

Jörg Adolf, Michael Bräuninger

## Energiewende im Wohnungssektor – Fakten, Trends und Realisierungsmöglichkeiten

**Die Politik hat mit ihrem Energiekonzept anspruchsvolle Energie- und Klimaziele vorgegeben. Nach Energiewirtschaft, Industrie und Verkehr gerät nun der Hauswärmebereich als nächstgrößter Energieverbraucher und CO<sub>2</sub>-Emittent in den Fokus. Seit Mitte 2011 wird von der Legislative über Fördermaßnahmen für den Gebäudesektor beraten. Welche Einsparpotenziale gibt es im Wohnungsbereich tatsächlich? Und wie lassen sie sich bis 2030 realisieren?**

Die Bundesregierung und auch die EU haben in den vergangenen Jahren umfangreiche Energie- und Klimaprogramme mit anspruchsvollen Zielen verabschiedet. Danach sind die Treibhausgasemissionen in der EU sowie in Deutschland im Zeitraum von 1990 bis 2050 um 80% oder mehr zu verringern.<sup>1</sup> Primäre Adressaten der Energie- und Klimapolitik waren bislang die Industrie, die Energiewirtschaft und der Verkehrssektor. Zur Energiewende müssen jedoch alle Verbrauchssektoren substantielle Beiträge leisten. Als nächstgroßer Energieverbraucher und Emittent von Klimagasen gerät deshalb der Energieverbrauch privater Haushalte für die Wärmeversorgung in den Fokus.

In Deutschland gibt es heute rund 81,8 Mio. Einwohner und über 40 Mio. Haushalte und Wohnungen. Die zu beheizende Wohnfläche beträgt 3,4 Mrd. m<sup>2</sup>. Trotz rückläufiger bzw. stagnierender Bevölkerung wächst die zu beheizende Wohnfläche weiter. Die privaten Haushalte verbrauchen heute 28,5% der Endenergie. Durch den Einsatz von Brennstoffen in Haushalten wurden zuletzt (2010) 113,1 Mio. t Treibhausgase emittiert; das sind 14,2% der (direkten) energiebedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland.<sup>2</sup>

Ziel der heutigen Energie- und Klimapolitik für den Gebäudesektor ist es,

- dass Nutzwärme für Wärmezwecke effizienter erzeugt und bereitgestellt wird,
- dass sich Raumwärmeerzeugung stärker auf alternative und erneuerbare Energietechnologien stützt und
- dass dadurch die Treibhausgasemissionen der privaten Haushalte deutlich sinken.

Konkret soll der Wohnungsbestand bis 2050 energieeffizient und nahezu klimaneutral und dafür die jährliche Sanierungsrate von derzeit etwa 1% auf 2% des gesamten Gebäudebestands verdoppelt werden.<sup>3</sup> Die Wärmeversorgung soll – möglichst rasch – nachhaltiger werden. Doch die finanziellen Mittel sind auch für den Klimaschutz im Wohnungsbereich begrenzt. So wurde das Gesetz zur Förderung der Gebäudesanierung als einziges der neun Energiewende-Gesetze aufgrund ungeklärter Finanzierungsfragen bislang nicht verabschiedet.<sup>4</sup> Es gilt daher, möglichst ökonomische bzw. ökonomisch effiziente Modernisierungsstrategien für den Wohnungssektor zu entwickeln.

Die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten einer nachhaltig(er)en Hauswärmeversorgung sind in der Shell Hauswärme-Studie<sup>5</sup> systematisch untersucht worden. Dazu wurden aktuelle Trends auf dem deutschen Wohnungsmarkt und bei der Hauswärmeerzeugung analysiert, die technischen Potenziale der Hauswärmeerzeu-

1 Vgl. beispielsweise Bundesregierung: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Berlin 2010; EU-Kommission: Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050, Mitteilung, KOM(2011) 112 endgültig, Brüssel, 8.3.2011.

2 Vgl. AG Energiebilanzen: Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2009 und 2010, Berlin, 16.11.2011, S. 23; Umweltbundesamt: Treibhausgasemissionen deutlich unter dem Limit. Deutschland erreicht Kyoto-Ziel auch 2010, Presseinformation, Dessau, 14.4.2011.

3 Vgl. Bundesregierung: Energiekonzept, a.a.O., S. 5 und 22 f.; sowie Art. 9 Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Amtsblatt der Europäischen Union vom 18.6.2010, L 153/21.

4 Vgl. Entwurf eines Gesetzes zur steuerlichen Förderung von energetischen Sanierungsmaßnahmen an Wohngebäuden, Bundesrats-Drucksache 339/1/11, 10.6.2011.

5 Vgl. J. Adolf, M. Bräuninger, L. Leschus, A. Marczewski, U. Schabla: Shell Hauswärme-Studie. Fakten, Trends und Perspektiven bis 2030, Hamburg 2011.

**Dr. Jörg Adolf** ist Chef-Volkswirt und Issues Manager bei der Deutsche Shell in Hamburg.

**Prof. Dr. Michael Bräuninger** ist Forschungsdirektor am HWWI-Institut in Hamburg.

gung sowie des baulichen Wärmeschutzes untersucht und künftige Entwicklungen des Energieverbrauchs, der Treibhausgasemissionen und der Modernisierungskosten mit Hilfe von Szenario-Technik berechnet. Auf dieser Studie basiert die folgende Analyse.

### Wohnungsmarkt heute

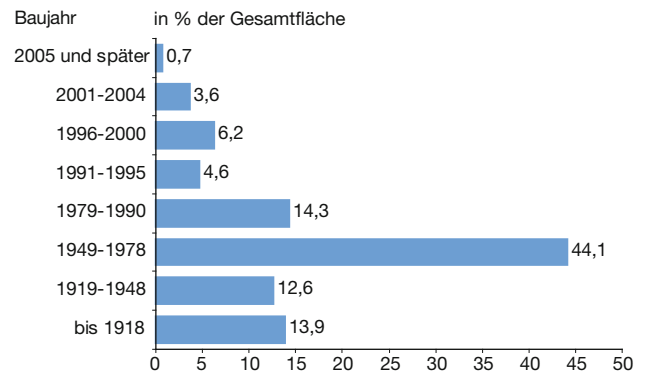
Wohnungsmärkte werden durch wirtschaftliche und demografische Entwicklungen beeinflusst. Die Demografie wirkt sich auf die Wohnraumnachfrage nicht nur über die Bevölkerungszahl, sondern insbesondere auch über die Haushaltszahl und die Haushaltsstruktur aus: Während sich die Bevölkerungszahl seit Anfang der 1990er Jahre mit heute 81,8 Mio. Einwohnern nur geringfügig verändert hat, ist die Zahl der Haushalte von 1991 bis 2010 deutlich, und zwar um rund 5 Mio. bzw. um 14% auf nunmehr 40,3 Mio. Haushalte gewachsen. Die durchschnittliche Haushaltsgröße ging währenddessen von 2,27 auf nunmehr 2,03 Personen pro Haushalt zurück.<sup>6</sup> Generell führt das zunehmende Gewicht von kleineren 1- und 2-Personenhaushalten zu einer höheren Nachfrage nach Wohnraum.

Die Zahl der Wohnungen ist seit Anfang der 1990er Jahre von rund 34 auf 40,3 Mio. Wohnungen und die Wohnfläche von 2,8 auf mehr als 3,4 Mrd. m<sup>2</sup> gewachsen.<sup>7</sup> Während die Wohnfläche in den alten Bundesländern um gut ein Fünftel zulegte, wuchs sie in Ostdeutschland, trotz Bevölkerungsrückgangs um mehr als zwei Fünftel. Die Wohnfläche pro Kopf nahm in Deutschland insgesamt von rund 35 auf knapp 42 m<sup>2</sup> zu; die Wohnfläche pro Haushalt stieg von 79 auf knapp 85 m<sup>2</sup> pro Haushalt.

6 Vgl. W. Hammes et al.: Haushalte und Lebensformen der Bevölkerung. Ergebnisse des Mikrozensus 2010, in: Wirtschaft und Statistik, Oktober 2011, S. 988-1000.

7 Vgl. Statistisches Bundesamt: Gebäude und Wohnungen – Bestand an Wohnungen und Wohngebäuden/Bauabgang von Wohnungen und Wohngebäuden/Lange Reihen ab 1969 bis 2010, Wiesbaden 2011.

**Abbildung 1**  
**Wohnfläche in Deutschland 2006**



Quellen: Statistisches Bundesamt: Bauen und Wohnen – Mikrozensus – Zusatzerhebung 2006/Bestand und Struktur der Wohneinheiten/Wohnsituation der Haushalte, Wiesbaden 2008; eigene Berechnungen.

Da frühere Standards im Bereich der Wärmetechnik und des baulichen Wärmeschutzes weit hinter den heutigen Standards und Anforderungen zurückgeblieben sind, ist die Altersstruktur der Wohnungen im Hinblick auf energetische Sanierungsmaßnahmen und die hierfür anfallenden Kosten von erheblicher Bedeutung.<sup>8</sup> Abbildung 1 zeigt, dass fast 85% der 2006 bewohnten Wohnfläche vor 1990 errichtet wurden. Aufgrund schwacher Neubautätigkeit dürfte sich die Verteilung nur geringfügig verändert haben, der überwiegende Teil der Wohnungen damit Sanierungsbedarf aufweisen.

### Hauswärmemarkt heute

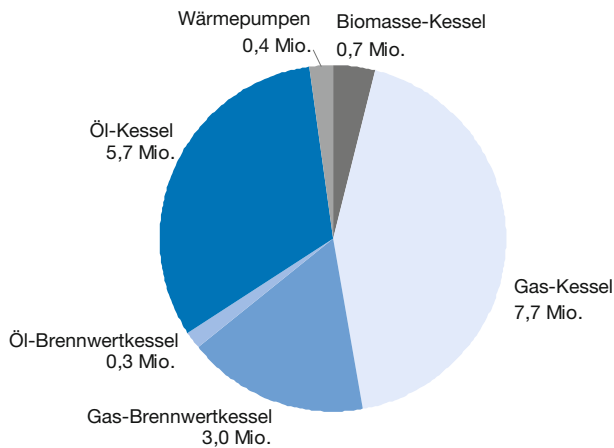
Der Endenergieverbrauch des Haushaltssektors beträgt heute rund 686 Mrd. kWh. Der Anteil von Raumwärme am gesamten Endenergieverbrauch liegt seit Jahren relativ stabil zwischen 70% und 80%. 2009 betrug der Anteil für Raumwärme 73%, der Anteil von Warmwasser 11% und von sonstiger Prozesswärme 6%. Für mechanische Energie und Beleuchtung wurden zusammen rund 10% des gesamten Endenergieverbrauchs verwendet.<sup>9</sup> Für die Höhe des gesamten Endenergieverbrauchs der Haushalte in Deutschland spielt demnach die Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumwärme eine zentrale Rolle.

8 Die letzte stichprobenartige Erfassung des Wohnungsbestandes nach Baujahren findet sich in Statistisches Bundesamt: Bauen und Wohnen – Mikrozensus – Zusatzerhebung 2006/Bestand und Struktur der Wohneinheiten/Wohnsituation der Haushalte, Wiesbaden 2008.

9 Vgl. Statistisches Bundesamt: Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 2: Energie, Rohstoffe, Wiesbaden 2011.

Abbildung 2  
Wärmeerzeuger im Wohnungsbestand 2009

Gesamt ca. 17,8 Mio. Wärmeerzeuger im Bestand



Quellen: Das Wärmemarkt-Spezial: Der Wärmemarkt 2010, Fakten, Hintergründe, Ausblick 2011, in: Brennstoffspiegel, April 2011; eigene Darstellung.

In Deutschland gibt es etwa 17,8 Mio. zentrale Wärmeerzeuger im Wohnungsbestand (vgl. Abbildung 2).<sup>10</sup> 94% der Wärmeerzeuger sind Gas- und Ölheizungen. Wärmepumpen kommen mit rund 400 000 Stück auf gut 2% und Biomasse-Kessel mit etwa 700 000 Anlagen auf knapp 4% des Gesamtbestands. Darüber hinaus gibt es in Deutschland noch 1400 Fernwärmenetze, ca. 1,6 Mio. Nachtspeicheröfen, 10 bis 15 Mio. Einzelfeuerungen für Holz und Kohle sowie 15,3 Mio. m<sup>2</sup> Solarkollektoren, wobei letztere vorwiegend heizungsunterstützend eingesetzt werden.

Die Marktentwicklung für Wärmeerzeuger bestimmt die Beheizungsstruktur des Wohnbereichs. Wärmeerzeuger können in Neubauten oder zwecks Modernisierung im Wohnungsbestand eingebaut werden. 2011 wurden 639 500 Neugeräte abgesetzt.<sup>11</sup> Da in den vergangenen Jahren jedoch nur noch weniger als 100 000 Wohngebäude genehmigt bzw. fertig gestellt wurden, werden Veränderungen in der Beheizungsstruktur vor allem durch Modernisierungsmaßnahmen geprägt. Öl- oder Gasgeräte – vorwiegend Brennwerttechnik – machten in den letzten Jahren knapp 90% des Neugeräteabsatzes aus, 8% bis 9% waren Wärmepumpen sowie 3 bis 4% Biomasse-Kessel. Im Neubau nimmt Gas als Heizenergie

mit über 50% die Führungsrolle ein; es folgen Wärmepumpen mit rund 30%.<sup>12</sup>

Beim aktuellen Geräteabsatz würde es rund 30 Jahre dauern, bis alle Heizanlagen erneuert sind. Und selbst bei dem ursprünglichen Absatzniveau von fast 900 000 Exemplaren pro Jahr würde es immer noch 20 Jahre dauern. Tatsächlich sind aber 23,8% aller Öl-Kessel und 16,7% aller Gas-Kessel in Deutschland älter als 20 Jahre, obgleich die durchschnittliche Lebensdauer einer Öl- oder Gasheizung nur 15 bis 20 Jahre beträgt.

Die Zahl und Struktur der Wärmeerzeuger bestimmen wiederum den Energieverbrauch und den Energiemix privater Haushalte. So ist der (temperaturbereinigte) Energieverbrauch der Haushalte seit 2000 um rund 10% rückläufig, für Hauswärme um rund 15%; Warmwasser, Prozesswärme, mechanische Energie und Beleuchtung stagnieren dagegen oder legten zu. Im Energiemix für Hauswärme liegt Erdgas mit rund 45,2% vor Heizöl (27,0%), Biomasse (12,1%), Fernwärme (9,3%), Strom (3,4%) sowie Kohle (1,9%). In den vergangenen zehn Jahren ging der Verbrauch von Heizöl, Erdgas und Kohle zurück, während Fernwärme und vor allem Biomasse deutlich zulegten. Der Rückgang bei Heizstrom wurde durch sonstige Anwendungsbereiche überkompensiert.<sup>13</sup>

### Determinanten und Szenarien

Mit Hilfe von Szenario-Technik werden im Folgenden künftige Entwicklungen des Hauswärmesektors (ohne Warmwasser) – hinsichtlich des Energieverbrauchs, der Treibhausgasemissionen und der (Investitions-)Kosten – untersucht. Im ersten Schritt geht es darum, die wichtigsten vorbestimmten Einflussfaktoren zu identifizieren und deren Wirkung auf Szenariovariablen abzuschätzen.<sup>14</sup> Wesentliche Zusammenhänge des Simulationsmodells werden stilisiert in Abbildung 3 dargestellt.

Die wichtigsten Determinanten für die Entwicklung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen sind die zu beheizende Wohnfläche und deren energetische Qualität, gemessen am spezifischen Endenergieverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche (EEV/m<sup>2</sup>). Die zu beheizende Wohnfläche wird durch die Bevölke-

<sup>10</sup> Vgl. Das Wärmemarkt-Spezial: Der Wärmemarkt 2010, Fakten, Hintergründe, Ausblick 2011, in: Brennstoffspiegel, April 2011, S. S1-16.

<sup>11</sup> Vgl. BDH: Heizungsindustrie: Arbeitsplatz- und Umsatzrekord trotz Modernisierungsstau in Heizkellern, Presseinformation, Köln, 10.2.2012.

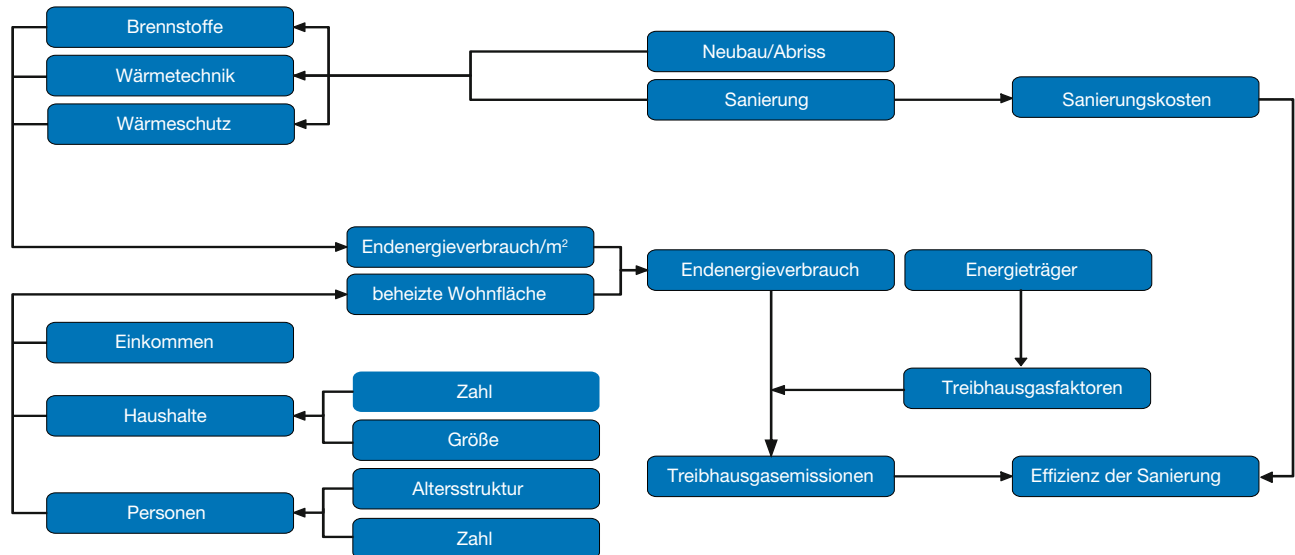
<sup>12</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt: Bauen und Wohnen – Baugenehmigungen/Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, Lange Reihen ab 1980, Ausgabe 2010, Wiesbaden 2011, S. 9 und 33.

<sup>13</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt: Umweltnutzung und Wirtschaft, a.a.O.

<sup>14</sup> Zur Szenarien-Methodik vgl. J. Adolf: Harte Fakten und Szenarien, in: A. Schnieder, T. Sommerlatte (Hrsg.): Die Zukunft der deutschen Wirtschaft. Visionen für 2030, Erlangen 2010, S. 98-104.

Abbildung 3

## Wirkungszusammenhänge Hauswärme-Szenarien



Quelle: eigene Darstellung.

rungszahl, die Zahl der Haushalte und die Höhe des Einkommens bestimmt und anhand des HWWI-Wohnungsmarkt-Modells bis 2030 fortgeschrieben.<sup>15</sup> Der spezifische Energieverbrauch je Quadratmeter wird durch den jeweiligen Stand der Wärmetechnik und des baulichen Wärmeschutzes beeinflusst. Letztere werden wiederum durch die Modernisierungsstrategien Abriss/Neubau bzw. Sanierungen kontinuierlich verändert. Abriss und Neubau werden entsprechend der Trends aus der jüngsten Vergangenheit fortgeschrieben; Schwerpunkt der Szenarienbildung ist jedoch die Sanierung des Gebäudebestands.

Um die energetische Qualität und mögliche Sanierungspfade abzubilden, wird im Rahmen eines stilisierten Modells zunächst der Wohnungsbestand anhand der gebäudespezifischen Heiztechnik und des Wärmeschutzes in Effizienzklassen eingeteilt.<sup>16</sup> Sanierungen werden als Verbesserungen der Effizienzkategorie interpretiert. Die Auswirkungen der Gebäudesanierung werden maßgeblich durch die Sanierungstiefe und die Sanierungsrate bestimmt.

Hinsichtlich der Sanierungstiefe wird zwischen umfassenden und schrittweisen Sanierungen unterschieden:

15 Vgl. M. Bräuninger et al.: Strategie 2030 – Immobilien, Hamburg 2006.  
 16 Vgl. Bremer Energie Institut, Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Darmstadt 2010, S. 98.

Bei schrittweisen oder Teilsanierungen wird eine Verbesserung um eine Effizienzkategorie und bei vollständigen um zwei Effizienzkategorien erreicht. Die Sanierungsrate ist dagegen der Anteil der Wohnfläche, der pro Jahr energetisch saniert wird. Wenn jedes Jahr 1% der Wohnfläche saniert wird, braucht es 100 Jahre, um den gesamten Wohnungsbestand zu modernisieren.<sup>17</sup> In Abhängigkeit von der Sanierungstiefe und -rate werden die Investitionskosten der Gebäudesanierung anhand maßnahmenspezifischer Investitionskosten pro Quadratmeter ermittelt.<sup>18</sup>

Die Treibhausgasemissionen werden mit Hilfe von brennstoffspezifischen Emissionsfaktoren vollständig, d.h. einschließlich der Vorkettenemissionen, bilanziert.<sup>19</sup> Zur Beurteilung der Effizienz einzelner Sanierungspfade werden schließlich die gesamten Investitionskosten, d.h. die kapitalgebundenen Kosten, in Relation zu den vermiedenen Treibhausgasen herangezogen.

17 Die Energieszenarien für das Energiekonzept der Bundesregierung unterstellen im Referenzszenario einen Rückfall der Sanierungsrate auf nur noch 0,5%. Vgl. Prognos, EWI, GWS: Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, Basel u.a.O. 2010, S. 70; sowie K. Neuhoff et al.: Energiewende: Fokus Gebäude, in: DIW-Wochenbericht, Nr. 34, Berlin 2011, S. 7-11.

18 Vgl. beispielsweise IG Energie Umwelt Feuerungen (Hrsg.): Energetische Gebäudesanierung mit System – Anlagebeispiele im Vergleich, Köln 2011.

19 Vgl. IFEU: Treibhausgasemissionsfaktoren für Brennstoffenergieträger/-mische für die Wärmeerzeugung in Deutschland, Heidelberg 2011.

## Szenarien-Ergebnisse

Insgesamt betrachtet die Hauswärme-Studie vier Szenarien mit jeweils unterschiedlichen Sanierungsraten und -tiefen sowie zusätzlich eine Szenarette für den vermehrten Einsatz biogener und erneuerbarer Wärmeenergieträger (vgl. Kasten 1). In einem Trendszenario wird zunächst die bisherige Sanierungsrate von jährlich 1% des Gebäudebestands mit unveränderten Anteilen von Teil- und Vollsanierungen bis 2030 fortgeschrieben. In einem zweiten Szenario wird die Sanierungsrate von 1% auf 2% erhöht. Im dritten und im vierten Szenario wird dann bei einer unveränderten Sanierungsrate von 2% und unverändertem Investitionskostenbudget die Sanierungstiefe variiert, d.h. entweder nur schnell und günstig oder nur umfassend saniert. Im Folgenden werden die wichtigsten Output-Größen der Szenario-Berechnungen zusammengefasst und auf mögliche Schlussfolgerungen für die Wohnungsbau-, Energie- und Klimapolitik hin untersucht.

### Wohnfläche

Trotz (leichten) Bevölkerungsrückgangs wird die beheizte Wohnfläche bis 2030 gegenüber 2008 von 3,4 auf 3,7 Mrd. m<sup>2</sup> und damit um rund 9% wachsen. Die Wohnfläche pro Kopf wird noch stärker zulegen und 2030 über 46 m<sup>2</sup> pro Kopf liegen. Bei unveränderter Wärmetechnik und baulichem Wärmeschutz im Wohnungsbestand würde der Energieverbrauch folglich zunehmen. Bis 2030 werden nur rund 16% der dann vorhandenen Wohnfläche durch Abriss und Neubau energetisch modernisiert. Der Endenergieverbrauch ohne Sanierung des Wohnbestandes würde hierdurch im Vergleich zu 2008 um 10,4% zurückgehen. Insofern reicht ein ausschließlich energieeffizienter Neubau allein nicht aus, um hohe Energieeinsparziele für den gesamten Wohnungssektor zu erreichen. Auch der Wohnungsbestand muss energetisch saniert werden.

### Sanierte Fläche

Bei gleicher Sanierungstiefe verdoppelt sich bei einer Verdoppelung der Sanierungsrate auch die sanierte Fläche – so bei „Trend“ und „Trendbeschleunigung“ von 0,82 auf 1,64 Mrd. m<sup>2</sup>. Bei unterschiedlichen Sanierungstiefen, aber gleichen Sanierungskosten unterscheiden sich die drei 2%-Szenarien („Trendbeschleunigung“, „Schnell“ und „Umfassend“) jedoch deutlich bei den jeweils sanierten Flächen. Werden ausschließlich kostengünstige Teilsanierungen durchgeführt, werden insgesamt über 2 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche saniert. Demgegenüber werden mit ausschließlich umfassenden Sanierungen insgesamt nur 1,32 Mrd. m<sup>2</sup> modernisiert. Bei einer durchschnittlichen

### Kasten 1

#### Überblick zu den Hauswärme-Szenarien

Szenarien sind keine Prognosen, sondern konsistente und plausible Entwicklungspfade. Szenario-Technik bedient sich in der Regel mehrerer alternativer Zukunftsentwürfe, um so wesentliche strukturelle Unsicherheiten, wichtige Stellschrauben oder Weichenstellungen künftiger Entwicklungen aufzuzeigen.

Eine wichtige Klasse von Szenarien sind Referenz- oder Trendszenarien. Hier werden meist Entwicklungen der jüngeren Vergangenheit unter Berücksichtigung aktueller bzw. abzusehender Politikmaßnahmen in die Zukunft fortgeschrieben. Zielszenarien dienen demgegenüber dazu aufzuzeigen, wie bestimmte Vorgaben erreicht werden können.

In der Hauswärme-Studie wird zunächst ein Trendszenario untersucht. Anders als in den Energieszenarien für das Energiekonzept der Bundesregierung werden diesem jedoch keine Zielszenarien gegenübergestellt. Vielmehr werden, basierend auf einer Abschätzung technischer Potenziale, in alternativen Szenarien wichtige Stellschrauben – wie die Sanierungsrate und -tiefe bei der Gebäudemodernisierung – variiert. Dabei wird Neubautätigkeit als exogen vorgegeben unterstellt und primär die energetische Modernisierung des Gebäudebestands untersucht. Die Hauswärmeszenarien lassen sich wie folgt beschreiben:

#### Szenario „Trend“

Wie in den Vorjahren wird eine durchschnittliche jährliche Sanierungsrate von 1% des Gebäudebestands angenommen. Es finden sowohl kleine als auch umfassende Sanierungen statt, wobei Teilsanierungen doppelt so häufig durchgeführt werden wie Vollsanierungen.

#### Szenario „Trendbeschleunigung“

Auch hier finden doppelt so viele Teil- wie Vollsanierungen statt, jedoch steigt die jährliche Sanierungsrate von 1% auf 2%.

#### Szenario „Schnell“

Bei einer Sanierungsrate von 2% werden mit demselben Investitionskostenbudget wie im Szenario „Trendbeschleunigung“ ausschließlich kostengünstige Teilsanierungen durchgeführt.

#### Szenario „Umfassend“

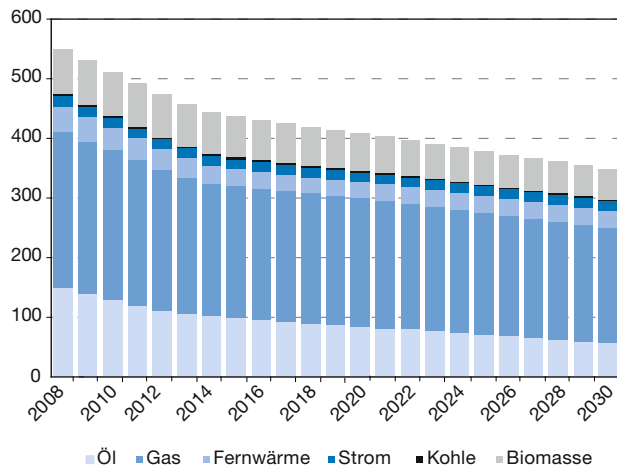
Ebenfalls bei einer Sanierungsrate von 2% wird das Investitionskostenbudget von „Trendbeschleunigung“ unterstellt; es finden jedoch ausschließlich umfassende Vollsanierungen statt.

#### Szenarette „Erneuerbare und Bioenergie“

In Ergänzung zu „Trend“ und „Trendbeschleunigung“ untersucht die Szenarette (Szenariovariante) die Einsparpotenziale eines erhöhten Einsatzes von Bioenergie. Dem Erdgas werden in den kommenden Jahren ansteigend bis zu 20% Bioerdgas beigemischt; dem Heizöl bis zu 20% Bioöl; zusätzlich steigt der Anteil erneuerbarer Energien im Strommix auf dann 55%.

Abbildung 4  
Energieverbrauch Szenario „Trendbeschleunigung“

in Mrd. kWh



Quelle: HWWI, eigene Berechnungen.

Wohnungsgröße von etwas unter 90 m<sup>2</sup> bedeutet dies, dass im Rahmen der umfassenden Sanierung nur 15 Mio. Wohnungen saniert werden, während es bei der schnellen Sanierung 23 Mio. Wohnungen sind.

#### Gebäudeeffizienz

Der aktuelle Wohnungsbestand wird auf einen mittleren Heizwärmebedarf von rund 150 bis 250 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr geschätzt – in Einzelfällen kann er jedoch auch deutlich höher liegen. Damit ist der Energiebedarf heute mehr als doppelt so hoch, wie für den Neubau gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) erlaubt. Niedrigenergiehäuser mit reduziertem Heizwärmebedarf lassen sich im Neubau vergleichsweise kostengünstig realisieren und sind inzwischen Baupraxis. Ab 2020 müssen Neubauten sogar Niedrigstenergiehausstandards erfüllen. Das Passivhaus mit einem Heizenergiebedarf von weniger als 15 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr würde solche Anforderungen erfüllen.

Ziel der Politik ist es aber, bis 2050 einen annähernd klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Daher müsste sich der Gebäudebestand allmählich dem Passivhausstandard annähern. Tatsächlich sinkt der durchschnittliche spezifische Energieverbrauch vom Ausgangswert 162 kWh/m<sup>2</sup> im Basisjahr aber nur auf Werte um 90 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr. Auch wenn man noch Unterschiede zwischen Energiebedarf und -verbrauch berücksichtigt, ist das immer noch mehr als ein Niedrigenergiehaus heutiger Zeit verbraucht.

#### Absoluter Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch für Hauswärme wird im Zeitraum 2008 bis 2030 in allen Szenarien deutlich zurückgehen. Im Trendszenario geht er einschließlich Abriss/Neubau von heute 549 Mrd. kWh um 144 Mrd. kWh bzw. 26,2% auf dann 405 Mrd. kWh zurück (vgl. Abbildung 4). Eine Verdoppelung der Sanierungsrate erbringt weitere Verbrauchsrückgänge von dann insgesamt 36,4% bis 39,5%. Mit allen drei 2%-Szenarien können auch die Verbrauchsrückgänge aus den Zielszenarien I bis IV für das Energiekonzept der Bundesregierung im Zeitraum 2030/2008 sicher erreicht werden. Selbst das Trendszenario erzielt fast dieselben Energieeinsparungen wie die Zielszenarien I/IV.<sup>20</sup> Im Übrigen liegen alle drei 2%-Szenarien beim Endenergieverbrauch dicht beieinander – zwischen 330 und 350 Mrd. kWh pro Jahr. Da der Energieverbrauch insgesamt zurückgeht, nimmt zudem auch der Verbrauch jedes einzelnen Energieträgers bis 2030 ab – die einzige Ausnahme wäre ein zunehmender Stromverbrauch im Szenario „Umfassend“.

#### Brennstoffmix und Beheizungsstruktur

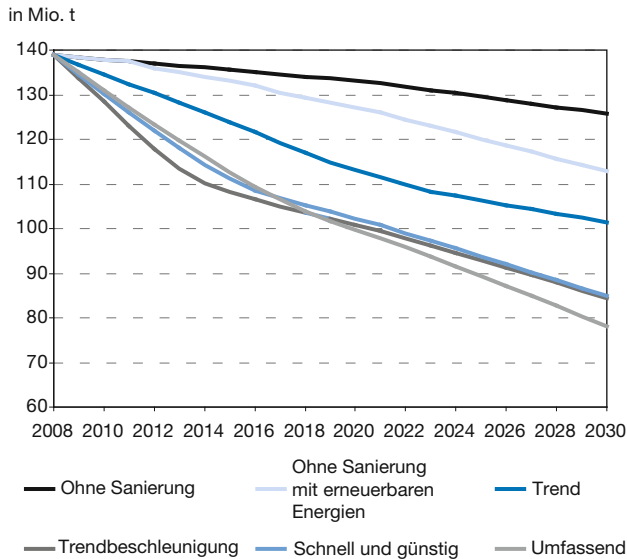
Der Brennstoffmix unterliegt in fast allen Szenarien einem eher moderaten Wandel. Der Verbrauch der konventionellen Energieträger Gas und Öl geht um rund 25% im Trendszenario sowie um etwa zwei Fünftel in den Szenarien „Trendbeschleunigung“ und „Schnell“ zurück. Gleichwohl bleiben Gas und Öl mit gemeinsamen Anteilen von nahezu 75% weiterhin die führenden Brennstoffe im Energiemix. Dabei bestreitet Erdgas allein in den meisten Szenarien über die Hälfte des Brennstoffmixes, profitiert jedoch von der anhaltenden Zuwanderung aus Öl, dessen Anteil bei beschleunigter Sanierung nach 2020 unter 20% sinkt.

Bei den starken Veränderungen im Szenario mit umfassender Sanierungstiefe würde der gemeinsame Anteil von Gas und Öl auf 59% zurückgehen; insgesamt bleiben Gas und Öl aber auch unter sehr dynamischen Bedingungen mittelfristig die wichtigsten Wärmeenergieträger. Der Anteil von Fernwärme bleibt praktisch unverändert, auch wenn der absolute Verbrauch um etwa ein Drittel zurückgeht. Der Stromeinsatz verdoppelt, der Anteil von Strom am Heizenergieverbrauch verdreifacht sich.

Ein etwas anderes Bild ergibt sich im Szenario „Umfassend“, wenn man die beheizte Fläche betrachtet. Hier würde der Anteil von Gas und Öl an der beheizten Wohnfläche auf weniger als die Hälfte sinken, Strom und Biomasse dagegen auf fast zwei Fünftel steigen – bei al-

<sup>20</sup> Vgl. Prognos, EWI, GWS, a.a.O., S. 63.

Abbildung 5  
Jährliche Treibhausgasemissionen im Vergleich



lerdings aufwändigen energetischen Modernisierungsmaßnahmen. Bei den Szenarien „Trendbeschleunigung“ und „Schnell“ weichen Brennstoffmix und flächenmäßige Beheizungsstruktur dagegen nur geringfügig voneinander ab.

### Treibhausgasemissionen

Im Trendszenario sinken die jährlichen Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008 bis 2030 um 27% (vgl. Abbildung 5). Bei der Trendbeschleunigung und bei der schnellen Sanierung werden rund 39% der Treibhausgasemissionen eingespart. Demgegenüber werden im Fall der vollständigen Sanierung aufgrund der höheren Sanierungstiefe Einsparungen von 44% erreicht. Insofern hat die vollständige Sanierung einen kleinen Vorteil. Berücksichtigt man schließlich noch, dass die (direkten) Treibhausgasemissionen im Zeitraum 1990 bis 2008 um etwa 17% zurückgingen, dürften die Treibhausgasemissionen 1990 bis 2030 zwischen einem Drittel („Trend“) und etwa der Hälfte („Umfassend“) rückläufig sein. Betrachtet man statt der jährlichen die kumulierte Minderung von Treibhausgasen, beträgt der Unterschied zwischen „Trend“ und „Trendbeschleunigung“ 10,6%. Zwischen den drei 2%-Szenarien beträgt die Differenz jedoch weniger als 1%, ist also deutlich geringer als bei den jährlichen Emissionen. Ursache ist vor allem, dass das Szenario „Schnell“ gegenüber „Umfassend“ in den ersten Jahren etwas höhere Treibhausgasreduktionen

erreicht; diese werden vom Szenario „Umfassend“ später wieder aufgeholt.

### Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien werden vor allem in Form von Biomasse und Strom Eingang in den Energiemix finden. Biomasse steigert seinen Brennstoffanteil leicht, der Verbrauch bleibt jedoch unter dem Basisjahr. Bei Strom erhöht sich der Anteil erneuerbarer Energien von 14,5% im Basisjahr (2008) auf 45,4% (2030).<sup>21</sup> Solarthermie als kostenlose Wärmequelle reduziert den Energieverbrauch in den höheren Effizienzklassen und wird nicht separat ausgewiesen.

Zusätzliche Treibhausgasreduzierungsmaßnahmen können über die Beimischung von Biogas zu konventionellem Gas und von Bioöl zu Heizöl sowie einen noch höheren Anteil erneuerbarer Energien am Strommix erschlossen werden. Wird der Anteil der Biokomponenten bis 2030 auf 20% erhöht und steigt der Anteil von erneuerbaren Energien am Strommix bis 2030 noch weiter auf 55%, erhöht sich im Falle ohne Sanierung die Reduktion von Treibhausgasen bis 2030 von 9,5% auf 18,8%; im Szenario „Trend“ steigt die Reduktion von 27% auf 34,6% und im Szenario „Trendbeschleunigung“ von 39% auf 45,5%. Somit hat die Beimischung von Biokomponenten ein spürbares Potenzial zur Treibhausgasreduktion. Dabei verursacht die Beimischung im Vergleich zu den Sanierungen sehr geringe Investitionskosten – sie könnte insofern eine relevante Ergänzungsoption darstellen.

### Sanierungskosten

Die Kosten der energetischen Sanierung sind insgesamt beträchtlich. Die Sanierungskosten für das Szenario „Trend“ betragen 386 Mrd. Euro. Da bei der beschleunigten Sanierung ein größerer Teil von kleineren Sanierungen vorgenommen wird, steigen die Sanierungskosten nicht ganz um das Doppelte auf insgesamt 744 Mrd. Euro. Die Investitionskosten entsprechen dann etwa einem Drittel des heutigen deutschen Bruttoinlandsproduktes. Die Investitionskosten pro Jahr liegen bei 17,5 Mrd. Euro im Trendszenario bzw. bei 32,3 Mrd. Euro pro Jahr in den drei 2%-Szenarien; das entspricht ungefähr 1½% des deutschen Bruttoinlandsproduktes pro Jahr.

<sup>21</sup> Die Stromvarianten beziehen sich auf das Referenzszenario sowie das Szenario Atomausstieg der Energieszenarien für das Energiekonzept. Zusätzlich zu erneuerbaren Energien gibt es einen markanten Unterschied beim Erdgasanteil – er steigt von 16,0% auf 22,3% an der Bruttostromerzeugung. Vgl. Prognos, EWI, GWS: Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, a.a.O., S. A1-12; Prognos, EWI, GWS: Energieszenarien 2011, Basel u.a.O. 2011, S. 39.

## Kosteneffizienz

Die Investitionskosten in den Szenarien „Schnell“ und „Umfassend“ werden auf dem Niveau des Szenarios „Trendbeschleunigung“ festgeschrieben. Da sich aber die erreichten Treibhausgasreduktionen unterscheiden, ergeben sich unterschiedliche Investitionskosten pro Tonne vermiedenen Treibhausgases. Im Szenario „Trendbeschleunigung“ liegen diese bei 14 600 Euro, um die jährlichen Treibhausgasemissionen um eine Tonne zu reduzieren, bzw. 32,3 Mrd. Euro pro Jahr. Im Falle des Szenarios „Schnell“ sind es 14 000 Euro/t, im Szenario „Umfassend“ nur 12 100 Euro/t. Allein auf Basis dieses Kriteriums wäre es sinnvoll, ausschließlich vollständige Sanierungen vorzunehmen.

## Kernelemente künftiger Sanierungsstrategien

Der private Wohnungssektor soll künftig einen substantiellen Beitrag zu den Klimazielen der Bundesregierung leisten. Eine Vielzahl von ordnungsrechtlichen, fiskalischen und anderen Maßnahmen wird zur Zeit diskutiert, um die Gebäudeeffizienz zu erhöhen und den Anteil erneuerbarer Energien zu steigern. Welche Kernelemente müsste eine erfolgreiche Modernisierungsstrategie für den Wohnbereich künftig aufweisen?

Während sich im Neubau Gebäudeeffizienzstandards als preisgünstiges und praktikables Mittel erweisen, sind energetische Modernisierungen im Wohnungsbestand vergleichsweise teuer. Die Investitionskosten von Modernisierungsmaßnahmen sind – bei Vollkostenbetrachtung – häufig größer als künftige energetische Einsparungen. Da die Raumwärme zu den Grundbedürfnissen zählt, sollten die Kosten für alle Bevölkerungsgruppen tragbar sein. Umso wichtiger ist es, Klimaschutz zu geringstmöglichen Kosten zu erreichen.

Die höheren Einsparungen und die geringeren Kosten je eingesparter Tonne Treibhausgase sprechen auf den ersten Blick für umfassende Vollsanierungen. Die umfassende Sanierung erfordert jedoch hohe Investitionen in eine relativ kleine Fläche. Insofern müssten wenige Haushalte hohe Investitionskosten tragen. Aufgrund des hohen fallweisen Investitionsaufwandes könnten die Sanierungsraten kleiner ausfallen und am Ende nur weniger anspruchsvolle Einsparziele erreicht werden.

Entscheidend für den Modernisierungserfolg ist jedoch weniger die Sanierungstiefe als die Höhe der Sanierungsrate. Bei schneller ebenso wie bei trendbeschleunigter Sanierung sind die fallweisen Investitionskosten niedriger und die sanierte Fläche deutlich größer, sodass

sich die gesamten Sanierungskosten auf eine größere Anzahl von Haushalten verteilt.

Weiterhin ist es grundsätzlich sinnvoll, Hauswärmeversorgung und -nutzung immer effizienter zu gestalten. Allerdings fallen bei der energetischen Gebäudesanierung in der Regel Investitionskosten an. Zusätzliche erneuerbare bzw. biogene Anteile zu konventionellen Energieträgern, insbesondere zu Gas, Öl, Strom, könnten daher auf mittlere Sicht eine weitere Ergänzungsoption für den häuslichen Energiemix darstellen.

Zum Teil wird gefordert, das Sanierungstempo ordnungsrechtlich durch strengere Vorschriften zu beschleunigen.<sup>22</sup> Einer Verschärfung von Standards im Wohnungsbestand steht aber zum einen das Wirtschaftlichkeitsgebot des §5 Absatz 1 Energieeinspargesetz (EnEG) entgegen.<sup>23</sup> Zum anderen verschwinden dadurch die Kosten der Sanierung nicht. Eigentlich notwendige Investitionen werden verzögert. Selbst kleine und kostengünstige Sanierungsschritte – wie der Austausch von alten Heizkesseln – werden möglichst lange aufgeschoben. So zeigt die Evaluation des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes (EWärmeG) Baden-Württemberg, dass höhere Vorgaben bei Sanierungen dazu führen können, dass die Sanierungen insgesamt unterbleiben.<sup>24</sup>

Aufgrund der fehlenden einzelwirtschaftlichen Rentabilität vieler Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand wird sich ohne weitere Anreize oder Förderung weder die Sanierungsrate noch die Sanierungstiefe erhöhen. Um eine größtmögliche Reichweite zu erzielen, sollte die Förderung dabei primär auf eine Erhöhung der Sanierungsrate abzielen; denn dieser kommt eine höhere Bedeutung zu als der Sanierungstiefe. Daher ist es sinnvoll, nicht nur vollständige Sanierung, sondern auch Teilsanierungen in die Förderung einzubeziehen.

Im Übrigen sollte die Förderung weitgehend technologieunabhängig erfolgen, da sich die technischen Möglichkeiten und deren Rentabilität kontinuierlich wandeln und nur schwer vorhersehbar sind.

22 Vgl. NABU: Auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bis 2050, Berlin 2011, S. 3, 19 f.

23 Die Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsgebots ist auch in Bundeswirtschaftsministerium, 2. Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (NEE-AP) der Bundesrepublik Deutschland, Berlin 2011, S. 20, 25 usw., festgeschrieben.

24 Vgl. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg, Stuttgart 2011. Kritische Anmerkungen finden sich z.B. auf S. 19, 58, 63.