

Steigerung der Energieeffizienz: ein Muss für die Energiewende, ein Wachstumsimpuls für die Wirtschaft

Von Jürgen Blazejczak, Dietmar Edler und Wolf-Peter Schill

Im Zuge der Energiewende hat die Bundesregierung weitreichende Energieeffizienzziele definiert. Für die energetische Sanierung des Bestandes an Wohngebäuden wird eine Verdopplung der jährlichen Sanierungsrate von ein auf zwei Prozent angestrebt. Das DIW Berlin hat die hierfür notwendigen energiebedingten Mehrinvestitionen abgeschätzt und deren volkswirtschaftliche Wirkungen analysiert. Längerfristig übersteigen die eingesparten Energieausgaben der privaten Haushalte die Mehrinvestitionen deutlich. Zusammen mit weiteren Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in anderen Bereichen können der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen kräftig gesenkt werden. Die Maßnahmen zur Beschleunigung der Energieeffizienz können sich auch unter Berücksichtigung verschiedener Unsicherheitsfaktoren positiv auf Einkommen und inländische Nachfrage auswirken. Je nach dem Verhältnis von Produktivitätssteigerungen und Neueinstellungen kann es auch zu erheblichen positiven Beschäftigungseffekten kommen. Die Einsparerfolge der jüngeren Vergangenheit reichen jedoch bei weitem nicht aus, um die Energieeffizienzziele der Bundesregierung zu verwirklichen. Die Steigerung der energetischen Gebäudesanierung erfordert schnell klare und verlässliche Rahmenbedingungen. Das Zögern der Politik erscheint umso weniger gerechtfertigt, als die hier vorgestellten Analysen belegen, dass eine Forcierung der Energieeffizienz für die deutsche Volkswirtschaft positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte haben kann.

In Anlehnung an die europäische Energieeffizienzrichtlinie¹ lässt sich Energieeffizienz als das Verhältnis des Ertrags an Dienstleistungen oder Waren zum Energieeinsatz definieren. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zielt eine Steigerung der Energieeffizienz darauf ab, pro eingesetzter Einheit Energie einen höheren Beitrag zum Wohlstand zu schaffen. Indikatoren für eine steigende Energieeffizienz sind eine steigende Energieproduktivität (wirtschaftliche Leistung pro Einheit eingesetzter Energie) beziehungsweise eine sinkende Energieintensität (Energieeinsatz pro Einheit wirtschaftlicher Leistung). Dabei ist sowohl ein Bezug auf Primär- als auch auf Endenergie möglich. Der Entwicklungspfad der Energieeffizienz beeinflusst unmittelbar das Verhältnis zwischen wirtschaftlichem Wachstum und Energieverbrauch. Sollen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch entkoppelt werden, gelingt dies nur über eine Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz.

Die Energieproduktivität bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt ist in Deutschland seit dem Jahr 1990 etwas stärker gestiegen als das Bruttoinlandsprodukt selbst.² Die Primärenergieproduktivität verbesserte sich im Durchschnitt zwischen 1990 und 2013 um 1,7 Prozent pro Jahr.³ Somit konnte bei steigender Wirtschaftsleistung (im Schnitt 1,4 Prozent pro Jahr) eine leichte Verringerung des Primärenergieverbrauchs (-0,3 Prozent pro Jahr) realisiert werden (Abbildung 1). Die Effizienz-

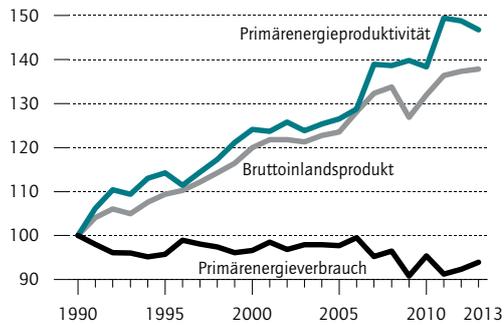
1 Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG.

2 Eigene, nicht temperaturbereinigte Berechnungen des DIW Berlin basierend auf Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen und des Statistischen Bundesamts.

3 Für den Endenergieverbrauch liegen für das Jahr 2013 noch keine Daten vor. Zwischen 1990 und 2012 hat sich die die Endenergieproduktivität um durchschnittlich 1,7 Prozent pro Jahr verbessert, die Primärenergieproduktivität um durchschnittlich 1,8 Prozent pro Jahr. Die etwas höhere Steigerung der Primärenergieeffizienz lässt sich unter anderem auf den Ausbau der erneuerbaren Energien zurückführen, der den Primärenergieeinsatz relativ zum Endenergieverbrauch gesenkt hat.

Abbildung 1

Primärenergieverbrauch, Primärenergieproduktivität¹ und Bruttoinlandsprodukt² Index 1990 = 100³



1 Primärenergieproduktivität (= Bruttoinlandsprodukt je Einheit Primärenergieverbrauch) und Primärenergieverbrauch nicht temperaturbereinigt.

2 In Preisen von 2005. 1990 geschätzt.

3 Vorläufige Werte für 2012 und 2013.

Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; Statistisches Bundesamt; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Die Energieproduktivität ist etwas stärker gestiegen als das Bruttoinlandsprodukt.

verbesserung hat sich in den letzten Jahren allerdings verlangsamt: Zwischen 1990 und 2000 ist die Primärenergieproduktivität im Durchschnitt noch um 2,2 Prozent pro Jahr gestiegen, zwischen 2000 und 2013 dagegen nur noch um 1,3 Prozent.

Die Effizienzziele der Bundesregierung sind weitreichend

Die Bundesregierung hat in ihrem Energiekonzept des Jahres 2010 detaillierte und weitreichende Ziele für die Steigerung der Energieeffizienz formuliert.⁴ So wird gegenüber dem Jahr 2008 bei weiter steigender Wirtschaftsleistung eine Minderung des Primärenergieverbrauchs um 20 Prozent bis 2020 und um 50 Prozent bis 2050 angestrebt. Die Endenergieproduktivität soll jährlich um 2,1 Prozent gesteigert werden.⁵ Dies entspricht

4 BMWi und BMU (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 28. September 2010.

5 Dabei hat die Bundesregierung ein durchschnittliches Wirtschaftswachstum von 0,8 Prozent pro Jahr angenommen, vgl. Nitsch, J. et al. (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, Leitstudie 2011. DLR Stuttgart, Fraunhofer IWES Kassel und IFNE Teltow, Schlussbericht, Untersuchung im Auftrag des BMU, März 2012, 47. Bei höheren Wachstumsraten müsste die Energieproduktivität entsprechend stärker steigen, um das Reduktionsziel beim Primärenergiebedarf zu erreichen.

im Vergleich zum Durchschnitt der Jahre 1990 bis 2012 einer Steigerung von 0,4 Prozentpunkten.

Für den Stromverbrauch wurde ein separates Einsparziel von zehn Prozent bis zum Jahr 2020 und von 25 Prozent bis zum Jahr 2050 gegenüber 2008 formuliert. Im Verkehrsbereich sollen bis 2020 rund zehn Prozent, bis 2050 rund 40 Prozent des Endenergieverbrauchs eingespart werden, hier gegenüber dem Basisjahr 2005. Im Gebäudebereich ist das Ziel, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Dazu soll die energetische Sanierungsrate von jährlich etwa einem Prozent⁶ auf zwei Prozent des Gebäudebestands verdoppelt werden. Somit soll der Wärmebedarf von Gebäuden gegenüber 2008 bis zum Jahr 2020 um 20 Prozent gesenkt werden, der Primärenergiebedarf bis 2050 sogar um 80 Prozent.

Die Steigerung der Energieeffizienz wird – gemeinsam mit dem Ausbau erneuerbarer Energien in allen Nutzungsbereichen – als tragende Säule der Energiewende betrachtet.⁷ Die Entwicklung der Energieeffizienz spielt eine entscheidende Rolle für die Erreichung der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung. Auch hohe Anteile erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch lassen sich leichter erreichen, wenn die Energieeffizienz stark steigt.

Hohe Bedeutung des Wärmebereichs

Am Endenergieverbrauch hatte die Industrie im Jahr 2011 einen Anteil von rund 30 Prozent (Abbildung 2), der Verkehr verbrauchte mit 29 Prozent fast ebenso viel.⁸ Der Verbrauch der privaten Haushalte machte 26 Prozent aus, der Verbrauch von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen die verbleibenden 15 Prozent. Demnach müssen alle Wirtschaftsbereiche Beiträge zur Erreichung der weitreichenden Effizienzziele der Bundesregierung leisten. Der Wärmebereich ist dabei von besonders großer Bedeutung. Raumwärme und Warmwasser machten im Jahr 2011 gemeinsam über 30 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs aus. Einen gro-

6 Die Schätzung der aktuellen Sanierungsrate beruht auf der Studie Institut Wohnen und Umwelt, Bremer Energieinstitut (2010): Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Darmstadt 2010. Es wird auch kritisch diskutiert, ob diese Quote ausreichend zuverlässig ist, um als politische Zielvorgabe zu dienen, vgl. hierzu Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Energetische Sanierung: Quote ohne Aussagekraft. Immobilien-Monitor Nr. 1 vom 13. März 2012.

7 Vgl. Schafhausen, F. (2013): Die Energiewende – Aufbruch in die Zukunft. Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, 82. Jahrgang, 03/2013, 11-28.

8 Die Struktur des Endenergieverbrauchs nach Wirtschaftsbereichen liegt bereits für das Jahr 2012 vor. Demnach hatten die privaten Haushalte im Jahr 2012 mit 27 Prozent einen etwas höheren Anteil am Endenergieverbrauch als im Vorjahr, während die Anteile von Industrie und Verkehr leicht zurückgingen. Dies lässt sich unter anderem auf einen witterungsbedingt höheren Raumwärmebedarf zurückführen.

ßen Anteil hat daneben auch die mechanische Energie, die größtenteils im Verkehrsbereich verbraucht wird. Auf Beleuchtung sowie Informations- und Kommunikationstechnik, die oft mit Stromsparmaßnahmen in Haushalten in Verbindung gebracht werden, entfielen gemeinsam gut 6 Prozent des Endenergieverbrauchs.

Szenarioanalysen: Wie wirkt sich die Steigerung der Energieeffizienz auf die Volkswirtschaft aus?

Das DIW Berlin hat im Rahmen eines Forschungsprojekts die ökonomischen Wirkungen einer forcierten Steigerung der Energieeffizienz in privaten Haushalten, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen untersucht.⁹ Dazu wurden zunächst die ökonomischen Impulse hergeleitet, die mit Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz verbunden sind. Anschließend wurden in Form von Szenarien mögliche ökonomische Folgewirkungen mit dem Modellierungsinstrument SEEM quantitativ simuliert (Kasten 1). Dabei lag der Fokus auf der energetischen Sanierung des Wohngebäudebestands.

In einem Modernisierungsszenario wurde im Einklang mit den Zielen der Bundesregierung eine Verdoppelung der energetischen Sanierungsrate von Wohngebäuden unterstellt; dagegen bleibt die Sanierungsrate in einem Referenzszenario auf dem bisherigen Niveau. Neben einer Basisvariante des Modernisierungsszenarios wurden auch drei Alternativvarianten untersucht, um Unsicherheiten in Hinblick auf von Investoren geforderte kürzere Amortisationsdauern, geringere Einsparerfolge sowie höhere spezifische Investitionskosten zu berücksichtigen.

Ergänzend wurden weitere wirtschaftliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in privaten Haushalten, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen einbezogen.¹⁰ Die ökonomischen Impulse dieser Maßnahmen wurden aus der Literatur entnommen. Dabei wurde in allen Varianten des Modernisierungsszenarios eine gleiche Realisierung dieser Maßnahmen zu Grunde gelegt (Kasten 2).

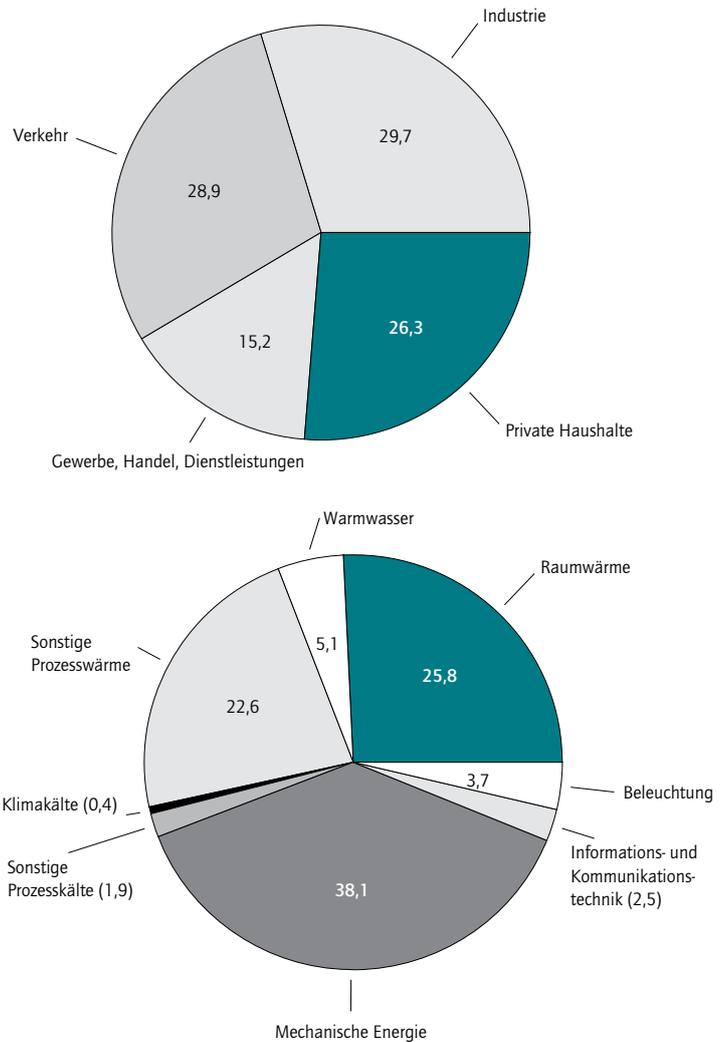
⁹ adelphi, DIW Berlin, Fraunhofer ISI: Ökologische Modernisierung der Wirtschaft durch eine moderne Umweltpolitik. Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes, Förderkennzeichen (UFOPLAN) 3710 14 101. Der Endbericht wird durch das Umweltbundesamt veröffentlicht.

¹⁰ Effizienzsteigerungen im Verkehrsbereich, die fraglos erforderlich und sinnvoll sind, wurden im Rahmen des DIW-Teilprojekts nicht untersucht. Zu den aktuellen Entwicklungen im Straßenverkehr vgl. Kunert, U., Radke, S. (2013): Nachfrageentwicklung und Kraftstoffeinsatz im Straßenverkehr: Alternative Antriebe kommen nur schwer in Fahrt. DIW Wochenbericht Nr. 50/2013.

Abbildung 2

Endenergieverbrauch nach Wirtschafts- und Anwendungsbereichen 2011¹

Anteile in Prozent



¹ Die Struktur des Endenergieverbrauchs nach Wirtschaftsbereichen liegt bereits für das Jahr 2012 vor, die Struktur nach Anwendungsbereichen jedoch nicht.

Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

© DIW Berlin 2014

Raumwärme und Warmwasser machen gut 30 Prozent des Endenergieverbrauchs aus.

Gebäudesanierung kann einen wichtigen Beitrag leisten

Vor dem Hintergrund der oben genannten Ziele kann die energetische Sanierung des Gebäudebestandes einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz leisten. Ausgangspunkt der Abschätzung der energetischen Modernisierungsinvestitionen im Gebäudebereich sind Strukturinformationen

Kasten 1

Das Modellierungsinstrument SEEM

Zur quantitativen Szenarioanalyse wird das Sectoral Energy-Economic Econometric Model (SEEM) des DIW Berlin eingesetzt. Es beruht auf dem makroökonomischen Mehrländermodell National Institute Global Econometric Model (NiGEM) des britischen National Institute of Economic and Social Research und wurde am DIW Berlin um ein sektorales Teilmodell für Deutschland erweitert.

Die Gleichungen dieses neoklassisch ausgerichteten Modells sind theoretisch konsistent abgeleitet und enthalten Parameter, die ökonomisch anhand von Fehlerkorrekturspezifikationen geschätzt werden. Das Modell erlaubt die Untersuchung der gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Folgewirkungen ökonomischer Impulse. Dabei können sowohl kurz- als auch langfristige Effekte abgebildet werden. Nach exogenen Schocks kommt es im Modell allmählich wieder zu einer Wiederannäherung an langfristige Gleichgewichte.

In der Vergangenheit wurde SEEM für die Analyse der ökonomischen Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien in Deutschland eingesetzt.¹ In der vorliegenden Studie wird

es zur Untersuchung der Wirkungen verschiedener Energieeffizienzpfade genutzt. Dabei werden die unmittelbaren wirtschaftlichen Impulse, die mit verschiedenen Szenarien zur Steigerung der Energieeffizienz verbunden sind, als exogene Parameter in das Modell eingespeist. Die Differenzen zwischen verschiedenen Szenarien können als Wirkungen der Veränderung der Impulse interpretiert werden.

Für die Jahre 2030 bis 2050 wurden die Spätwirkungen der Impulse aus früheren Jahren und die Wirkungen der weiteren Impulse auf der Grundlage der Modellergebnisse bis 2030 abgeschätzt. Grundsätzlich beruhen alle Modelle, die zur Abschätzung der Wirkungen umweltpolitischer und anderer Strategien eingesetzt werden, auf der Annahme, dass wesentliche Verhaltensweisen und Strukturen der Vergangenheit auch in Zukunft gültig bleiben. Je weiter sich die Abschätzungen in die Zukunft erstrecken, desto weniger ist damit zu rechnen, dass diese Voraussetzung erfüllt ist. Daher sind die Abschätzungen der langfristigen Auswirkungen von Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung mit deutlich zunehmenden Unsicherheiten behaftet.

¹ Vgl. Blazejczak, J., Braun, F.G., Edler, D., Schill, W.-P. (2010): Ausbau erneuerbarer Energien erhöht Wirtschaftsleistung in Deutschland. Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 50/2010; sowie Blazejczak, J., Braun, F.G., Edler, D., Schill, W.-P. (2011): Economic Effects of Renewable Energy Expansion: A Model-Based Analysis for Germany. DIW Discussion Paper Nr. 1156.

des deutschen Wohngebäudebestandes, daraus abgeleitete Schätzungen der zu modernisierenden Wohnflächen sowie Informationen zur Höhe der notwendigen Investitionsaufwendungen je Quadratmeter Wohnfläche. Als Indikator des Sanierungsumfangs wird die energetische Sanierungsrate des Gebäudebestandes herangezogen. Sie wird als ein gewichteter Durchschnitt aus möglichen Einzelmaßnahmen (zum Beispiel Dämmung Außenwand, Dämmung Dach/Obergeschossdecke, Dämmung Fußboden/Kellerdecke, Fenstererneuerung) berechnet, wobei die Gewichtung die Heizenergieeinsparung der Einzelmaßnahmen widerspiegelt.¹¹

¹¹ Vgl. zur Methodik der Berechnung der Sanierungsrate ausführlich Institut Wohnen und Umwelt, Bremer Energieinstitut (2010), a. a. O. Einzelmaßnahmen der energetischen Sanierung werden wesentlich häufiger durchgeführt als energetische Komplettsanierungen. Bei jährlich rund drei Prozent des Wohnungsbestandes werden Einzelmaßnahmen durchgeführt, wenn man auch die Modernisierung von Heizungsanlagen berücksichtigt

Verdopplung der energetisch sanierten Wohnflächen notwendig

Zur Erreichung der oben genannten Ziele des Energiekonzepts ist eine deutliche Beschleunigung der Aktivitäten im Bereich der energetischen Gebäudesanierung erforderlich, so dass sich im Ergebnis die energetische Sanierungsrate im Bestand von bisher rund einem Prozent in Zukunft auf zwei Prozent verdoppelt.

Nach Angaben des Instituts Wohnen und Umwelt aus dem Jahr 2011¹² gab es in Deutschland rund 18 Millionen Wohngebäude (bis zum Baujahr 2009), in denen sich

¹² Vgl. Institut Wohnen und Umwelt (2011): Basisdaten für Hochrechnungen mit der Deutschen Gebäudetypologie des IWU: Neufassung August 2011. Nach neueren Angaben, die auch auf Auswertungen des Zensus 2011 beruhen, haben sich die Eckwerte leicht verändert. Der Gebäudebestand wird nunmehr auf 18,2 Millionen Wohngebäude geschätzt, in diesen befinden sich 39,2 Millionen Wohnungen mit einer Wohnfläche von 3,552 Milliarden m². Vgl. hierzu Institut Wohnen und Umwelt (2013): Basisdaten für Hochrechnungen mit der Deutschen Gebäudetypologie des IWU: Neufassung Oktober 2013.

Kasten 2

Weitere Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Neben der energetischen Gebäudesanierung bestehen im Bereich der privaten Haushalte weitere Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz, als Beispiele seien Energieeinsparungen durch technische Verbesserungen bei Haushaltsgeräten und Beleuchtung genannt. Der Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen weist nennenswerte Einsparmöglichkeiten durch die energetische Sanierung von Nicht-Wohngebäuden auf, aber auch in Technikfeldern wie effiziente Beleuchtung, Bürogeräte oder verbesserte Kühl- und Gefriersysteme bestehen erhebliche Potentiale. Im Bereich der Industrie ergibt sich ein besonders breites und vielfältiges Potential an brennstoff- und stromspezifischen Einspartechnologien. Diese umfassen sowohl Technologien, die in vielen Branchen eingesetzt werden können (Querschnittstechnologien), als auch Technologien, die in einzelnen Branchen Anwendung finden, wie zum Beispiel in energieintensiven Bereichen wie der Grundstoffchemie oder der Papierindustrie.

Wegen der Vielzahl der zu betrachtenden Technologien wurde auf eine eigenständige detaillierte Abschätzung der Modernisierungsinvestitionen und der damit verbundenen Energieeinsparungen verzichtet. Stattdessen wurden vorliegende Studien ausgewertet,¹ in denen Maßnahmen der Energieeffizienz-

steigerung außerhalb der Wohngebäudesanierung detailliert untersucht wurden. Demnach besteht im Bereich der Industrie ein großes Potential an kostengünstig zu erschließenden Effizienzmaßnahmen, die allerdings hohen Rentabilitätsanforderungen mit kurzen Amortisationszeiten unterliegen. Maßnahmen in diesem Bereich sind deshalb annahmegemäß durch eher geringe Investitionen und vergleichsweise hohe Energieeinsparungen gekennzeichnet.

Im zusammengefassten Bereich außerhalb der Wohngebäudesanierung fallen für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Jahr 2020 Investitionen in Höhe von 4,2 Milliarden Euro an. Sie steigen auf 4,7 Milliarden Euro im Jahr 2030 und bleiben danach in realer Rechnung konstant. Sie bestehen jeweils ungefähr zur Hälfte aus Investitionen in die Sanierung von Nicht-Wohngebäuden und Investitionen in andere – meist elektrizitätsseitige – Maßnahmen. Die Energiekosteneinsparungen im Jahr 2020 belaufen sich auf 6,4 Milliarden Euro und wachsen bis zum Jahr 2050 auf 14,5 Milliarden Euro. Die Schätzungen sowohl der Investitionen als auch der Energiekosteneinsparungen für die hier zusammengefasst betrachteten Bereiche sind mit größerer Unsicherheit behaftet als die entsprechenden Schätzungen bei der Wohngebäudesanierung.

¹ Vgl. WWF Deutschland (2009): Modell Deutschland, Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken. Untersuchung von Prognos und Öko-Institut im Auftrag des WWF, Berlin, Basel; sowie Pehndt, M. et al. (2011): Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative. Endbericht des Projektes „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“. IFEU, Fraunhofer ISI, Prognos, GWS et al., Heidelberg, Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Freiburg.

39,4 Millionen Wohnungen mit 3,415 Milliarden Quadratmeter Wohnfläche befanden. Rund 36 Prozent der Einfamilien- und Reihenhäuser sowie gut 30 Prozent der Mehrfamilienhäuser sind nach der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 erbaut worden und erfüllten damit bereits zum Zeitpunkt der Errichtung bestimmte Mindeststandards zum Energieverbrauch.

Die zukünftige Entwicklung des Gebäudebestandes¹³ hängt wesentlich von der demografischen Entwicklung

¹³ Alle Modernisierungsaktivitäten beziehen sich im Folgenden auf den im Jahr 2009 vorhandenen Gebäudebestand. Die ausgewiesenen Modernisierungsraten beziehen sich dagegen auf den jeweiligen Gesamtbestand. Ein Abgang vom Bestand wird hier nicht modelliert.

und der Haushaltsstruktur, insbesondere der durchschnittlichen Haushaltsgröße, ab. Obwohl es langfristig mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem spürbaren Rückgang der Bevölkerung in Deutschland kommt,¹⁴ ist von einem Anstieg der nachgefragten Wohnfläche bis zum Jahr 2030 auszugehen, bevor es danach zu einem Rückgang kommt.¹⁵ Es wird davon ausgegangen, dass die

¹⁴ Nach unterschiedlichen Varianten der 12. Koordinierten Bevölkerungsvor-ausberechnung des Statistischen Bundesamtes dürfte die Bevölkerung in Deutschland von derzeit gut 80 Millionen Personen auf 77 bis 79 Millionen im Jahr 2030 und auf 69 bis 73 Millionen im Jahr 2050 zurückgehen.

¹⁵ Maßgeblich für diese Entwicklung ist der deutlich zunehmende Anteil von Ein-Personen-Haushalten an der Gesamtzahl der Haushalte, der zu einem Anstieg der nachgefragten Wohnfläche pro Kopf führt.

Tabelle 1

Energetische Sanierungsraten im Referenz- und im Modernisierungsszenario

In Prozent

	Fertigstellung des Gebäudes					
	vor 1957	1958-1983	nach 1983	vor 1957	1958-1983	nach 1983
	Einfamilien- und Reihenhäuser			Mehrfamilien- und große Mehrfamilienhäuser		
Referenzszenario						
2020	1,3	1,1	0,1	1,3	1,3	0,8
2030	1,1	1,0	0,5	1,3	1,2	1,0
2050	0,8	0,8	1,3	0,9	1,1	1,3
Modernisierungsszenario						
2020	2,6	2,2	0,2	2,6	2,6	1,6
2030	2,3	2,0	1,0	2,6	2,4	2,0
2050	1,7	1,6	2,6	1,8	2,1	2,6

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Die Sanierungsraten unterscheiden sich nach Gebäudetyp und Baualterklasse deutlich.

Wohnfläche bis zum Jahr 2030 auf 3,7 Milliarden Quadratmeter steigt, um danach wieder leicht auf 3,6 Milliarden Quadratmeter im Jahr 2050 zurückzugehen.

Die Sanierungsaktivitäten im Gebäudebestand unterscheiden sich nach Baualterklassen und nach Gebäudetypen. Zusätzlich wird berücksichtigt, dass sich die Sanierungsraten im Zeitablauf ändern. Neue Gebäude werden zunächst kaum modernisiert; mit zunehmendem Gebäudealter wächst die Sanierungsrate. Bei heute bereits alten Gebäuden ist der Anteil an durchgeführten Sanierungen zunächst hoch, ihre Sanierungsrate nimmt jedoch langfristig ab. Im Referenzszenario ergibt sich bezogen auf den gesamten erfassten Gebäudebestand eine im Zeitablauf konstante Sanierungsrate von gut einem Prozent (Tabelle 1).

Im Modernisierungsszenario kommt es nach einer An-schubphase¹⁶ zu einer dauerhaften Verdopplung der Sanierungsrate gegenüber dem Referenzszenario auf rund zwei Prozent. Aus dieser Verdopplung resultiert eine deutliche Erhöhung des Anteils der energetisch modernisierten Wohnfläche (Tabelle 2). Die jährlich zusätzlich modernisierte Wohnfläche liegt im Modernisierungsszenario in der Größenordnung von gut 35 Millionen Quadratmetern. Der Bestand an zusätzlich modernisierter Wohnfläche im Jahr 2030 beträgt 614 Millionen

¹⁶ In der An-schubphase der energetischen Gebäudesanierung sollte auch die Frage eines möglichst fraktionsarmen Ausbaus der notwendigen Kapazitäten im Bauhaupt- und Ausbaugewerbe berücksichtigt werden. Überlegungen des DIW Berlin zeigen, dass hierfür erhebliche Anstrengungen und eine zeitlich angepasste Phase des Kapazitätsausbaus notwendig sind. Vgl. hierzu Gornig, M., Hagedorn, H., Michelsen, C. (2013): Bauwirtschaft: Zusätzliche Infrastrukturinvestitionen bringen zunächst keinen neuen Schwung. DIW Wochenbericht Nr. 47/2013.

Tabelle 2

Zusätzlich modernisierte Wohnfläche bei Verdopplung der energetischen Sanierungsrate

Differenzen zwischen Modernisierungs- und Referenzszenario

	2020	2030	2050
In Millionen m²			
Jährlich modernisierte Wohnfläche	35,7	37,6	36,1
Bestand an modernisierter Wohnfläche	247,1	614,4	1 349,5
In Prozent			
Anteil modernisierter Wohnfläche am gesamten Wohnungsbestand	7,0	16,7	37,3

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin

© DIW Berlin 2014

Der Bestand an zusätzlich modernisierter Wohnfläche steigt im Zeitverlauf stark an.

Quadratmeter, im Jahr 2050 beläuft er sich auf 1,3 Milliarden Quadratmeter. Gemessen am jeweiligen Gebäudebestand sind im Jahr 2030 gegenüber der Referenzentwicklung zusätzlich knapp 17 Prozent, im Jahr 2050 gut 37 Prozent der Gebäude modernisiert.

Forcierung der energetischen Gebäudesanierung erfordert erhebliche zusätzliche Investitionen

Die jährlichen Mehrinvestitionen einer beschleunigten energetischen Gebäudesanierung ergeben sich aus den zusätzlich modernisierten Flächen und den spezifischen Kosten der energetischen Sanierung pro Flächeneinheit. Bei den spezifischen Sanierungskosten wird auf die energiebedingten Mehrkosten und nicht auf die Vollkosten abgestellt (Kasten 3). Auf Grund der Vielgestaltigkeit der Sanierungsfälle und der Abhängigkeit der spezifischen Kosten vom Gebäudetyp¹⁷ lassen sich die spezifischen Modernisierungskosten grundsätzlich nur mit einer gewissen Unsicherheit schätzen. Basierend auf der Auswertung einer Vielzahl von Studien¹⁸ werden hier je nach Gebäudetyp und Gebäudealterklasse spezifische energiebedingte Mehrkosten

¹⁷ Die spezifischen Kosten sind zum Beispiel für Mehrfamilienhäuser geringer als für Einfamilienhäuser, auch andere Gebäudecharakteristika spielen eine wichtige Rolle.

¹⁸ Vgl. IWU (2008): Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen im Bestand vor dem Hintergrund der novellierten EnEV. Darmstadt; Dena (2010): dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“. Berlin; empirica, LUWOG CONSULT (2010): Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen im Berliner Mietwohnungsbestand. Berlin, Ludwigshafen; Arbeitsgemeinschaft (Hrsg.) (2011): Wohnungsbau in Deutschland 2011 – Modernisierung oder Bestandsersatz. Studie zum Zustand und der Zukunftsfähigkeit des deutschen „Kleinen Wohnungsbaus“. Kiel; IW Köln (2012): Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes: Herausforderungen für private Eigentümer. Untersuchung im Auftrag von Haus & Grund Deutschland, Köln; prognos (2013): Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren. Untersuchung im Auftrag der KfW-Bankengruppe, Berlin, Basel.

Kasten 3

Konzepte zur Abschätzung der Kosten energetischer Sanierungsmaßnahmen in Gebäuden

Bei den Kosten der energetischen Gebäudesanierung ist grundsätzlich zwischen den Vollkosten und den energiebedingten Mehrkosten zu unterscheiden. Umfassende energetische Sanierungsmaßnahmen werden in aller Regel nur in Kombination mit anderen Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle durchgeführt (Kopplungsprinzip), auch weil dies entscheidend für die einzelwirtschaftliche Rentabilität der Maßnahme ist. Die energiebedingten Mehrkosten umfassen nur jene Kosten, die zusätzlich zu reinen Instandhaltungsmaßnahmen anfallen (zum Beispiel Kosten der Wärmedämmung an Außenwänden oder Geschossdecken inklusive Befestigung). Nicht berücksichtigt werden sogenannte Ohnehin-Kosten (zum Beispiel Kosten für die erforderliche Baustelleneinrichtung, Gerüstkosten, neuer Anstrich etc.), die zwar für die Durchführung der Modernisierungsmaßnahme notwendig sind, aber keinen direkten Bezug zur Energieeinsparung haben. Wegen der Vielfalt der möglichen Sanierungskonstellationen besteht

eine große Bandbreite bei der Relation von energiebedingten Mehrkosten und Vollkosten. Eine Metastudie kommt nach einer Auswertung einer Vielzahl von Kostenschätzungen zu dem Ergebnis, dass sich der Anteil der energiebedingten Mehrkosten an den Vollkosten in eine Bandbreite von 30 Prozent bis 60 Prozent bewegt.¹ Nach diesen Überlegungen könnten sich die im Jahr 2020 anfallenden energiebedingten Mehrinvestitionen im Modernisierungsszenario in Höhe von 7,4 Milliarden Euro in Vollkostenbetrachtung in einer Größenordnung von 12,3 bis 24,7 Milliarden bewegen. Berechnungen auf Basis der Bauvolumensrechnung des DIW Berlin legen allerdings nahe, dass die obere Grenze dieser Kostenschätzung, also jene mit einem Anteil der energiebedingten Mehrkosten von rund 30 Prozent an den Vollkosten, als die realistischere Variante anzusehen ist.

¹ Vgl. IW Köln (2012), a. a. O.

zwischen 160 und 220 Euro pro Quadratmeter angesetzt. In realer Betrachtung, das heißt im Verhältnis zur allgemeinen Preisentwicklung in der Volkswirtschaft, wird im Zeitablauf ab dem Jahr 2020 ein Kostenanstieg von 1,5 Prozent und ab 2030 ein Anstieg von 2,5 Prozent pro Jahr angenommen, da zunehmend Gebäude saniert werden, die einen höheren spezifischen Sanierungsaufwand aufweisen. Somit wird unterstellt, dass ungefähr ab dem Jahr 2020 die besonders kostengünstigen Sanierungsmöglichkeiten zunehmend ausgeschöpft sind und der technologische Fortschritt nicht ausreicht, den zunehmenden Aufwand der Modernisierung aufzufangen. Die jährlichen Mehrinvestitionen zur energetischen Wohngebäudesanierung belaufen sich auf dieser Grundlage auf 7,4 Milliarden Euro im Jahr 2020.¹⁹ Sie steigen über 9 Milliarden Euro im Jahr 2030 auf 14 Milliarden Euro im Jahr 2050.

Energiekosteneinsparungen in Wohngebäuden steigen im Zeitverlauf stark

Die aus den Modernisierungsinvestitionen resultierenden Energiekosteneinsparungen hängen vom Bestand der modernisierten Wohnfläche, den spezifischen Energieeinsparungen und den Annahmen zur Energiepreisentwicklung ab. Die spezifischen Energieeinsparungen lassen sich wegen der Vielfalt der Einflussfaktoren nur mit einer gewissen Unsicherheit abschätzen, es werden je nach Gebäudetyp und Gebäudealtersklasse spe-

zifische Endenergieeinsparungen von 120 bis 200 Kilowattstunden pro Quadratmeter zu Grunde gelegt.²⁰ Hinsichtlich der Energiekosten wird je Kilowattstunde verbrauchter Endenergie im Jahr 2010 im Durchschnitt ein Preis von sieben Cent angenommen. Die weitere Preisentwicklung ist an die Energieträgerpreispfade des Szenario A der Langfristszenarien 2011²¹ angelehnt, so dass es bis zum Jahr 2050 zu einem doppelt so hohen Anstieg der Energiepreise gegenüber dem allgemeinen Preisanstieg kommt. Die eingesparten Energiekosten für Wohngebäude belaufen sich nach diesen Überlegungen im Jahr 2020 auf 3,8 Milliarden Euro. Im Jahr 2030 werden 11,1 Milliarden Euro und im Jahr 2050 bereits 32 Milliarden Euro eingespart.²²

²⁰ Die spezifischen Energieeinsparungen lassen sich aus den in Fußnote 18 zitierten Studien ableiten. Vergleiche außerdem Schröder, F. et al. (2009): Universelle Energiekennzahlen für Deutschland – Teil 1: Differenzierte Kennzahlverteilungen nach Energieträger und wärmetechnischem Sanierungsstand. *Bauphysik* 31 (6), 393–402; sowie Greller, M. et al. (2010): Universelle Energiekennzahlen für Deutschland – Teil 2: Verbrauchskennzahlentwicklung nach Baualtersklassen. *Bauphysik* 32 (1), 1–6.

²¹ Vgl. Nitsch, J. et al. (2012), a. a. O.

²² Bei selbstgenutztem Wohnungseigentum fallen sowohl die Kosten (in Form der zu finanzierenden Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung) wie auch die Erträge (in Form der eingesparten Energiekosten) bei der gleichen wirtschaftlichen Einheit an. Bei vermietetem Wohnungseigentum entstehen die Kosten beim Eigentümer, die Erträge jedoch beim Nutzer der Wohnung (Nutzer-Investor-Dilemma). Die Kosten der energetischen Gebäudesanierung müssen in diesem Fall aus Steigerungen der Kaltmiete erwirtschaftet werden. Ob der notwendige Anstieg der Kaltmiete erzielt werden kann hängt unter anderem auch von den Bedingungen des jeweiligen lokalen Mietmarktes ab.

¹⁹ Soweit nicht anders angegeben verstehen sich im Folgenden alle Angaben zu Preisen von 2000.

Tabelle 3

Investitionen zur forcierten Steigerung der Energieeffizienz und zusätzlich eingesparte Energiekosten

Differenzen zwischen Modernisierungs¹ und Referenzszenario in Milliarden Euro²

	2020	2030	2050
Energetische Sanierung von Wohngebäuden			
Investitionen	7,4	9,0	14,0
Eingesparte Energiekosten	3,8	11,1	32,0
Maßnahmen in anderen Bereichen			
Investitionen	4,2	4,7	4,7
Eingesparte Energiekosten	6,4	9,3	14,5
Zusammen			
Investitionen	11,6	13,8	18,7
Eingesparte Energiekosten	10,2	20,4	46,5

¹ In der Basisvariante.

² In Preisen von 2000.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Die zusätzlich eingesparten Energiekosten steigen deutlich stärker als die Mehrinvestitionen.

Weitere Effizienzmaßnahmen in anderen Bereichen erfordern zusätzliche Investitionen

Aus den abgeschätzten zusätzlichen Investitionen zur Beschleunigung der energetischen Gebäudesanierung und den dadurch eingesparten Energiekosten ergeben sich zusammen mit weiteren zusätzlichen Investitionen und Energieeinsparungen in anderen Bereichen (Kasten 2) die gesamten ökonomischen Impulse des untersuchten Modernisierungsszenarios in seiner Basisvariante. Im Jahr 2020 belaufen sich die Mehrinvestitionen für Energieeffizienz auf 11,6 Milliarden Euro, denen im selben Jahr eingesparte Energiekosten in Höhe von 10,2 Milliarden Euro gegenüber stehen (Tabelle 3).²³ Im Zeitverlauf steigen die eingesparten Energiekosten deutlich an, weil sich der Gebäudebestand, bei dem Effizienzmaßnahmen durchgeführt wurden, stetig erhöht. Auch die notwendigen Investitionen steigen im Zeitablauf, allerdings deutlich langsamer. So betragen die Energieeffizienzinvestitionen im Jahr 2030 13,8 Milliarden Euro, während sich die Kosteneinsparungen für Energie im selben Jahr auf 20,4 Milliarden Euro belaufen. Im Jahr 2050 stehen Energiekosteneinsparungen von 46,5 Milliarden Euro nur noch zusätzliche Investitionen in Höhe von 18,7 Milliarden Euro gegenüber.

²³ Sinken durch Energieeffizienzinvestitionen die Energiekosten, können Energieverbraucher dadurch einen Anreiz zur Ausweitung ihres Energiekonsums bekommen. Die Größe dieses Rebound-Effekts ist empirisch schwierig zu bestimmen. In der vorliegenden Analyse wird dieser Effekt vernachlässigt.

Effizienzmaßnahmen ermöglichen deutliche Einsparungen von Energie und Treibhausgasemissionen

Die genannten Investitionsimpulse führen zu deutlichen Energieeinsparungen. Im Jahr 2020 werden gegenüber dem Referenzszenario ungefähr 120 Terawattstunden eingespart, im Jahr 2030 sind es 214 Terawattstunden und 2050 knapp 400 Terawattstunden (Tabelle 4). In Bezug auf den gesamten deutschen Endenergieverbrauch des Jahres 2012 entspricht dies zusätzlichen Einsparungen von fünf Prozent im Jahr 2020, neun Prozent im Jahr 2030 und 16 Prozent im Jahr 2050.

Bei der Raumwärmenutzung werden zunächst vergleichsweise geringe Einsparerfolge erzielt; die konstante Beibehaltung der Sanierungsrate von zwei Prozent führt jedoch zu einem kräftigen und stetigen Wachstum der Einsparung im Zeitverlauf.²⁴ Dagegen können in den anderen Nutzungsbereichen (vor allem Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Industrie) annahmegemäß bereits im Jahr 2020 erhebliche Energieeinsparpotentiale realisiert werden, die in Zukunft jedoch weniger stark wachsen.

Die Energieeinsparungen gehen mit verminderten Treibhausgasemissionen einher. Diese werden anhand von spezifischen Emissionsfaktoren des Endenergieverbrauchs berechnet. Für den Heizenergieverbrauch der Wohngebäude wurde für das Jahr 2010 ein Emissionsfaktor von 0,28 kg CO₂ pro Kilowattstunde Endenergieverbrauch angenommen.²⁵ Dieser Faktor verbessert sich aufgrund eines weniger emissionsintensiven Energieträgermix bis zum Jahr 2050 auf den Wert 0,12 kg CO₂ pro Kilowattstunde.²⁶ Dieser Faktor wurde auch für die Abschätzung der Minderung von Treibhausgasemissionen aus dem Einsatz von Brennstoffen in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Industrie herangezogen. Für den Einsatz von Strom wurde ein spezifischer Emissionsfaktor des Elektrizitätsmixes verwendet, der sich – vor allem aufgrund des Ausbaus erneuerbarer Energien – von ungefähr 0,6 kg CO₂ pro Kilowattstunde im Jahr 2010 auf 0,34 kg CO₂ pro Kilowattstunde im Jahr 2030 verbessert und danach weiter abnimmt.²⁷

Insgesamt können durch die modellierten Investitionsimpulse im Jahr 2020 gegenüber dem Referenzszenario zusätzlich 45 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden (Tabelle 4). Im Jahr 2030 sind es 59 Millionen Ton-

²⁴ Dabei wurde angenommen, dass die spezifischen Energieeinsparungen in kWh/m² im Zeitverlauf konstant bleiben.

²⁵ Hier und im Folgenden immer CO₂-Äquivalente.

²⁶ Vgl. IW Köln (2012), a. a. O.

²⁷ Shell (Hrsg.) (2011): Shell Hauswärme-Studie – Nachhaltige Wärme-erzeugung für Wohngebäude. Fakten, Trends, Perspektiven. Hamburg.

Tabelle 4

Energieeinsparung und TreibhausgasminderungDifferenzen zwischen Modernisierungs¹ und Referenzszenario

	2020	2030	2050
Energie in Terawattstunden (TWh)			
Raumwärme in Wohngebäuden	39	96	206
Andere Nutzungsbereiche	80	117	186
Brennstoffe	33	52	82
Strom	48	65	103
Insgesamt	119	214	391
Treibhausgasemissionen in Millionen Tonnen CO₂			
Raumwärme in Wohngebäuden	10	24	43
Andere Nutzungsbereiche	34	35	31
Brennstoffe	9	13	17
Strom	26	22	14
Insgesamt	45	59	74

¹ In der Basisvariante.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Es werden in erheblichem Umfang Energie und Treibhausgasemissionen eingespart.

nen, im Jahr 2050 74 Millionen Tonnen. Bezogen auf die gesamten Treibhausgasemissionen des Jahres 2012 entspricht dies Einsparungen von fünf Prozent im Jahr 2020, sechs Prozent im Jahr 2030 und acht Prozent im Jahr 2050.²⁸ Zu Beginn wird der größte Teil der Einsparungen dabei durch die Steigerung der Stromeffizienz in den Bereichen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie erzielt. Im Zeitverlauf gewinnen die Einsparungen bei der Raumwärme in privaten Haushalten aufgrund des stetig zunehmenden Bestands an sanierter Wohnfläche jedoch an Gewicht. Beim Strom ist im Zeitverlauf eine Abnahme der jährlichen Emissionsminderungen zu verzeichnen, da der Strommix deutlich emissionsärmer wird.

Positive Einkommens- und Beschäftigungswirkungen

Durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz werden externe Kosten insbesondere aufgrund geringerer Treibhausgasemissionen und Primärenergieeinsparungen vermieden. Darüber hinaus können die Maßnahmen sich positiv auf Einkommen und Beschäftigung auswirken.

²⁸ Die relativen Einsparerefolge bei den Treibhausgasen fallen langfristig geringer aus als beim Energieverbrauch, da die CO₂-Intensität der Energieversorgung im Zuge des Ausbaus erneuerbarer Energien im Zeitablauf deutlich abnimmt.

Tabelle 5

Ökonomische Wirkungen zusätzlicher Maßnahmen zur Steigerung der EnergieeffizienzDifferenzen zwischen Modernisierungs¹ und Referenzszenario in Prozent²

	2020	2030	2050
Bruttoinlandsprodukt	0,5	0,7	1,0
Privater Verbrauch	0,3	0,4	0,9
Private Anlageinvestitionen (ohne Wohnungsbauinvestitionen)	0,5	0,4	0,3
Wohnungsbauinvestitionen	7,2	7,4	9,6
Öffentliche Investitionen	3,3	3,3	2,8
Ausfuhr	0,0	0,0	0,0
Einfuhr	0,3	0,0	-0,1

¹ In der Basisvariante.² Berechnet in konstanten Preisen.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Das Bruttoinlandsprodukt ist dauerhaft höher, wenn zusätzliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt werden.

Über ein Geflecht von Interdependenzen, die im genutzten Modellinstrumentarium SEEEM abgebildet sind (Kasten 1), haben die mit der Erhöhung der Energieeffizienz verbundenen ökonomischen Impulse Auswirkungen auf die Einkommen der Volkswirtschaft und ihre Verwendung (Tabelle 5). Die Wohnungsbauinvestitionen, die privaten Anlageinvestitionen und die öffentlichen Investitionen zusammen erhöhen sich in einem etwas größeren Umfang (im Jahr 2020 knapp eine Milliarde Euro)²⁹ als die unmittelbaren Investitionsimpulse der zusätzlichen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz.

Das erklärt sich dadurch, dass mit den zusätzlichen Investitionen Verstärkungswirkungen verbunden sind, die größer sind als die ebenfalls auftretenden Dämpfungswirkungen. Verstärkungswirkungen kommen hauptsächlich über Multiplikator- und Akzeleratoreffekte zustande. Erstere gehen darauf zurück, dass die zusätzlichen Einkommen, die im Zuge der Produktion der Mehrinvestitionen entstehen, wieder verausgabt werden und so die Nachfrage weiter erhöhen. Letztere bestehen darin, dass Unternehmen, um ihre Produktion zu steigern, in die dazu notwendigen Sachkapazitäten investieren. Dämpfungswirkungen können beispielsweise durch finanzielle oder reale Verdrängungseffekte hervorgerufen werden, wenn sich bei höherem Fi-

²⁹ Soweit nicht anders erwähnt beziehen sich Zahlenangaben im Folgenden auf die Differenz zwischen Modernisierungsszenario (Basisvariante) und Referenzszenario.

nanzbedarf die Kreditkonditionen verschlechtern beziehungsweise wenn es zu Engpässen bei Personal oder Betriebsmitteln kommt.

Die durch die höhere Produktion generierten zusätzlichen Einkommen schlagen sich in einem höheren privaten Verbrauch nieder. Bei der Einfuhr dominiert zunächst der expansive Effekt der höheren Inlandsnachfrage, die eingesparten Energiekosten und damit die Minderimporte sind im Jahr 2020 noch gering. Später, wenn die eingesparten Energiekosten in Abhängigkeit vom größeren sanierten Bestand höher sind, ergeben sich per Saldo etwas geringere Importe als im Referenzfall, im Wesentlichen werden aber die Minderimporte von Energieträgern durch höhere Importe anderer Güter substituiert. Die Exporte verändern sich kaum.

Nach 2030 steigen die per Saldo expansiv wirkenden Impulse durch die zusätzlichen Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz und durch die Energiekosteneinsparungen weiter an. Dementsprechend stärker sind auch die positiven Auswirkungen auf Einkommen und Konsum. Im Jahr 2050 ist das Bruttoinlandsprodukt bei zusätzlichen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in realer Rechnung um rund ein Prozent höher als im Referenzszenario.

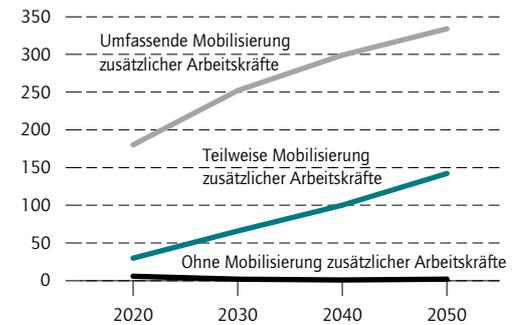
Entscheidend für die Einkommenssteigerungen ist, dass in Verbindung mit den Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zusätzliche volkswirtschaftliche Produktionsfaktoren mobilisiert werden können, um zusätzliche inländische Wertschöpfung zu erstellen. Dies kann durch eine Aktivierung zusätzlicher Arbeitskräfte oder durch eine Beschleunigung des Produktivitätsfortschritts³⁰ geschehen. Zusätzliche Arbeitskräfte können aus der Arbeitslosigkeit oder dem Potential der Nicht-Erwerbspersonen kommen. Wenn angesichts struktureller Diskrepanzen von Arbeitskräfteangebot und -nachfrage Lohnsteigerungen drohen, kann dies Unternehmen veranlassen, Potentiale für Produktivitätssteigerungen verstärkt zu nutzen. Längerfristig kann ein simultaner Anstieg von Produktion und Produktivität auch durch eine bei höherem Wachstum beschleunigte Diffusion von Innovationen erklärt werden.

Wenn weder eine Steigerung der Arbeitsproduktivität noch eine Mobilisierung zusätzlicher Arbeitskräfte möglich wäre und so die inländische Wertschöpfung nicht ausgeweitet werden könnte, wären – bei gleichbleibendem Außenhandel – zusätzliche Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz nur zu Lasten anderer Investitionen oder des privaten Verbrauchs möglich.

³⁰ Gemeint ist die Produktivität pro Person; sie steigt, wenn die durchschnittliche Arbeitszeit oder die Produktivität pro Arbeitsstunde zunimmt.

Abbildung 3

Mögliche Beschäftigungswirkungen zusätzlicher Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz In 1 000 Personen¹



¹ Differenzen zwischen Modernisierungs- und Referenzszenario unter verschiedenen Annahmen zur Einstellung zusätzlicher Arbeitskräfte. Allen Varianten liegen identische ökonomische Impulse und vergleichbare Auswirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt zugrunde.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Deutlich positive Beschäftigungseffekte sind möglich.

Beschäftigungseffekte abhängig von Rahmenbedingungen auf dem Arbeitsmarkt

Wenn die Produktivität im Gleichschritt mit der Wertschöpfung steigt, ergibt sich kein nennenswerter Effekt forcierter Energieeffizienzmaßnahmen auf die Nettobeschäftigung. Wenn die zusätzliche Wertschöpfung nicht nur durch Produktivitätssteigerungen, sondern zum Teil auch durch die Mobilisierung zusätzlicher Arbeitskräfte ermöglicht wird, sind spürbare Beschäftigungswirkungen möglich. Im Jahr 2020 könnten dann etwa 30 000, im Jahr 2030 66 000 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden (Abbildung 3). In der Zeit danach könnten die Beschäftigungseffekte weiter ansteigen, insbesondere wenn im Laufe der Zeit mehr zusätzliche Arbeitskräfte mobilisiert werden können und die Möglichkeiten für weitere Produktivitätssteigerungen geringer werden.

Wenn es keine Möglichkeiten für Produktivitätssteigerungen gibt, zusätzliche geeignete Arbeitskräfte³¹ aber unbeschränkt zur Verfügung stehen (und es zudem keine Rückkopplungseffekte beispielsweise über Lohnsätze oder Außenhandel gibt) könnte bei identi-

³¹ Zu den Qualifikationsanforderungen im Bereich der energetischen Gebäudesanierung siehe Mohaupt, F. et al. (2011): Beschäftigungswirkungen sowie Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarf im Bereich der energetischen Gebäudesanierung. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des BMU und UBA Nr. 1/11, Berlin und Dessau.

schen Impulsen und vergleichbaren Wirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt eine Mehrbeschäftigung von bis zu 180 000 Personen im Jahr 2020 und von ungefähr 250 000 Personen im Jahr 2030 erreicht werden. Langfristig könnte der Beschäftigungseffekt in diesem Extremfall auf über 300 000 Personen steigen.

Positive volkswirtschaftliche Wirkungen auch unter anderen Rahmenbedingungen

Die volkswirtschaftlichen Wirkungen hängen von einer Reihe von Rahmenbedingungen ab, deren künftige Entwicklung unsicher ist. Das betrifft insbesondere die von Investoren geforderte Amortisationsdauer, die erzielbaren Einsparerfolge sowie die spezifischen Investitionskosten. So ist unsicher, ob bei der in der Basisvariante unterstellten Amortisationsdauer von 20 Jahren ausreichende Anreize für Energieeffizienzinvestitionen in Wohngebäude bestehen. Wenn der Investor die Abschreibung der zusätzlichen Energieeffizienzinvestitionen in einem Zeitraum von zehn Jahren vornimmt³², übersteigen die Kapitalkosten zunächst die Energieeinsparungen. Erst ab 2030, wenn ein größerer Teil der Investitionen bereits abgeschrieben ist, kommt es per Saldo zu Kostenentlastungen, die größer sind als in der Basisvariante. Die anfänglich höheren Kosten werden den privaten Haushalten angelastet; somit wird Kaufkraft zu den Unternehmen des Sektors Wohnungsbau transferiert, die dann für den privaten Verbrauch nicht zur Verfügung steht. Deswegen ist bei kürzeren Amortisationszeiten der Anstieg des privaten Verbrauchs zunächst niedriger, später steht dem ein stärkerer Anstieg des privaten Verbrauchs gegenüber (Tabelle 6). Die Importe reagieren sehr elastisch auf Änderungen des privaten Verbrauchs. Ein großer Teil des Minder- oder Mehrkonsums entfällt auf ausländische Güter. Deswegen schlägt er sich nur zum kleinen Teil in geringerer beziehungsweise höherer inländischer Wertschöpfung nieder; die Auswirkungen auf Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung unterscheiden sich bei veränderten Abschreibungszeiträumen nur geringfügig.

Unsicher ist auch die Höhe der mit einer bestimmten Investitionssumme erreichbaren Energieeinsparungen. Wenn die Energieeinsparungen und damit auch die Minderimporte fossiler Energieträger im Wohngebäudebereich nur halb so hoch ausfallen wie in der Basisvariante, obwohl in gleichem Umfang investiert wird, kommt es per Saldo im gesamten Untersuchungszeitraum zu Mehrkosten gegenüber dem Referenzszenario. Dann reduzieren sich die zusätzlichen Konsummöglichkeiten der privaten Haushalte spürbar. Anders als bei der Variante mit kürzeren Amortisationszeiten

³² Bei einer im Vergleich zur Basisvariante unveränderten realen Verzinsung der Restschuld von 2,5 Prozent jährlich.

Tabelle 6

Volkswirtschaftliche Wirkungen unter alternativen Annahmen

Differenzen zwischen Modernisierungs- und Referenzszenario in Prozent¹

Annahmen		2020	2030	2050
Basisvariante	Bruttoinlandsprodukt	0,5	0,7	1,0
	Privater Verbrauch	0,3	0,4	0,9
Kürzere Amortisationszeiten	Bruttoinlandsprodukt	0,4	0,7	1,1
	Privater Verbrauch	0,1	0,5	1,3
Geringere Energieeinsparerfolge	Bruttoinlandsprodukt	0,4	0,5	0,7
	Privater Verbrauch	0,1	0,1	0,4
Höhere Investitionskosten	Bruttoinlandsprodukt	0,5	0,7	1,0
	Privater Verbrauch	0,1	0,0	0,3

¹ Berechnet in konstanten Preisen.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Bei positiven volkswirtschaftlichen Wirkungen bleibt es auch, wenn wesentliche Unsicherheiten berücksichtigt werden.

wird der im Vergleich zur Basisvariante geringere private Verbrauch in früheren Jahren nicht durch einen höheren Verbrauch in späteren Jahren ausgeglichen. Die Folgewirkung für die inländische Wertschöpfung und die Beschäftigung ist aufgrund der hohen Elastizität der Importe in Bezug auf den privaten Verbrauch gedämpft: die Erhöhung des Bruttoinlandsprodukts ist zwar niedriger als in der Basisvariante, jedoch ist der Unterschied geringer als beim privaten Verbrauch.

Ähnlich wirkt es sich aus, wenn die energetische Sanierung des Wohnungsbaubestandes höhere Kosten verursacht. Angenommen wird, dass die spezifischen Investitionskosten doppelt so hoch ausfallen wie in der Basisvariante. Dies vermindert das verfügbare Einkommen und dämpft den privaten Verbrauch, allerdings gegenüber dem ursprünglichen Impuls in abgeschwächtem Umfang. Der Grund dafür sind Multiplikatoreffekte der höheren Investitionen. Auch in diesem Fall wird ein Teil der zusätzlichen Nachfrage gegenüber dem Referenzszenario durch Importe befriedigt; dies dämpft die Auswirkungen auf Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung.

Die Größenordnung des Einkommens- und Beschäftigungsanstiegs hängt darüber hinaus von weiteren Umständen, beispielsweise auch von der Steuerpolitik ab. Die mit den Energieeffizienzsteigerungen verbundenen höheren Einkommen führen zunächst zu zusätzlichen Steuereinnahmen. In den beschriebenen Varianten ist angenommen worden, dass der Staat diesen Effekt durch Steuersenkungen soweit ausgleicht, dass sein Finanzierungssaldo unverändert bleibt. Würden die zusätzlichen Steuereinnahmen stattdessen zur Konsolidierung des

Staatshaushalts verwendet werden, wäre der Anstieg der Einkommen und des privaten Verbrauchs geringer.

Umgekehrt könnte es zu einem stärkeren Anstieg der Einkommen kommen, wenn die Wirtschaftssubjekte – statt wie hier angenommen bei ihren Entscheidungen alle verfügbaren Informationen über zukünftige Entwicklungen einzubeziehen – ihre Erwartungen eher an Entwicklungen in der Vergangenheit orientieren würden.³³

Der größte Teil der Mehrproduktion entfällt auf die Bauwirtschaft

Von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz werden die Sektoren der Volkswirtschaft in unterschiedlichem Umfang beeinflusst (Abbildung 4).³⁴ Der größte Anteil der Produktionswirkungen – im Jahr 2020 knapp 35 Prozent der gesamten zusätzlichen Bruttoproduktion – entfällt auf die Bauwirtschaft; darin spiegelt sich die große Bedeutung der energetischen Gebäudesanierung bei den Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz. Der Anteil der Bauwirtschaft geht im Zeitverlauf zurück, weil die spürbar wachsenden Energiekosteneinsparungen der privaten Haushalte die Nachfrage nach anderen Gütern des privaten Verbrauchs erhöhen. Im Jahr 2050 entfällt aber immerhin noch über ein Viertel der zusätzlichen Bruttoproduktion auf die Bauwirtschaft.

Der zweithöchste Anteil an den Wachstumswirkungen – im Jahr 2020 rund 27 Prozent der zusätzlichen Bruttoproduktion – entfällt auf das produzierende Gewerbe (ohne Bauwirtschaft). Im Verhältnis zur großen Bedeutung dieses Sektors für die Volkswirtschaft sind die Auswirkungen auf diese Branche jedoch deutlich geringer als bei der Bauwirtschaft. Das produzierende Gewerbe profitiert direkt von zunehmenden Ausrüstungsinvestitionen zur Steigerung der Energieeffizienz außerhalb des Gebäudebereichs, aber über Vorleistungslieferungen auch indirekt von den Produktionssteigerungen der übrigen Wirtschaftsbereiche. Der Anteil des produzierenden Gewerbes am Zugewinn der Bruttoproduktion verringert sich im Laufe der Zeit. Die Dienstleistungssektoren gewinnen durch die Modernisierungsmaßnahmen im Zeitverlauf zunehmend, weil die von den Energieeffizienzmaßnahmen ausgehenden Zweitrundeneffekte an Bedeutung gewinnen.

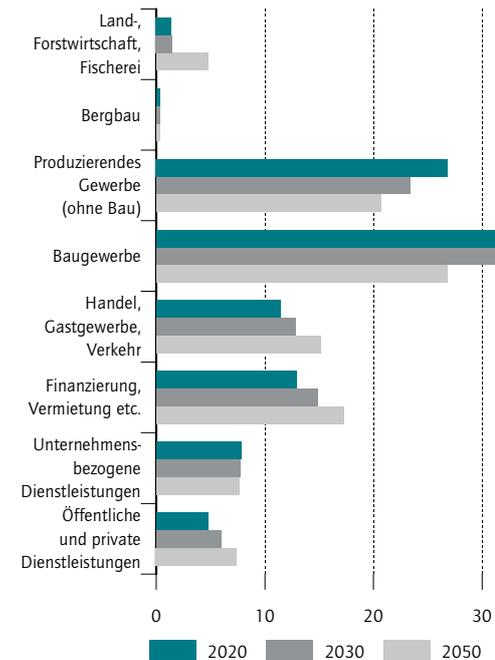
³³ Das Modell SEEEM erlaubt die Abbildung sowohl vorwärts als auch rückwärts gerichteter Erwartungsbildung. Eine Simulation unter der Annahme von *backward looking expectations* zeigt, dass der Effekt auf das Bruttoinlandsprodukt vor allem anfangs deutlich höher liegt als bei *forward looking expectations*; im Zeitverlauf nähern sich die Entwicklungen in beiden Szenarien einander an.

³⁴ Die folgenden Zahlenangaben beziehen sich auf die Basisvariante.

Abbildung 4

Sektorale Verteilung der Produktionswirkungen¹ zusätzlicher Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Anteil des jeweiligen Sektors am Produktionseffekt insgesamt in Prozent



¹ Differenzen zwischen Modernisierungsszenario in der Basisvariante und Referenzszenario.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Das Baugewerbe profitiert besonders stark.

Fazit und wirtschaftspolitische Schlussfolgerungen

Deutschland hat seit 1990 zwar Steigerungen der Energieeffizienz erreicht: Bei steigendem Bruttoinlandsprodukt ist der Primärenergieeinsatz leicht gesunken. Um jedoch die von der Bundesregierung formulierten weitreichenden Energiespar- und Emissionsminderungsziele zusammen mit dem geplanten Ausbau erneuerbarer Energien zu erreichen, reichen die Steigerungsraten der Energieeffizienz der Vergangenheit bei weitem nicht aus. Die Bundesregierung strebt deswegen eine Steigerung der Endenergieproduktivität von durchschnittlich 2,1 Prozent pro Jahr an. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen alle Wirtschaftsbereiche Beiträge leisten. Von besonderer Bedeutung ist langfristig die Sanierung des Bestandes an Wohngebäuden; die Bundesregierung strebt hier eine Verdopplung der jährlichen energetischen Sanierungsrate von einem auf zwei Prozent des Wohngebäudebestands an.

Unter Berücksichtigung der nach Baualterklassen und Gebäudetypen unterschiedlichen Sanierungserfordernisse lassen sich die hierfür notwendigen energiebedingten Mehrinvestitionen abschätzen: im Jahr 2020 sind es gut sieben Milliarden Euro, 2030 neun Milliarden Euro und 2050 14 Milliarden Euro in Preisen des Jahres 2000. Dabei handelt es sich ausschließlich um zusätzliche Aufwendungen für die energetische Verbesserung der Gebäude. Damit könnten die privaten Haushalte im Jahr 2020 knapp vier Milliarden Euro (in Preisen des Jahres 2000) Energieausgaben einsparen. Im Jahr 2030 werden elf Milliarden Euro und im Jahr 2050 bereits 32 Milliarden Euro eingespart.

Zusammen mit weiteren Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in privaten Haushalten, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen kann der Energieverbrauch gegenüber einem Referenzszenario bis 2020 um 120 Terawattstunden und bis 2050 sogar um knapp 400 Terawattstunden reduziert werden. Die Treibhausgasemissionen nehmen bis 2020 gegenüber dem Referenzszenario um 45 Millionen Tonnen ab und bis 2050 um 74 Millionen Tonnen.

Die von den Maßnahmen zur Beschleunigung der Energieeffizienz ausgehenden Impulse in Form von zusätzlichen Investitionen und Energiekosteneinsparungen können sich positiv auf Einkommen und inländische Nachfrage auswirken, wenn durch Produktivitätssteigerungen oder Mobilisierung von bisher nicht beschäftigten Arbeitskräften zusätzliche Produktionskapazitäten erschlossen werden können. Das Bruttoinlandsprodukt erhöht sich gegenüber dem Referenzszenario um ein halbes Prozent im Jahr 2020 und um ein Prozent im Jahr 2050. Der größte Teil der zusätzlichen Produktion entfällt auf die Bauwirtschaft. Je nach dem Verhältnis von Produktivitätssteigerungen und Neueinstellungen kann es zu erheblichen positiven Beschäftigungseffekten kommen.

Bei etwas geringeren, aber positiven Einkommens- und Beschäftigungswirkungen bleibt es auch, wenn ein kürzerer Abschreibungszeitraum der Investitionen in die energetische Gebäudesanierung verlangt wird, wenn die Energieeinsparungen bei gleichem Investitionsbedarf geringer ausfallen, oder wenn die angestrebte Erhöhung der energetischen Gebäudesanierung mit höheren Investitionen verbunden ist.

Der Bedeutung einer Steigerung der Energieeffizienz für das Gelingen der Energiewende wird im politischen Handeln bisher nicht ausreichend Rechnung getragen. Wenn es nicht gelingt, durch zusätzliche Anreize und Maßnahmen auf einen anspruchsvolleren Energieeffizienzpfad einzuschwenken, lassen sich die bestehenden Klimaschutzziele, aber auch die – als Anteile am Energieverbrauch formulierten – Ausbauziele für erneuerbare Energien deutlich schwerer erreichen. Ein besonderes Problemfeld stellen dabei die ausbleibenden Erfolge der energetischen Gebäudesanierung dar. Vor dem Hintergrund notwendiger Kapazitätsanpassungen in der Bauwirtschaft (und deren Zuliefersektoren) sowie des planerischen Vorlaufs kann eine Beschleunigung der Aktivitäten nur allmählich erfolgen, wenn Friktionen und Preissteigerungen vermieden werden sollen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, schnell klare und verlässliche Rahmenbedingungen für eine Beschleunigung der energetischen Gebäudesanierung zu schaffen. Jedes weitere Zögern erhöht die Gefahr von Attentismus bei Investitionsentscheidungen und verkleinert das Zeitfenster zum Erreichen der von der Bundesregierung gesteckten Ziele. Das Zögern ist umso weniger gerechtfertigt, als die hier vorgestellten Analysen belegen, dass eine Forcierung der Energieeffizienz für die deutsche Volkswirtschaft vorteilhaft ist.

Nicht zuletzt tragen die Maßnahmen zur Forcierung des Anstiegs der Energieeffizienz – wie auch andere Elemente der Energiewende³⁵, Maßnahmen zum Erhalt einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur³⁶ und erhöhte Ausgaben für Bildung³⁷ – dazu bei, in Deutschland eine erhöhte Investitionstätigkeit in Gang zu setzen und die bestehende Investitionslücke zu schließen. Damit könnten das Wachstum in Deutschland gestärkt und auch Impulse für die Belebung der europäischen Wirtschaft gesetzt werden.³⁸

³⁵ Blazejczak, J. et al. (2013): Energiewende erfordert hohe Investitionen. DIW Wochenbericht Nr. 26/2013.

³⁶ Kunert, U., Link, H. (2013): Verkehrsinfrastruktur: Substanzerhaltung erfordert deutlich höhere Investitionen. DIW Wochenbericht Nr. 26/2013.

³⁷ Spieß, K. (2013): Investitionen in Bildung: Frühkindlicher Bereich hat großes Potential. DIW Wochenbericht Nr. 26/2013.

³⁸ Bach, S. et al. (2013): Wege zu einem höheren Wachstumspfad. DIW Wochenbericht Nr. 26/2013.

IMPROVED ENERGY EFFICIENCY: VITAL FOR ENERGY TRANSITION AND STIMULUS FOR ECONOMIC GROWTH

Abstract: As part of the energy transition process, the German government has set far-reaching energy efficiency targets, including doubling the annual energy-efficient refurbishment rate for existing residential buildings from one to two percent. DIW Berlin has estimated the additional energy-related investment required to meet these targets and analyzed the impact this could have on the economy. In the long term, the savings on household energy bills far exceed the additional investment. This, combined with further measures to increase energy efficiency in other sectors, substantially reduces energy consumption and greenhouse gas emissions. Even allowing for some elements of uncertainty, these measures to improve energy efficiency

have a positive impact on income and domestic demand. They could also result in significantly positive effects on employment, depending on the ratio of productivity gains and new jobs. Nevertheless the most recent savings are not nearly enough to achieve the German government's energy efficiency targets. Clear and reliable framework conditions are needed soon to increase the number of buildings being refurbished for energy efficiency. Given the present analyses, which indicate that forcing the pace of energy efficiency improvements has a positive impact on German economic growth and employment, the government's hesitation seems even less justified.

JEL: Q41, Q43, Q48

Keywords: Energy efficiency, economic impacts, Germany



DIW Berlin – Deutsches Institut
für Wirtschaftsforschung e.V.
Mohrenstraße 58, 10117 Berlin
T +49 30 897 89 -0
F +49 30 897 89 -200
www.diw.de
81. Jahrgang

Herausgeber

Prof. Dr. Pio Baake
Prof. Dr. Tomaso Duso
Dr. Ferdinand Fichtner
Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.
Prof. Dr. Peter Haan
Prof. Dr. Claudia Kemfert
Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.
Dr. Kati Schindler
Prof. Dr. Jürgen Schupp
Prof. Dr. C. Katharina Spieß
Prof. Dr. Gert G. Wagner

Chefredaktion

Sabine Fiedler
Dr. Kurt Geppert

Redaktion

Renate Bogdanovic
Sebastian Kollmann
Dr. Richard Ochmann
Dr. Wolf-Peter Schill

Lektorat

Dr. Claus Michelsen

Textdokumentation

Manfred Schmidt

Pressestelle

Renate Bogdanovic
Tel. +49-30-89789-249
presse@diw.de

Vertrieb

DIW Berlin Leserservice
Postfach 74, 77649 Offenburg
leserservice@diw.de
Tel. 01806 - 14 00 50 25,
20 Cent pro Anruf
ISSN 0012-1304

Gestaltung

Edenspiekermann

Satz

eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

Druck

USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung –
auch auszugsweise – nur mit Quellen-
angabe und unter Zusendung eines
Belegexemplars an die Serviceabteilung
Kommunikation des DIW Berlin
(kundenservice@diw.de) zulässig.

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.