



SHELL HAUSWÄRME-STUDIE

KURZFASSUNG



Shell setzt seit Jahrzehnten Szenario-Technik zur Erforschung der Zukunft ein. Als globales Energieunternehmen veröffentlicht Shell in regelmäßigen Abständen globale Langfrist-Energieszenarien bis 2050. Als führendes Energieunternehmen in Deutschland befasst sich Shell seit über 50 Jahren mit Zukunftstrends im Automobilsektor – zuletzt in der 25. Ausgabe der Shell Pkw-Szenarien (2009) und in der ersten Shell Lkw-Studie (2010). Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Hauswärmeversorgung für Wohnungsbau-, Energie- und Klimapolitik legt Shell nun – in Zusammenarbeit mit dem Hamburgischen WeltWirtschaftsinstitut (HWWI) – erstmals eine Shell Hauswärme-Studie für Deutschland vor.

WÄRMEMARKT IM FOKUS

Das Wohnen in einem geschützten Wohnraum gehört zu den Grundbedürfnissen der Menschheit. In Deutschland, wo die mittleren Jahrestemperaturen in der Regel unter 10°C liegen und die Hälfte des Jahres – oder gar länger – Wohnungen beheizt werden müssen, gehört eine warme Unterkunft zu den elementaren Bedürfnissen der Bevölkerung.

In Deutschland gibt es heute rund 81,8 Mio. Einwohner und 40,3 Mio. Haushalte. Diese leben in über 40 Mio. Wohnungen. Die Wohnfläche aller Wohngebäude in Deutschland liegt bei insgesamt 3,4 Mrd. Quadratmetern. Trotz inzwischen rückläufiger Bevölkerungszahlen steigt die Zahl der Wohnungen und die Wohnfläche weiter an.

Fast alle Wohnräume müssen beheizt werden – durch Heizungen und mit Brennstoffen oder anderen Energieträgern. **Entsprechend viel Energie beanspruchen die privaten Haushalte heute – 28,5% des Endenergieverbrauchs in Deutschland.** Zudem verursachen die rund 18 Mio. Feuerungsanlagen in Haushalten im Jahre 2010 Treibhausgasemissionen in Höhe von 113,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent; das waren 14,2% der direkten energiebedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland.

Die Bundesregierung und auch die EU haben in den vergangenen Jahren umfangreiche Energie- und Klimaprogramme mit anspruchsvollen Zielen verabschiedet. Diese sehen vor, die

Treibhausgasemissionen in der EU sowie in Deutschland im Zeitraum 1990 bis 2050 um 80% oder mehr zu verringern.

Primäre Adressaten der Energie- und Klimapolitik waren bislang die Industrie, die Energiewirtschaft – und der Verkehrssektor. Industrie und Energiewirtschaft haben bereits über einen längeren Zeitraum signifikante Emissionsreduktionen erbracht; und auch dem Verkehrssektor gelang vor gut 10 Jahren eine Trendwende. Gleichwohl sind diese Bereiche weder allein noch einzeln in der Lage, die umfangreichen Klimaziele zu erreichen. Bei weiterer Fortschreibung der heutigen Energie- und Klimapolitik könnten die Treibhausgasemissionen insgesamt um etwa zwei bis drei Fünftel gesenkt werden – nicht aber um 80% oder mehr.

Als nächst großer Energieverbraucher und Emittent von Klimagasen gerät deshalb nun der Energieverbrauch privater Haushalte für die Wärmeversorgung in den Fokus. Die Versorgung mit Hauswärme soll nachhaltiger werden, gleichzeitig aber sicher und bezahlbar bleiben.

Da die finanziellen Mittel auch für den Klimaschutz im Wohnungsbereich begrenzt sind, gilt es, möglichst ökonomische bzw. ökonomisch effiziente Modernisierungsstrategien für den Wohnungssektor zu entwickeln.

Doch wie, wie schnell und unter welchen Rahmenbedingungen kann dies geschehen?



TECHNOLOGISCHE POTENZIALE UND NACHHALTIGE HAUSWÄRME

Leitthema der ersten Shell Hauswärme-Studie ist die nachhaltige Wärmeversorgung bzw. -nutzung privater Haushalte für Wohnzwecke.

Mit Fakten, Trends und Perspektiven verbindet die Studie nützliche Informationen über aktuelle Fragen der häuslichen Wärmeversorgung mit Ausblicken in die Zukunft des Wärmesektors.

Die Studie setzt dabei zwei Schwerpunkte: Um Aussagen über künftige Entwicklungen besser abschätzen zu können, werden im ersten Teil die **technologischen Potenziale** der Wärmebereitstellung analysiert und dargestellt. Dazu gehört eine Untersuchung der Komponenten der Wärmetechnik; das sind die Erzeugung von Wärme, ihre Verteilung im Gebäude und ihre Abgabe an den Wohnraum.

Weiterhin werden die technischen Potenziale unterschiedlicher bzw. alternativer Brennstoffe und Wärmeenergieträger sowie die Gebäudetechnik, insbesondere der bauliche Wärmeschutz betrachtet.

Im zweiten Teil der Studie wird die **Nachhaltigkeit** der künftigen Hauswärmeversorgung mit Hilfe von Szenarien erforscht. Dazu wird die aktuelle Ausgangslage des Wohn- und Hauswärmemarktes aufbereitet und die wichtigsten Determinanten künftiger Entwicklungen skizziert. Szenarien sind keine Prognosen, sondern in sich plausible Entwicklungspfade.

Im Rahmen eines stilisierten Modells werden unterschiedliche Entwicklungspfade für Hauswärme bis in das Jahr 2030 exploriert. Dabei werden mehrere Szenarien der energetischen Gebäudemodernisierung berechnet, miteinander verglichen und vor dem Hintergrund der energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung eingeordnet.

Die Untersuchung bezieht sich ausschließlich auf die Beheizung von Wohngebäuden ohne Warmwasserbereitung.

Auch die Klimatechnik bleibt außen vor, da die Klimatisierung von Räumen in Deutschland nach wie vor fast ausschließlich im Bereich gewerblicher Immobilien vorzufinden ist.

LEITFRAGEN DES ERSTEN TEILS (TECHNOLOGISCHE POTENZIALE)

- Welche technologischen Potenziale stecken (noch) in der heutigen Wärmetechnik? Und wie wird dann die Heizung von morgen aussehen?
- Welche Brennstoff- bzw. Energieoptionen stehen der Hauswärme künftig zur Verfügung? Wie werden sich Brennstoffe weiter entwickeln?
- Welche Trends zeichnen sich im baulichen Wärmeschutz ab? Inwieweit verändern sich Wohngebäude in den kommenden Jahren?
- Wohin entwickeln sich Gebäudeeffizienzstandards? Und inwieweit beeinflussen sie den tatsächlichen Energieverbrauch?

LEITFRAGEN DES ZWEITEN TEILS (HAUSWÄRME-SZENARIEN)

- Wie werden sich Zahl und Fläche der zu beheizenden Wohngebäude in den kommenden Jahren entwickeln?
- Wie hoch wird der Energieverbrauch für Hauswärme sein? Und wie sieht der Brennstoff-/Energieträgermix der Zukunft aus?
- Wie viele Treibhausgasemissionen werden durch Hauswärme verursacht?
- Wie hoch sind die Kosten der energetischen Gebäudemodernisierung?
- Und welche Modernisierungsstrategien für Wohngebäude sind ökonomisch am günstigsten?

TECHNOLOGISCHE POTENZIALE

HAUSWÄRME

Die Einflussfaktoren auf die Wärmeversorgung von Wohngebäuden sind vielfältig. Zu den wichtigsten Faktoren gehören Klima- und Witterungsbedingungen, Heiz- und Gebäudetechnik, Brennstoffe und Nutzerverhalten. Für eingesetzte Technologien sind die vorherrschenden Klima- und Witterungsbedingungen extern vorgegeben. Nutzerverhalten kann durch Technik zwar beeinflusst werden, bedient sich der Technik aber im Wesentlichen. Eine systematische Untersuchung der wichtigsten Determinanten der Wärmeversorgung von Wohngebäuden fokussiert sich daher auf drei Kategorien von Einflussgrößen, welche die Energie- und Umweltbilanz der Wärmeversorgung von Wohngebäuden systematisch und wesentlich bestimmen: Heizsysteme, Brennstoffe und die Gebäude, welche wiederum unter den Aspekten Wärmeschutz und Gesamtenergieeffizienz betrachtet werden.

Wärmetechnik legt in Kombination mit den verwendeten Energieträgern und der Gebäudetechnik die Gesamtenergieeffizienz eines Wohngebäudes fest. Im Lauf der Jahre wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Gebäudeeffizienzstandards entwickelt. Dabei gilt: Je anspruchsvoller der Gebäudestandard, desto mehr wächst der Einfluss der Nutzer (Bewohner) auf den tatsächlichen Verbrauch und die Energiebilanz.



Brennstoffe sind brennbare Energieträger. Die in ihnen gespeicherte Energie wird durch Verbrennung in nutzbare Energie umgewandelt. Brennstoffe können fossilen oder erneuerbaren Ursprungs sein und werden nach ihrem Aggregatzustand unterschieden:

- Gasförmige Brennstoffe wie Erdgas, Flüssiggas oder Biomethan.
- Flüssige Brennstoffe wie leichtes Heizöl oder biogenes Heizöl.
- Feste Brennstoffe wie Holz und Holzprodukte oder Kohle bzw. Briketts.

Neben Brennstoffen tragen jedoch noch weitere Energieträger zur Wärmeerzeugung in Wohngebäuden bei; dazu gehören insbesondere Strom bzw. elektrische Energie, Fernwärme und solare Strahlungsenergie.

Moderne **Heizsysteme**, die dem jeweiligen Stand der Technik entsprechen, werden vor allem im Neubau verwendet. Durch Neubau und gegebenenfalls Abriss von Wohngebäuden bestimmen auf lange Sicht die jeweils eingebauten Wärmeerzeuger den künftigen Stand der Heiztechnik. Generell übersteigt jedoch die Lebensdauer von Gebäuden diejenige von Heizanlagen. Die Wärmetechnik eines Gebäudes oder Teile davon werden im Lebenszyklus einer Immobilie oft mehrfach modernisiert oder ausgetauscht.

Dabei ist die Modernisierung von Heizsystemen im Wohnungsbestand in der Regel mit nur geringfügigen baulichen Maßnahmen verbunden. Mit moderner Brennwerttechnik sind gegenüber veralteter Heizwerttechnik Energieeinsparungen von bis zu 30% möglich.

Neben der Wärmetechnik und den verwendeten Brennstoffen wird der Energieverbrauch und damit die energiebedingten Emissionen schließlich maßgeblich vom Gebäude selbst und den Umgebungsbedingungen an seinem Standort beeinflusst.

Von entscheidender Bedeutung für den **Wärmeschutz** ist dabei die thermische Gebäudehülle. In Neubauten kommen heute oft energetisch optimierte Bauweisen und Materialien zum Einsatz. Bestandsbauten können bzw. müssen nachgerüstet werden, um moderne Effizienzstandards zu erreichen. Veränderungen an der Hülle bereits bestehender Gebäude sind jedoch meist mit erheblichen bautechnischen Maßnahmen verbunden. Gleichwohl ist eine energetisch optimierte Gebäudehülle unabdingbar, um einen niedrigen spezifischen Energieverbrauch zu erreichen.

HEIZSYSTEME



Zu einem modernen Heizsystem gehören ein Wärmeerzeuger, eine Wärmeverteilung und eine Wärmeübergabe. Die allermeisten Wohngebäude sind mit einer Zentralheizung ausgestattet; **etwa vier Fünftel aller Wohnungen werden mit Gas- oder Ölheizungen beheizt**. Hier steht mit Gas- und Öl-Brennwerttechnik eine ausgereifte Technologie zur Verfügung, die mit Wirkungsgraden von fast 100% eine nahezu optimale Brennstoffausnutzung ermöglicht.

Für den Gebäudebestand werden optimierte Gas- oder Ölheizungen das wärmetechnische Rückgrat bilden. **Da im Wohnungsbestand vielfach noch Heizwert- und nicht Brennwerttech-**

nik eingesetzt wird, bestehen bei konventionellen Wärmeerzeugern noch erhebliche und vergleichsweise kostengünstige Modernisierungspotenziale.

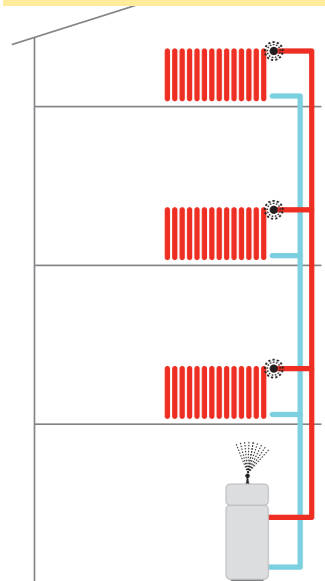
Weitere Einsparpotenziale ergeben sich bei konventionellen Heizanlagen aus der integrierten Optimierung des ganzen Heizsystems - etwa durch den hydraulischen Abgleich oder den Einsatz einer optimierten Regelungs- und Steuerungstechnik. Zudem sinkt durch zunehmend energetisch optimierte Wohnungen die durchschnittliche flächenbezogene Heizlast in Gebäuden. Wärmeerzeuger - oder ganze Heizanlagen - müssen bzw. können kleiner dimensioniert werden.

Generell zeichnet sich ein Trend zur multivalenten Wärmetechnik bzw. Hybridisierung von Heizsystemen ab, das heißt, künftig speisen mehrere Wärmequellen die Heizanlage. Hierbei werden weitere Wärmequellen in bestehende Heizsysteme integriert bzw. unterstützen die Wärmeerzeugung.

Zu den wichtigsten alternativen Wärmeerzeugern gehören Feststofffeuerungen mit Holz - als Einzelfeuerung oder Kombikessel, Wärmepumpen sowie solarthermische Anlagen - letztere in erster Linie zur Heizungsunterstützung. Neubauten werden vielfach von vornherein so konstruiert, dass sie mehrere alternative Wärmequellen gleichzeitig nutzen.

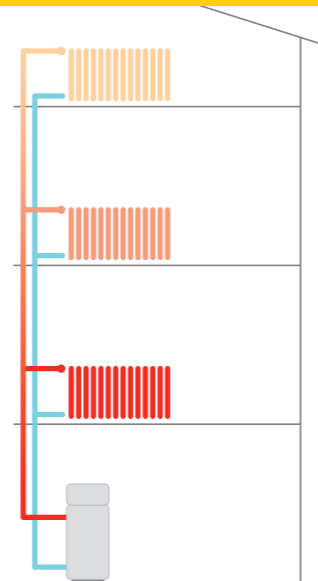
Herzstück bi- bzw. multivalenter Heizungsanlagen ist nicht mehr der zentrale Wärmeerzeuger, sondern ein Pufferspeicher. Eine moderne Heizungsregelung steuert die verschiedenen Wärmequellen und passt sie optimal auf die jeweilige Wärmenachfrage an. Da Wärmeerzeuger auf Basis alternativer Wärmequellen insbesondere Hauswärme nicht immer gleichmäßig und bedarfsgerecht bereitstellen können, übernimmt ein konventioneller Heizkessel oftmals die Wärmeerzeugung in Spitzenzeiten. Die Wärmeversorgung des Gebäudes selbst erfolgt direkt oder parallel aus dem Pufferspeicher.

HYDRAULISCHER ABGLEICH



Bei einem hydraulischen Abgleich erhält jeder Heizkörper genau die Wärme, die er braucht, um die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen.

Ohne hydraulischen Abgleich sucht sich das warme Wasser den Weg des geringsten Widerstands. Es fließt hauptsächlich durch den untersten Heizkörper, der dem Wärmeerzeuger am nächsten ist. Nur wenig Wasser durchfließt dagegen den weiter entfernten obersten Heizkörper. Die Folge sind zu niedrige Temperaturen im mittleren und vor allem im obersten Raum.

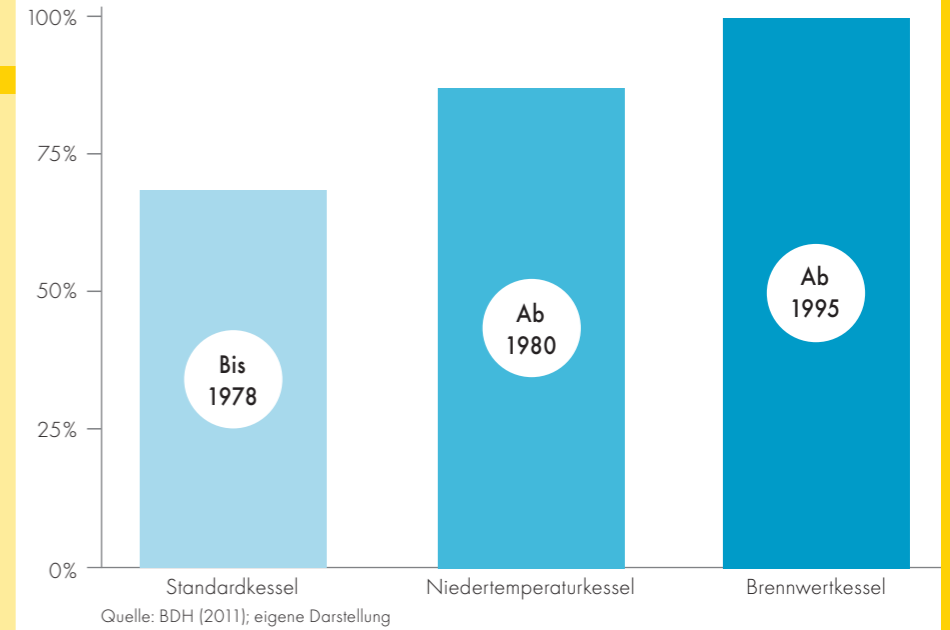


Quelle: Viessmann (2011); eigene Darstellung

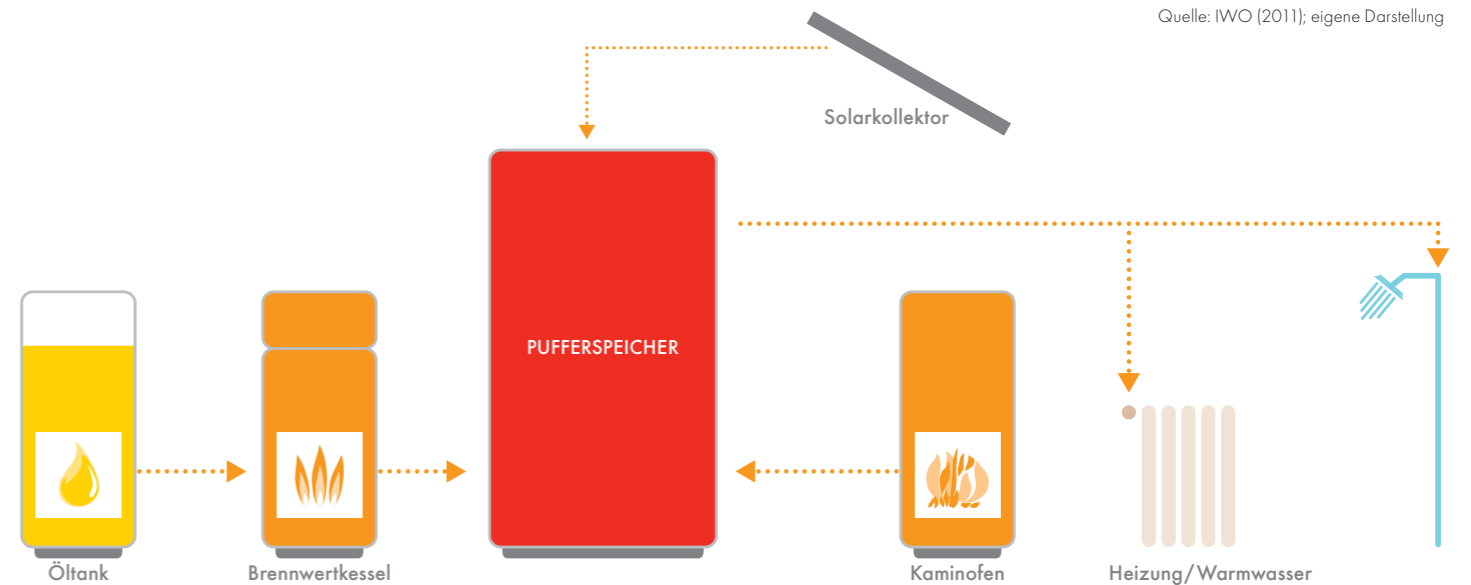
WIRKUNGSGRAD BEZOGEN AUF DEN BRENNWERT

Bis Ende der 1970er Jahre dominierten Standard- oder Konstanttemperaturkessel in der Wärmetechnik. Ab Anfang der 1980er führte der Einsatz von Niedertemperaturkesseln mit deutlich höherem Wirkungsgrad zu Effizienzgewinnen.

Moderne Brennwertkessel sind seit Mitte der 1990er Jahre im Markt vertreten. Brennwertkessel nutzen im Gegensatz zu Standard- und Niedertemperaturkesseln zusätzlich die Verdampfungswärme des in den Verbrennungsabgasen enthaltenen Wasserdampfs. Dadurch erreichen sie eine nahezu optimale Brennstoffausnutzung. Der Wirkungsgrad bezogen auf den Brennwert erreicht annähernd 100%.



HYBRIDHEIZSYSTEM MIT PUFFERSPEICHER



BRENNSTOFFE



Auch der aktuelle Brennstoffmix für Hauswärme befindet sich im Wandel. Heute stellen die Brennstoffe Erdgas und Heizöl allein knapp drei Viertel der Endenergie für Hauswärme; einschließlich Strom- und Fernwärmeanteilen dürften konventionelle Energien annähernd 90% der Wärmeenergiebereitstellung sichern. Ihre zeitliche Reichweite ist deutlich größer als die Lebensdauer typischer Wärmeerzeuger.

Heizöl und Erdgas sind nicht nur einfach und bequem zu handhaben. Sie verbrennen auch sauberer als Festbrennstoffe und weisen gegenüber Kohle geringere Treibhausgasemissionen auf.

In den kommenden Jahrzehnten werden Zahl und Art der für Hauswärmeerzeugung eingesetzten Brennstoffe und Energieträger jedoch deutlich vielfältiger. Die Festbrennstoffe Scheitholz, Holzpellets und auch Hackschnitzel werden verstärkt eingesetzt. Solare Strahlungsenergie wird zur Ergänzung der Wärmeversorgung genutzt. Und auch in anderen Brennstoffgruppen etablieren sich zunehmend erneuerbare Komponenten – wie Bio-Erdgas als Beimischung bzw. Einspeisung in das Gasnetz und Bio-Heizöl als Beimischung zu herkömmlichem Heizöl.

Alle erneuerbaren und alternativen Energieträger müssen mittelfristig – neben der technischen Eignung für den Einsatz in bestehenden und künftigen Wärmeerzeugern – strenge Anforderungen an die Nachhaltigkeit erfüllen. Strom und Fernwärme werden vermehrt mittels Kraft-Wärme-Kopplung bzw. aus erneuerbaren Energien hergestellt.

WÄRMESCHUTZ



Weiterhin bietet der bauliche Wärmeschutz von Gebäuden wichtige Potenziale für eine effiziente Nutzung von Wärmeenergie. Daher gibt es heute umfangreiche Vorschriften – insbesondere die Energieeinsparverordnung und zugehörige Normen – zur Minimierung von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten von Wohngebäuden in Neubau und Bestand.

Drei Viertel des heutigen Wohnungsbestandes sind über 25 Jahre alt; 90% der Heizenergie werden dort verbraucht. Der Energiebedarf von Bestandswohnungen ist heute im Durchschnitt mehr als doppelt so hoch wie vom Gesetzgeber für Neubauten erlaubt. Ein Großteil des Wohnungsbestandes wird sich in den kommenden Jahren durch Wärmedämmung der Gebäudehülle einem Niedrighausenergiestandard annähern.

Die bauliche Sanierung von Wohnungsbestand ist jedoch vergleichsweise aufwendig und teuer. Neubaustandards lassen sich im Wohnungsbestand daher in der Regel nicht erreichen.

Neubauten werden dagegen von vornherein so konstruiert, dass sie heute schon Niedrigenergiehausstandard und ab 2020 Passiv- bzw. Niedrigstenergiehausstandard erreichen; das heißt eine kompakte luftdichte Bauweise mit Außenbauteilen, die Wärmeverluste minimieren. Zusätzlich werden in Niedrigstenergiehäusern vermehrt Lüftungsanlagen zur kontrollierten Wohnungsbelüftung eingesetzt; denn in gut gedämmten Gebäuden können 50% der Heizwärmeverluste durch die Lüftung verursacht werden.

GEBÄUDEEFFIZIENZ



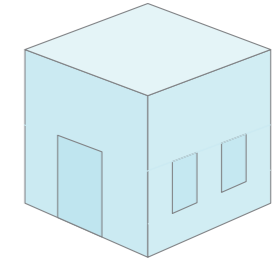
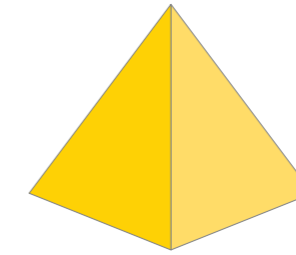
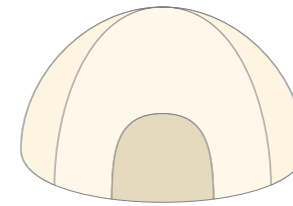
Gebäudeeffizienzstandards zielen auf den Energiebedarf eines Wohngebäudes bzw. auf dessen Reduktion ab, insbesondere bei Neubauten haben sich strenge Gebäudestandards als kostengünstige Handlungsoption bewährt. Der Nachweis einer effizienten Wärmetechnik sowie des baulichen Wärmeschutzes wird jedoch immer komplexer und aufwendiger.

Der Energiebedarf ist ein wichtiger Bestimmungsfaktor energieeffizienter und klimaschonender Hauswärme und den Nutzern anlagen- und bautechnisch – ähnlich dem Normverbrauch bei Personenzug – vorgegeben. Dabei ist der errechnete Energiebedarf aber nicht gleichzusetzen mit dem tatsächlichen Energieverbrauch eines Gebäudes.

Je besser der Effizienzstandard eines Gebäudes, desto größer wird der Nutzereinfluss, zum Beispiel durch die Bestimmung von Raumtemperatur und Heizzeiten, durch Lüftung und Warmwasserverbrauch. Damit wird die Einbindung des Nutzers durch Energiekonzepte für Hauswärme immer wichtiger. Oft liegen die realen Verbräuche in Wohngebäuden mit besonders hohen Effizienzstandards über dem errechneten Bedarf, während der Energieverbrauch in älteren Gebäuden eher unter den Bedarfsberechnungen bleibt. Folglich werden die Energieeinsparungen neuer Gebäude oft zu groß angesetzt.

Um zu deutlichen Energieeinsparungen zu gelangen, bedarf es mithin nicht nur strikter Energiestandards und möglichst genauer Bilanzierungsverfahren, sondern auch aktiver Unterstützung seitens der Nutzer.

IDEALE GEBÄUDEFORMEN UNTER DEM ASPEKT DES WÄRMESCHUTZES



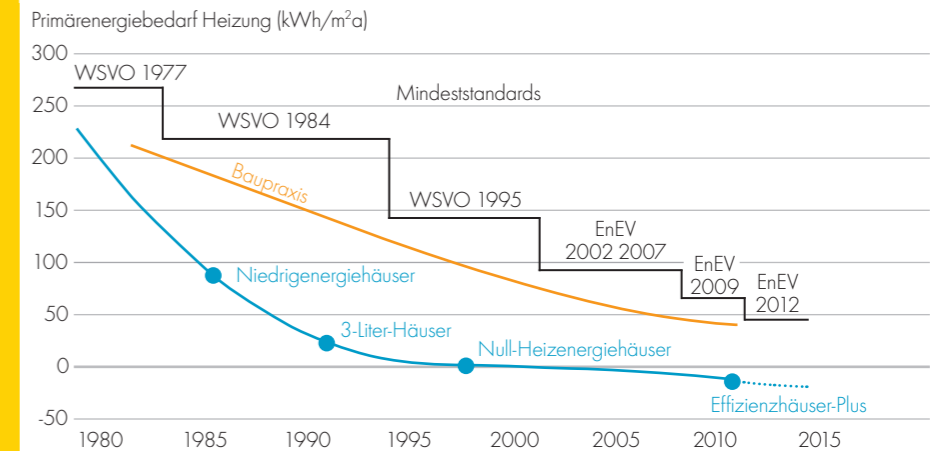
Bauliche Möglichkeiten zur Reduzierung des Wärmebedarfs betreffen die Baukörperform, die thermische Staffelung eines Gebäudes (Zonierung), die Dichtheit sowie die Wärmedämmung der Außenhülle.

Entscheidend für eine energiesparende Gebäudegeometrie ist die Kompaktheit eines Gebäudes; das ist das Verhältnis der Oberfläche zum beheizten Volumen eines Gebäudes. Bei kompakten Gebäuden ist das Gebäudevolumen groß und die Oberfläche in Relation dazu klein. Am günstigsten ist dieses Verhältnis bei einer (Halb)Kugel.

Das dürfte neben der Stabilität einer der Gründe sein, warum Eskimos Iglus bauen. Auch die Pyramide schneidet gut ab, konnte sich bislang als Gebäudeform aber ebenfalls nicht durchsetzen. Es bleibt der Würfel, dessen Bilanz nicht viel schlechter ist als bei der Pyramide.

Allerdings muss am Ende die energetisch optimale Ausführung eines Gebäudes auch mit den Wünschen der Bewohner nach Geborgenheit, Komfort und Praktikabilität in Übereinstimmung gebracht werden.

ENTWICKLUNG VON GEBÄUDESTANDARDS



Quelle: IPB Fraunhofer (2011); eigene Darstellung

Gebäudeeffizienzstandards geben Auskunft über die energetische Qualität von Wohnungen – hier dargestellt am spezifischen Primärenergiebedarf eines Doppelhauses pro Quadratmeter und Jahr.

Während im Wohnungsbestand der Energiebedarf auf 150 bis 250 kWh/m² pro Jahr geschätzt wird, haben sich die gesetzlichen Mindestanforderungen für Neubauten immer weiter verschärft – zunächst mit der Wärmeschutzverordnung (WSVO), seit 2002 durch die Energieeinsparverordnung (EnEV). Die EnEV stellt sowohl Mindestanforderungen an die Heiztechnik als auch den baulichen Wärmeschutz.

Aktueller Stand im Neubau sind Niedrigenergiehäuser. Null- bzw. Plusenergiehäuser befinden sich noch in der Forschungs- oder Pilotphase.

Ausgehend von den technischen Potenzialen werden im zweiten Teil der Shell Hauswärme-Studie mit Hilfe von Szenario-Technik mögliche Entwicklungen der künftigen Wärmeerzeugung und -nutzung im Bereich privater Haushalte bis in das Jahr 2030 untersucht.

Hierzu werden zunächst Trends und Strukturen auf dem heutigen Wohnungs- und Wärme-markt dargestellt. Für die Modellierung des Wärmemarktes werden anschließend die wichtigsten Einflussgrößen auf die künftige Entwicklung der Hauswärmeversorgung in Deutschland und ihrer Nachhaltigkeit analysiert. Im Vordergrund stehen die zu beheizende Wohnfläche und die Energieeffizienz von Wohnraum. Diese wird durch die energetische Gebäudemodernisierung verändert. Dabei gibt es verschiedene Strategien wie Abriss und Neubau oder die Sanierung von Wohnungen. Weitere wichtige Einflussfaktoren sind die spezifischen Treibhausgasfaktoren der eingesetzten Energieträger sowie die spezifischen Kosten der Gebäudesanierung.

Anschließend werden vier Szenarien mit unterschiedlichen Sanierungsraten und unterschiedlicher Sanierungstiefe sowie eine Szenarierette mit erhöhtem Einsatz von Bio- und erneuerbaren Energien durchgerechnet. Dabei ist unter Sanierungsrate der Anteil der pro Jahr sanierten Wohnfläche an der Gesamtwohnfläche und unter Sanierungstiefe der Umfang der unterstellten Sanierungsmaßnahmen, insbesondere Teil- oder Vollsaniierung, zu verstehen.

Die Ergebnisse der Szenario-Analysen werden schließlich in den vier Outputgrößen Energieverbrauch, jährliche und kumulierte Treibhausgasemissionen, Investitionskosten für Gebäudesanierung und Kosteneffizienz zusammengefasst. Abschließend werden hieraus Schlussfolgerungen für die Wohnungs-, Energie- und Klimapolitik abgeleitet.



WOHNUNGSMARKT

Im Jahre 2010 betrug die Wohnfläche 3,4 Mrd. m²; dies entspricht gegenüber 1994 einem Zuwachs von 23,5%. Dabei wuchs das Wohnflächenangebot mit im Durchschnitt 1% pro Jahr deutlich schneller als die Einwohnerzahl, die nahezu stagnierte. Folglich nahm die Wohnfläche pro Kopf in den vergangenen 16 Jahren von 35,5 m² auf knapp 42 m² im Jahre 2010 zu.

Das Angebot an Wohnraum wird über mehrere Jahre maßgeblich durch den Bestand an Wohnungen geprägt. Zum einen sind Wohnimmobilien langlebige Kapitalgüter, die normalerweise von mehr als einer Menschengeneration genutzt werden können. Zum anderen ist die Zahl der Neubauten im Vergleich zum Wohnungsbestand gering. Für Wohnflächen beträgt der jährliche Zuwachs etwa ein Prozent des Bestandes.

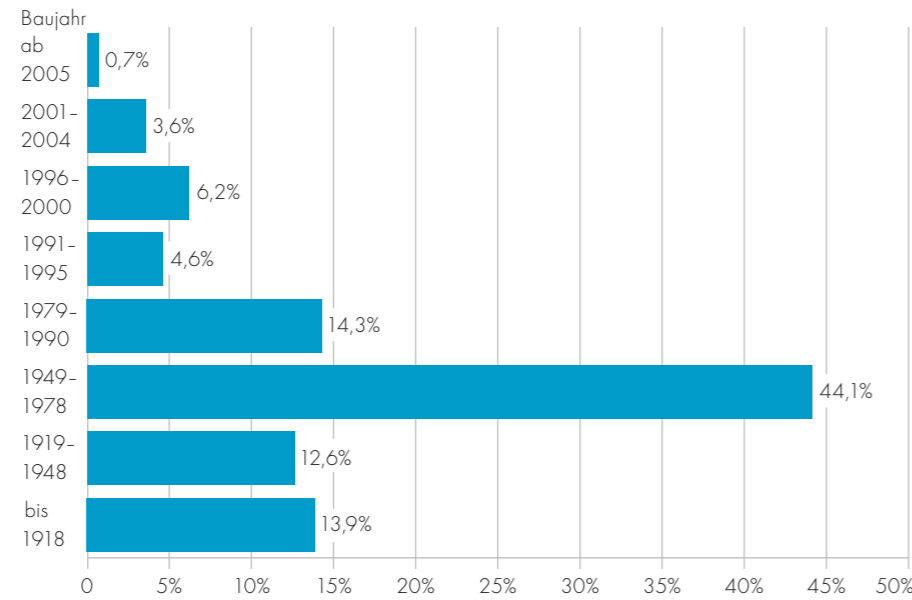
Da die bautechnischen Standards früherer Jahre deutlich unter den heutigen liegen, ist die Altersstruktur der Wohnungen von erheblicher Bedeutung. Fast 85% der im Jahre 2006 bewohnten Wohnfläche wurden vor 1990 errichtet. Zwar dürfte sich die Verteilung seitdem verändert haben; dennoch weist der überwiegende Teil der Wohnungen heute Sanierungsbedarf auf.

Ein wichtiger Faktor für die Wohnungsnachfrage ist die Zahl und Größe der Haushalte. Anders als die Bevölkerungszahl ist jene angestiegen, und zwar von 36,7 Mio. 1994 auf 40,3 Mio. Haushalte 2010. **Dabei fragen die in kleiner werdenden Haushalten lebenden Personen pro Kopf mehr Wohnraum nach.** Aufgrund der größeren Gesamtwohnfläche verfügt ein durchschnittlicher Haushalt heute über gut 6 m² mehr Wohnraum als noch 1994.

WÄRMEMARKT

Der Endenergieverbrauch des Haushaltssektors beträgt heute rund 700 Mrd. kWh und ist seit dem Jahre 2000 leicht rückläufig. Der Anteil von Raumwärme am gesamten Endenergiever-

BEWOHNTE WOHNFLÄCHE IN DEUTSCHLAND 2006



Quellen: Statistisches Bundesamt (2008); eigene Berechnungen

brauch der Haushalte für das Wohnen liegt seit Jahren relativ stabil zwischen 70 und 80%. Er betrug 2008 74%, der Anteil von Warmwasser 11% und der von sonstiger Prozesswärme 5% (vgl. die Abbildung links auf Seite 13). Dabei wuchs der reine Heizenergieverbrauch bis zum Jahre 2000, ist seitdem jedoch auch rückläufig. 2008 lag er bei 518,6 Mrd. kWh.

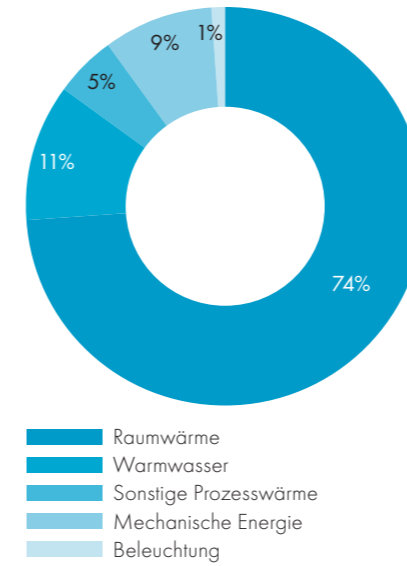
In Deutschland gibt es in etwa 17,8 Mio. zentrale Wärmeerzeuger im Bestand; davon sind ca. 6 Mio. Ölheizungen (5,7 Mio. Öl-Standard- und Niedertemperatur-Kessel sowie 0,3 Mio. Öl-Brennwertkessel), 7,7 Mio. Gas-Standard- und Niedertemperatur-Kessel sowie ca. 3 Mio. Gas-Brennwertkessel (vgl. mittlere Abbildung S. 13). Damit machen Gas- und Ölheizungen den überwiegenden Anteil am Bestand der Wärmeerzeuger aus. Wärmepumpen dagegen kommen mit rund 400.000 Stück nur auf gut 2% und Biomasse-Kessel mit etwa 700.000 Anlagen auf knapp 4% des Gesamtbestands. Im Markt für Wärmeerzeuger dominieren heute Ersatzanschaffungen. Der Absatz von Heizanla-

gen im Neubau machte in den vergangenen Jahren weniger als ein Fünftel des Gesamtabsatzes aus. **Aus der Marktentwicklung lässt sich ablesen, wie langsam sich die Beheizungsstruktur im Zeitverlauf ändert. Beim aktuellen jährlichen Geräteabsatz von 639.000 Neugeräten würde es rund 30 Jahre dauern, bis alle Heizanlagen erneuert sind.** Und selbst beim früheren 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 älter als 20 Jahre, obgleich die typische Lebensdauer einer Öl- oder Gasheizung nur 15 bis 20 Jahre beträgt. Der Anteil der Gasheizungen, die zwischen 1998 und 2010 eingebaut wurden, liegt bei 33,4% und bei Ölheizungen bei 34,6% (vgl. Abbildung rechts auf S. 13).

Betrachtet man die Beheizungsstruktur nach Energieträgern, zeigt sich Erdgas mit einem Anteil von 49% als aktuell wichtigster Heizenergieträger. Danach folgen ölbeheizte Wohnun-

ENERGIEVERBRAUCH DER HAUSHALTE FÜR WOHNEN 2008



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010)

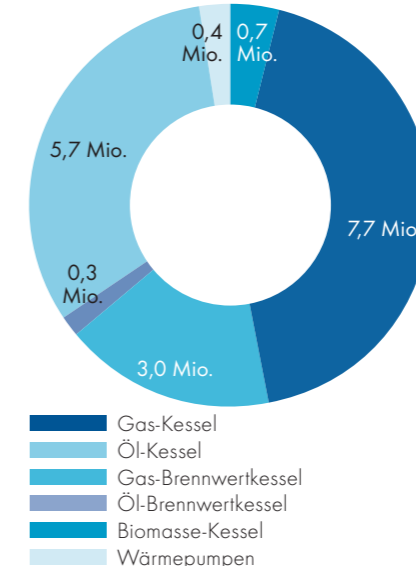
gen mit 29,6%, Fernwärme (12,6%), Strom (6,1%) und Kohle (2,7%).

SZENARIEN TREND UND TRENDBeschleunigung

Die Wohnfläche wird bis 2030 trotz sinkender Bevölkerung gegenüber 2008 um gut 10% ausgeweitet. Bis 2030 werden rund 16% der Wohnfläche durch Abriss und Neubau energetisch modernisiert. Der Endenergieverbrauch ohne Sanierung des Wohnbestandes würde im Vergleich zu 2008 um 10,4% zurückgehen; die Treibhausgasemissionen sinken um 9,5%. **Immerhin 84% der Wohnfläche des Jahres 2030 stammen aus dem heutigen Wohnungsbestand. Daher kommt der energetischen Sanierung von Bestandswohnungen große Bedeutung zu.**

Das einfachste Modernisierungsszenario wäre eine Fortschreibung des heutigen Trends - mit bisheriger Sanierungsrate von 1% und bisheriger Sanierungstiefe. In diesem Fall würde der Energieverbrauch um 26,2% und die jährlichen Treibhausgasemissionen um 27% sinken. Die

WÄRMEERZEUGER IM BESTAND 2009



Quelle: Brennstoffspiegel (2011)

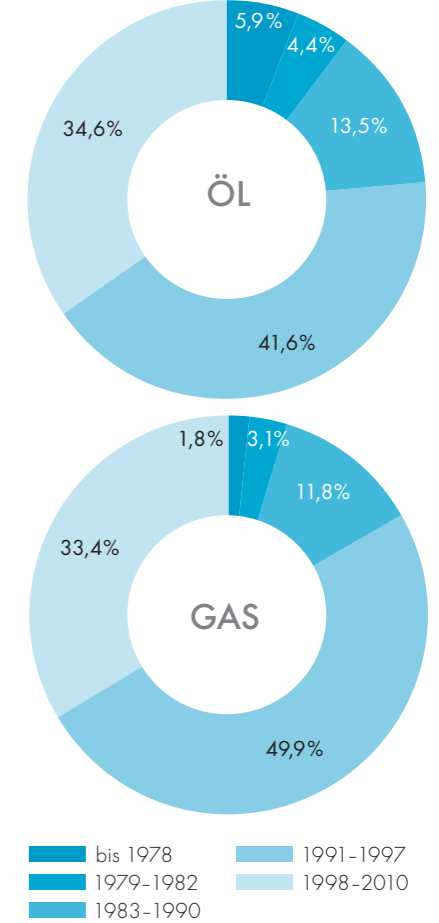
damit verbundenen Investitionskosten belaufen sich auf 386 Mrd. Euro. Die Ziele der Bundesregierung werden damit nicht erreicht.

In einem Szenario Trendbeschleunigung wird angenommen, dass es gelingt, die Sanierungsrate von 1% auf 2% zu erhöhen. Dadurch steigen die Energieeinsparungen auf knapp 34% und die Reduktion der jährlichen Treibhausgasemissionen auf knapp über 39%. Die für die Einsparungen notwendigen Investitionskosten belaufen sich auf 744 Mrd. Euro und liegen damit etwa doppelt so hoch wie im Trendszenario. Betrachtet man die kumulierten Treibhausgasemissionen bis 2030, so beträgt der Unterschied zwischen Trend und Trendbeschleunigung 10,6%.

SZENARETTE BIO & ERNEUERBARE

Um die Potenziale von erneuerbaren Energien zu beleuchten, werden in beiden Trendszenarien ein wachsender Anteil von Biogas und Bioöl sowie ein kohlenstoffärmerer Strommix angenommen. Beginnend mit 2% im Jahr 2012

ALTERSSTRUKTUR DER ÖL- UND GASHEIZUNGEN IN DEUTSCHLAND



Quelle: IWO (2011)

wird der Anteil der nachhaltigen Biokomponenten jährlich um jeweils einen Prozentpunkt erhöht. Im Jahr 2030 beträgt der Anteil dann 20%. Beim Strom erhöht sich der Anteil erneuerbarer Energien nochmals, und zwar von heute 14,5% auf 55,0 statt auf 45,4% im Jahr 2030 - wie in allen übrigen Szenarien.

Sofern keine Sanierung (aber Neubau und Abriss) stattfindet, gehen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 um 18,8% zurück und damit doppelt so stark wie ohne Biokomponenten

und Erneuerbare. Im Szenario Trend gehen die Emissionen um 34,6% statt um 27% und im Szenario Trendbeschleunigung um 45,5% statt um 39% zurück. Somit hat die Beimischung von Biokomponenten und Erneuerbaren ein spürbares Potenzial zur Treibhausgasreduktion. Dies gilt insbesondere, da die Beimischung von Biokomponenten im Verhältnis zu den Sanierungen geringe Kosten verursacht.

SZENARIEN SCHNELL VS. UMFASSEND

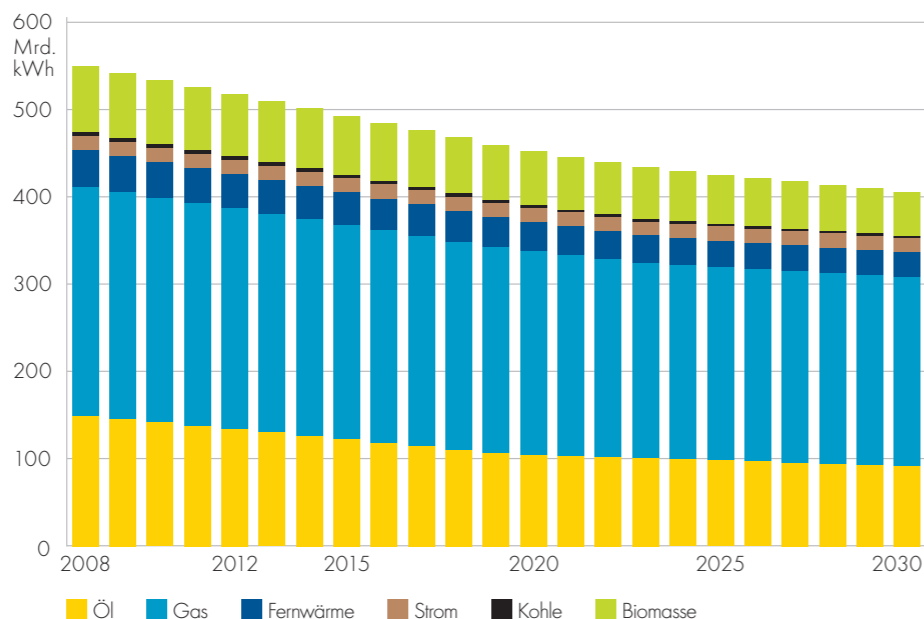
Um die Sanierung zu beschleunigen, müssen gegebenenfalls staatliche Anreize gesetzt werden. Dabei stellt sich die Frage nach dem Umfang der einzelnen Sanierungsmaßnahmen. Da Budgetrestriktionen – für Regierungen wie für private Haushalte – eine große Rolle spielen, sollte die energetische Sanierung möglichst (kosten)effizient durchgeführt werden.

Um die Effizienz verschiedener Sanierungsstrategien zu beurteilen, wurden zusätzlich zwei weitere Szenarien berechnet, das Szenario Schnell und das Szenario Umfassend. In diesen wurde bei gegebenen Sanierungskosten geprüft, ob es entweder sinnvoll ist, immer vollständige Sanierungen vorzunehmen oder eher schrittweise vorzugehen und zunächst die günstigsten Sanierungen durchzuführen.

Die schnelle und günstige Sanierung hat den Vorteil, dass bei gegebenen Kosten eine größere Fläche saniert werden kann. Bei der umfassenden Sanierung besteht der Vorteil darin, dass bei jeder einzelnen Sanierung das technisch Maximale erreicht wird. Deshalb müssen einmal sanierte Gebäude nicht noch einmal saniert werden. Im Ergebnis können im Szenario Schnell bei einer durchschnittlichen Sanierungsrate von 2,5% über 2 Mrd. m² saniert werden, im Szenario Umfassend bei einer Sanierungsrate von 1,6% aber nur 1,3 Mrd. m².

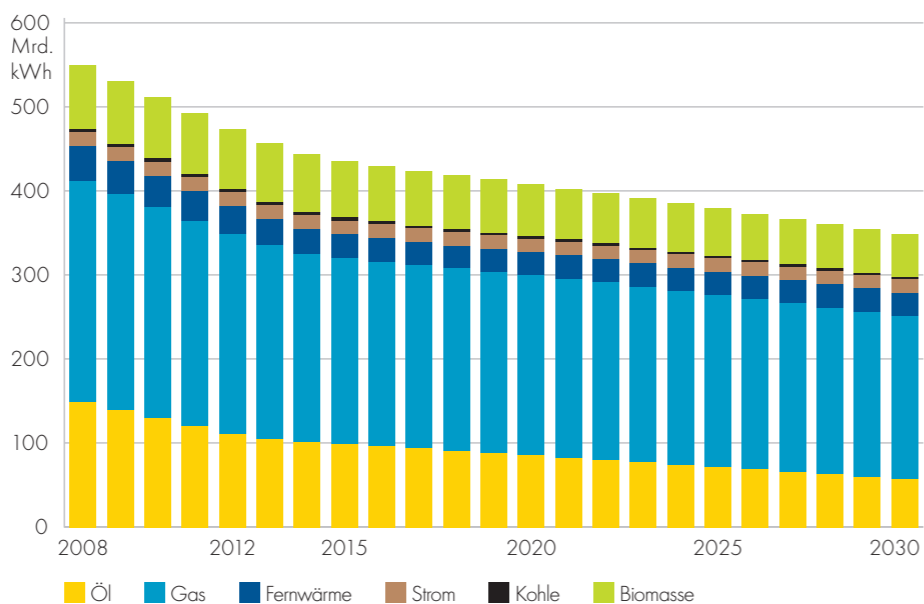
Bei der schnellen Sanierung werden rund 39% der Treibhausgasemissionen eingespart, bei der höheren Sanierungstiefe 43,8% erreicht. Die bis 2030 kumulierten Emissionen unter-

ENERGIEVERBRAUCH NACH ENERGIETRÄGERN IM SZENARIO TREND



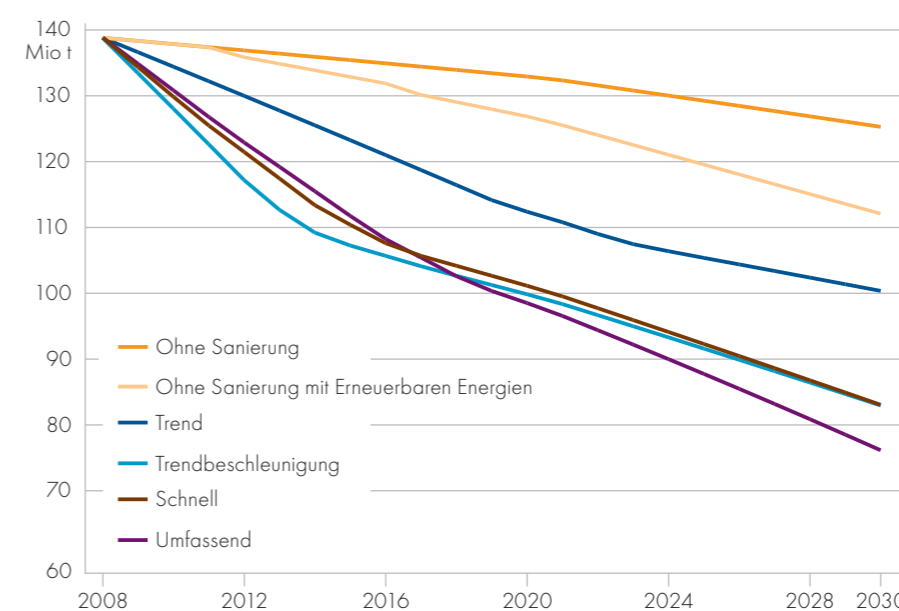
Quelle: HWWI; eigene Berechnungen

ENERGIEVERBRAUCH NACH ENERGIETRÄGERN SZENARIO TREND BESCHLEUNIGUNG



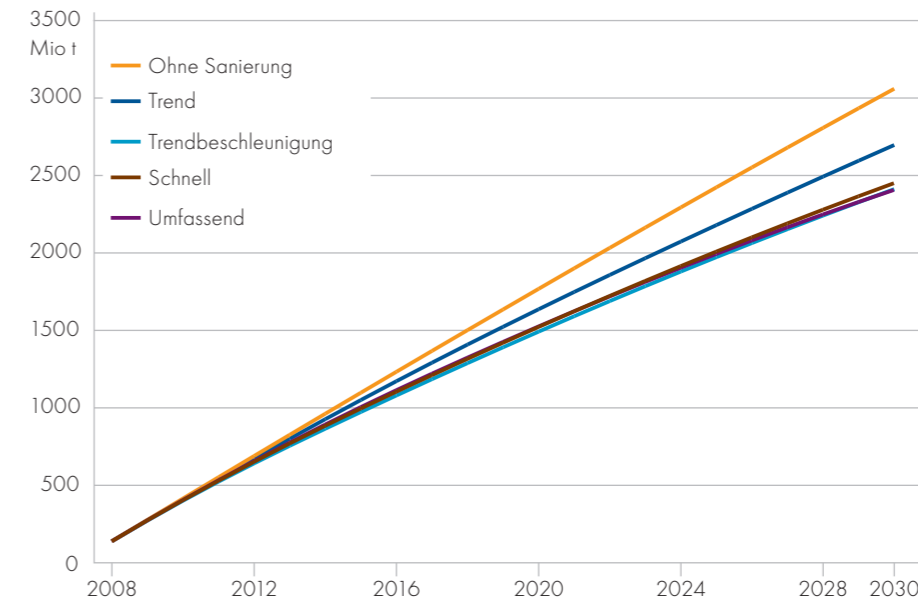
Quelle: HWWI; eigene Berechnungen

JÄHRLICHE TREIBHAUSGASEMISSIONEN ALLER SZENARIEN



Quelle: HWWI; eigene Berechnungen

KUMULIERTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN ALLER SZENARIEN



Quelle: HWWI; eigene Berechnungen

scheiden sich etwas geringfügiger. Insofern hat die vollständige Sanierung einen, wenn auch relativ geringen Vorteil – wäre also eine kosteneffiziente Sanierungsstrategie.

Die höheren Einsparungen sprechen auf den ersten Blick dafür, insbesondere die umfassende Sanierung zu fördern. Die umfassende Sanierung erfordert hohe Investitionen in eine relativ kleine Fläche. Insofern müssten wenige Haushalte hohe Investitionskosten tragen. Dies könnte selbst bei hoher staatlicher Förderung dazu führen, dass die angestrebte Sanierungsrate nicht erreicht wird, sondern bei einer umfassenden Sanierungsstrategie nur eine Sanierungsrate wie in der Vergangenheit von 1%, würden die Einsparungen bei den jährlichen Treibhausgasemissionen nur 31% betragen.

Trotz einer hohen Förderung würden die Klimaziele nicht erreicht, da der hohe fallweise Investitionsaufwand für die jeweiligen Sanierungen abschreckend wirkt. Hier zeigt sich, dass für die Sanierungsrate nicht nur die Kosten insgesamt, sondern auch deren Verteilung relevant sind.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass strenge Gebäudeeffizienzstandards sich beim Neubau als kostengünstiges Instrument bewährt haben. Strenge Ordnungsrecht führt jedoch im Wohnungsbestand nicht zum gewünschten Modernisierungseffekt. Im Gegenteil, selbst kostengünstige Sanierungsschritte – wie der Austausch alter Heizkessel – finden nur noch ausgesprochen zögerlich statt. Wenn der Sanierungsrate eine sehr viel höhere Bedeutung zukommt als der Sanierungstiefe, sollte die Politik vor allem darauf abzielen, diese zu erhöhen.

Um dies zu erreichen, ist es sinnvoll, nicht nur vollständige, sondern auch Teilsanierungen zu fördern. Dabei sollte die Förderung weitgehend technologieunabhängig erfolgen, da sich die technischen Möglichkeiten und deren Rentabilität kontinuierlich wandeln und nur schwer vorhersehbar sind.

ERGEBNISWERTE DER SZENARIEN IM VERGLEICH

Szenario		Verbrauch in kWh/m ² a	Emissionsreduktion gegenüber 2008	Sanierungskosten in Milliarden €	Sanierte Fläche in Millionen m ²	Anteil der sanierten Fläche an der Gesamtfläche	∅ Investitionskosten p.a. in €/iTHG
Basiswert	2008	162,04					
Trend	2020	126,40	18,53%	252,2	511,2	1,13%	9.297
	2030	108,56	26,97%	385,8	815,7	1,00%	10.474
Trendbeschleunigung	2020	114,08	27,33%	511,3	1.084	2,40%	15.017
	2030	93,16	39,18%	743,5	1.624	2,00%	14.561
Schnell	2020	115,57	26,31%	490,2	1.433	3,18%	13.791
	2030	93,63	38,93%	743,5	2.022	2,50%	13.979
Umfassend	2020	112,97	28,14%	472,6	869,8	1,93%	11.975
	2030	89,02	43,75%	743,5	1.321	1,62%	12.112

Quelle: HWWI; eigene Berechnungen

Shell Deutschland Oil GmbH
22284 Hamburg
www.shell.de

Die Langfassung der Shell Hauswärme-Studie, die Shell Lkw-Studie und die Shell Pkw-Szenarien bis 2030 können Sie beziehen, indem Sie eine e-mail schicken an: shellpresse@shell.com

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter:
www.shell.de/hauswaermestudie