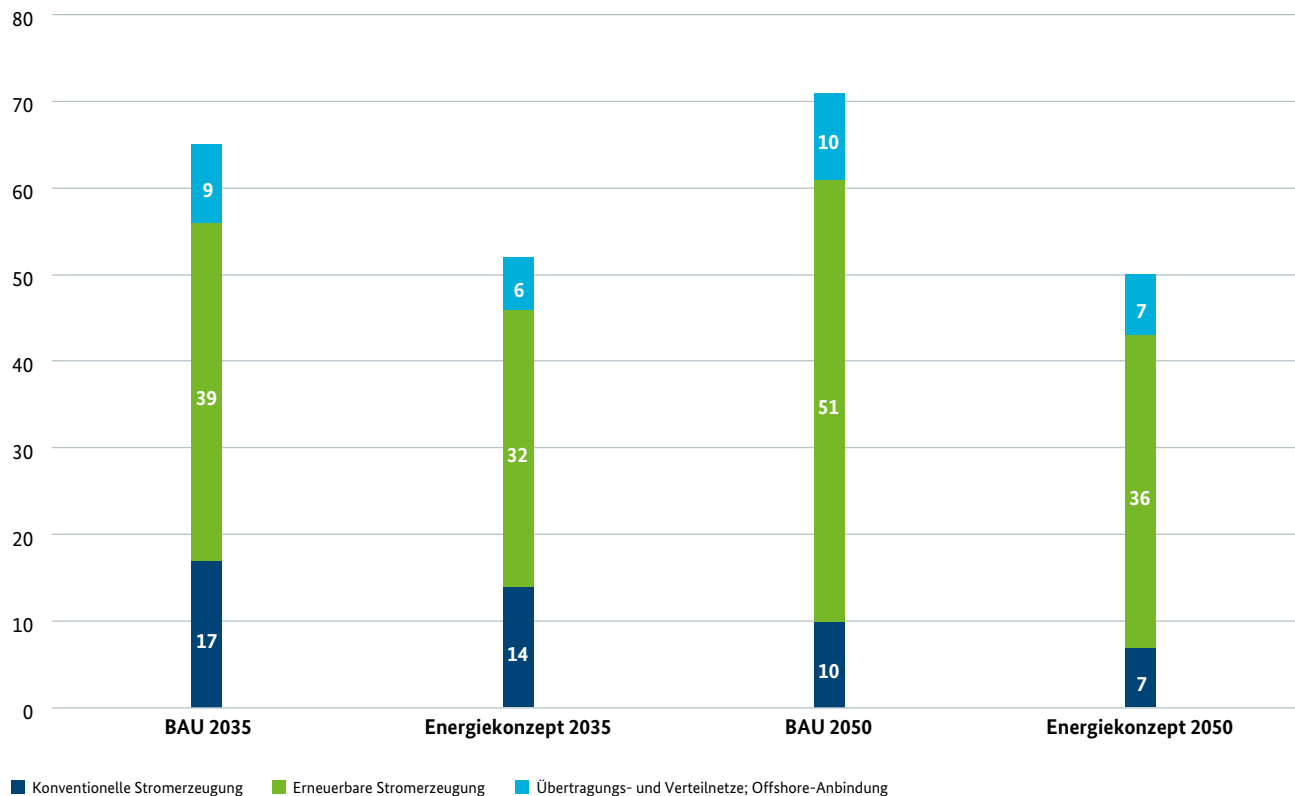
„Eine Energieeinheit, die eingespart werden kann, muss nicht erzeugt, gespeichert und transportiert werden“, so die grundlegende *Efficiency-First*-Prämisse. Energieeffizienz spart Energie, trägt zur Verringerung von Treibhausgasemissionen bei und erleichtert insgesamt die Umstellung unserer Energieversorgung auf erneuerbare Energien.

Vergleich der Gesamtkosten für Stromerzeugung und -transport mit und ohne Erreichung der Energieeffizienz-Ziele des Energiekonzepts

Wie eine Studie von Prognos und IAEW aus dem Jahr 2014 zeigt, können bei einer engagierten Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts allein im Stromsystem erzeugungs- und netzseitig mehr als 12 Milliarden Euro im Jahr 2035 bzw. 21 Milliarden Euro im Jahr 2050 gespart und der zukünftige Ausbaubedarf bei den Stromnetzen deutlich verringert werden. Je eingesparte Kilowattstunde Strom sind dies Kosteneinsparungen im Stromsystem für nicht benötigte Erzeugungs- und Netzkapazitäten in Höhe von rund 13 Cent (in 2035).

Abbildung 6: Gesamtkosten für Stromerzeugung und -transport

in Mrd. Euro 2012



Quelle: Prognos AG und Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW). Übersicht der zu erwartenden Gesamtkosten in den Bereichen Stromerzeugung und -transport bei Umsetzung der Energieeffizienz-Ziele des Energiekonzepts (das Energiekonzeptsszenario geht von einer Reduktion des Stromverbrauchs zwischen 2011 und 2050 um 20 Prozent aus) im Vergleich zu einem „Business-as-usual“-Szenario (BAU).

Zukünftig sollen energiepolitische Weichenstellungen stärker von dem grundsätzlichen Anspruch geprägt sein, möglichst weitgehende und wirtschaftliche Einsparungen überall dort anzustreben, wo dies gesamtwirtschaftlich kostengünstiger ist als der Zubau neuer Erzeugungs-, Speicher- und Netzkapazitäten. Eine sinnvolle, auf den konkreten Kontext hin angepasste Priorisierung von Energieeffizienz vor dem Ausbau von Erzeugungskapazitäten kann zu einer Kostenoptimierung des Energiesystems führen und die Chance erhöhen, im Rahmen des noch verbleibenden Treibhausgas-Budgets zu bleiben. Aus einer planerischen Perspektive führt die Umsetzung von *Efficiency First* dazu, dass die Dimensionierung und Ausgestaltung des Systems vorrangig von der Nachfrageseite bestimmt wird.

These 2: Das Leitprinzip *Efficiency First* wird zum strategischen Planungsinstrument für unser Energiesystem.

Wenn das Energiesystem vorrangig von der Angebotsseite geplant wird (Import, Produktion, Erzeugung und Verteilung), besteht die Gefahr einer Überdimensionierung von Infrastrukturen, wenn entweder Einsparungen mit hohem Systemnutzen nicht gehoben oder bereits abzusehende Verbrauchsreduktionen nicht in die Planung und Organisation der Energieinfrastruktur einbezogen werden. Dieser Effekt ist deshalb besonders prägend, da im Energiesystem erhebliche Pfadabhängigkeiten aufgrund langfristiger Investitionshorizonte bestehen (kapitalintensive Investitionen in Infrastrukturen mit langer Lebensdauer). Dies gilt in hohem Maße auch für Effizienzinvestitionen (z. B. in Gebäudehüllen, Produkte, Produktionsapparate, Anlagen-Infrastruktur etc.).

Mit *Efficiency First* wird die Planung und Organisation des Energiesystems vorrangig von der Nachfrageseite her gedacht. Um Mehrkosten bei der Systemplanung und Systemerweiterung zu vermeiden, sollten künftig verschiedene Szenarien für die Entwicklung des Energiebedarfs aufzeigen, welche alternativen Optionen für Vermeidung bzw. Energieeinsparung oder Energieeffizienzverbesserung bestehen. Auf dieser Basis kann das Versorgungssystem gesamtwirtschaftlich kosteneffizient dimensioniert und ausgestaltet werden. Neben den übergeordneten Planungsinstrumenten (und der Veränderung von Planungsroutinen) ist das Prinzip *Efficiency First* insbesondere in diejenigen operativen Instrumente zu überführen, mit denen die Investitionen und Kosten des Energiesystems mittelfristig gesteuert werden.

Energieeffizienzstrategie Gebäude

Die von der Bundesregierung im November 2015 verabschiedete Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) zeigt auf, wie die beiden Optionen *Energieeinsparung* und *Einsatz erneuerbarer Energien* systematisch analysiert und in einen integrierten Handlungsansatz eingebunden werden können. Dazu wurden zwei Zielszenarien erarbeitet, die das Ziel des nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050 abbilden und damit einen Korridor aufspannen, innerhalb dessen die angestrebte Reduktion des Primärenergiebedarfs erreicht werden kann:

- **Zielszenario „Energieeffizienz“:** Dieses Szenario setzt auf eine maximale Steigerung der Energieeffizienz bis 2050 durch Energieeinsparung bis zur aus heutiger Sicht maximal erreichbaren Grenze von -54 Prozent gegenüber 2008. Dadurch ergibt sich ein geringerer Bedarf an erneuerbaren Energien.
- **Zielszenario „Erneuerbare Energien“:** Dieses Szenario setzt stärker auf den Ausbau erneuerbarer Energien und eine etwas geringere Effizienzsteigerung.

Das Zielszenario „Energieeffizienz“ weist im Jahr 2050 einen deutlich geringeren Strombedarf auf als das Zielszenario „Erneuerbare Energien“, d. h. der Anpassungsbedarf der Ausbaupfade für erneuerbaren Strom dürfte geringer sein. Zudem erfordert dieses Szenario weniger Biomasse. Allerdings würde das Szenario bei Wohn-

gebäuden zu höheren Investitionskosten führen. So sind im Gebäudebereich erhebliche Effizienzpotenziale durch Maßnahmen wie Dämmung der Gebäudehülle, Einsatz effizienter Fenster und Anlagen vorhanden. Allerdings bestehen sowohl technische als auch wirtschaftliche Grenzen: Zum einen lässt sich die energetische Qualität z. B. der Gebäudehülle nicht beliebig verbessern. Zum anderen sind bei der Sanierung von Gebäuden anfängliche Effizienzgewinne noch relativ günstig zu erreichen, zusätzliche Fortschritte sind aber oft mit ansteigenden Kosten verbunden.

Das Zielszenario „Erneuerbare Energien“ zeigt, dass im Gebäudebereich nennenswerte Potenziale für den Einsatz erneuerbarer Energien bestehen. Durch den Einsatz nachhaltiger, vorwiegend fester Biomasse, Nutzung der Umweltwärme sowie durch Solarthermie und Photovoltaik lassen sich diese Potenziale heben. Auch hierbei bestehen jedoch technische und wirtschaftliche Grenzen der Nutzung. Das Szenario unterstellt einen deutlich höheren Biomasseeinsatz als das Effizienzzenario. Vor dem Hintergrund, dass Biomasse zur energetischen Nutzung begrenzt ist und somit Nutzungskonkurrenzen bestehen, stellt sich die Frage, in welchen Energiesektoren sie langfristig effizient eingesetzt wird. Bei insgesamt geringerer Effizienzsteigerung ist der Einsatz von Wärmepumpen deutlich begrenzter, da diese nur im Niedertemperaturbereich von Flächenheizungen (i. d. R. Fußbodenheizungen) in hocheffizient gedämmten Gebäuden wirtschaftlich und effizient betrieben werden können.

Leitfragen:

1. **Wie kann das Prinzip *Efficiency First* in allen Sektoren systematisch angewandt werden?**
2. **Wie können Grundlagen (z. B. Kostenkennwerte) für eine systematische Abwägung der Grundentscheidung „Energiebedarf senken vs. Kapazitäten für die Bedarfsdeckung erhalten bzw. schaffen“ aussehen?**

These 3: Die Schaffung eines gemeinsamen Rechtsrahmens für Energieeffizienz erleichtert eine gesetzliche Verankerung des Prinzips *Efficiency First*.

Für das Handlungsfeld Energieeffizienz existiert bislang kein sektorenübergreifender Rechtsrahmen. Für verschiedene Anwendungsbereiche gibt es entsprechende Regelungswerke und Rechtsgrundlagen. Je nach betroffenem Akteur bzw. Sektor finden dementsprechend unterschiedliche Rechtsgrundlagen Anwendung.

Zu klären ist, inwieweit die Verankerung des *Efficiency First*-Prinzips als Planungs- und Organisationsprinzip im gesamten Effizienzbereich durch gesetzliche Maßnahmen weiter vorangebracht werden könnte. Beispielsweise könnte ein Energieeffizienzgesetz eine Kaskade für das Verhältnis von Energieeinsparung, effizienter Nutzung und Energieerzeugung definieren. Auch sollten die Vor- und Nachteile und verschiedenen Optionen einer Zusammenführung des energieeffizienzrechtlichen Normenbestandes in einem gemeinsamen Rechtsrahmen ermittelt werden.

Im Sinne von *Efficiency First* könnten in einem Energieeffizienzgesetz zum Beispiel die nationalen Effizienzziele gesetzlich verankert werden. Rechtssystematisch könnte ein Energieeffizienzgesetz (EnEffG) zu Vereinheitlichungen beitragen und eine konsistente Entwicklung der Rechtsmaterie ermöglichen. Auch neue Anforderungen, mit denen in Zukunft zu rechnen ist (z. B. Umsetzung von EU-Recht, Qualitätssicherung in der Beratung), ließen sich in ein EnEffG integrieren. Mit einem EnEffG, in dem Ziele niedergelegt sind, könnte langfristig auch eine Verzahnung der Bereiche EE-Strom und Energieeffizienz, z. B. im Hinblick auf eine konsistente Festlegung von Zielvorgaben, erleichtert werden. Eine entsprechende Verknüpfung wird beispielsweise für das Handlungsfeld Sektorkopplung zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Je nach Inhalt würden durch ein Energieeffizienzgesetz aber auch neue Fragen entstehen, die zu diskutieren sind. Hilft die gesetzliche Verankerung von Zielen tatsächlich beim Hauptproblem im Effizienzbereich, der Umsetzung der bereits bestehenden Ziele? Überwiegt der Mehrwert eines Effizienzgesetzes den Aufwand und mögliche Nachteile, die mit einer Zusammenführung des Normenbestandes verbunden sein könnten (wachsende Zielkomplexität im Energiebereich, mögliche neue Zielkonflikte, Verhältnis zur bestehenden Zielhierarchie des Energiekonzepts)?

Leitfragen:

1. Bieten eine Zusammenführung des energieeffizienzrechtlichen Normenbestandes und eine gesetzliche Verankerung der Energieeffizienzziele in einem gemeinsamen Rechtsrahmen einen Mehrwert?
2. Falls ja, welche Bereiche sollte ein Energieeffizienzgesetz abdecken und wie ließe sich in einem allgemeinen Teil das Prinzip *Efficiency First* verankern?

4.2 Weiterentwicklung des Instrumentariums der Energieeffizienzpolitik

These 4: Das bisherige Instrumentarium der Energieeffizienzpolitik hat Steigerungen der Energieeffizienz ermöglicht, muss jedoch zur Erreichung der langfristigen Zielsetzungen weiterentwickelt und ergänzt werden.

Das Energiekonzept setzt mit der Halbierung des Primärenergieverbrauchs bis 2050 ein zentrales und ambitioniertes Ziel. Die Erreichung dieses Ziels ist zugleich eine grundlegende Erfolgsbedingung der Energiewende insgesamt. Zudem lassen sich bei einem deutlich geringeren Verbrauchsniveau die Herausforderungen bei der Systemintegration und Bezahlbarkeit der erneuerbaren Energien leichter bewältigen.

Der Instrumentenkanon der Energieeffizienzpolitik

Information & Beratung: Zu dieser Instrumentenkategorie gehört neben der Bereitstellung von Informationen durch die öffentliche Hand auch die Förderung von Beratungsangeboten, z. B. der Vor-Ort-Beratung. In 2016 wird die Bundesregierung eine umfassende Kommunikationsstrategie umsetzen. Weiterhin wird es darauf ankommen, unterschiedliche Beratungsangebote, insbesondere Materialeffizienz- und Energieeffizienzberatungen, besser miteinander zu verknüpfen.

Finanzielle Förderung: Zum klassischen Förderinstrumentarium gehören insbesondere direkte Zuschüsse und zinsverbilligte Kredite in Verbindung mit Tilgungszuschüssen (etwa im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms) für Investitionen.

Ordnungsrecht: Ordnungsrechtliche Vorschriften auf nationaler oder EU-rechtlicher Grundlage beinhalten Ver- und Gebote, technische Standards sowie verpflichtende Produktkennzeichnungen. Beispiele sind die Vorgaben der EU-Gebäuderichtlinie und der EU-Ökodesignrichtlinie sowie national im Energiesparrecht festgelegte Energieeffizienzstandards für Gebäude. Wichtige Voraussetzung für die Effektivität ordnungsrechtlicher Instrumente ist die Sicherstellung ihres Vollzugs.

Preissteuerung: Preissteuernde Instrumente sind z. B. Energie-Abgaben und -Steuern sowie bestimmte Mautmodelle.

Mengensteuerung: Eine Mengensteuerung des Energieverbrauchs oder der Emissionen basiert auf Quoten oder Zertifikaten. Sie ist häufig mit einer Handelskomponente verbunden, wodurch die marktanreizende Wirkung gestärkt wird. Beispiele sind der EU-Emissionshandel oder die in vielen EU-Ländern bestehenden Energieeffizienz-Verpflichtungssysteme.

Forschung & Entwicklung: Eine breit angelegte und gut vernetzte Energieforschung ist wichtige Voraussetzung, um energieeffiziente Technologien zu erproben und an den Markt heranzuführen.

Die deutsche Energieeffizienzpolitik beruht auf einem breiten Instrumentenmix gemäß den Prinzipien Informieren, Fördern und Fordern. Mit dem NAPE hat die Bundesregierung zahlreiche zusätzliche Maßnahmen eingeführt. Gerade in den letzten Jahren ist das energieeffizienzpolitische Portfolio spürbar ausgeweitet worden. Im Ergebnis werden eine Vielzahl von Akteuren und Sektoren adressiert, „weiße Flecken“ werden an vielen Stellen dadurch kleiner. Auch der Blick auf andere Politikbereiche ist unabdingbar. So kann z. B. eine Effizienzerhöhung bei der stofflichen Nutzung von Rohstoffen auch Auswirkungen auf den Energieverbrauch haben. Entsprechend hat sich die Bundesregierung im 2016 fortgeschriebenen nationalen Ressourceneffizienzprogramm – ProgRess II – das Ziel gesetzt, Material- und Energieeffizienz stärker zu verlinken, um Synergien zu nutzen und Zielkonflikte zu identifizieren und – wo möglich – zu beheben.

Allerdings stellt sich mit Blick auf die künftige, langfristige Entwicklung des Energieverbrauchs die Herausforderung, wie das bisherige Instrumentarium weiterentwickelt werden kann (vgl. Kapitel 3). Auch wenn bestehende Maßnahmen weiterhin Wirkungen in Richtung Verbrauchseinsparungen entfalten werden, muss eine Weiterentwicklung und Ergänzung des Instrumentariums erfolgen. Darüber hinaus steht die Energieeffizienzpolitik vor teils bekannten, aber auch neuen Herausforderungen, die im Folgenden umrissen werden.

Spezifische versus absolute Energieverbrauchssenkungen

Während das Energiekonzept mit der Halbierung des Primärenergieverbrauchs bis 2050 eine absolute Zielvorgabe vorgibt, ist das Instrumentarium der Energieeffizienzpolitik in Deutschland vornehmlich auf spezifische Energieeinsparungen ausgerichtet (z. B. je gefahrenen Kilometer oder zu heizenden Quadratmeter). Wirtschafts- und Einkommenswachstum ermöglichen nicht nur Investitionen in Energieeffizienz, sondern führen häufig gleichzeitig zu einer steigenden Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen, die mit Energieverbrauch in Produktion, Bereitstellung und Nutzung verbunden sind. Im Ergebnis kann die absolute hinter der spezifischen Energieverbrauchssenkung zurückbleiben.

Ein Teilaspekt dieses Spannungsfelds sind so genannte Rebound-Effekte, die zur Minderung von Energieeinsparungen im Zuge von Energieeffizienzmaßnahmen führen (siehe Kasten). Prominente Beispiele für Rebound-Effekte finden sich etwa im Strom-, Gebäude- und Verkehrsbereich: So lädt beispielsweise eine energieeffizientere Beleuchtung zur häufigeren Nutzung ein, während energetisch sanierte Gebäude höhere Innenraumtemperaturen erschwinglich machen, sodass die Nachfrage nach Raumwärme steigt.

Sofern Verhaltensänderungen, die nach Effizienzmaßnahmen zu mehr Energieverbrauch führen, vermieden oder reduziert werden können, lassen sich deutlich höhere absolute Energieeinsparungen erzielen. Bisherige Instrumente der Energieeffizienzpolitik, die typischerweise auf spezifische Effizienzsteigerungen abzielen, leisten dies nur begrenzt. Ihre Weiterentwicklung sollte daher auch unter dem Gesichtspunkt der Verringerung möglicher Rebound-Effekte erfolgen.

Rebound-Effekte: Definition, Ausmaß, Lösungsansätze

Ein Rebound-Effekt im Zusammenhang mit der Energieeffizienzsteigerung liegt vor, wenn die Effizienzsteigerung eine vermehrte Nachfrage bzw. Nutzung bewirkt und dadurch die tatsächliche Einsparung gemindert wird. Aus ökonomischer Sicht lässt er sich dadurch erklären, dass die Nutzungskosten für Produkte sinken. Aber auch psychologische und regulatorische Faktoren, die das individuelle Verhalten beeinflussen, können dazu führen, dass die erwarteten Effizienzpotenziale nicht ausgeschöpft werden. Unterschieden werden die folgenden Arten von Rebound-Effekten:

- **Direkte Rebound-Effekte:** Nach einer Effizienzsteigerung kann eine Mehrnachfrage nach dem effizienteren Produkt bzw. der effizienteren Dienstleistung auftreten.
- **Indirekte Rebound-Effekte:** Nach einer Effizienzverbesserung kann der Energieverbrauch in Form von erhöhter Nachfrage nach anderen Produkten oder Dienstleistungen steigen, z. B. weil durch das effizientere Produkt finanzielle Mittel und somit Kaufkraft freigesetzt werden.
- **Gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte:** Aufgrund veränderter Nachfrage-, Produktions- und Verteilungsstrukturen infolge technologischer Effizienzverbesserungen kann eine vermehrte gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Energie entstehen.

Empirische Befunde deuten darauf hin, dass das Ausmaß von Rebound-Effekten je nach Handlungsbereich und Gestaltung der Effizienzmaßnahme stark variiert. Das Umweltbundesamt hat aktuell hierfür Studien auswerten lassen. Für verschiedene Energiedienstleistungen werden direkte konsumentenseitige Rebound-Effekte in der Größenordnung von 20 bis 30 Prozent ermittelt – d. h. die möglichen Einsparungen fallen um 20 bis 30 Prozent geringer aus. Hinzu kommen indirekte konsumentenseitige Rebound-Effekte, die sich auf durchschnittlich fünf bis 15 Prozent belaufen.

Energieeffizienzpolitische Instrumente sind in unterschiedlichem Maße sensibel für Rebound-Effekte. Gleichzeitig existieren flankierende Ansätze, die die Ausschöpfung von Potenzialen zur absoluten Minderung des Energieverbrauchs auch angesichts von Rebound-Effekten ermöglichen. Hierzu zählen etwa verbrauchsspezifische Steuern und Abgaben und mengensteuernde Systeme handelbarer Zertifikate.

Niedrigpreisumfeld

Grundsätzlich zu beachtende Hemmnisse auf dem Weg zu einem geringeren Energieverbrauch, wie der Rebound-Effekt, werden aktuell verschärft durch die ausgeprägten Preisrückgänge an wichtigen Energiemärkten: Der Ölpreis etwa ist im Frühjahr 2016 phasenweise auf unter 30 US-Dollar pro Fass gesunken und liegt auch aktuell mit 50 US-Dollar je Fass auf einem im langfristigen Vergleich niedrigen Niveau. Mit dem Rückgang der Energiepreise verringern sich die wirtschaftlichen Anreize zur Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen

Zwar ist nicht klar, welche Preisentwicklungen kurz-, mittel- und langfristig zu erwarten sind. Zweifelsohne ist aber festzustellen: Eine konsequente globale Klimaschutzpolitik auf Basis der Vereinbarung von Paris kann dazu beitragen, die Nachfrage nach fossilen Energieträgern dauerhaft zu verringern, und so die Preise fossiler Brennstoffe zu dämpfen.

Darüber hinaus gilt, dass auch bereits ein kurzfristiger Preisverfall langfristige Folgen für den Energieverbrauch haben kann, wenn das geringe Preisniveau zu Investitionen in langlebige Güter und Technologien führt, die weniger effizient sind (so genannte Lock-in-Effekte). Vor dem Hintergrund des aktuellen Preisumfelds und auch gerade angesichts von Preisunsicherheiten und -volatilitäten sollte das Instrumentarium der Energieeffizienzpolitik daher stärker mit Preisentwicklungen „atmen“ können und darüber hinaus hinreichend Elemente beinhalten, die unabhängig vom Preisniveau wirken.

Anreizeffekte niedriger Energiepreise – Beispiel Heizkesseltausch

Familie A. lebt in einem typischen Einfamilienhaus auf 150 m² Wohnfläche, das mit einem alten und überdimensionierten Heizölkessel beheizt wird. Pro Jahr verbraucht Familie A. durchschnittlich etwa 2.600 Liter Heizöl. Aufgrund der starken Schwankungen des Heizölpreises haben sie hierfür in den letzten 15 Jahren zwischen 1.250 Euro und 2.500 Euro pro Jahr gezahlt. Die alte Heizungspumpe verbraucht jährlich etwa 400 kWh Strom und belastet die Haushaltskasse zusätzlich mit knapp 120 Euro jährlich.

Ein neuer Pelletkessel mit optimaler Heizleistung hat einen auf den Heizwert bezogenen Jahresnutzungsgrad von über 85 Prozent. Zusätzlich wird das Heizungssystem hydraulisch abgeglichen und eine neue Heizungspumpe eingesetzt. Dieses Maßnahmenpaket spart jährlich Betriebs- und Brennstoffkosten von rund 400 bis 1.000 Euro ein. Darüber hinaus senken der hydraulische Abgleich und die neue Pumpe den Stromverbrauch um 300 kWh bzw. die Kosten um weitere knapp 90 Euro pro Jahr. Der neue Pelletkessel wird durch das Marktanzreizprogramm Erneuerbare Energien und das Anreizprogramm Energieeffizienz mit 4.200 Euro gefördert. Die Gesamtinvestition liegt bei 18.900 Euro, abzüglich der staatlichen Förderung von 4.200 Euro sind noch 14.700 Euro von Familie A. zu finanzieren.

Die Einsparungen setzen einen wichtigen Anreiz in der Investitionsentscheidung der Familie A., den Heizungstausch zu finanzieren. Bei hohen Brennstoffpreisen für Heizöl und Pellets wird die gesamte Investition bereits nach 13 Jahren vollständig aus den Einsparungen refinanziert. Sinken die Brennstoffpreise hingegen dauerhaft auf das aktuelle Niveau, so vergehen bis zur vollständigen Refinanzierung 28 Jahre. Damit gemeint ist eine Refinanzierung der gesamten Investitionskosten durch die im Zuge der genannten Maßnahmen gesunkenen Betriebs- und Brennstoffkosten. Tatsächlich müsste die alte Ölheizung langfristig ohnehin ersetzt werden. Die Refinanzierung allein der Mehrkosten für einen Pelletkessel gegenüber einer konventionellen Ölheizung ist deutlich schneller möglich.

Förderung bereits stark ausgebaut

Durch Fördermaßnahmen kann ein wirksamer Anreiz für mehr Energieeffizienz gesetzt werden. Förderung unterstützt private und gewerbliche Investoren bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Mit Förderanreizen können Investoren motiviert werden, besonders effiziente oder innovative Technologien zu nutzen, womit die Markteinführung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit dieser Technologien vorbereitet wird. Ein gutes Beispiel ist etwa das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, mit dem bereits heute die Einführung von z. B. Niedrigstenergiegebäuden gemäß EU-Gebäude-Richtlinie durch die Bundesregierung vorbereitet wird. Ähnlich treibt das Marktanzreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt durch seine Anforderungen die Nutzung und Entwicklung von Wärmetechnologien der erneuerbaren Energien voran. Die Förderpolitik wurde, nicht zuletzt mit dem NAPE, in den vergangenen Jahren deutlich gestärkt. Mittlerweile bestehen Förderangebote von Bund und Ländern für fast alle relevanten Akteure und Sektoren.

Die Wirkungen von Förderprogrammen sind aber nicht beliebig skalierbar – nicht allein aufgrund der Begrenztheit der Haushaltsmittel, die für diesen Zweck eingesetzt werden können. Im gewerblichen Bereich sind die Förderanreize (Fördersätze bzw. Förderintensitäten) zudem aufgrund beihilferechtlicher Rahmenbedingungen der EU auf ein bestimmtes Niveau beschränkt. Auch Förderprogramme für Effizienzmaßnahmen in privaten Haushalten unterliegen haushaltsrechtlichen Einschränkungen, z. B. hinsichtlich der Einbeziehung von Energieeffizienzdienstleistern. Dieser Rahmen eignet sich insbesondere dazu, zusätzliche Effizienzpotenziale dort zu erschließen, wo Ersatz- und Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Effizienzinvestitionen, die außerhalb der regulären Ersatz- oder Modernisierungszyklen anfallen, werden derzeit dagegen mit Fördermaßnahmen allein weniger effektiv angereizt. Die seit vielen Jahren relativ konstante Sanierungsrate im Gebäudebestand ist hierfür ein Beispiel.

Eine deutliche Steigerung der Nachfrage nach Effizienzmaßnahmen durch mehr Förderung würde eine weit höhere Förderintensität voraussetzen. Diese Politik wäre kaum bezahlbar, außerdem darf die Nutzung von Effizienzpotenzialen nicht allein vom Angebot öffentlicher Förderprogramme abhängig gemacht werden.

In der Gesamtschau ergibt sich somit ein deutlicher Weiterentwicklungsbedarf für die Energieeffizienzpolitik.

Leitfragen:

1. **Welche Maßnahmen sind in Ergänzung zum derzeitigen Instrumentarium der Energieeffizienzpolitik zur Zielerreichung (Halbierung des Primärenergieverbrauchs bis 2050) angemessen und sinnvoll?**
2. **Welche Instrumente eignen sich vorzugsweise zur Steigerung der Energieeffizienz in einem Umfeld niedriger Energiepreise?**

Weiterentwicklung der Energieeffizienzpolitik: Instrumentenkategorien

Vereinfacht lassen sich – kombinierbare – Optionen für eine Weiterentwicklung in Form verschiedener Instrumentenansätze darstellen, die auf den bisherigen Instrumentenmix aufbauen, jedoch durch neue Maßnahmen ergänzt und weiterentwickelt werden.

Mengensteuerung

Für den Bereich der standardisierbaren Technologien – bei dem die Transaktionskosten eher niedrig ausfallen – kann als exemplarisches Leitinstrument die Einführung eines Systems von handelbaren Energie-sparquoten (Weiße-Zertifikate-Modell) stehen. Letzteres könnte zielgenau auf den Endenergieverbrauch bezogen werden, der derzeit nicht vom Emissionshandel erfasst wird. Alternativ könnte auf Ebene des In-Verkehr-Bringens von Energieträgern (sog. Upstream-Ansatz) ein Einsparmodell, z. B. bezogen auf den Primärenergieeinsatz, eingeführt werden. Bei beiden Instrumenten werden die Energieeinsparwirkungen durch Rebound-Effekte oder das derzeitige Niedrigpreisumfeld grundsätzlich nicht beeinträchtigt. Zudem sind beide Ansätze marktkonform und führen zu einer kosteneffizienten Lösung, da die Entscheidung über die Durchführung einzelner Einsparmaßnahmen den Marktteilnehmern überlassen bleibt.

Ordnungsrecht

Im Gebäudebereich wäre eine Weiterentwicklung des Ordnungsrechts für den Bestand denkbar. Mindeststandards könnten auch dazu beitragen, einen ggf. drohenden Lock-in-Effekt z. B. beim Einbau von langlebigen, vergleichsweise ineffizienten Technologien zu vermeiden. Auch im Verkehrssektor können z. B. durch die geplante verpflichtende Berechnung und Ausweisung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs schwerer Nutzfahrzeuge auf der Grundlage zertifizierter Messwerte relevanter Komponenten weitere Einsparungen erzielt werden. Auf europäischer Ebene wird zudem diskutiert, mit welchen Maßnahmen eine Dekarbonisierung im Verkehrssektor bewirkt werden kann. Hierzu hat die EU-Kommission angekündigt, auch die Einführung von Effizienzstandards für Motoren für schwere Nutzfahrzeuge zu prüfen. Eine wichtige flankierende Funktion hat die Stärkung des Vollzugs des bisherigen Ordnungsrechtes, das vor allem durch das Energieeinsparrecht bei Gebäuden, die EU-Ökodesign- und Labelling-Richtlinien geprägt wird.

Preissteuerung

Preissteuernde Instrumente sind grundsätzlich marktkonform, gewährleisten Kosteneffizienz und entsprechen dem Verursacherprinzip. Sie haben zudem den Vorteil, dass der Anreiz zur Senkung des Energieverbrauchs mit jeder verbrauchten Energieeinheit gleich hoch bleibt. Mechanismen für die Anpassung an Schwankungen der Rohstoffpreise für Energieträger wären denkbar, etwa durch eine Indexierung von Steuersätzen. Dabei sind jedoch auch Auswirkungen auf das Steueraufkommen zu berücksichtigen. Resultierende Steuereinnahmen sollten zur Unterstützung von Maßnahmen zur Umsetzung der Energiewende, insb. im Bereich Energieeffizienz, eingesetzt werden. Als übergeordnetes, in allen Sektoren wirkendes Instrument der Preissteuerung sind sowohl eine Anpassung der bisherigen Energie- und Stromsteuer, die Einführung einer (ggf. europaweit erhobenen) CO₂-Steuer als auch Bonus-Malus-Systeme denkbar.

These 5: Marktlösungen und neue Dienstleistungen werden die Steigerung der Energieeffizienz beschleunigen und einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende leisten.

Mit Energieeffizienzmaßnahmen verbundene Investitionen setzen typischerweise Fachwissen und Erfahrungswerte voraus. Deswegen ist ein dynamischer Markt für professionelle Energieeffizienzdienstleistungen wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Steigerung der Energieeffizienz. Mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz hat die Bundesregierung Impulse für die Weiterentwicklung des Marktes für Energieeffizienzdienstleistungen gesetzt: So sind zum Jahresbeginn 2016 der Bürgschaftsrahmen und somit die Finanzierungsbedingungen für Contracting-Dienstleistungen verbessert worden.

Der Markt für Energieeffizienzdienstleistungen

Der Markt für Energiedienstleistungen umfasst die vier Produktgruppen Information, Beratung, Energiemanagement und Contracting. Im Wohngebäudebereich bestehen Angebote sowohl für Eigentümer als auch für Mieter. Auch für Unternehmen aller Größenklassen existieren zahlreiche Angebote, so etwa zur energetischen Optimierung von Produktionsanlagen. Rund 19 Prozent der Eigentümer von Wohnraum und mindestens 23 Prozent der KMU haben aktuell bereits eine hochwertige Energieberatung mit einer Vor-Ort-Analyse durch einen Berater in Anspruch genommen.

Energiemanagementsysteme sind insbesondere in Unternehmen verbreitet, die von einer Befreiung von energiebezogenen Steuern oder Umlagen profitieren. Immerhin 12 Prozent der Unternehmen mit 50 bis 249 Mitarbeitern verfügen inzwischen über ein zertifiziertes Energiemanagementsystem. Viele Unternehmen setzen darüber hinaus Energiecontrolling-Lösungen ein.

Im Bereich des Energieeinspar-Contractings ist die Bereitschaft von Immobilien- und Anlagenbesitzern, ihre Vermögensgegenstände an langfristige Verträge zu binden, nach wie vor begrenzt. Nur 1,6 Prozent aller KMU haben bisher ein umfassendes Energieeinspar-Contracting in Anspruch genommen. Stattdessen dominieren weiterhin die Angebote zum Energieliefer-Contracting.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass der Markt für effizienzsteigernde Energiedienstleistungen in Deutschland sowohl in der Breite als auch der Tiefe der Angebote grundsätzlich etabliert ist. Um sämtliche Marktpotenziale zu nutzen, muss der Rahmen für den Markt für Energieeffizienzdienstleistungen jedoch weiterentwickelt werden.

Dessen ungeachtet verbleiben strukturelle Hemmnisse, deren Abbau einen wichtigen Beitrag zur Entfaltung des Marktes für Energieeffizienzdienstleistungen leisten kann. Hierbei sind jedoch unterschiedliche Interessen zu beachten, so z. B. hinsichtlich der Finanzierung von Effizienzinvestitionen und der Möglichkeit, die Gewinne der Effizienzinvestitionen zu nutzen. Der bestehende rechtliche Rahmen löst dieses so genannte Investor-Nutzer-Dilemma häufig nicht auf: Bei manchen Maßnahmen obliegt die Entscheidung zu einer Investition in energieeffizienzsteigernde Maßnahmen den Eigentümern, die hierzu jedoch über unzureichende Anreize verfügen, da Energiekosten vom Nutzer zu tragen sind.

Mit Blick auf die konkrete Ausgestaltung der Rahmenbedingungen des Energiedienstleistungsmarktes gilt: Die Identifikation geeigneter und insbesondere innovativer Technologien und das Abwägen zwischen technologischen Alternativen – wo vorhanden – ist in erster Linie Aufgabe der Marktakteure. Finanziell tragfähig sind technologische Lösungen langfristig nur, wenn eine entsprechende gewinn- und nutzenmotivierte Nachfrage für sie besteht. Deswegen sollte die Energieeffizienzpolitik künftig noch stärker technologieoffen ausgestaltet werden. In der Ausgestaltung könnten etwa wettbewerbliche Ausschreibungsmodelle stärker zum Einsatz kommen.

Darüber hinaus halten wir es auch für erforderlich, zu überprüfen, wie und in welchen Bereichen eine Standardisierung auf nationaler, aber auch auf europäischer Ebene als Voraussetzung eines grenzüberschreitenden Binnenmarktes für Energieeffizienzdienstleistungen erfolgen sollte. Eine gestiegene Markttransparenz und standardisierte Geschäftsmodelle (z. B. für Bilanzierung, Messung von Energieeinsparungen, Kostenverteilung) könnten zu einer Senkung von Transaktionskosten und Risiken, und somit zu einer leichteren Finanzierung von Investitionen in Energieeffizienz, beitragen.

Leitfragen:

1. Welche Instrumente sind besonders geeignet, um Energiedienstleistungen zur Steigerung der Energieeffizienz anzureizen?
2. In welchen Bereichen ist eine Standardisierung vorteilhaft oder erforderlich, um den Markt für Energieeffizienzdienstleistungen zu entwickeln?

4.3 Energieeffizienzpolitik auf europäischer Ebene

These 6: Eine effektive Energieeinsparpolitik auf europäischer Ebene funktioniert am besten mit klaren Zielvorgaben.

Nicht nur auf nationaler Ebene, sondern auch EU-weit gilt: ein nachhaltiges Energieversorgungssystem und eine erfolgreiche Dekarbonisierungsstrategie kann es nur geben, wenn zusätzliche Energieeinsparungen realisiert werden. Dies erfordert ein enges Zusammenspiel zwischen der europäischen und der nationalen Ebene zur Koordinierung der Energieeinsparanstrengungen („Governance“). Diese Koordinierung umfasst im Wesentlichen drei Bereiche: 1) Zielvorgaben und Zuordnung von Beiträgen zur Zielerfüllung; 2) die Wahl des geeigneten Instrumentariums; sowie 3) die Entwicklung der Märkte für Energieeffizienzdienstleistungen.

Derzeit bestehen indikative europäische Einsparziele für die Jahre 2020 und 2030. Die Umsetzung des 2020-Ziels beruht auf einem System freiwilliger Beiträge der Mitgliedstaaten. Ob dieser Ansatz auch für das 2030-Ziel fortgeschrieben werden soll, ist noch nicht abschließend entschieden. Auch die Beiträge zur Zielerreichung des 2030-Ziels durch die weiteren Energieeffizienzrichtlinien (z. B. für Gebäude, Produkte und PKW) und der als Querschnittsmaßnahme konzipierten Energieeffizienzrichtlinie (EED) sind noch abzuschätzen. Die Umsetzung der Richtlinien obliegt den Mitgliedstaaten. Auch orientieren sich die Richtlinienwerte an Einsparungen gegenüber einer Referenzentwicklung. Das aktuelle Koordinierungssystem garantiert Flexibilität in der Instrumentenwahl und Steuerung, birgt aber das Risiko von Zielverfehlungen und kann zu Friktionen zwischen Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission führen.

Die Handlungsoptionen lassen sich anhand zweier Varianten darstellen:

- a) Fortführung des Status quo: indikative Ziele verbunden mit einem Mix aus europäischen und nationalen Instrumenten;
- b) verbindliche Zielaufteilung/Effort sharing und verbindliche europäische Instrumente zur Zielerfüllung.

Zu berücksichtigen wären bei b) der wohl größere politische Aufwand und mögliche Zeitverzögerungen, die bei den Verhandlungen und der Implementierung verbindlicher Ziele und Mechanismen zu erwarten wären. Der derzeitige Ansatz hätte den Vorteil, die Energieeinsparpolitik enger an nationale Gegebenheiten anpassen zu können, und ließe mehr Spielraum, geeignete nationale Instrumente zu nutzen. Er würde damit eher dem Subsidiaritätsprinzip gerecht. Fraglich ist allerdings, ob so die Zielerreichung ausreichend sichergestellt werden kann. Mit einem harmonisierten Politikansatz könnte eine eindeutige Zielaufteilung und Sicherstellung der Zielerfüllung durch gestärkte und klar strukturierte europäische Mechanismen eher garantiert werden als im Status quo.

Leitfragen:

1. Welche Vor- und Nachteile sprechen für eine Stärkung der Gemeinschaftsebene bei der Umsetzung des europäischen Energieeffizienzziels 2030?
2. Sollte das EU-Effizienzziel 2030 über die bestehenden Richtlinien und politischen Beschlüsse hinaus verbindlicher ausgestaltet werden?

These 7: Die verstärkte Nutzung von EU-Gemeinschaftsinstrumenten unterstützt und verstärkt die nationalen Energieeffizienz-Instrumente.

Mit anspruchsvolleren Zielvorgaben werden voraussichtlich zusätzliche Instrumente benötigt, um die jeweiligen Energieeinsparziele zu erreichen. Neben der Frage, welche Instrumente dafür geeignet sein könnten, muss auch geklärt werden, auf welcher Ebene diese anzusiedeln sind. Die Nutzung von „Gemeinschaftsinstrumenten“ würde die europäische Dimension der Energieeinsparpolitik stärken und könnte dazu beitragen, Wettbewerbsverzerrungen zu

vermeiden. Dafür sehen wir zwei Ansätze, die auch miteinander kombiniert werden könnten: erstens die Ausweitung und Weiterentwicklung bestehender regulatorischer Instrumente, wie Ökodesign und Labelling, und zweitens die Einführung neuer Instrumente, wie z. B. zur Reduzierung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs schwerer Nutzfahrzeuge.

Ökodesign und Labelling haben sich als sehr erfolgreiche Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz bewährt. Beide Instrumente sind für ca. 80 Prozent der in Deutschland durch staatliche Maßnahmen veranlassten Strom einsparung verantwortlich. Eine Ausweitung und Weiterentwicklung dieser Instrumente hätte eine große Hebelwirkung für weitere Energieeinsparungen auch in Deutschland.

Die stärkere Nutzung von Gemeinschaftsinstrumenten bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Wettbewerbsverzerrungen zwischen den Mitgliedsländern bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zu vermeiden.

Leitfragen:

1. **Welche gemeinschaftsweiten Instrumente sollten gestärkt bzw. welche zusätzlichen Gemeinschaftsinstrumente könnten auf EU-Ebene eingerichtet werden, die geeignet sind, die deutschen Effizienzziele zu unterstützen?**
2. **Welche in Deutschland eingesetzten Instrumente sind besonders geeignet, auf EU-Ebene übertragen zu werden, um europaweit neue Energieeinsparungen anzuregen?**

4.4 Sektorkopplung

Bei der Sektorkopplung bedient das Stromangebot die Nachfrage nach Energie in Haushalten (Wärme und Kälte) und Verkehr (Antrieb) sowie in Industrie und GHD (Wärme, Kälte und Antrieb). Sektorkopplung trägt zu den Zielen der Energiewende bei, wenn Strom aus erneuerbaren Energien energieeffizient eingesetzt wird und dadurch fossile Energieträger ersetzt werden. Sektorkopplung platziert marktbasierend neue reguläre Verbraucher am Strommarkt. Sie kann nachfrageseitige Flexibilität für den Strommarkt bereitstellen und dabei auch bei Netzengpässen systemdienlich

wirken, sollte aber nicht als zielgerichtetes Instrument zur Abnahme von „Überschussstrom“ missverstanden werden. Für die energiewendetaugliche Sektorkopplung soll mittel- bis langfristig Strom aus erneuerbaren Energien zum Einsatz kommen.

These 8: Die Dekarbonisierung der Sektoren Privathaushalte, GHD, Industrie und Verkehr erfordert den Einsatz von Strom aus CO₂-freien, erneuerbaren Quellen.

Die Sektorkopplung ist erforderlich, um die weitgehende Dekarbonisierung in allen Sektoren möglichst effektiv und wirtschaftlich voranzubringen. Damit trägt sie im Zusammenspiel mit klassischen Energieeffizienzmaßnahmen und der direkten Erzeugung von Wärme und Antriebsenergie (z. B. durch Biomasse oder Solarthermie) zur Senkung von Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch bei. Allein durch Effizienzmaßnahmen und den direkten Einsatz erneuerbarer Energien in den einzelnen Sektoren lassen sich nach heutigem Kenntnisstand die jeweiligen Sektoren nicht dekarbonisieren. Um die Dekarbonisierung dennoch zu erreichen, ist der Einsatz von erneuerbarem Strom in allen Sektoren notwendig.

Es gilt, für den Prozess der zunehmenden Sektorkopplung frühzeitig geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen, damit die nötigen Anforderungen an Effizienz, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit erfüllt werden.

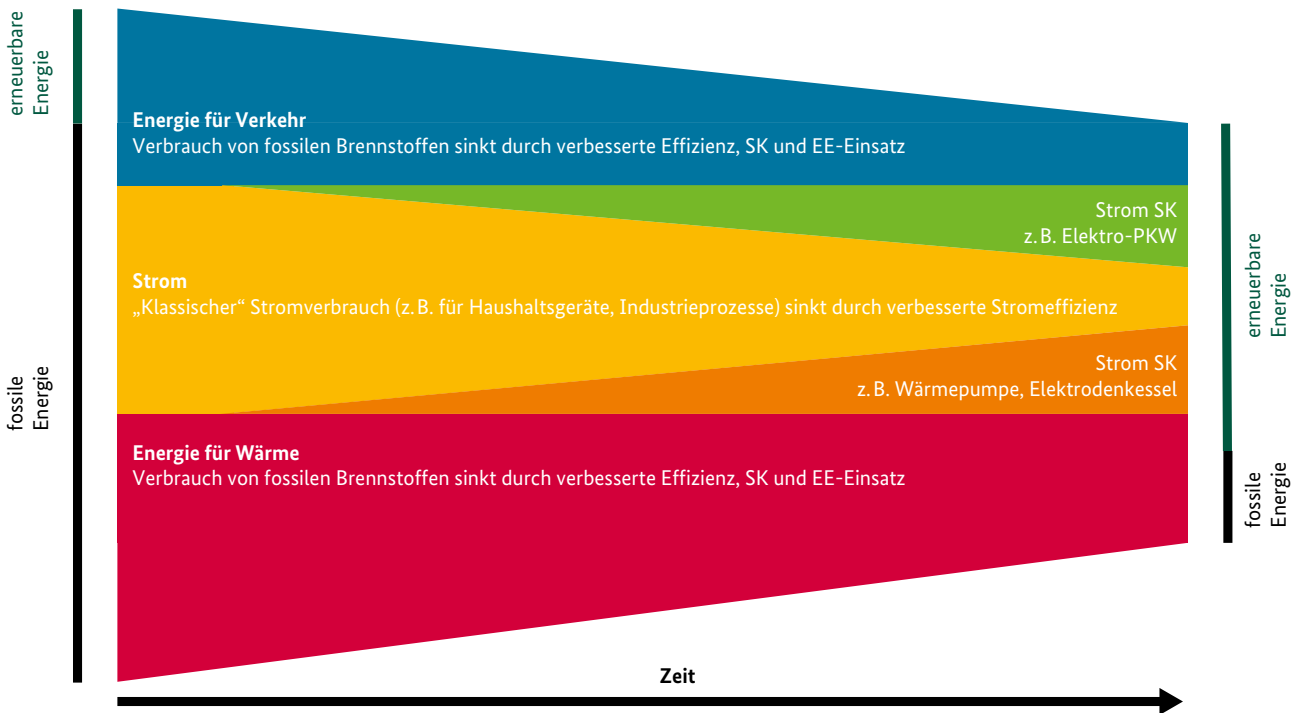
Leitfrage:

Gibt es Alternativen zur Nutzung von Strom aus CO₂-freien, erneuerbaren Quellen zur Dekarbonisierung der Sektoren Privathaushalte, GHD, Industrie und Verkehr?

These 9: Bei der Sektorkopplung werden vorrangig solche Technologien verwendet, die Strom effizient in Wärme, Kälte oder Antrieb umwandeln und somit mit wenig erneuerbarem Strom möglichst viele Brennstoffe ersetzen.

Auch Strom aus erneuerbaren Energien ist ein knappes Wirtschaftsgut und verursacht Flächen- und Ressourcenverbrauch sowie Kosten für Erzeugung, Verteilung (Netze) und Speicherung. Sinkt der Endenergiebedarf nicht, würde der Bedarf an erneuerbar generiertem Strom massiv anstei-

Abbildung 7: Sektorkopplung (SK) und Energieverbrauch



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an IWES et al. (2015). Klassische Effizienzmaßnahmen (z. B. Gebäudesanierung, Einsatz effizienter Geräte) und Sektorkopplung reduzieren insgesamt den Endenergieverbrauch, direkte Nutzung von erneuerbaren Energien (z. B. Solarthermie) und Sektorkopplung erhöhen den Anteil erneuerbarer Energien insgesamt am Endenergieverbrauch.

gen und die Gesamtkosten der Energiewende erhöhen. Hinzu kommt, dass durch den vermehrten Einsatz von fluktuierenden erneuerbaren Energien auch der Bedarf von Flexibilität auf der Angebots- und der Verbrauchseite steigen kann.

Es gilt dabei der Grundsatz „*Efficiency First*“ als Planungsprinzip. Je geringer der Bedarf an Wärme in Industrie, GHD sowie Haushalten und je geringer der Bedarf an Antriebsenergie im Verkehrssektor ist, umso geringer ist auch der Bedarf an Energie aus erneuerbaren Energien, der für diese Bereiche zur Verfügung gestellt werden muss, und damit die Kosten, die hieraus entstehen.

Bereits jetzt kommen vielfach stromnutzende Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung und zur Bereitstellung von Antriebsenergie zum Einsatz. Dabei sind zwei Arten möglich. Während zum Beispiel Klimaanlage oder elektrische Motoren Strom in Wärme, Kälte oder Antriebsenergie wandeln, erschließen andere mit Hilfe von Strom zusätzlich weitere erneuerbare Energien. So machen beispielsweise elektrisch betriebene Wärmepumpen Umweltwärme nutzbar.

Nicht jede Sektorkopplungstechnologie, die Strom in Wärme, Kälte oder Antriebsenergie umwandelt, nutzt Strom gleich effizient. Insbesondere Technologien, die mehrere Umwandlungsschritte voraussetzen, wie etwa die Umwandlung von Strom zunächst in Gas, das dann wiederum zur Wärmeenergie oder als Antriebsenergie genutzt werden soll, sind derzeit weniger effizient. Bei Anwendungen, die zur zusätzlichen Erschließung von erneuerbaren Energien führen, wie zum Beispiel Wärmepumpen, die Umweltwärme erschließen, wird der Dekarbonisierungseffekt durch den Einsatz von erneuerbar erzeugtem Strom weiter verstärkt. Aber auch zwischen den stromnutzenden Erzeugungstechnologien gibt es Unterschiede. So ist etwa die Jahresarbeitszahl von Wärmepumpen abhängig von der Art (Luft- oder Erd-Wärmepumpe), den berücksichtigten Qualitätsstandards, der Einstellung, dem Anwendungsgebiet (Nieder- oder Hochtemperatur) und der Temperatur der Wärmequelle der Wärmepumpe.

Um den zusätzlichen Bedarf an erneuerbarem Strom und die damit verbundenen Kosten so gering wie möglich zu halten, sollten grundsätzlich die Technologien verwendet werden, die Strom effizient in Wärme, Kälte oder Antrieb

Abbildung 8: Darstellung verschiedener Sektorkopplungstechnologien

	Haushalte / GHD	Wärmenetze	Verkehr	Industrie	
Power-to-Heat	Wärmepumpen, direktelektrische Heizung	Großwärmepumpe, Elektrodenkessel		Prozesswärmeerzeugung in Elektrodenkesseln, Heizstab, Lichtbogen etc.	← Sektorkopplungs-technologien
	Heizkessel (Erdgas und Heizöl)	Heizkessel (Erdgas und Heizöl)		Direktverbrennung (Erdgas)	← Substituierte Technologie und Energieträger
Power-to-Gas	Verbrennung in Heizkesseln und KWK-Anlagen	Verbrennung in Heizkesseln und KWK-Anlagen	Brennstoffzelle, Verbrennungsmotor, Gasturbine	Prozesswärmeerzeugung, stoffliche Nutzung	
	Erdgas	Erdgas	Verbrennungsmotor (Benzin, Diesel, Erdgas)	Erdgas und Kohle	
Power-to-Liquid	Verbrennung in Heizkesseln		Verbrennungsmotor, Gasturbine	Stoffliche Nutzung	
	Heizöl		Verbrennungsmotor (Benzin, Diesel, Kerosin)	Erdöl-Derivate	
Direktelektrische Antriebe			Elektro-PKW, Elektro-Zweiräder, elektrisch betriebener leichter Nutzverkehr und Busse, Schienenverkehr, Oberleitungs-LKW, Oberleitungs-Busse Verbrennungsmotor (Benzin, Diesel, Erdgas)		
Strombasierte neue Verfahren				Neue Verfahren (Plasma etc.)	
				Diverse konventionelle Verfahren	

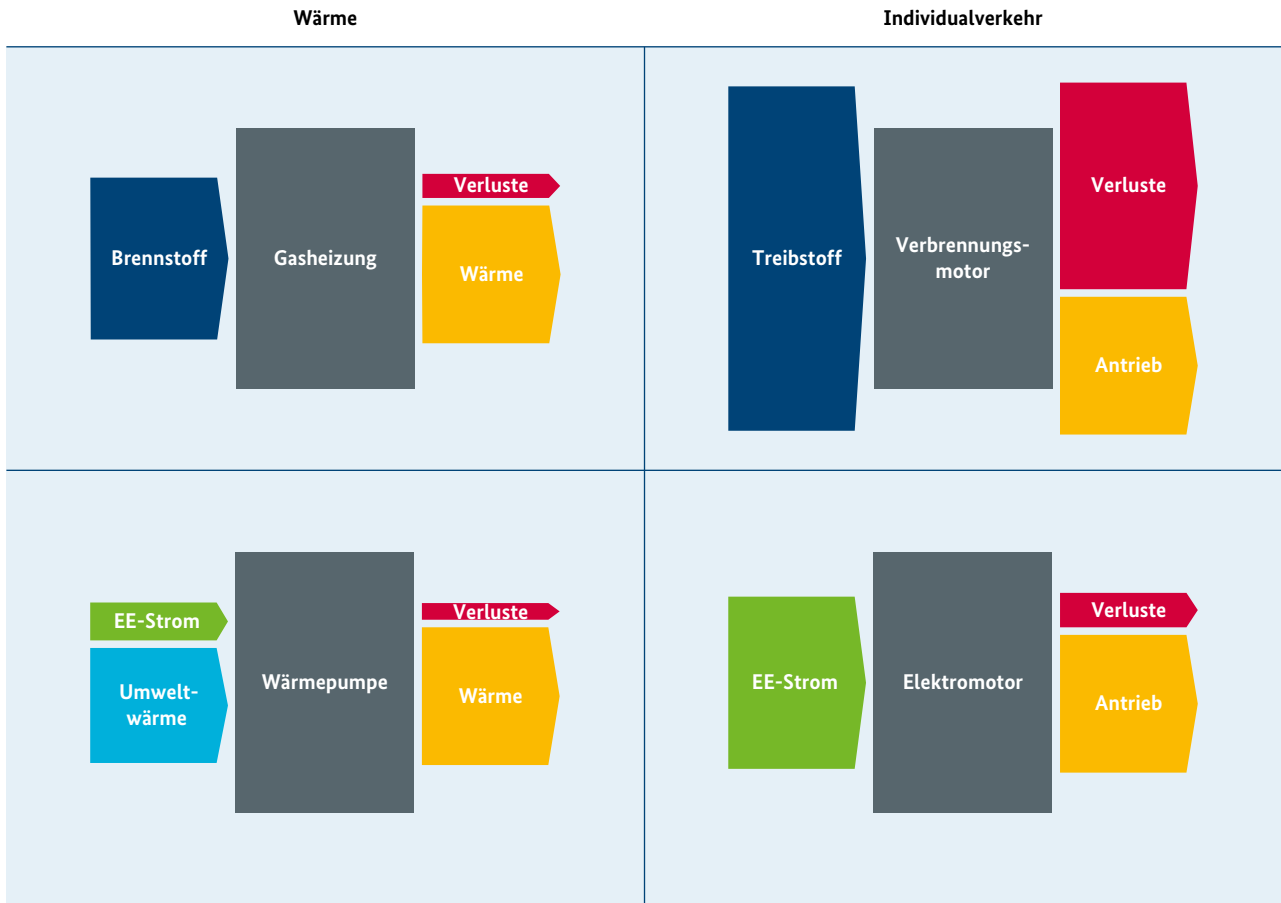
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ifeu und Fraunhofer ISI

umwandeln oder die mittels Strom möglichst viel erneuerbare Energien erschließen und somit mit wenig erneuerbarem Strom möglichst viele Brennstoffe ersetzen. Nach heutigem Kenntnisstand gilt dies vor allem für hocheffizient eingesetzte Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge. Beide benötigen vergleichsweise wenig Strom. Sie können einen großen Beitrag für die Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung im Wärme- und Verkehrssektor leisten. Andere Technologien, wie zum Beispiel Elektrokessel und Heizstäbe oder Elektrolyseure (Power-to-Gas) kommen wegen ihres sehr viel höheren Strombedarfs nur zum Einsatz, wo (noch) keine effizienteren Technologien zur Verfügung stehen. Dies gilt etwa für die Deckung des Bedarfs an Hochtemperaturwärme in der Industrie. Auch bei sehr geringen Jahresnutzungsstunden oder einem nur sehr geringen Wärmebedarf kann unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten der Einsatz von weniger effizienten Technologien im Einzelfall sinnvoll sein. Im Verkehrssektor dürften synthetische Kraftstoffe wegen des um ein Vielfaches höheren

Stromverbrauchs bei ihrer Herstellung derzeit insbesondere dort zum Einsatz kommen, wo die Verwendung von direktelektrischen Antrieben technisch oder ökonomisch nicht sinnvoll ist. Gleichwohl sollte der Einsatz dieser innovativen Kraftstoffe in dem notwendigen umfassenden Ansatz zur Emissionsminderung im Verkehr sorgfältig mitbedacht werden.

Rahmenbedingungen und Instrumente müssen so gestaltet werden, dass technische, ökonomische oder politische Lock-in-Effekte zugunsten weniger effizienter bzw. weniger wirksamer Sektorkopplungstechnologien vermieden werden. Ein technologieneutraler Ansatz gewährleistet dabei, dass im Wettbewerb die effizienteste Technologie zuerst eingesetzt wird. Dabei gilt es, technologische Fortschritte, Investitionszyklen und Infrastrukturkosten zu beachten und für das Gesamtsystem eine Balance zwischen technischer und ökonomischer Effizienz zu erreichen, die es auch Unternehmen ermöglicht, Geschäftsmodelle zu verwirklichen. Auch

Abbildung 9: Beispiel Wärmepumpen und Elektromobilität: Wenig Strom ersetzt möglichst viele Brennstoffe



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an IWES et al. (2015)

eine verstärkte Erforschung und Erprobung innovativer Umwandlungstechnologien kann zu einer Verbesserung der Wirkungsgrade beitragen. Durch diesen ganzheitlichen Ansatz kann eine solche Entwicklung befördert werden.

Leitfragen:

1. Welche Instrumente sind geeignet, um bei der Sektorkopplung Pfadabhängigkeiten, die zu einer ökonomisch ineffizienten Nutzung von Strom führen, zu vermeiden?
2. Mit welchen konkreten Anwendungen und in welchem Umfang kann Sektorkopplung zur Dekarbonisierung beitragen?

These 10: Sektorkopplung bietet günstige nachfrageseitige Flexibilität zum Ausgleich des fluktuierenden Stromangebots aus erneuerbaren Energien.

Sowohl im Wärmebereich als auch im Verkehrssektor bestehen Potenziale für die Verschiebung und Zuschaltung von Lasten, um das fluktuierende Angebot aus erneuerbaren Energien relativ kostengünstig auszugleichen. Höhere Kosten entstehen derzeit durch die Umwandlung von Strom in andere Energieträger (z. B. Wasserstoff, Methan). Wärmespeicher können Energie zu einem Bruchteil der Kosten von anderen Technologien speichern. Im Verkehrsbereich können intelligente Ladestrukturen für Elektromobile Flexibilität ermöglichen. Diese Lastmanagementpotenziale können durch eine intelligente Ausgestaltung der Sektorkopplung genutzt werden. Somit werden Synergien

zwischen der Sektorkopplung und dem Strommarkt 2.0 gehoben und die Kosten im Stromsektor für Flexibilitätsoptionen sowie damit letztlich auch die Gesamtkosten der Energiewende gesenkt. Sektorkopplungstechnologien sollten daher möglichst flexibel sein und, wo immer sinnvoll, im Zusammenspiel mit Speichern eingesetzt werden, damit sie entsprechend systemdienlich betrieben werden können.

Selbstverständlich muss die Nutzung von Sektorkopplungstechnologien in den einzelnen Sektoren nutzeradäquat ausgestaltet sein: Beispielsweise kann die Ladung von E-Mobilen nicht nur dann erfolgen, wenn das Stromangebot aus erneuerbaren Energien groß ist. „Mobilität“ muss dann verfügbar sein, wenn sie vom Verbraucher benötigt wird. Zusätzlich müssen Aspekte wie verfügbare Reichweite und Finanzierungsmodelle für die nötige Infrastruktur berücksichtigt werden. Auch im Wärmebereich ist eine nutzeradäquate Umsetzung maßgeblich: Verbraucher müssen Wärme und Kühlung nach ihrem eigenen Bedarf nutzen können und nicht nur in Momenten, in denen dies systemdienlich wäre. Dabei ist auch zu beachten, dass eine flexible Fahrweise von Produktionsprozessen zu Effizienzverlusten führen kann, aber auch positive Auswirkungen auf die Energieeffizienz haben kann.

Wenn der Einsatz von Sektorkopplungstechnologien möglichst systemdienlich erfolgt, schlägt sich dies in geringeren Gesamtsystemkosten nieder. Erfolgt der Einsatz hingegen nicht systemdienlich, können die Kosten für Netzausbau und -betrieb sowie Spitzenlastkapazität unnötig stark steigen. Durch die Sektorkopplung darf der Bedarf an Flexibilität nicht unnötig verstärkt werden. Der systemdienliche Einsatz wird im Strommarkt 2.0 über die Strompreissignale inklusive der Netzentgelte angereizt. Damit die Verbraucher auf Strompreissignale reagieren können, müssen gewisse Voraussetzungen erfüllt sein. Beispielsweise sollte die Anlagenauslegung eine gewisse Flexibilität erlauben, die Anlage sollte über entsprechende Schnittstellen bzw. Smart Meter steuerbar sein und der Stromliefervertrag sollte eine Reaktion auf das Strompreissignal ermöglichen. Inwiefern die Flexibilität dann im täglichen Betrieb genutzt wird, ergibt sich aus den Nutzerpräferenzen, Produktionsanforderungen und dem Wettbewerb der Flexibilitätsoptionen. Auf diese Weise können Sektorkopplung und die Erfordernisse des Strommarktes gemeinsam gedacht werden.

Leitfrage:

Wie kann gewährleistet werden, dass im Rahmen der Sektorkopplung die Bereitstellung von Flexibilität für den Strommarkt auf Basis effizienter Technologien erfolgt?

These 11: Jeder Sektor leistet einen angemessenen Beitrag zu den Kosten der Dekarbonisierung.

Sektorkopplung muss wirtschaftlich erfolgen, d. h. die gesamt- und betriebswirtschaftliche Kosteneffizienz ist zu berücksichtigen. Sie bietet die Chance, Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch sowie durch zusätzliche Flexibilitätspotenziale die volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende insgesamt zu senken. Davon profitieren alle Wirtschaftsakteure. Aus volkswirtschaftlicher Sicht sollten Energieverbrauchsreduktionen und Treibhausgas-Minderungen durch die kosteneffizienteste Vermeidungsoption für den jeweiligen Anwendungsbereich erreicht werden. Dabei gilt es, das Gesamtsystem zu berücksichtigen. Insbesondere bei der Abwägung der Notwendigkeit staatlicher Fördermaßnahmen für die Markteinführung spezifischer Technologien – durch direkte Förderung oder durch Ausnahmetatbestände – ist dies zu berücksichtigen. Grundsätzlich sollte bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen ein technologieoffener und flexibler Ansatz verfolgt werden. Dabei ist zu beachten, dass ein Lock-in in ineffiziente Sektorkopplungstechnologien vermieden wird. Die Entscheidung zwischen den Dekarbonisierungsoptionen wird durch die Marktakteure auf Basis des Preises getroffen. Dies setzt voraus, dass staatlich induzierte Preisbestandteile fossiler und erneuerbarer Energieträger die relevanten Kosten widerspiegeln und energiewendetaugliche Entscheidungen begünstigen.

Damit die notwendigen Investitionen realisiert werden, muss der Einsatz von Sektorkopplungstechnologien auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht realisierbar sein. Das heißt, deren Verwendung muss für die Nutzer selbst wirtschaftlich sein. Dafür muss eine Refinanzierung der Investitionen auf Basis solider Geschäftsmodelle erfolgen können und Planungssicherheit bestehen. Aus Gründen der Verteilungsgerechtigkeit ist es von zentraler Bedeutung, dass die jeweiligen Sektoren einen fairen Beitrag zu den Kosten der Dekarbonisierung liefern. Daher müssen Lösungen gefunden werden, wie auch die Sektoren Privathaushalte, GHD, Industrie und Mobilität, die Strom einsetzen,

einen Beitrag zur Umstellung der Stromerzeugung von fossilen auf erneuerbare Quellen leisten.

Leitfragen:

1. **Mit welchen Instrumenten können frühzeitig Investitionen in technisch und ökonomisch effiziente und flexible Infrastrukturen (z. B. aus erneuerbaren Energien gespeiste effiziente Wärmenetze) angestoßen werden?**
2. **Wie können in den verschiedenen Sektoren die Wettbewerbsbedingungen zwischen erneuerbarem Strom und fossilen Brennstoffen verbessert werden? Und wer sollte diese wann festlegen?**

4.5 Digitalisierung

These 12: Die Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten für Mehrwertdienste und Effizienzdienstleistungen.

Die Digitalisierung schafft neue Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz. Nicht nur sollten Schlüsseltechnologien wie etwa die Breitbandversorgung energieeffizient umgesetzt werden. Vielmehr eröffnen Digitalisierung und kontinuierliche Verbrauchserfassung neue Möglichkeiten der Analyse, Nutzerinformation und Entwicklung darauf basierender Mehrwertdienste und (Finanzierungs- und Beratungs-) Dienstleistungen für Energieeffizienz, die in dieser Form zuvor technisch-organisatorisch unmöglich oder (zu) teuer waren. Ebenso ermöglicht die Digitalisierung neue Formen der Organisation und Steuerung industrieller Produktionsprozesse (Industrie 4.0), die für eine Optimierung des Energieeinsatzes und Stärkung der Energieeffizienz genutzt werden können. Im Verkehrssektor kann die Digitalisierung und Vernetzung der Fahrzeuge untereinander und mit der Verkehrsinfrastruktur zu einem flüssigeren Verkehr beitragen. Auch können neue Mobilitätsangebote und eine intelligentere Kombination verschiedener Transportmittel zur Emissionsminderung im Verkehrssektor maßgeblich beitragen.

Automatisierte Verbrauchserfassungen und gerätescharfes Nutzer-Feedback können die Grundlage dafür schaffen, dass die individuellen Einsparpotenziale erkannt, quantifiziert, mit neuen Geschäftsmodellen unterlegt und so individuell erschließbar oder kommerziell nutzbar gemacht wer-

den. Dies schafft neue Chancen z. B. für die Entwicklung des Marktes für Energiespar-Contracting.

Eine digitale Nutzer-Infrastruktur könnte mehrere Innovationen hervorbringen wie z. B.:

- eine kontinuierliche, vollautomatisierte und individualisierte Energieberatung ohne wesentliche Zusatzkosten für die Anbieter von Beratungsleistungen („Grenzkosten nahe null“),
- eine Quantifizierung von direkten Rebound-Effekten – inkl. etwaiger Tipps zu ihrer Begrenzung,
- die Kombination einer individualisierten Energieberatung mit Finanzierungs-Angeboten zur Ermöglichung von Effizienzinvestitionen.

Weiterhin können digitale Messtechniken auch dazu beitragen, neue erfolgsabhängige Fördermaßnahmen zu etablieren. Bislang sind erfolgsabhängige Instrumente die Ausnahme, da die erzielten Energieeinsparungen nur mit großem Aufwand individuell erfasst werden können. Neue, automatisierte Systeme können – bei Einhaltung hoher Datenschutzstandards – Abhilfe schaffen. Dies betrifft auch die besonders kostengünstig zu hebenden Einsparmöglichkeiten, wie Verhaltensänderungen oder auch die Durchführung von Wartungsmaßnahmen.

Beispiel „Pilotprogramm Einsparzähler“: Chancen der Digitalisierung für mehr Energieeffizienz nutzen

Ziel des neuen Förderprogramms „Einsparzähler“ des BMWi ist es, Verbraucher in Haushalten, im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie in der Industrie durch Einsatz digitaler Messsysteme bei der Ermittlung und Nutzung von Optionen zur Verminderung des Energieverbrauchs zu unterstützen. Dafür werden innovative und IT-basierte Pilotprojekte gefördert. Teilnehmen können Unternehmen, die Einsparzähler entwickeln und ihre Anwendung bei Endverbrauchern (freiwillig teilnehmenden Endkunden) demonstrieren. Der Endverbraucher soll durch auf seinen individuellen Geräte- bzw. Anlagenbestand zugeschnittene Energieverbrauchsinformationen und Energiespartipps in die Lage versetzt werden, einzuschätzen:

- wie hoch die Stromverbräuche unterschiedlicher Geräte sind (Identifikation von „Energiefressern“ und Kostentreibern),
- wie und in welcher Höhe mit einfachen Maßnahmen Energie und Kosten eingespart werden können,
- wie viel Energie- und Kostenersparnisse tatsächlich erzielt wurden,

und auf dieser Grundlage Entscheidungen über Energieeinsparmaßnahmen treffen.

Der Fokus dieses Projekts liegt in der Pilotphase 2016 – 2018 bei der Entwicklung und Anwendung von für die Energiewende erforderlichen (IT-basierten) Innovationen zum Energiesparen. Zusätzlich sollen Mehrwertdienste wie Lastmanagement zur Sektorkopplung oder privatwirtschaftliche Finanzdienstleistungen für Energieeffizienz erprobt und angereizt werden.

Leitfragen:

1. **Wie können die neuen Möglichkeiten zur Verbrauchserfassung, Nutzerinformation und die Mehrwertdienste für Effizienz durch die Digitalisierung erschlossen werden?**
2. **Wie kann die Erfassung individueller Energieeinsparungen für Förderansätze genutzt werden, die technologieoffene Lösungen zulassen und tatsächlich erzielte Einsparerfolge stärker berücksichtigen?**

These 13: Digitalisierung und der Einsatz von erneuerbaren Energien verändern die Kostenstruktur der Energieerzeugung – eine langfristig angelegte Effizienzstrategie muss dies berücksichtigen.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien führt in Verbindung mit dem Einsatz digitaler Steuerungstechnologien zu einer grundlegenden Transformation des Energiemarkts. Das System der Zukunft beruht mehr und mehr auf einer vernetzten und dezentralen Form der intelligenten Steuerung von Energieverbrauch und -erzeugung.

Daraus ergeben sich aber auch Folgen für die Anreizstruktur für einen sparsamen und effizienten Umgang mit Energie. Denn die Nutzung erneuerbarer Energien zur Bereitstellung von Wärme wie auch Wind- und Sonnenstrom verursachen mit Ausnahme von Biomasse keine Brennstoffkosten. Die Bedeutung der „operativen Kosten“ für Treib- und Brennstoffe der zukünftigen Energieerzeugung nimmt daher ab und die Bedeutung von fixen Kapitalkosten zu. Daraus könnte sich in den Geschäftsmodellen der Energieversorger die Tendenz ergeben, den Anteil der Grundfinanzierung für die Bereitstellung von Energie zu erhöhen, den verbrauchsabhängigen Anteil jedoch zu verringern. Die Entwicklung von „Flatrate“-Geschäftsmodellen für den Energiebereich erscheint durchaus denkbar. Diese Entwicklung muss bei der weiteren Ausgestaltung der Energieeffizienzpolitik berücksichtigt werden. Sie bietet Chancen und Risiken für das Ziel des Energiesparens. So könnten zum Beispiel gestufte Vermarktungsmodelle, mit besonders günstigen Konditionen für geringe Verbrauchsmengen, auch zu einer Verstärkung des Anreizes für Energieeffizienz beim Endverbraucher führen. Vermieden werden muss hingegen, dass neue Geschäftsmodelle zu einem achtlosen Umgang mit Energie beim Endnutzer führen.

Leitfragen:

1. **Welche Vermarktungsmodelle für das Energieangebot entstehen durch die Digitalisierung?**
2. **Welche Chancen und Risiken resultieren daraus für das Energiesparen?**

These 14: Die Digitalisierung trägt zum Ausgleich von Energienachfrage mit einer dezentralen und volatilen Energieerzeugung bei.

Die Digitalisierung wird dazu beitragen, die Effizienz des Energieeinsatzes zu erhöhen und mit steigenden Anteilen volatiler Energieerzeugung zu synchronisieren. Neue digitale Dienstleistungen werden sich im Markt etablieren, die ihre eigene „digitale Logik“ entwickeln. Die zunehmende Zahl „smarter“ Steuerungssysteme auf Basis unterschiedlicher digitaler Technologien ermöglicht eine Optimierung auf Subsystem-Ebene, die nicht zwangsläufig mit den Erfordernissen der jeweils nächsthöheren Systemebene im Einklang stehen muss. Jedes digitale smarte System kann in Zukunft ein anderes, jeweils selbst definiertes Ziel verfolgen.

Beispiele: Die intelligente Integration von PV-Eigenverbrauchsanlagen erhöht deren Systemdienlichkeit, ein „Betankungs“-System eines batterieelektrischen Fahrzeugs verfolgt das Ziel, zu einer bestimmten Uhrzeit den Höchstladestand erreicht zu haben, und ein „smartes“ Energiemanagementsystem für Gebäude oder eine Produktionsanlage folgt wiederum der ihr selbst immanent vorgegebenen Regel- und Steuerungslogik.

Dies wirft die Frage auf, ob und in welchem Umfang die vielen unterschiedlichen Subsysteme mit ihren jeweils eigenen Zieldefinitionen und Steuerungslogiken ein komplexes Geflecht an sich überlagernden Subsystemen bilden, und ob dies – aus Sicht des Gesamtsystems – die Effizienz, Stabilität und Regelbarkeit erhöht oder erschwert.

Die weitere Herausforderung: Das Energiesystem könnte mit der Umstellung auf digitale Systeme anfälliger werden für Hacker-Angriffe, Virenbefall oder Cyber-War-Attacken. So stellt sich die Frage, inwieweit smarte Systeme (Smart Home, Smart Building) durch die zunehmende Verbreitung ein zusätzliches Maß an Anfälligkeit in das Stromsystem bringen – und welche Empfehlungen hieraus abzuleiten sind.

Bundesregierung und Bundestag haben mit dem „Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende“ einen Rechtsrahmen geschaffen, der mit dem intelligenten Messsystem eine neue Technologie einführt. Diese wird an der Schnittstelle des Stromnetzes zu Erzeugung und Verbrauch als sichere Kommunikationsplattform dienen, um das Stromversorgungssystem fit für die Energiewende zu machen und Energieeffizienzpotenziale zu heben. Um ein einheitliches und hohes Sicherheitsniveau zu gewährleisten, werden Schutzprofile und technische Richtlinien für intelligente Messsysteme zur Gewährleistung von Datenschutz, Datensicherheit und Interoperabilität für verbindlich erklärt (www.bsi.bund.de). Mit einem Siegel des BSI werden nur solche Systeme ausgezeichnet, die die sehr hohen Datenschutz- und Datensicherheitsanforderungen nachweislich erfüllen.

Intelligente Messsysteme werden ein wichtiger Baustein zum besseren Ausgleich von Erzeugung und Nachfrage. Dies erleichtert den Wandel zu einem Stromversorgungssystem, das zunehmend auf volatilen dezentralen Erzeugern basiert.

Der Verbraucher soll durch einen Einsatz intelligenter Messsysteme in mehrfacher Hinsicht profitieren: Zukünftig wird eine Visualisierung von Stromverbräuchen Verbraucher in die Lage versetzen, bewusster mit Energie umzugehen. Eine kostspielige manuelle Zählerablesung ist künftig entbehrlich und Gas- oder Heizwärmeablesungen könnten ebenfalls integriert werden. Intelligente Messsysteme sind die Voraussetzung für die Einführung variabler Stromtarife.

Insgesamt gilt: Die Digitalisierung kann einen erheblichen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende leisten. Damit diese Chance bei gleichzeitiger Wahrung von Datenschutz und Systemsicherheit genutzt werden kann, müssen rechtliche, technische und ökonomische Rahmenbedingungen kontinuierlich weiterentwickelt werden.

Leitfragen:

- 1. Wie sollten rechtliche, technische und ökonomische Rahmenbedingungen weiterentwickelt werden, damit die „Innovationskraft der Digitalisierung“ systemdienlich, energiewendekompatibel und sicher vollzogen wird? Wie können dabei hohe Standards für Datenschutz und Systemsicherheit gewährleistet werden?**
- 2. Ist zukünftig eine stärkere Koordinierung digitaler Subsysteme erforderlich? Falls ja, wie sollte diese aussehen, welche Schnittstellen und Protokolle sollten genutzt werden, und wer sollte diese wann festlegen?**

