



AKTIONSBÜNDNIS
für mehr Energieeffizienz und
Klimaschutz im Gebäudebereich

DIE BEDEUTUNG DER **ENERGIEEFFIZIENTEN GEBÄUDEHÜLLE** FÜR ENERGIEWENDE UND KLIMASCHUTZ _____



FORSCHUNGSBERICHT

DIE BEDEUTUNG DER ENERGIEEFFIZIENTEN GEBÄUDEHÜLLE FÜR ENERGIEWENDE UND KLIMASCHUTZ

03	04	06	08	10	12
Hintergrund	Bedeutung des Wärmeschutzes im Kontext der Energiewende	Einfluss finanzieller Anreize auf das Erreichen der Klimaziele 2050	Sanierungsbreite und/oder Sanierungstiefe	Wirtschaftliche Bedeutung der Gebäudehülle im Wohnungsbau	Einschätzung des aktuellen Dämmstoffmarktes
14	16	17	18	20	22
Aktuelle Diskussion zur Grauen Energie bzw. energetischen Amortisation	Grundsätzliches zur Wirtschaftlichkeit von wärmedämmenden Maßnahmen	Nutzungsdauer und Langlebigkeit	Energetisches Sanieren steigert den Wohnkomfort	Weiterführende Literatur	Kurzfassung

HINTERGRUND

Die deutsche Energie- und Klimapolitik verfolgt das Ziel einer weitgehenden Treibhausgas-Neutralität bis 2050. In ihrem Energiekonzept hat die Bundesregierung im Jahr 2010 beschlossen, die Treibhausgasemissionen bis 2050 gegenüber 1990 um 80 bis 95 % zu senken.

Für das Erreichen der klimapolitischen Ziele kommt dem Gebäudeenergiesektor eine Schlüsselrolle zu: Auf ihn entfallen in Deutschland rund 40 % des gesamten Energieverbrauchs sowie rund ein Drittel der Treibhausgasemissionen. Die Minderung der Treibhausgasemissionen soll hier bereits bis zum Jahr 2030 66 bis 67% (gegenüber 1990) betragen.

Bei gut drei Viertel aller in Deutschland dezentral (gebäude-/etagenweise) beheizten Wohnungen kommen die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas zum Einsatz. Viele dieser Wärmeerzeuger sind veraltet und/oder unzureichend effizient. Daher besteht oft Erneuerungsbedarf in der Anlagentechnik. Doch diese singuläre Maßnahme kann das Erreichen der Klimaziele nicht sicherstellen.

Die für den Wohngebäudebereich angestrebte Reduktion der CO₂-Emissionen ist nur durch eine dauerhafte Sanierungsrate

(auf mindestens Neubauniveau) von mindestens 1,4% zu erreichen. Die Entwicklung in den letzten Jahren zeigt, dass selbst diese scheinbar niedrige Sanierungsrate von 1,4% ein sehr ambitioniertes Ziel ist. Noch liegt die Sanierungsrate bei weit unter einem (!) Prozent.

Nicht außer Acht zu lassen ist auch der zeitliche Horizont: Gebäude, die wir heute oder in den kommenden Jahren errichten bzw. umfassend sanieren, werden im Jahr 2050 noch bestehen. So schaffen wir bereits heute die Grundlagen für die Energie- und Klimabilanz der kommenden 30 Jahre.

Die Schlussfolgerung ist: Wir müssen jetzt die wichtigen Maßnahmen festlegen, um die Ziele im Jahr 2050 auch wirklich erreichen zu können. Folglich muss die Sanierungsrate unserer Gebäude im Vergleich zum Status Quo schnellstmöglich steigen und die energetische Sanierung dafür auch eine breite gesellschaftliche Zustimmung finden. Die von einem großen Teil der Bevölkerung mitgetragene Energieeffizienz ist der Königsweg zur kostenoptimierten Energiewende und zum Erreichen der Pariser Klimaziele.

BEDEUTUNG DES WÄRMESCHUTZES IM KONTEXT DER ENERGIEWENDE

Die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden birgt großes Potential. Das ist spätestens durch die seit 1978 in Deutschland geltenden Verordnungen zum energiesparenden Bauen deutlich geworden.

Die energetische Qualität der Gebäude hat seit der ersten Wärmeschutzverordnung Ende der 1970er Jahre deutlich zugenommen; sie ist inzwischen etwa viermal so hoch wie die von Vorkriegs-Altbauten. Hätte man z.B. alle seitdem errichteten Wohngebäude ohne baulichen Wärmeschutz (d.h. auf dem energetischen Standard vor der ersten Wärmeschutzverordnung) belassen und nie saniert, würde der jährliche Endenergieverbrauch im Gebäudesektor heute um etwa 35 % höher liegen. Umgerechnet auf die CO₂-Einsparung würden so jährlich über 50 Mio. t CO₂ zusätzlich emittiert. Wenn bei allen Gebäuden sämtliche Möglichkeiten wie die effiziente Dämmung der

Gebäudehülle, Fenstermodernisierung und der Einsatz moderner Technik vollständig genutzt werden, ergäbe sich im gesamten Gebäudebereich ein Minderverbrauch von 50 % (Abb. 1).

Bislang ist es in Deutschland weder gelungen, den Energieverbrauch noch den Ausstoß von klimaschädlichem CO₂ zielorientiert zu senken bzw. das vorhandene Potential auszuschöpfen. Die Zielvorgaben zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen (TGE) im Gebäudebereich sind nur mit technologieoffenen Maßnahmen erreichbar. Gleichzeitig müssen die Energieverluste über die Gebäudehülle sowohl im Neubau als auch im Bestand konsequent zurückgefahren werden. Dabei spielt die Gebäudehülle eine bedeutende Rolle: **Eine Reduzierung der Energieverluste und eine Effizienzsteigerung müssen einen ebenso hohen Stellenwert haben wie der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien.**

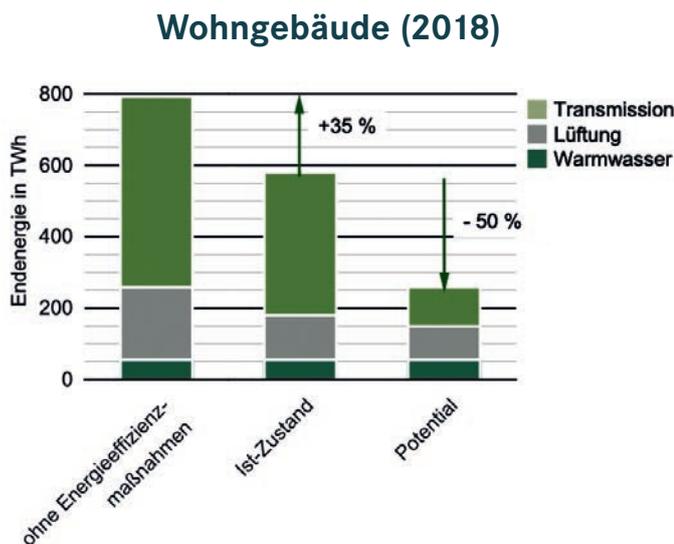


Abb. 1: Einfluss von über 40 Jahren energiesparendem Bauen auf den Endenergieverbrauch im deutschen Gebäudebestand sowie mögliches Einsparpotential bei vollständiger Sanierung.

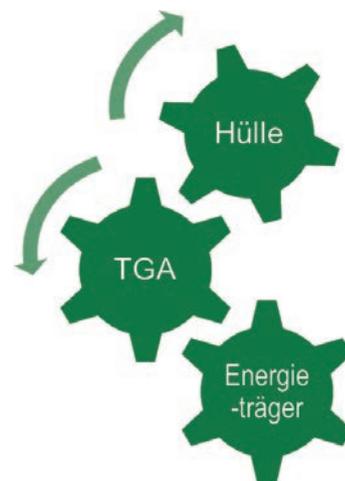


Abb. 2: Der Motor der Wärme- bzw. Energiewende ist ein aufeinander abgestimmtes und ineinander greifendes Gesamtwerk aus energieeffizienter Gebäudehülle, technischer Gebäudeausrüstung sowie erneuerbarer Energieversorgung.

Ferner kann man davon ausgehen, dass künftig alle Sektoren einen deutlich erhöhten Strombedarf haben werden (z.B. im Verkehrssektor durch E-Mobilität oder im Energiesektor zur Bereitstellung von E-Fuels für Verkehr, Industrie, Gebäude). Sonne, Wind und Biomasse werden unseren Gesamtenergiebedarf nur decken können, wenn dieser drastisch sinkt.

Modellrechnungen im Gebäudebereich zeigen, dass der Strombedarf durch die aktuellen Förderschwerpunkte (u.a. Wärmepumpen) um mindestens den Faktor 5 (!) ansteigt. Der vermehrte Einsatz von elektrischen Wärmepumpen in unseren Wohnhäusern führt nur dann zu keinem exorbitanten Mehrverbrauch an Strom (und sozial kaum vermittelbaren Mehrkosten), wenn diese über energieeffiziente Gebäudehüllen verfügen. **Die Energieeffizienz unserer Häuser und Wohnungen ist – neben effektivem Klimaschutz – eine entscheidende Voraussetzung für die dauerhafte Sicherheit der Stromversorgung.**

Abb. 3 zeigt die jährliche Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalent), die allein aufgrund des Einsatzes von Niedertemperaturbeheizungssystemen (z.B. Wärmepumpen) notwendig ist, damit diese möglichst effizient „arbeiten“. Mit dem zusätzlichen Wärmeschutz sind zwar entsprechende Mehrkosten verbunden (Abb. 4). Doch der erhöhte Wärmeschutz, gekoppelt mit der Ausschöpfung des maximalen Wirkungsgrades der Anlagen, reduziert die kumulierten CO₂-Emissionen nochmals deutlich (Abb. 5). Darüber hinaus wird dadurch der Wohnkomfort gesteigert. Ohne diesen verstärkten baulichen Wärmeschutz würden in Deutschland (kumuliert bis zum Jahr 2050) fast 125 Mio. t Kohlendioxid-Äquivalente (CO_{2,äqui}) zusätzlich emittiert. Das entspricht bundesweit ca. 4 Mio. t CO_{2,äqui} pro Jahr.

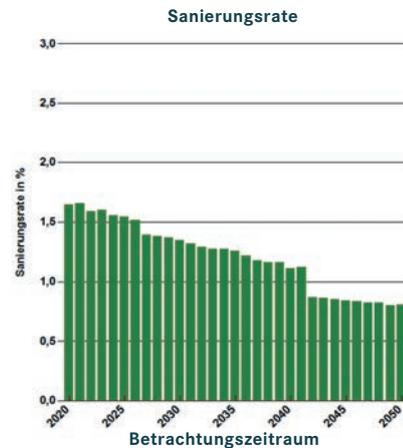


Abb. 3: Jährliche Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalent), die aufgrund des Einsatzes von Niedertemperaturbeheizungssystemen (wie etwa Wärmepumpen) notwendig ist, damit diese möglichst effizient „arbeiten“.

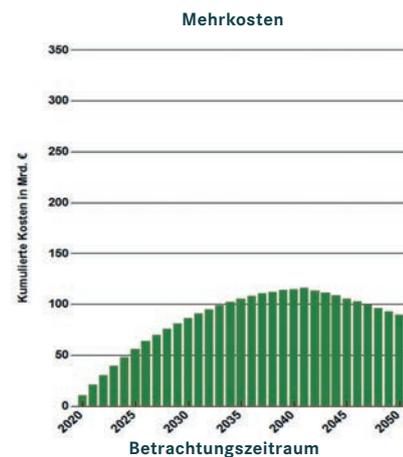


Abb. 4: Mehrkosten, die durch den zusätzlichen Wärmeschutz entstehen.

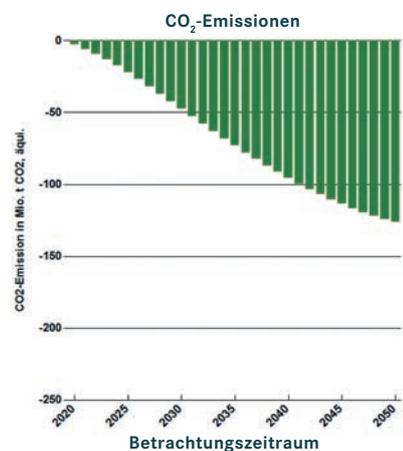


Abb. 5: Auswirkung auf die kumulierten CO₂-Emissionen, wenn auf diesen baulichen Wärmeschutz verzichtet würde.

EINFLUSS FINANZIELLER ANREIZE AUF DAS ERREICHEN DER KLIMAZIELE 2050

Der Immobilienbestand in Deutschland umfasst derzeit etwa 20 Millionen Gebäude. Davon entfallen 75,5 % auf Ein- und Zweifamilienhäuser, 15,5 % auf Mehrfamilienhäuser sowie 9 % auf Nichtwohngebäude. Abb. 6 zeigt die flächengewichtete Häufigkeitsverteilung der Effizienzklassen für Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH), für Mehrfamilienhäuser (MFH) sowie für den Gesamtbestand.

Im Gesamtbestand entfallen etwa 30 % der Wohnflächen auf die „schlechten“ Effizienzklassen G und H. Das entspricht einem flächenspezifischen Endenergiebedarf von 250 kWh/(m²a). Nur etwa ein Viertel der gesamten Wohnfläche in Deutschland hat einen Endenergiebedarf von unter 100 kWh/(m²a) und fällt damit in die Effizienzklassen A+ bis C. Die getrennte Auswertung nach Gebäudetyp (Ein- und Zweifamilienhäuser bzw. Mehrfamilienhäuser) zeigt erhebliche Unterschiede im energetischen Zustand. Die Effizienzklassen G und H sind im Bereich der EZFH deutlich häufiger anzutreffen als bei MFH. **40 % der Wohnfläche in EZFH entfallen auf die energieintensiven Klassen G und H. Bei den MFH sind es lediglich 16 %.** Das heißt, zum Erreichen der Klimaschutzziele muss der private Ein- und Zweifamilienhausbesitzer unbedingt zum energetischen Modernisieren motiviert werden.

Die von der Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz (geea), der Deutschen Energie-Agentur (dena) und einigen Branchenverbän-

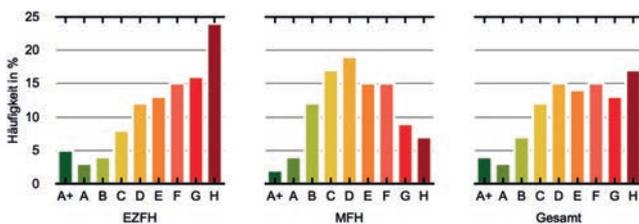


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung der Effizienzklassen nach Effizienzklassen des deutschen Wohngebäudebestandes [dena/ifeu/prognos et al. 2019].

den beauftragte Studie „Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor“ zeigt eindrucksvoll: **Eine „Weiter-so-wie-bisher-Strategie“ wird nicht genügen, mehr Energieeffizienz zu erreichen und die Klimaschutzziele im Gebäudebereich auch nur annähernd zu realisieren.**

Die Studie, die gemeinsam vom FIW und dem Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden (ITG) durchgeführt wurde, betrachtet drei Szenarien, in denen verschiedene Varianten der Heiztechnik und der Energieversorgung in den Jahren 2018 bis 2050 durchgespielt werden, und untersucht, welche bauliche Vollsanierung-Äquivalenzrate zum Erreichen der Klimaschutzziele notwendig ist. Ein Referenzszenario geht von der Fortschreibung des Status Quo („Weiter so“) aus, zwei ambitionierte Szenarien modellieren die Modernisierung der Heizstruktur in Neubau und Bestand. Dabei werden analog zur geea-Gebäudestudie zwei Transformationspfade unterstellt: „All-Electric“ sowie „technologieoffen“ (Technologie-Mix). Mit beiden Szenarien soll eine deutliche Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2050 gegenüber dem Referenzszenario erzielt werden.

Dies betrifft die erforderliche Senkung des Energiebedarfs nach baulicher und anlagenseitiger Sanierung sowie die Bereitstellung treibhausgasreduzierter Energieträger. Sowohl mit dem betrachteten technologieoffenen Szenario als auch mit der star-

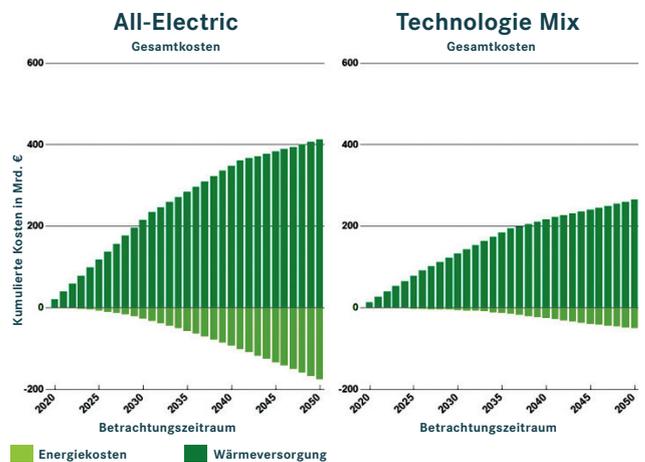


Abb. 7: Kumulierte gesamte Mehrkosten in den beiden Transformationspfaden gegenüber dem Referenzszenario.

ken Ausrichtung zu elektrischen Wärmepumpen („All-Electric“-Szenario) könnten die Ziele (Zieljahr 2050, Treibhausgasminde- rung um mindestens 80 % gegenüber 1990) erreichbar sein.

Abb. 8 und 9 zeigen die vom Institut für Technische Gebäude- ausrüstung Dresden (ITG) sowie vom Forschungsinstitut für Wärmeschutz (FIW) errechnete Auswirkung finanzieller Anreize auf die CO₂-Emissionen privater Ein- und Zweifamilienhäuser bis zum Jahr 2050.

Im „Weiter-So“-Szenario (Abb. 8) kommt es zu einem nur ge- ringen Rückgang verwendeter fossiler Energieträger mit ent- sprechendem CO₂-Ausstoß sowie einem Überschreiten der

Ziele 2030 und 2050, während im Förder-Szenario (Abb. 9) die ausgesprochenen CO₂-Ziele sogar übererfüllt werden. Bis 2050 könnte so allein der Gebäudesektor insgesamt 600 Mio. t CO_{2,äqui} zusätzlich einsparen.

Allerdings sind für die Wirksamkeit der finanziellen Anreize gewisse Voraussetzungen nötig. Wichtig ist unter ande- rem die intensive Förderung einer qualitativ hochwertigen Energieberatung, die verpflichtende Einführung individueller Sanierungsfahrpläne (iSFP) sowie die langfristige Perspektive dieser finanziellen Anreize. Auch für Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude müssen parallel Anreize zur Verbesse- rung der Sanierungsaktivitäten angestoßen werden.

Weiter-So

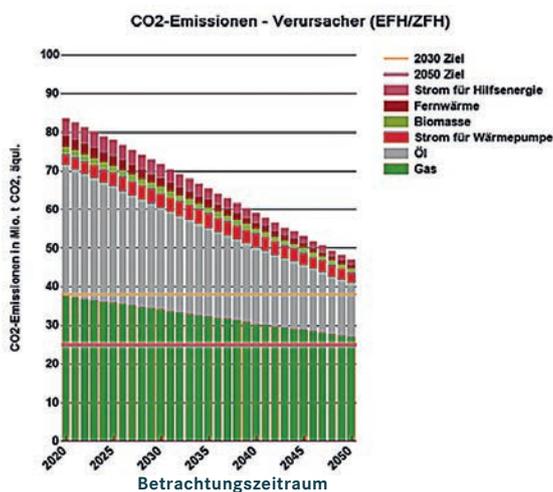


Abb. 8: Auswirkung, wenn der Status Quo fortgeschrieben wird.

Finanzielle Anreize

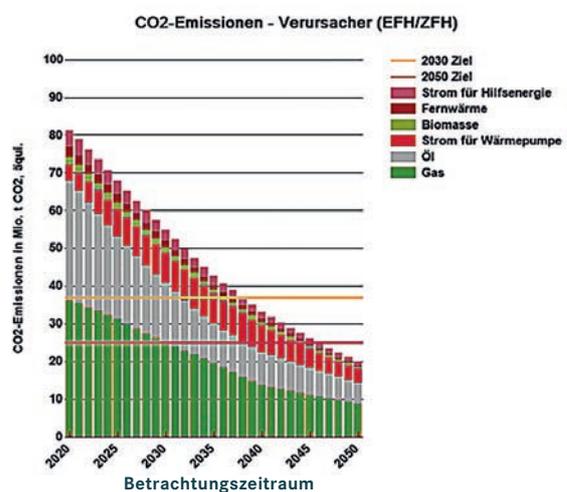


Abb. 9: Auswirkung finanzieller Anreize auf die CO₂-Emissionen privater Ein- und Zweifamilienhäuser bis zum Jahr 2050.

FAZIT: Die Ergebnisse der FIW-/ITG-Studie zeigen, dass die angestrebten Klimaschutzziele nur mit einem technologie- offenen Ansatz sowie mit deutlicher Intensivierung aller Akteure im Wärmemarkt zu erreichen sind. Deshalb müssen die förder- und ordnungspolitischen Maßnahmen für die Energiewende im Gebäudebereich deutlich erweitert werden. Finanzielle Anreize sind erwiesenermaßen ein wichtiger Schlüssel zu mehr energetischer Sanierung. Der private Ein- und Zweifamilienhausbesitzer muss zum energetischen Modernisieren motiviert werden.

SANIERUNGSBREITE UND/ODER SANIERUNGSTIEFE

Die neue Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) reflektiert die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung; sie resultiert u.a. aus der Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) sowie der Förderstrategie „Energieeffizienz und Wärme aus erneuerbaren Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Durch die BEG soll die Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich in einer Förderlandschaft vereinheitlicht, der Anreiz zur Modernisierung erhöht und damit die Sanierungsrate gesteigert werden. Mit der neuen BEG soll die aktuelle Systematik für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus (KfW-EH) und mit ihr die Anforderung an den Primärenergiebedarf Q_p und den spezifischen Transmissionswärmeverlust H'_T verändert und damit abgeschwächt werden (Abb. 10).

Für die Effizienzhausstufen 55 und 70 werden die Anforderungswerte an den H'_T um etwa 15 % erhöht – zum Verständnis: je niedriger der H'_T , desto besser der Wärmeschutz –, was in Zukunft niedrigere Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle gegenüber den aktuellen KfW-Effizienzhäusern der gleichen Effizienzstufe bedeutet. Ebenso wird für die Sanierung auf die KfW-EH-Stufe 85 verzichtet. Bei der EH-Stufe Denkmal soll zukünftig jegliche H'_T -Anforderung entfallen.

Im Rahmen einer Kurzstudie wurden die Auswirkungen der geplanten Bundesförderung für effiziente Gebäude beleuchtet. Insbesondere wurde der Einfluss des geplanten Absenkens der Anforderungen an die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes bei Sanierung zu Effizienzhäusern analysiert. Die vergleichenden Berechnungen (Abb. 11) zur Sanierungstiefe und Sanierungsbreite können wie folgt zusammengefasst werden:

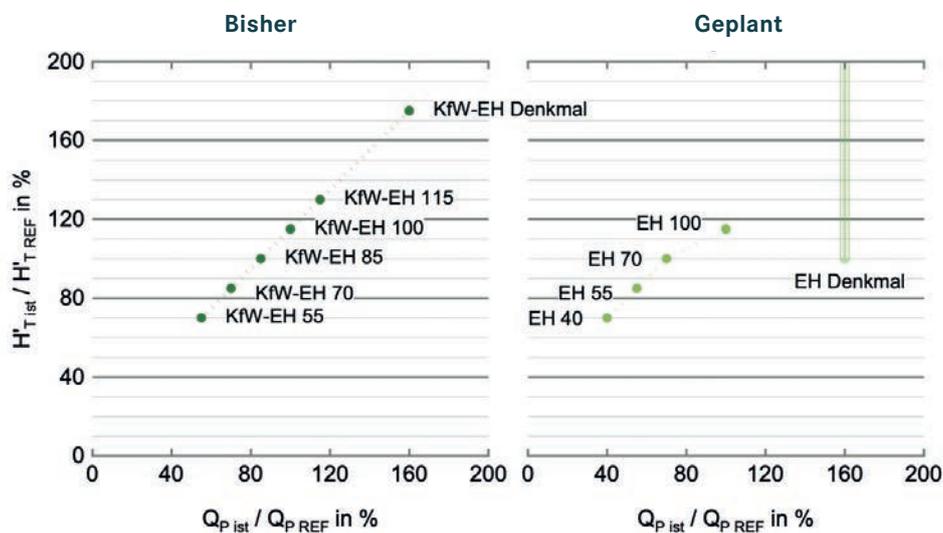
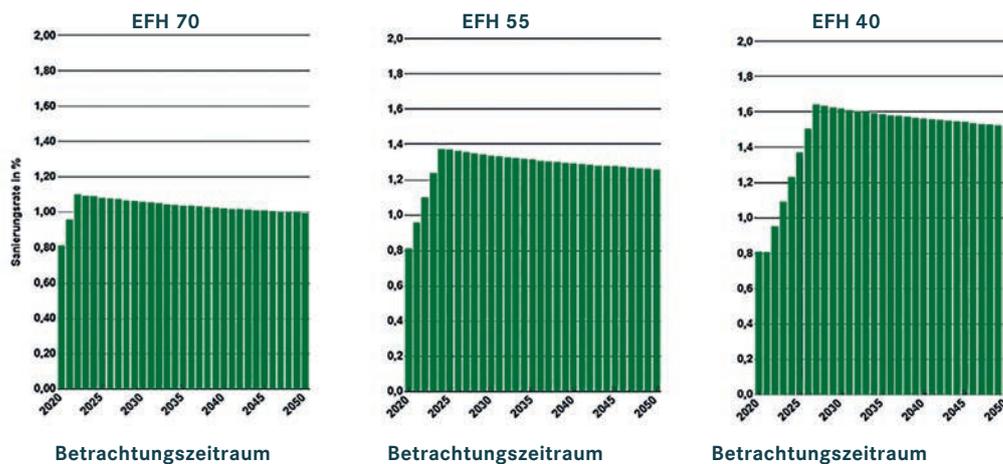


Abb. 10: Darstellung der bisherigen bzw. zukünftigen Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz sowie den Primärenergiebedarf energetisch sanierter Wohngebäude.

Äquivalente Sanierungsbreite EFH 100 statt



Resultierende Mehrkosten - EFH100 statt

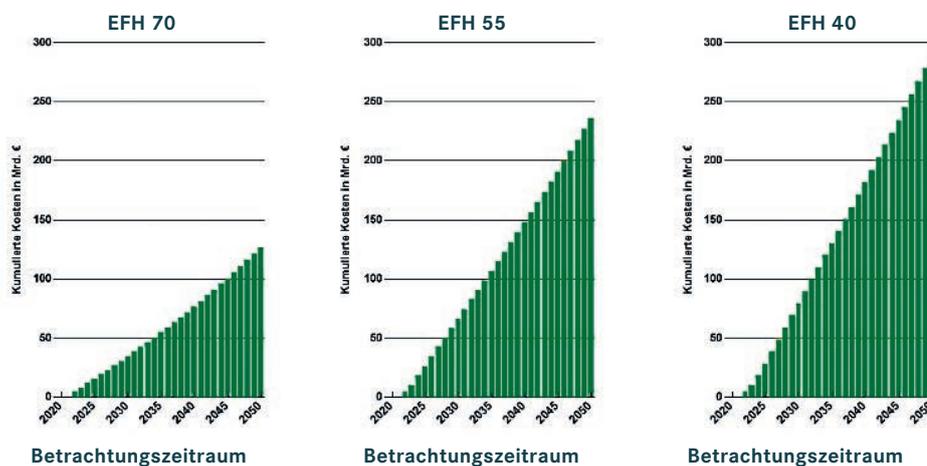


Abb. 11: Resultierende Sanierungsrate (oben), die notwendig ist, um höhere CO₂-Emissionen aufgrund einer Abschwächung der Sanierungstiefe (Veränderung der H₇-Anforderung) durch einen Ausbau der Sanierungsbreite zu kompensieren. Dies wäre aufgrund des hohen Anteils von „Sowieso-Kosten“ bei der energetischen Modernisierung – z.B. für Gerüst-, Putz- und Malerarbeiten – mit entsprechenden Mehrkosten (unten) verbunden.

FAZIT: Werden die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz, wie derzeit in der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) vorgesehen, abgeschwächt, führt das zu geringeren Treibhausgasminderungen. Um diese wiederum zu kompensieren, ist eine deutlich größere Sanierungsbreite erforderlich. Dies wäre aufgrund des hohen Anteils von „Sowieso-Kosten“ bei der energetischen Modernisierung mit entsprechenden Mehrkosten verbunden. Fördermaßnahmen müssen sowohl die Sanierungsbreite also auch die Sanierungstiefe berücksichtigen.

WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG DER GEBÄUDEHÜLLE IM WOHNUNGSBAU

Die Gebäudehülle hat eine immense ökologische und ökonomische Bedeutung: Aktuell beträgt das ausgelöste Bauvolumen der Gebäudehülle (sowohl für den Wohnungsneubau als auch für die Modernisierung) rund 43 Mrd. Euro. Darin enthalten sind allein 7,5 Mrd. Euro an Umsatzsteuer. Der materialbedingte Anteil für die Gebäudehülle beträgt zurzeit 14,3 Mrd. Euro, die Summe aller Personalaufwendungen ergibt etwas mehr als 20 Mrd. Euro.

Für die Ausführung und Planung der Gebäudehülle werden insgesamt fast 400.000 (!) Menschen beschäftigt. Der größere Anteil davon (314.000) entfällt dabei auf die Ausführung auf der Baustelle. Die meisten Beschäftigten sind hauptsächlich in kleinen und mittleren Betrieben angestellt. Hinzu kommen noch die statistisch nicht erfassten Beschäftigten im Bereich der Baustoffproduktion und des Baustoffhandels (nochmals ca. 40.000).

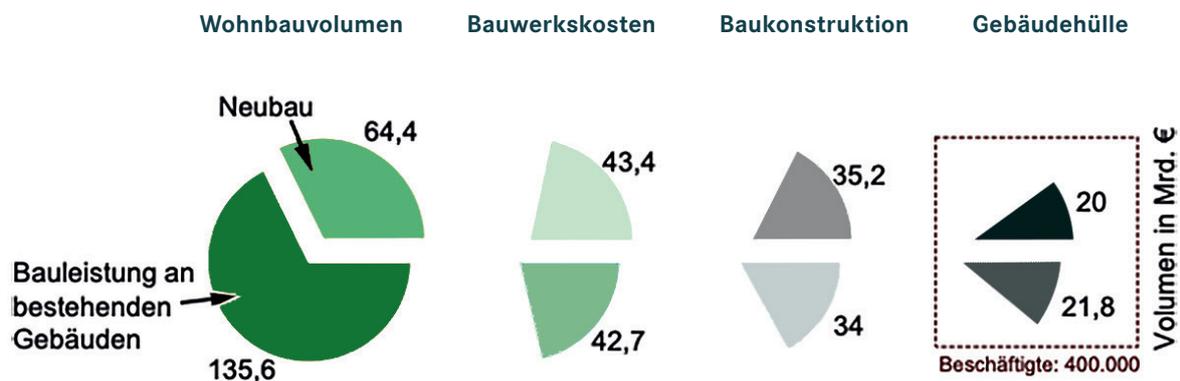


Abb. 12: Aufteilung der Bauvolumina für Neubau und Modernisierung.

Zum Erreichen der politischen Ziele (Erfüllung des Klimaschutzplans 2050 sowie Schaffung von bezahlbarem Wohnraum) auf Grundlage des aktuellen Koalitionsvertrages sind für die dafür durchzuführenden Arbeiten an der Gebäudehülle zusätzlich mehr als 280.000 Beschäftigte nötig. Dabei

dürften 215.000 Arbeitsplätze allein im Modernisierungsbereich und weitere 67.000 im Neubau entstehen. Das zusätzlich ausgelöste jährliche Gesamt-Investitionsvolumen liegt bauseitig bei fast 60 Mrd. Euro, wovon allein fast die Hälfte für die Gebäudehülle notwendig ist.

FAZIT: Damit liegen sämtliche Gewerke der Gebäudehülle – sowohl was den Umsatz als auch die Beschäftigung betrifft – in einer ähnlichen Größenordnung wie die Industriebereiche Fahrzeugbau (800.000 Beschäftigte), Maschinenbau (970.000 Beschäftigte) oder Chemische Industrie (315.000 Beschäftigte). Die Gebäudehülle ist eine Schlüsselbranche für Deutschland. Besonders kleine und mittlere Betriebe stellen aber nur dann zusätzliche Mitarbeiter ein, wenn die wirtschaftliche Entwicklung planbar ist. Es bedarf verlässlicher Rahmenbedingungen.

EINSCHÄTZUNG DES AKTUELLEN DÄMMSTOFFMARKTES

Seit 2014 existieren keine statistisch erfassten Daten über die in Deutschland verkauften Dämmstoffe. Bis dahin betrug der jährliche Absatz ca. 32 Mio. m³. In der EU wurden im Jahr 2018 laut Erhebung von Interconnection Consulting Group (IC) ca. 210 Mio. m³ auf den Markt gebracht [IC 2019], was einer Zunahme von ca. 10 % für den Zeitraum von 2012 bis 2018 entspricht.

Abb. 13 zeigt das Aufkommen in den wichtigsten Materialgruppen. Demnach ist Mineralwolle (Glas- und Steinwolle) der in

Europa meistverwendete Dämmstoff (ca. 55 %), gefolgt von EPS-Hartschaum (ca. 32 %).

Interessant ist die Verteilung auf die unterschiedlichen Anwendungen (Abb. 14). Die Außenwände und das Dach sind mit ca. 35 % die überwiegenden Anwendungen, gefolgt von Innenwand-Anwendungen wie Trennwände (ca. 8 %). Im Bereich der Böden (ca. 14 %) sind auch Dämmungen der obersten Geschosdecke enthalten, wenn das darüber liegende Dachgeschoss nicht beheizt wird.

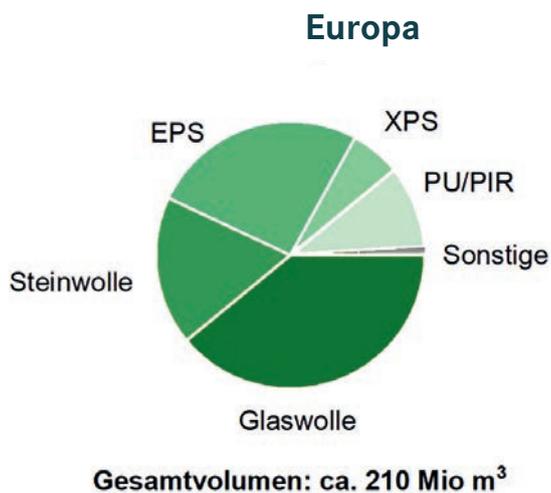


Abb. 13: Marktanteile der wichtigsten Dämmstoffe in Europa für das Jahr 2018 [IC Interconnection Consulting 2019].

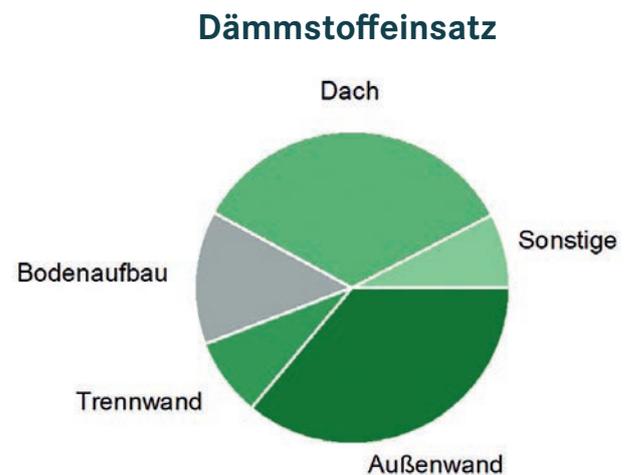


Abb. 14: Einsatzort der verwendeten Dämmstoffe [IC Interconnection Consulting 2019].

Bei einigen Dämm-Anwendungen ist in den letzten Jahren folgender Trend erkennbar: Noch im Jahr 2010 betrug der Anteil von EPS am WDVS-Gesamtmarkt laut Statistik des Fachverbandes WDVS ca. 75%. 2019 lag der Anteil von EPS laut Angaben des Verbandes für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V. (VDPM) bei nur noch rund 50 % (Abb. 15). Stattdessen kommt laut VDPM an der Fassade immer stärker Mineralwolle zum Einsatz (ca. 30%).

Nach wie vor sind die sogenannten „natürlichen“ Dämmstoffe wie Holzwolle, Hanf, Kork, Granulate und andere Nischen-

produkte. Laut einer Untersuchung unter 1.600 europäischen Architekten dürfte die Verwendung von natürlichen Dämmstoffen in sieben von acht Ländern zunehmen (Abb. 16).

Neben den bekannten Dämmstoffen wie Mineralwolle, EPS, PU und XPS sind in den Statistiken auch „sonstige“ bzw. „andere“ Materialien erwähnt. Unter diese Bezeichnung fallen in erster Linie die sogenannten „alternativen Dämmstoffe“ auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Innerhalb dieser Untergruppe sind vor allem Holzfaserdämmstoffe und Recyclingfasern aus Altpapier mengenmäßig bedeutsam.

Dämmstoffe in Wärmedämmverbundsystemen

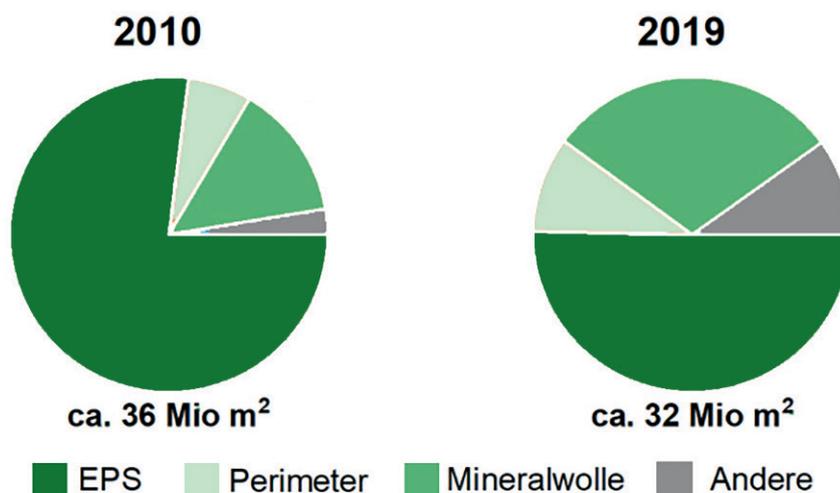


Abb. 15: Entwicklung WDVS nach verbauter Fläche und eingesetztem Dämmstoff [FV WDVS bzw. VDPM 2020].

ERWARTUNGEN ZUR VERWENDUNG VON DÄMMSTOFFEN BEI ARCHITEKTEN IN EUROPA

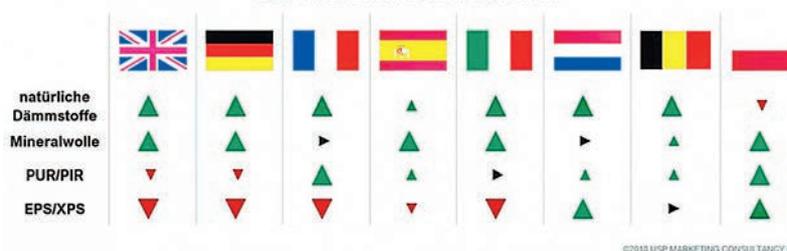


Abb. 16: Erwartungen von Architekten zur künftigen Verwendung von Dämmstoffen in Europa [BauInfoConsult 2018].

AKTUELLE DISKUSSION ZUR GRAUEN ENERGIE BZW. ENERGETISCHEN AMORTISATION

Bei der energetischen Bilanzierung von Gebäuden liegt der Fokus bisher auf der Betriebs- bzw. Nutzungsphase des Gebäudes. Als wesentliche Kenngrößen werden dabei die Verbrauchs- bzw. Bedarfswerte herangezogen. Aufwendungen für die Herstellung der Bauprodukte, die Errichtung des Gebäudes sowie seine Entsorgung sind darin nicht enthalten.

Die Bundesregierung hat deshalb in ihrem Ende 2016 veröffentlichten Klimaschutzplan 2050 das Ziel formuliert, den Einsatz **nachhaltiger Bau- und Dämmstoffe** zu stärken. Dabei sollen auch vor- und nachgelagerte Klimaschutzaspekte berücksichtigt werden, also Emissionen, die bei der Herstellung, der Verarbeitung, der Entsorgung oder der Wiederverwertung von Baustoffen entstehen. Diese werden auf Basis frei verfügbarer Ökobilanzdaten ermittelt. Zudem sollen Instrumente zur stärkeren Einbeziehung des gesamten **Lebenszyklus** von Baumaterialien („Cradle to Grave“ oder „Cradle to Cradle“) überprüft und vermehrt in die Bauplanung mit einbezogen werden.

Dies hätte die praktische Folge, dass die schon heute von vielen beklagte hohe Komplexität der energetischen Bewertung von Gebäuden um weitere relevante Phasen (im Lebenszyklus von Gebäuden) zu erweitern wäre. Erst eine Ausweitung der Bilanzgrenzen erlaubt mit jeder Stufe eine umfassendere Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäudekonzepten.

In diesem Zusammenhang fällt häufig auch der Begriff der **„Grauen“ Energie**. Darunter wird vorwiegend jener Energiebedarf verstanden, der nötig ist, um die Materialien herzustellen, an die Baustelle zu transportieren und dort zu verbauen. Der Graue Energie im Bausektor wird bei energetischen Betrachtungen bisher geringe Beachtung geschenkt. Besonders energieeffiziente Bauweisen wie z.B. das Passivhaus erfordern jedoch durch den Mehraufwand für den Wärmeschutz eine genauere Betrachtung dieses Energiebedarfs. Geschieht dies nicht, kann zu Recht eingewendet werden, dass dieser Energieeinsatz kurzerhand in die Produktion verschoben würde und somit nicht in die Gesamt-Energiebilanz einfließt.

Verbesserungen, die zur Einsparung von Energie führen, sind meist mit einem größeren Materialeinsatz und damit auch einem höheren Einsatz an Grauer Energie verbunden. Dem Energieaufwand bei der Herstellung kann also das Energieeinsparpotential der Anwendung gegenübergestellt werden. Daraus lässt sich die sogenannte „energetische Amortisationszeit“ errechnen. Das ist jene Zeit, die eine Dämmmaßeinheit braucht, um die bei ihrer Herstellung aufgewendete Energie wieder einzusparen.

Deutlichen Einfluss auf diese Amortisationszeit haben die Dämmstoffdicke (Abb. 17) und äquivalent hierzu die Rohdichte sowie der Primärenergieinhalt des verwendeten

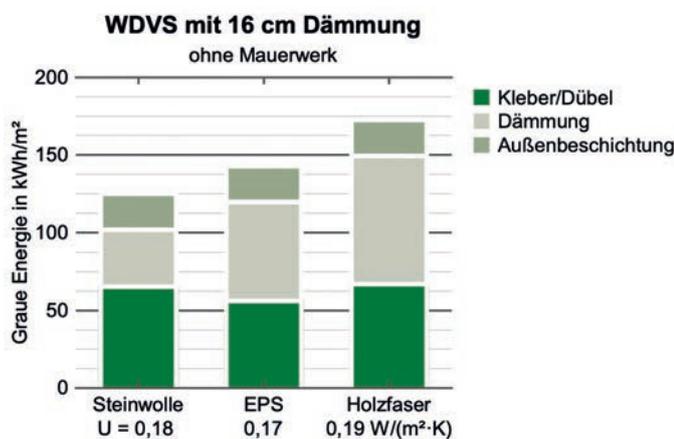


Abb. 17: Graue Energie eines 16 cm dicken Wärmedämmverbundsystems mit unterschiedlichen Dämmstoffen.

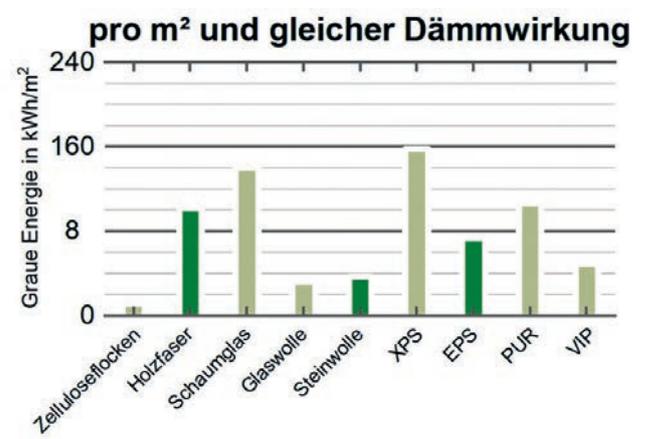


Abb. 18: Graue Energie von verschiedenen Dämmstoffen pro m² und gleicher Dämmwirkung. Die dunkelgrün dargestellten Dämmstoffe kommen typischerweise auch in Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) zum Einsatz.

Materials. Abb. 18 zeigt die Graue Energie verschiedener Dämmstoffe pro m^2 bei gleicher Dämmwirkung. Wichtig sind die Bezugsgröße bzw. der praktische Einsatz. In Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) kommen üblicherweise Mineralwolle, EPS oder Holzfaserdämmstoffe zum Einsatz. Diese Dämmstoffe haben eine unterschiedliche Dämmwirkung. Bei gleichen Dicken führt das zu entsprechend unterschiedlichen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten).

In Abb. 19 ist die energetische Amortisation dreier ausgewählter WDV-Systeme bei Annahme unterschiedlicher Ziel-U-Werte dargestellt. Je nach eingesetztem Material bewegen sich die energetischen Amortisationszeiten bei einem Ausgangs-U-Wert von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ (typischer Wert für Wände im Altbau) und einem Sanierungsziel von $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ (gesetzlich vorgeschriebener Maximalwert) zwischen drei und neun Monaten. Je niedriger der angestrebte U-Wert des Bauteils wird, desto länger auch die Zeit bis zur energetischen Amortisation. Aber selbst bei U-Werten von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ betragen die längsten Amortisationszeiträume maximal knapp 1,5 Jahre.

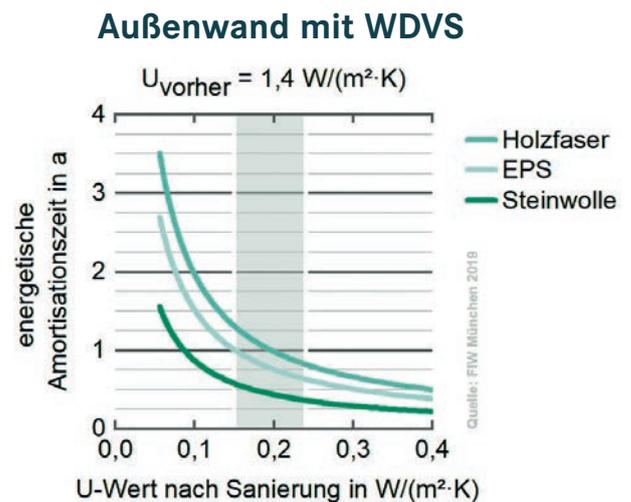


Abb. 19: Energetische Amortisationszeit als Funktion des erreichten U-Wertes für die drei betrachteten Wärmedämmverbundsysteme.

FAZIT: Betrachtet man nur die Graue Energie, ist ein deutlich besserer baulicher Wärmeschutz anzustreben. Der zusätzliche Primärenergieeinsatz für die energetisch höherwertige Konfiguration ist so gering, dass die Einsparungen in der Nutzungsphase die höheren Aufwände in der Herstellungsphase deutlich überkompensieren.

GRUNDSÄTZLICHES ZUR WIRTSCHAFTLICHKEIT VON WÄRMEDÄMMENDEN MASSNAHMEN

Energiesparende Maßnahmen erfordern Investitionen. Die Kosten einer energetischen Sanierung werden dann zum Hindernis, wenn den Eigentümern oder Investoren die finanziellen Möglichkeiten zur Realisierung fehlen.

Nach der B+L-Sanierungsstudie 2018 (S. 17ff.) ist die finanzielle Ausstattung von Sanierungswilligen auch in einer anderen Hinsicht entscheidend: Sie spielt bei der Frage, wann – genauer in welchen Lebenssituationen – saniert werden soll, eine wichtige Rolle. Gerade aufwändige Maßnahmen wie Komplett-sanierungen erfordern i.d.R. eine längere Vorlaufzeit („Sparphase“). Diese dürfte sich jedoch durch finanzpolitische Einflüsse (Investieren in die eigene Immobilie zur Wertsicherung/-erhaltung, zur Steigerung von Verkaufserlösen unter gesetzlichen Vorgaben zur Energieeffizienz oder, weil alternative Finanzinvestitionen und -anlagen nicht wertstabil genug erscheinen) aktuell verkürzen. Darüber hinaus entscheidet das zur Verfügung stehende Kapital, wie viele Sanierungsmaßnahmen durchgeführt und welche Budgets den jeweiligen Maßnahmen zugeteilt werden. Grundsätzlich gilt: **Umfassende energetische Sanierungen rechnen sich dann besonders schnell, wenn ohnehin Sanierungsmaßnahmen am Gebäude anstehen.**

Da eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit einer bestimmten Dämmmaßnahme grundsätzlich vom Alter des Bauteils, vom energetischen Zustand und von vielen weiteren Rahmenbedingungen abhängig ist, ist eine Verallgemeinerung äußerst schwierig.

In der Öffentlichkeit wird oft heftig über den Sinn energetischer Sanierungsmaßnahmen diskutiert. Industrie, Wohnungswirtschaft, Eigentümer und Wissenschaftler kommen in dieser Frage aufgrund ihrer jeweiligen Interessen zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Die Rentabilität einer energetischen Sanierungsmaßnahme wird von vielen Einflussgrößen bestimmt: Außen- und Innenklima sowie der energetische Zustand der Bauteile vor und nach einer

Sanierung sind ebenso entscheidend wie die tatsächlich aufgewendeten Sanierungskosten. Dazu kommen Kreditkosten und ihre Laufzeiten sowie die beabsichtigte Nutzungsdauer. Neben diesen projektspezifischen Faktoren haben unstete Parameter wie Energiepreise und Energiepreiserhöhungen sowie die Realzinsentwicklung Einfluss auf diese Rechnung. All diese Faktoren müssen in eine Wirtschaftlichkeitsbewertung zwingend einfließen und so genau wie möglich bestimmt sein.

Aufgrund des starken Einflusses unsicherer Rahmenbedingungen wie beispielsweise der Energiepreisentwicklung sollte die Amortisationszeit von energetischen Maßnahmen eher in Zeiträumen (von - bis) angegeben werden. Abb. 20 zeigt die durchschnittlichen Amortisationszeiten unterschiedlicher Dämmmaßnahmen unter derzeitigen Rahmenbedingungen. Demnach liegt die Amortisationszeit einer Sanierungsmaßnahme in allen Fällen deutlich unter der zu erwartenden Nutzungsdauer eines Gebäudes.

Bauteil	Typischer Ausgangs-U-Wert [W/(m ² K)]	Amortisationszeit [a]	
		Mittelwert	Bereich mit 95 %-iger Wahrscheinlichkeit
Außenwand WDVS (EPS und MF): Energiebedingte Kosten	1,4	6	4 bis 10
Kellerdecke, Dämmung von unten mit Bekleidung ohne Bekleidung	1,3	8	6 bis 13
	1,3	6	6 bis 10
Steildach (Sanierung von außen inkl. kompletter Neueindeckung) energiebedingte Kosten	0,9	6	6 bis 16
Flachdach: energiebedingte Kosten	0,9	6	6 bis 13
Oberste Geschoßdecke begehbar nicht begehbar	0,9	6	6 bis 16
	0,9	2	2 bis 5

Abb. 20: Durchschnittliche Amortisationszeiten unterschiedlicher Dämmmaßnahmen.

FAZIT: Umfassende energetische Sanierungen rechnen sich dann besonders schnell, wenn ohnehin Sanierungsmaßnahmen am Gebäude anstehen. Die Amortisationszeit einer Sanierungsmaßnahme liegt in der Regel deutlich unter der zu erwartenden Nutzungsdauer eines Gebäudes und „rechnet“ sich somit.

NUTZUNGSDAUER UND LANGLEBIGKEIT

Für die Nutzungsdauer eines Systems ist seine Schadensfreiheit entscheidend. Um Schadensfälle und damit verbundene Kosten zu vermeiden, sind geeignete qualitätssichernde Maßnahmen zu ergreifen. Dämmungen erfordern im Allgemeinen keine besonderen Wartungs- und Pflegemaßnahmen. Es muss jedoch gewährleistet sein, dass Dämmstoffe und Tragkonstruktion dauerhaft trocken bleiben. Eindeckungen, Abdichtungen, Putze, Anstriche usw. müssen daher regelmäßig kontrolliert und ggf. instand gehalten werden.

Diese Wartungsmaßnahmen sind aber auch bei nicht gedämmten Gebäuden notwendig, um Feuchteschäden zu verhindern. Sie können daher nicht den Aufwendungen für die Wärmedämmung zugerechnet werden. Bei Beachtung der genannten qualitätssichernden Maßnahmen lässt sich bei allen gängigen Anwendungen eine Nutzungsdauer erreichen, die im Bereich der üblichen Sanierungszyklen von ca. 30–60 Jahren liegt (Abb. 21).

Bauteil	Bereich [a]	Durchschnitt [a]
Wärmedämmung (im Flachdach/ Warmdach)	30–60	45
Steildach	40–60	50
Umkehrdach	40–60	50
Decke, Fußboden	30–100	65
Außenwand hinter Bekleidung	30–60	45
Wärmedämmverbundsystem	30–50	40
Kerndämmung	30–60	45
Unter der tragenden Gründungsplatte	50–100	75
Perimeterdämmung	30–100	65
Dämmung für die technische Gebäudeausrüstung	5–25	15

Abb. 21: Nutzungsdauer von Dämmmaßnahmen an bestimmten Bauteilen.

ENERGETISCHES SANIEREN STEIGERT DEN WOHNKOMFORT

Ein behagliches Wohngefühl wird vom thermischen Klima und der Raumluftqualität beeinflusst. Die Qualität des Raumklimas hat dabei direkten Einfluss auf die Produktivität und Zufriedenheit seiner Bewohner. Da der Mensch in der modernen Industriegesellschaft den weitaus größeren Teil seines Lebens in geschlossenen Räumen (Wohnung, Büro, Verkehrsmittel) verbringt, kommt dem Raumklima eine große Bedeutung für das individuelle Wohlempfinden und die gesundheitliche Unversehrtheit zu.

Behaglichkeit und Wohnkomfort im Winter

Die energetische Sanierung eines Gebäudes kann das thermische Raumklima entscheidend positiv beeinflussen. Wichtigste Kriterien für die thermische Behaglichkeit sind dabei die Raumlufttemperatur, die Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen, die Luftfeuchtigkeit sowie die Luftbewegung. Allgemein ist das thermische Empfinden des Menschen sehr individuell und von Geschlecht, Alter, Bekleidung, Art und Schwere der Aktivität sowie der Tages- und Jahreszeit abhängig. Trotzdem können bestimmte Bereiche definiert werden, die im Allgemeinen als behaglich empfunden werden (Abb. 22).

Der Mensch gibt etwa die Hälfte seiner Körperwärme in Form von Wärmestrahlung an eine kühlere Umgebung ab. Deshalb kommt der Oberflächentemperatur an der Innenseite der Außenwände eine große Bedeutung zu. Die bessere Dämmung

erzeugt hier im Winter deutlich höhere Oberflächentemperaturen und somit ein deutlich angenehmeres Raumklima, ohne größere Luftbewegungen der erwärmten Heizluft („Zugluft“).

Werden Wand- und/oder Deckenflächen durch schlechtere Dämmung „gekühlt“, so wird dem Körper Wärmeenergie durch Strahlung entzogen. Das Behaglichkeitsempfinden stellt sich dann erst bei wesentlich höheren Raumtemperaturen ein. Als Idealzustand gilt, wenn die Wände, der Fußboden und die Decke weitgehend einheitliche Temperaturen aufweisen. Das bedeutet, dass höhere Oberflächentemperaturen – bei gleicher Behaglichkeit – niedrigere Raumlufttemperaturen gestatten. Auch hier wird Energie gespart, da die im Zuge der Lüftung zugeführte Außenluft weniger stark erwärmt werden muss. Ferner ergeben sich geringere Unterschiede der Wand- und Raumlufttemperatur.

Eine Dämmung sowie ein optimierter Wärmeschutz der Außenwände haben also nicht nur eine Minimierung der Wärmeverluste über die Fassade zur Folge. Sie tragen durch die daraus resultierenden höheren Oberflächentemperaturen im Raum dazu bei, dass auch niedrigere Raumtemperaturen als behaglich empfunden werden. Nicht zuletzt wird so ein großer Teil an Heizenergie gespart. Wenn also über die Außenwand weniger Wärme verloren geht, bleibt die Außenwand auf ihrer Innenseite wärmer. Genau das ist die Voraussetzung für ein zugfreies, behagliches Wohnklima.

Sommerlicher Wärmeschutz

Der Überhitzung von Räumen vorzubeugen, ist das wesentliche Ziel des sommerlichen Wärmeschutzes. Dabei geht es darum, ein behagliches Innenraumklima während der Sommermonate sicherzustellen und gleichzeitig den Energieverbrauch für die Kühlung möglichst gering zu halten. Wohngebäude können in Deutschland fast immer so geplant werden, dass kein sommerlicher Kühlbedarf besteht und behagliche Verhältnisse entstehen.

Da eine aktive Kühlung den teuren Energieträger Strom intensiv in Anspruch nimmt, sollte Kühlenergie von vornherein vermieden werden. Der Einsatz von Kühltechnik wird vor allem durch überdimensionierte Glasflächen mit hohem Gesamtenergie-Durchlassgrad ohne entsprechende Sonnenschutzmaßnahmen hervorgerufen. Ein guter Wärmeschutz der Gebäudehülle sowie eine hohe Speicherfähigkeit des Hauses verbessern das sommerliche Raumklima.

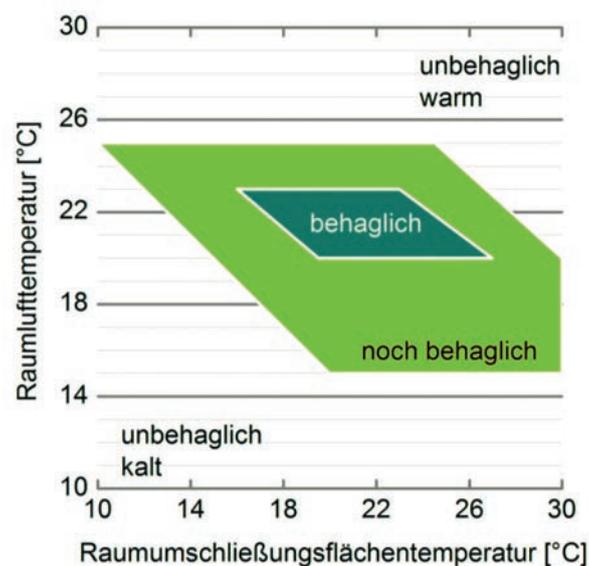


Abb. 22: Behaglichkeitsfeld im Achsenkreuz von Raumlufttemperatur (Ordinate) und Temperatur der raumumschließenden Flächen (Abszisse) [Pistohl 1998].

FAZIT: Energieeinsparung soll nicht durch Verzicht auf Komfort, sondern durch Steigerung der Energieeffizienz, d.h. durch optimale Ausnutzung der aufgewendeten Energie erreicht werden. Durch die Erhöhung des Wärmeschutzes lässt sich sogar beides erreichen: Energieeinsparung und mehr Komfort.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Holm, A.; Sprengard, C: “CO₂-Einsparpotential im Wohngebäudebestand durch energetische Sanierung der Gebäudehülle” – Untersuchungen im Auftrag des Gesamtverbands Dämmstoffindustrie GDI e.V., 2015.

Sprengard, C.; Treml, S.; Holm, A.: “Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe” – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) am 28. Oktober 2012 Aktenzeichen: II 3-F20-12-1-074 / SWD-10.08.18.7-12-39.

IC (2019): IC Market Forecast. Thermal Insulation in Germany. June 2019.
IC Interconnection Consulting, Wien – interconnectionconsulting.com.

BauInfoConsult Architektenumfrage zu Dämmstoffen – BauInfoConsult GmbH, bauinfoconsult.de 9/2018.

Hecking, H.; Oschatz, B.; Holm, A. et al.: “Gebäudestudie, Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor”, Deutsche Energieagentur, Hrsg., Berlin, 2017.

dena et al., "dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050", Berlin, 2018.

dena, ifeu, Prognos, Öko-Institut, Navigant, adelphi (2019): Vorbereitende Untersuchungen zur Erarbeitung einer Langfristigen Renovierungsstrategie nach Art 2a der EU-Gebäuderichtlinie RL 2018/844 (EPBD), August 2019.

Holm, A.; Oschatz, B.: "CO₂-Einsparung und Energieeffizienz im Wohngebäudebereich aus dem Blickwinkel der geplanten Bundesförderung für effiziente Gebäude" – Untersuchungen im Auftrag des Bundesverbands energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (BuVEG) durch das Forschungsinstitut für Wärmeschutz FIW München sowie dem Institut für Technische Gebäudeausrüstung ITG Dresden, 2019.

Holm, A.; Maderspacher, C.: "Wirtschaftliche Bedeutung der Gebäudehülle im Wohnungsbau" (erstellt durch: Forschungsinstitut für Wärmeschutz FIW München).

Pistohl, W.: Handbuch der Gebäudetechnik. Planungsgrundlagen und Beispiele. Band 2 Heizung/Lüftung/Energiesparen. Düsseldorf: Werner, 1998.

KURZFASSUNG DER STUDIENERGEBNISSE

Potential energetischer Sanierung

- Werden sämtliche Sanierungsmöglichkeiten einer energieeffizienten Gebäudehülle wie Dämmung und Fenstermodernisierung vollständig genutzt, kann der Energieverbrauch im Gebäudebereich um rund die Hälfte (!) reduziert und damit die Energieeffizienz gesteigert werden.
- Diese Reduktion ist neben einem nachhaltigen Klimaschutz entscheidende Voraussetzung für eine dauerhaft sichere Stromversorgung bei künftig drastisch erhöhtem Strombedarf (u.a. durch Mobilität und Heizen).
- Die von einem großen Teil der Bevölkerung mitgetragene Erhöhung der Sanierungsrate ist der Schlüssel zur kostenoptimierten Energiewende und zum Erreichen der Pariser Klimaziele.

Klimaschutz und finanzielle Anreizsysteme

- Rund 40 % der Ein- und Zweifamilienhäuser in Deutschland weisen die energieintensiven Effizienzklassen G und H auf. Ohne ihre weitgehende Sanierung sind die anvisierten Klimaschutzziele nicht zu erreichen.
- Förderungen der öffentlichen Hand haben sich als wirkungsvolle Motivation privater Hauseigentümer für eine energetische Sanierung erwiesen. Attraktive finanzielle Anreize bergen das Potential einer CO₂-Reduktion im Gebäudebereich bis zum Jahr 2050 um insgesamt 600 Mio. Tonnen CO₂.
- Finanzielle Anreize sind dann besonders wirkungsvoll, wenn sie sowohl Sanierungsbreite als auch Sanierungstiefe berücksichtigen.

Volkswirtschaftliche Bedeutung

- Um die politischen Ziele Wohnraumbeschaffung und Klimaschutz zu erreichen, sind für Arbeiten an der Gebäudehülle zusätzlich fast 300.000 Beschäftigte nötig; allein rund 220.000 davon erfordert der Modernisierungsbereich.
- Das bauseitig zusätzlich ausgelöste jährliche Investitionsvolumen erreicht fast 60 Mrd. Euro, wovon allein fast die Hälfte auf die Gebäudehülle entfällt.

Wirtschaftlichkeit und Langlebigkeit

- Mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % haben sich die Investitionen privater Hausbesitzer in eine energetische Sanierung mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) in einer Zeitspanne von 4 bis 10 Jahren allein durch Energieeinsparung „amortisiert“.
- Bei regelmäßiger Kontrolle des WDVS auf etwaige Schäden lässt sich eine Nutzungsdauer von bis zu 60 Jahren erreichen.
- Die energetische Sanierung einer Gebäudehülle trägt wesentlich zu einem gesünderen und angenehmeren Raumklima für seine Bewohner bei. So werden auch niedrigere Raumtemperaturen als angenehm empfunden, was Heizenergie und CO₂-Emissionen reduziert.



