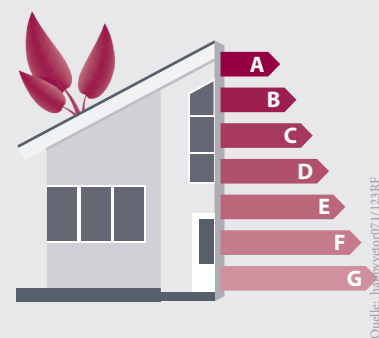


Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen der energetischen Gebäudesanierung



Quelle: baupyrotec/123RF

TAB-Fokus Nr. 38 zum Arbeitsbericht Nr. 200

April 2022

In Kürze

- Für das Erreichen der energie- und klimapolitischen Ziele ist das Gelingen der Wärmewende hoch relevant.
- Im Altbestand von Gebäuden kann durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Außenwand, der obersten Geschossdecke und des Daches viel Energie eingespart werden.
- Der Technologiewechsel von mit Erdgas und Heizöl betriebenen Heizkesseln hin zu Wärmepumpen weist hohe Energieeinsparpotenziale auf.
- Durch Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Systemoptimierung bei Wärmeerzeugern sowie durch Sanierungsmaßnahmen können deutliche Energieeinsparungen erzielt werden.
- Preisänderungen bei fossilen Energieträgern und Strom können die Wirtschaftlichkeit von energetischen und klimafreundlichen Sanierungen maßgeblich erhöhen bzw. eine Wirtschaftlichkeit überhaupt erst ermöglichen.

Worum es geht

Aus energie- und klimapolitischer Sicht kommt der Reduzierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich hohe Bedeutung zu. Insbesondere im Wohngebäudebestand werden hohe Einspareffekte gesehen. Um hier Investitionsmittel und Fördergelder wirksam und effizient einzusetzen, bedarf es robuster Daten zu den erzielbaren Energieeinsparungen und Treibhausgasemissionsminderungen. Der TAB-Arbeitsbericht »Energiespareffekte im Gebäudesektor« zeigt auf, welche Einsparungen mit den unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudetechnik (vor allem Heizungen) und der Gebäudehülle erzielt werden können. Dazu werden zwei Perspektiven gewählt: Zum einen wird die Sicht der Gebäudeeigentümer/innen eingenommen. Diese treffen Investitionsentscheidungen in mehr oder weniger energie- und treibhausgassparende Technologien und Sanierungsmaßnahmen. Zum anderen werden die Einspareffekte bei Energie und Treibhausgasen aus einer nationalen Perspektive betrachtet. Hierbei handelt es sich u. a. um die Perspektive von Politikentscheidern/innen, die Förder-

programme für Heiztechnologien und Sanierungsmaßnahmen initiieren und ausgestalten oder auch mittels Steuern und anderer Politikinstrumente die zukünftigen Energiepreise prägen. Aufgezeigt wird auch, inwieweit und unter welchen Bedingungen die energie- und klimapolitischen Ziele mit den betrachteten Sanierungsmaßnahmen erreichbar erscheinen.

Betrachtete Technologien und Sanierungsmaßnahmen

Der aktuelle Bestand an Heizkesseln in den Wohngebäuden in Deutschland wird überwiegend mit Erdgas und Heizöl betrieben (Abb. 1). Weitere Wärmeerzeuger sind Wärmepumpensysteme, die in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen haben. Sie verbrauchen neben Umweltenergie (z. B. Erdwärme) oder Abwärme auch stets Strom. Technologien, die im Kontext der energetischen Gebäudeverbesserung ebenfalls zum Einsatz kommen, sind Solarthermie- und Photovoltaikanlagen, die Wärme und Strom bereitstellen, sowie Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Letztere führen bei angepasster Nutzung und mit Qualitätssicherung in Planung und Ausführung zu weniger Wärmeverlusten als eine Fensterlüftung, indem sie die in der Abluft enthaltene Wärme zur teilweisen Deckung des Wärmebedarfs der Räume nutzen.

Die energetischen Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle können in die Dämmung der Außenwand, der obersten Geschossdecke, des Daches, der Kellerdecke und der Bodenplatte sowie den Austausch der Fenster unterteilt werden. Ziel der energetischen Sanierungsmaßnahmen ist es, Wärmeverluste über die verschiedenen Teile der Gebäudehülle zu reduzieren. Die größten Wärmeverluste treten (bei gleichem Sanierungsgrad) an Außenwänden auf, gefolgt vom Dach bzw. der obersten Geschossdecke. Die bisherige bzw. aktuelle Sanierungs-

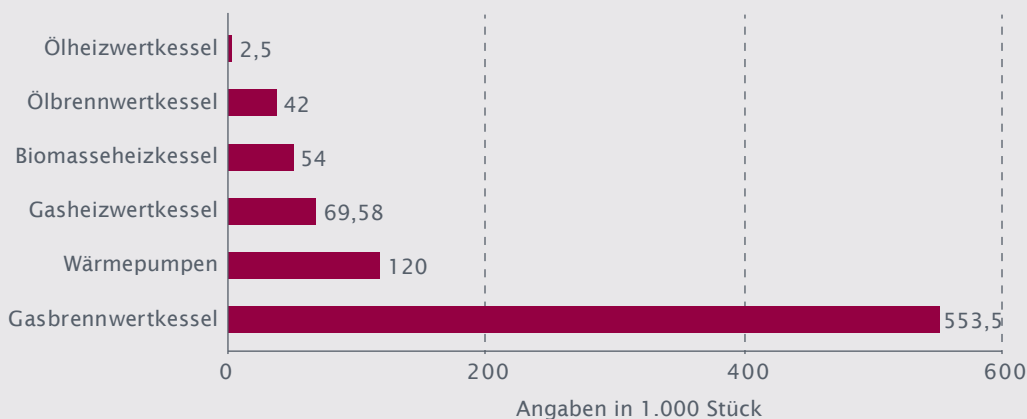
Auftraggeber

Ausschuss für Bildung, Forschung und
Technikfolgenabschätzung
+49 30 227-32861
bildungundforschung@bundestag.de

rate bezogen auf die Gebäudehülle beträgt ca. 1 % pro Jahr. Bezogen auf die rund 19 Mio. Wohngebäude entspricht dies jährlich ungefähr 190.000 Sanierungen an der Gebäudehülle. Eine Aufschlüsselung der bisherigen Sanierungsrate auf einzelne Gebäudebestandteile zeigt Abbildung 2. Als zukünftig notwendige Sanierungsrate zur Erreichung der politischen Zielsetzungen wird eine Verdopplung auf 2 % pro Jahr angenommen. Demnach liegt die aktuelle Sanierungsrate deutlich unter dem als erforderlich angesehenen Wert (energetischer Sanierungsstau).

Auch die Einspareffekte von Maßnahmen der Qualitätssicherung werden im TAB-Bericht betrachtet. Bei baulichen Maßnahmen dienen sie beispielsweise der Behebung bzw. Vermeidung von Mängeln (z. B. Wärmebrücken). Zur Qualitätssicherung bezogen auf Heiz-, Kühlungs- und Lüftungstechnologien gehören u. a. der hydraulische Abgleich (Optimierung der Wasservolumenströme in Heizungsrohren und an Heizflächen) und die Optimierung der Systemtemperatur.

Abb. 1 Absatz von Wärmeerzeugern in Deutschland 2020



Eigene Darstellung auf Basis von BDH (2021): Marktentwicklung Wärmeerzeuger Deutschland 2011–2020. https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/2021/Marktstruktur_zehn_Jahre_2020_DE.pdf (22.6.2022)

Ursachen von Abweichungen bei den ermittelten Einspareffekten einzelner Gebäude

Untersuchungen haben gezeigt, dass die realisierten Einsparungen (Energie, Kosten, Emissionen) im Einzelfall deutlich geringer oder höher ausfallen können als die bilanzierten Einsparpotenziale. Diese Abweichungen werden u. a. auf die standardisierten Annahmen zum Nutzungsverhalten in den Normen und Verordnungen bei der Bilanzierung zurückgeführt, die das reale Nutzungsverhalten nicht adäquat abbilden. So liegen den Bilanzen z. B. mit 19 bis 20 °C zu niedrig gewählte mittlere Raumtemperaturen zugrunde. Auch fehlende Daten zum tatsächlichen Gebäudezustand und zur Effizienz der Anlagentechnik führen dazu, dass die Bilanzierungen die Realität nicht treffsicher abbilden. Bei den eingesetzten

Gebäudetechnologien und der Ausführung der Sanierungsmaßnahmen tragen Mängel sowie ein suboptimaler Betrieb der Gebäudetechnik zu einer Überschätzung der Energieeinsparpotenziale bei.

Einspareffekte durch Heiztechnologien und Gebäudesanierung

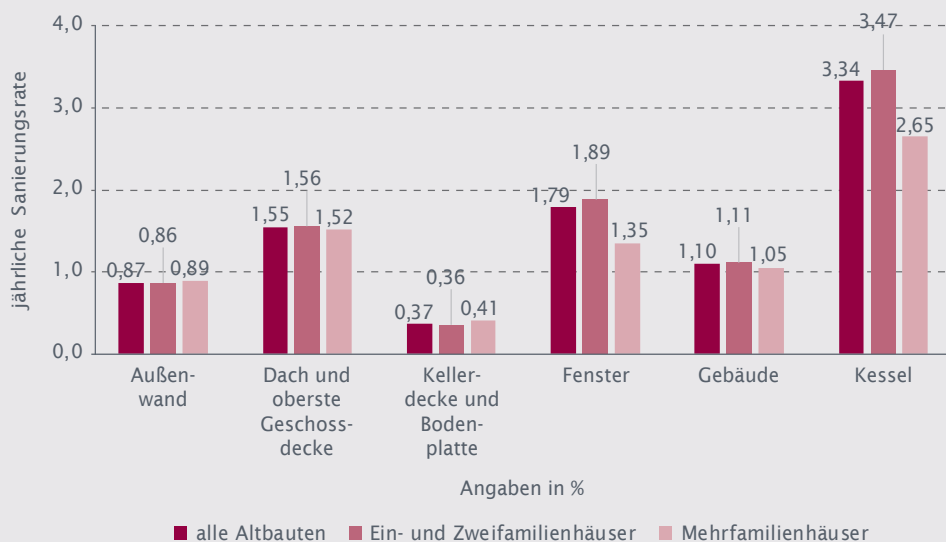
Die nachfolgenden Ergebnisse des TAB-Berichts beziehen sich auf typisierte Durchschnittsgebäude. Die Abweichungen können im Einzelfall beträchtlich sein:

- › Durch den Wechsel von mit Erdgas und Heizöl betriebenen Heizkesseln zu Wärmepumpen lassen sich Energieeinsparungen von 60 bis 75 % erzielen. Die Emissionsminderungen fallen mit 15 bis 60 % geringer aus, weil der Stromverbrauch der Wärmepumpen angesichts des aktuellen Strommix in Deutschland (zu dem Kohle noch nennenswert beiträgt) relativ hohe Treibhausgasemissionen verursacht. Durch eine

Eigenstromnutzung aus einer Photovoltaikanlage können die strombezogenen Emissionen gänzlich vermieden werden. Erst ein hinreichend hoher Sanierungszustand der Gebäudehülle und in der Regel eine Fußbodenheizung machen eine Wärmepumpe wirtschaftlich, da so die Stromkosten gering gehalten werden.

- › Deutliche Treibhausgasemissionsminderungen lassen sich durch einen Wechsel von Gas- oder Ölheizkesseln zu nachwachsenden Brennstoffen, z. B. Stückholz oder Holzpellets, erzielen. Aufgrund meist schlechterer Jahresnutzungsgrade von Holzheizkesseln resultieren hauptsächlich aber Energiemehrverbräuche. Außerdem ist das Biomassepotenzial nachwachsender Bäume begrenzt und es fallen Feinstaubemissionen bei der Holzverbrennung an.
- › Je nach Ausgangszustand des Gebäudes können bei einem durchschnittlichen Ein- bzw. Zweifamilienhaus durch die Sanierung der Außenwand die jährlichen Energieverluste und in gleichem Ausmaß die Treibhausgasemissionen um bis zu 40 % reduziert werden. Bei einer Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. des Daches können immerhin noch Einsparpotenziale von bis zu 30 % bei Ein- bzw. Zweifamilienhäusern und bis zu 22 % bei Mehrfamilienhäusern erzielt werden.

Abb. 2 Jährliche Sanierungsrate der Gebäudehülle in Wohngebäuden bis Baujahr 1978 (im Zeitraum 2005 bis 2008)



Quelle: Jagnow, K.; Wolff, D. (2020): Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen in der energetischen Gebäudesanierung, Braunschweig

- Bei Heizungen können mit einem hydraulischen Abgleich in einem durchschnittlichen Wohngebäude zwischen 2 und 20 % Energie eingespart werden.

Wirtschaftlichkeit und Kosten-Nutzen-Relation von Technologien und Sanierungsmaßnahmen

Der zeitlich vorgezogene Ersatz eines alten Heizkessels für fossile Brennstoffe durch einen modernen Heizkessel führt in der Regel zu geringen bis moderaten Einsparungen bei den Energiekosten. Die Kosten für das neue Gerät lassen sich – im Vergleich zum längeren Betrieb des alten Heizkessels – meist nicht refinanzieren. Der Austausch eines Heizkessels durch eine Wärmepumpe und der damit verbundenen Energieträgerwechsel zu Strom waren unter den bisherigen Marktbedingungen (Energiepreise bis Ende 2021) zwar positiv für das Klima, aber meist nicht wirtschaftlich. Durch den Einsatz einer Photovoltaikanlage in Verbindung mit einer Wärmepumpe kann die Wirtschaftlichkeit jedoch deutlich verbessert werden. Auch eine dezentrale elektrische Trinkwarmwasserversorgung in Bestandsgebäuden wird häufig erst mit der Einbindung einer Photovoltaikanlage wirtschaftlich. Die Bereitstellung solarer Wärme durch Solarthermieanlagen ist hingegen meist nicht wirtschaftlich.

Qualitätssichernde Maßnahmen beim Austausch von technischen Anlagen und bei baulichen Sanierungsmaßnahmen bedeuten in der Regel geringe bis moderate Investitionsmehrkosten, die jedoch zu deutlichen Energieeinsparungen führen und somit wirtschaftlich sind. Systemoptimierende Maßnahmen, z. B. ein hydraulischer Abgleich oder eine Anpassung der Systemtemperatur, können zu einer Reduzierung der Betriebskosten beitragen. Beide Maßnahmen können bzw.

sollten regelmäßig ausgeführt werden. Die dafür anfallenden Kosten sind eher gering.

Die Umsetzung größerer Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle ist kostenintensiv. Wirtschaftlich können insbesondere die Sanierung der obersten Geschossdecke und des Daches sowie die Dämmung der Kellerdecke und der Außenwand sein. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sind der Ausgangszustand des Gebäudes und der Zeitpunkt der Maßnahme (in Bezug auf die Lebensdauer von Gebäudeteilen).

Zukunftsszenarien für die Erreichung der Einsparziele im Wohngebäudesektor in Deutschland

Welche Technologien und Maßnahmen zukünftig maßgeblich zur Zielerreichung beitragen können bzw. werden und welche Technologien und Maßnahmen hinreichend wirtschaftlich sein werden, ist stark von den Rahmenbedingungen abhängig. Insbesondere die zukünftigen Energiepreise wirken auf die Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen ein. Unsicherheiten bestehen in wissenschaftlichen Szenarien u. a. hinsichtlich der Energiepreisentwicklung für Fernwärme und Strom. In diesen Studien werden zwei Arten von Pfaden für die zukünftige Entwicklung beschrieben:

- Elektropfadszenarien sind vor allem durch einen Anstieg des Einsatzes (elektrisch betriebener) Wärmepumpen charakterisiert. Der angenommene enorme Marktzuwachs würde maßgebliche Kapazitätserweiterungen auf der Herstellerseite erfordern. Erforderlich wären außerdem eine ausreichende Qualifikation der Fachunternehmen, abgestimmte Maßnahmen bzw. Systeme zur Qualitätssicherung sowie der Ausbau von Kapazitäten zur Erschließung von Umgebungsluft bzw. Erdreich als Wärmequellen. Charakteristisch für Elektropfadszenarien ist die Annahme, dass in mehr als der Hälfte der Sanierungen eine Photovoltaikanlage zur Stromversorgung installiert wird. Eine Photovoltaikanlage kann nicht nur im Zusammenhang mit einer Dachsanierung, sondern auch bei einer Außenwanddämmung oder beim Fenstertausch (unter Einsatz transparenter Solarzellen) erfolgen, sofern eine hinreichende Sonneneinstrahlung gegeben ist.

- Dagegen wird bei den Technologiemißpfaden auf den Beibehalt vorhandener Gasnetzstrukturen, den Ausbau von Fernwärme bzw. Kraft-Wärme-Kopplung und die Herstellung und Nutzung synthetischer Gase (überwiegend als Importe) fokussiert. Dadurch blieben die aktuelle Energiewirtschaft, die Versorgungsstruktur für die Gebäude und die derzeitigen Heiztechnologien weitgehend erhalten. Der notwendige Ausbau der regenerativen Energiewirtschaft müsste deutlich höher als bei Elektropfadsszenarien sein (mehr Photovoltaik und Windkraft), weil die Erzeugung und Lieferung regenerativer Gase sehr viel energieintensiver ist als die des regenerativen Stroms.

Der Ausbau von regenerativen Energiequellen ist für beide Entwicklungspfade notwendig. Übergreifend gilt außerdem: Da die politisch angestrebte Erhöhung der Gebäudesanierungsrate von 1 auf 2 % des Wohngebäudebestands von Fachleuten als schwer erreichbar eingeschätzt wird, können alternativ oder zusätzlich erhöhte Qualitätsstufen bei (ohnehin durchgeführten) Sanierungen der Gebäudehülle umgesetzt werden.

Handlungsoptionen für die Politik

Um hinreichend wirksam und (langfristig) kostengünstig zu einem energieeffizienten und klimaneutralen Wohngebäudebestand beizutragen und so die gesteckten Energie- und Klimaziele zu erfüllen, lassen sich die folgenden Handlungsoptionen ableiten:

- Die Anforderungen an die Sanierung seitens der Gesetzgebung und der Förderung könnten zeitnah deutlich erhöht werden, u. a. bezogen auf die Dämm-, Luftdichtheits-, Lüftungs-, Heizungs- und Beleuchtungsqualität.
- Förderprogramme und -konditionen könnten von einer Einsparung an CO₂ abhängig gemacht werden. Alternativ könnten Einzelanforderungen etabliert werden, für die eine CO₂-Einsparungswirkung bekannt und anerkannt ist. Eine Option wäre auch, die Höhe von Fördermitteln für Investitionen nicht nur an den Investitionskosten, sondern auch an den Kosten pro vermiedener Tonne CO₂ auszurichten.
- Ein durch Anreize gefördertes oder verpflichtendes, verbrauchsbasiertes Erfolgsmonitoring bei der Umsetzung

TAB-Arbeitsbericht Nr. 200

Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen der energetischen Gebäudesanierung

Lydia Illge, Norbert Krauß



Projektinformationen

www.tab-beim-bundestag.de/ese-gs

Projektleitung und Kontakt

Lydia Illge

+49 30 803088-46

l.illge@izt.de

von Sanierungsmaßnahmen, welches die Nutzungsphase einschließt, kann eine belastbare Datenbasis für Anpassungen von Verordnungen und Förderprogrammen und die Aufklärung von Bewohner/innen sowie Eigentümer/innen bieten.

- Notwendig für die Bereitstellung nutzerbezogener Energieverbrauchsdaten sind digitale, intelligente und vernetzte Technologien (Smartmeter, Apps usw.), die zeitnah das Verbrauchsverhalten zurückspeiegeln und Hinweise zu Verbesserungen liefern.
- Die Qualitätssicherung könnte noch stärker in die Ausgestaltung von Förderprogrammen, aber auch die Regulierung über das Gebäudeenergiegesetz einbezogen werden (z. B. bezogen auf Gebäudedichtheitsmessung, Wärmebrückenoptimierung, hydraulischen Abgleich bzw. eine sonstige Optimierung von Heizungsanlagen und den Einbau von Zählern). Qualitätssicherung könnte verpflichtend als Teil der Planung vorgeschrieben werden.
- Ausschlaggebend für die zukünftige Entwicklung der Preise für fossile Energieträger und Strom sind das Erneuerbare-Energien-Gesetz, die Energiesteuern und die Netznutzungsentgelte im Stromsektor. Eine stärkere Kopplung der Energiepreise an die Treibhausgasemissionen könnte dazu beitragen, dass mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien die Strompreise deutlich geringer ausfallen würden (als gegenwärtig).

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse seit 1990 in Fragen des wissenschaftlich-technischen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Zur Erfüllung seiner Aufgaben kooperiert es seit September 2013 mit dem IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH sowie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung entscheidet über das Arbeitsprogramm des TAB, das sich auch aus Themeninitiativen anderer Fachausschüsse ergibt. Die ständige »Berichterstattergruppe für TA« besteht aus dem Ausschussvorsitzenden Kai Gehring (Bündnis 90/Die Grünen) sowie je einem Mitglied der Fraktionen: Dr. Holger Becker (SPD), Lars Rohwer (CDU/CSU), Laura Kraft (Bündnis 90/Die Grünen), Prof. Dr. Stephan Seiter (FDP), Prof. Dr. Michael Kaufmann (AFD), Ralph Lenkert (Die Linke).