



Fachbereich WD 5

Wärmedämmung im Gebäudesektor

Energiesparpotenziale und technische Herausforderungen

Wärmedämmung im Gebäudesektor**Energiesparpotenziale und technische Herausforderungen**

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 011/25
Abschluss der Arbeit: 18.03.2025
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft, Energie und Umwelt

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Kontext und Inhalt	4
2.	Technische Aspekte der Wärmedämmung von Gebäuden	5
2.1.	Bauphysikalische Grundlagen	5
2.2.	Abweichungen des prognostizierten vom später gemessenen Dämmverhaltens	6
2.2.1.	Beobachtete Abweichungen	6
2.2.2.	Herausforderungen in der Umsetzung	7
2.2.3.	Herausforderungen bei der Prognose	8
3.	Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste	10
4.	Energiesparpotenziale im Gebäudesektor	11
5.	Praktische Betrachtungen zur Wärmedämmung	15

1. Kontext und Inhalt

Im Jahr 2023 wurden ca. 27 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland für Raumwärme aufgewendet, also für das Heizen von Gebäuden.¹ Das entspricht rund 17,8 Terrawattstunden.² Einem Bericht der Vereinten Nationen zufolge war im Jahr 2022 der Gebäudesektor weltweit für schätzungsweise 34 Prozent des Energiebedarfs verantwortlich sowie für 37 Prozent der energie- und prozessbedingten CO₂-Emissionen.³ Energieeffizientes Bauen kann dazu beitragen, diesen Energieverbrauch zu reduzieren.⁴ „Energieeffizientes Bauen bedeutet in einem ersten Schritt immer, die Minimierung der Wärmeverluste anzustreben“⁵, also die Gebäude zu dämmen. Die Wärmedämmung von Gebäuden erfüllt dabei nicht nur energetische Zwecke, sondern trägt auch zur Behaglichkeit und in vielen Fällen auch zum Substanzerhalt bei.⁶ Wärmedämmung heißt, den Wärmedurchgang durch ein Bauteil bzw. die Gebäudehülle zu reduzieren.

Energieeffizientes Bauen beinhaltet deutlich mehr Aspekte als die Wärmedämmung. Im Rahmen dieser Dokumentation wird aber ausgewählte Literatur aufgeführt, die sich mit der Wärmedämmung beschäftigt.

Nach einer kurzen Einführung in die bauphysikalischen Grundlagen in Abschnitt 2.1 diskutiert die in Abschnitt 2.2 aufgeführte Literatur die Herausforderungen bei der Prognose des Dämmverhaltens von Baustoffen bzw. Wänden. Abschnitt 3 weist auf frühere Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste zur Thematik der CO₂-Reduktion im Gebäudesektor bzw. des energetischen Sanierungsaufwands im Gebäudesektor hin. In Abschnitt 4 werden ausgewählte Studien vorgestellt, die sich mit den Energieeinsparpotenzialen im Gebäudesektor befassen. Abschließend werden in Abschnitt 5 Quellen aufgeführt, die sich auf praktischer Ebene mit dem Thema Wärmedämmung auseinandersetzen und im Einzelfall bei der Entscheidungsfindung, ob ein Gebäude gedämmt werden soll, unterstützen können.

1 Statista (2025): Wärmemarkt in Deutschland, Seite 4., <https://de.statista.com/statistik/studie/id/7308/dokument/waermemarkt-in-deutschland/>.

2 Ebd., Seite 5.

3 United Nations Environment Programme (2024): Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations: Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector, Seite ix, <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>.

4 Willems et al. 2022: Lehrbuch der Bauphysik, Seite 4, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-34093-3>.

5 Ebd.

6 Ebd., Seite 6.

2. Technische Aspekte der Wärmedämmung von Gebäuden

2.1. Bauphysikalische Grundlagen

Die Wand eines Gebäudes besteht zumeist aus mehreren Schichten unterschiedlichen Materials (z. B. Außenputz, Wärmedämmung, Mauerwerk, Innenputz, siehe Abbildung 1). Aus den Dicken

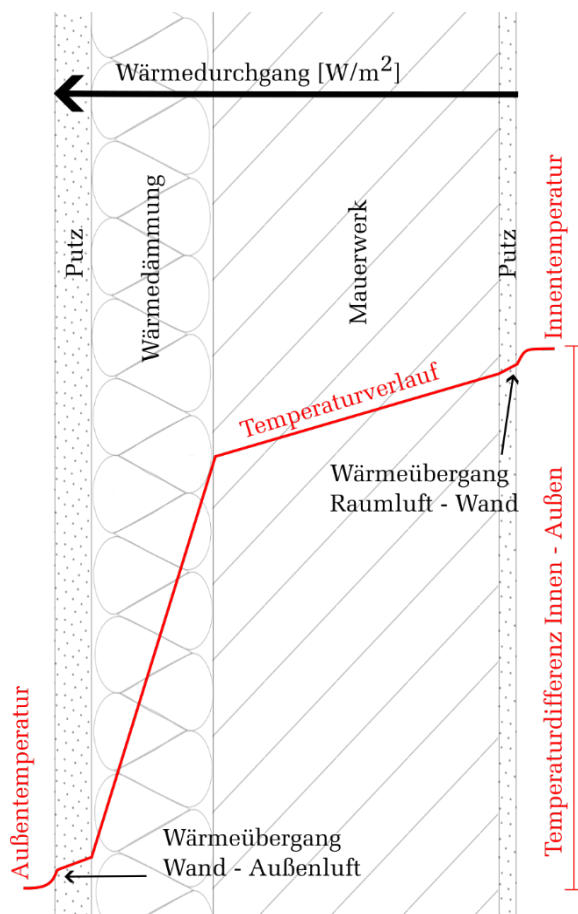


Abbildung 1: Typischer Aufbau einer Außenwand bestehend aus (von links) Außenputz, Wärmedämmung, Mauerwerk und Innenputz sowie in Rot die Temperaturdifferenz zwischen außen (links) und innen (rechts).

der einzelnen Schichten, den Wärmeleitfähigkeiten⁷ der jeweiligen Materialien und Annahmen für den Wärmeübergang zwischen Luft und Wand kann ein Wärmedurchgangskoeffizient für diesen konkreten Wandaufbau berechnet werden, der sog. U-Wert. Der U-Wert $[W/(m^2K)]$ drückt aus, welche Wärmeleistung über eine bestimmte Fläche bei einem bestimmten Temperaturunterschied durch diese konkrete Wand oder einen anderen Teil der Gebäudehülle (Fenster, Dach usw.) geleitet wird. Das bedeutet: Der U-Wert gibt an, welche Temperaturdifferenz zwischen innen und außen aufrechterhalten werden kann, wenn eine bestimmte Heizleistung pro Quadratmeter Wandfläche aufgewendet wird. Grundsätzlich gilt: Große Schichtdicken und kleine Wärmeleitfähigkeiten der verbauten Materialien führen zu kleinen U-Werten, kleinen Heizleistungen und großen Temperaturdifferenzen.

Der U-Wert von typischen Gebäudehüllen hat sich in den letzten Jahrzehnten stark reduziert, von U-Werten von 1,5 bis 2,5 $W/(m^2K)$ bei Gebäuden ohne Isolierung hin zu U-Werten von 0,1 bis 0,5 $W/(m^2K)$ bei modern gedämmten Gebäuden.⁸

Das Berechnungsverfahren, mithilfe dessen der U-Wert in der Regel berechnet wird, ist normiert.⁹ In diesem Verfahren wird angenommen, dass die Wärmeleitfähigkeit eines Materials eine konstante Materialeigenschaft ist, also auch bei sich ändernden

-
- 7 Die Wärmeleitfähigkeit (λ , $[W/(mK)]$) gibt an, welche Wärmeleistung bei einer bestimmten Materialdicke bei einem bestimmten Temperaturunterschied durch das Material geleitet wird. Die Wärmeleitfähigkeiten typischer Baumaterialien finden sich z. B. hier: Albert (Hrsg.) (2024): Schneider – Bautabellen für Ingenieure, Seite 10.33 ff., <https://shop.reguvis.de/buch/schneider-bautabellen-fuer-ingenieure/>.
- 8 Garay-Martinez et al. (2023): Surface heat transfer coefficients in building envelopes: Uncertainty levels in experimental methods, Journal of Building Physics, Seite 63, <https://doi.org/10.1177/17442591221150250>.
- 9 DIN EN ISO 6946:2018-03 Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren, <https://www.dinmedia.de/de/norm/din-en-iso-6946/255315365>.

Randbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) gleichbleibt (zur Diskussion dieser Annahme siehe Abschnitt 2.2.3).

Eine kurze Erklärung der Begriffe Wärmeleitfähigkeit und Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert findet sich z. B. in der Zeitschrift für Recht des Bauwesens:

Bammer (2021): Wärmedämmung: λ - und U-Wert, Zeitschrift für Recht des Bauwesens, <https://doi.org/10.33196/zrb2021030XVI01>.

Es sei angemerkt, dass der Wärmedurchgang durch die vollständige Gebäudehülle nicht nur von den U-Werten der einzelnen Bauteile abhängt. Die Gebäudehülle muss immer als Ganzes betrachtet werden. Eine Rolle können z. B. außerdem spielen:

- Geometrie der Gebäudehülle (Ecken und Kanten, Winkel und Oberflächenstruktur der Wandflächen); Inhomogenitäten der Wand (Leitungen, Träger),
- Wärmebrücken (Anschlüsse von Fenster und Balkone)¹⁰,
- Umgebungsbedingungen (Wind, Temperaturschwankungen, Luftfeuchtigkeit).

Um den Heizenergiebedarf eines Gebäudes zu prognostizieren, müssen außerdem die zu erwartende Außentemperatur und das Verhalten der Nutzenden (Innentemperatur, Lüften) berücksichtigt werden. Weiterführende Erläuterungen zu den bauphysikalischen Grundlagen der Wärmedämmung finden sich in einschlägigen Lehrbüchern, z. B.:

Schmidt und Windhausen (2024): Lohmeyer Praktische Bauphysik, Kapitel 2, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-42604-0>.

Willems et al. 2022: Lehrbuch der Bauphysik, Teil 1, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-34093-3>.

2.2. Abweichungen des prognostizierten vom später gemessenen Dämmverhaltens

2.2.1. Beobachtete Abweichungen

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hat das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) mit dem Projekt „Energiespareffekte im Gebäudesektor“ beauftragt. Der Endbericht und das zugrundeliegende Gutachten wurden veröffentlicht:

Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (18. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung, Technikfolgenabschätzung (TA): Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen der energetischen Gebäudesanierung, Drucksache 20/2574 vom 04.07.2022, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/025/2002574.pdf>.

10 Zur Definition von Wärmebrücken siehe z. B. Willems et al. 2022: Lehrbuch der Bauphysik, Kapitel 3.1, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-34093-3>.

Jagnow und Wolff (2020): Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen in der energetischen Gebäudesanierung, <https://www.delta-q.de/wp-content/uploads/Gutachten-Gebaeudesanierung.pdf>.

Jagnow und Wolff stellen fest, dass die Energiespareffekte, die sich durch eine energetische Sanierung ergeben, oft geringer sind als die, die im Vorfeld der Sanierung prognostiziert werden.¹¹ Sie begründen diese Abweichungen damit, dass einerseits „das Nutzerverhalten [...] unrealistisch/praxisfern eingeschätzt“¹² wird (Rebound-Effekt) und andererseits „die angenommenen Effizienzen der Bauprodukte [...] nicht den realen Gegebenheiten“¹³ entsprechen (technische Aspekte). Auslöser für letzteres seien „einerseits fehlende Qualitätssicherungsmaßnahmen im Feld (mit denen höhere Effizienzen erzielbar wären als derzeit vielfach gemessen), andererseits in der Praxis gegebene Randdaten, die nicht denen idealisierter Norm- oder Prüfstandsbedingungen entsprechen (d. h. selbst unter besten Bedingungen ist das Realgebäude kein Prüfstand).“¹⁴ Jagnow und Wolff schlagen Maßnahmen und Handlungsoptionen zur Erhöhung der Effizienz energetischer Sanierungen vor.¹⁵

Die wissenschaftliche Literatur, die sich mit den technischen Aspekten der Abweichungen der real erzielten Einspareffekten von den Prognosen beschäftigt, ist umfangreich. Im Folgenden wird der Fokus auf Literatur zur Wärmedämmung gelegt. Betrachtet werden dazu konkrete physikalische Eigenschaften (Wärmedurchgangskoeffizienten, U-Wert, siehe Abschnitt 2.1) von gedämmten Hauswänden. Nicht betrachtet werden vollständige Gebäude oder das Nutzerverhalten.

2.2.2. Herausforderungen in der Umsetzung

O’Hegarty et al. haben in einer Übersichtsarbeit sowohl in der Literatur dokumentierte als auch selbst gemessene Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von Außenwänden an Realgebäuden zusammengetragen:

O’Hegarty et al. (2021): In-situ U-value monitoring of highly insulated building envelopes: Review and experimental investigation, *Energie and Buildings*, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111447>.

Sie stellen fest, dass die gemessenen U-Werte teils erheblich von den berechneten/prognostizierten U-Werten abweichen¹⁶ und erklären diese Abweichungen mit schadhafte oder undichten

11 Jagnow und Wolff (2020): Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen in der energetischen Gebäudesanierung, Seite 14, <https://www.delta-q.de/wp-content/uploads/Gutachten-Gebaeudesanierung.pdf>.

12 Ebd., Seite 15.

13 Ebd.

14 Ebd.

15 Ebd., Kapitel 1.6.2 und Kapitel 1.6.3.

16 O’Hegarty et al. (2021): In-situ U-value monitoring of highly insulated building envelopes: Review and experimental investigation, *Energie and Buildings*, Abbildung 9, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111447>.

Dämmsystemen, Unsicherheiten bei den angenommenen Materialeigenschaften und Messungenauigkeiten.¹⁷

Den Einfluss von schadhafte Wärmedämmungen diskutieren O'Hegarty et al. in einer weiteren Arbeit ausführlicher:

O'Hegarty et al. (2024): The impact of compromised insulation on building energy performance, Energy and Buildings, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114337>.

Sie nennen sechs typische Gründe, warum Wärmedämmungen weniger gut dämmen als angenommen: Feuchtigkeit in der Dämmung; Luftzirkulation in der/durch die Dämmung; falscher Einbau der Dämmung; zusammengedrückte Dämmung; Materialschwund.¹⁸ O'Hegarty et al. kommen zu dem Schluss, dass der U-Wert einer stark gedämmten Wand, die durch Feuchtigkeit bzw. Luftzirkulation kompromittiert ist, mehr als das Doppelte bzw. das Dreifache betragen kann im Vergleich zu einem Zustand ohne diese Mängel.¹⁹ O'Hegarty et al. folgern, dass nicht nur auf eine angemessene Planung, sondern auch auf eine angemessene Ausführung der Wärmedämmung geachtet werden muss.²⁰ Es sei angemerkt, dass diese Zahlen nicht bedeuten, dass Nutzende zweibis dreimal so viel Heizenergie aufwenden müssen. Für den Bedarf an Heizenergie muss immer das gesamte Gebäude, nicht nur ein einzelnes Stück Wand des Gebäudes betrachtet werden.

Auf den Einfluss von Luftzirkulationen auf die Wärmedämmung und deren Vermeidung geht auch eine Übersichtsarbeit von Mark Siddall ein:

Siddall (2022): Thermal bypass risks – A technical review, Passivhaus Trust, <https://www.passivhaustrust.org.uk/UserFiles/File/Technical%20Papers/Thermal%20bypass%20risks%20v1.0%20222909.pdf>.

Die üblichen Methoden zur Messung des Wärmedurchgangs durch Gebäudehüllen und die Unsicherheiten dieser Methoden diskutieren Soares et al.:

Soares et al. (2018): Laboratory and *in-situ* non-destructive methods to evaluate the thermal transmittance and behavior of walls, windows, and construction elements with innovative materials: A review, Energy and Buildings, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.10.021>.

2.2.3. Herausforderungen bei der Prognose

Yu et al. diskutieren mögliche Unsicherheiten bei der Prognose des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert), also bei der Berechnung nach DIN EN ISO 6946 (siehe Abschnitt 2.1):

17 Ebd., Seite 7. f.

18 O'Hegarty et al. (2024): The impact of compromised insulation on building energy performance, Energy and Buildings, Seite 3, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114337>.

19 Ebd., Seite 17.

20 Ebd., Seite 1.

Yu et al. (2024): In-situ U-value measurements of typical building envelopes in a severe cold region of China: U-value variations and energy Implications, Energy and Buildings, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114947>.

Sie beschäftigen sich damit, wie sich der U-Wert mit Änderungen in den Randbedingungen (also schwankende Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit) ändert. Sie halten allgemein fest:

Energiebedarfsprognosen von Gebäuden, bei denen ein konstanter U-Wert verwendet wird, können die reale Situation nicht genau wiedergeben, selbst wenn der verwendete U-Wert der gemessene mittlere U-Wert ist. [...] Änderungen der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit beeinflussen das hygrothermische Verhalten von Baustoffen mit unterschiedlichen Materialporositäten, einschließlich Änderungen des Feuchtigkeitsgehalts und der Innentemperatur der Materialien. Solche Änderungen wirken sich auf die Wärmeleitfähigkeiten von Baustoffen aus. Dies führt zu dynamischen U-Werten der Gebäudehüllen, da der U-Wert positiv mit der Wärmeleitfähigkeit der Baumaterialien korreliert. Im Vergleich zu den theoretischen und gemessenen durchschnittlichen U-Werten kamen die dynamischen U-Werte den realen Bedingungen der Gebäudehüllen also näher.²¹

Wang et al. haben den Einfluss der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur auf die Wärmeleitfähigkeit (λ , siehe Abschnitt 2.1) typischer Baumaterialien unter Laborbedingungen untersucht:

Wang et al. (2023): Experimental study on the influence of temperature and humidity on the thermal conductivity of building insulation materials, Energy and Built Environment, <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.02.008>.

Sie stellen fest, dass die Wärmeleitfähigkeit nicht konstant ist, sondern mit steigender Luftfeuchtigkeit und mit steigender Umgebungstemperatur zunimmt,²² und dass diese Zunahme insbesondere in Gegenden mit hoher Luftfeuchtigkeit Einfluss auf den Gebäudeenergiebedarf hat.²³

Garay-Martinez et al. weisen auf Unsicherheiten beim Wärmeübergang an Oberflächen hin, also beim Wärmeübergang von der Luft in das Wandmaterial und umgekehrt (also die Temperaturverläufe in den in Abbildung 1 mit Pfeilen markierten Bereichen):

Garay-Martinez et al. (2023): Surface heat transfer coefficients in building envelopes: Uncertainty levels in experimental methods, Journal of Building Physics, <https://doi.org/10.1177/17442591221150250>.

21 Yu et al. (2024): In-situ U-value measurements of typical building envelopes in a severe cold region of China: U-value variations and energy Implications, Energy and Buildings, Seite 2, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114947>; übersetzt mithilfe künstlicher Intelligenz und gekürzt durch den Verfasser dieser Arbeit; im Original mit weiteren Fußnoten.

22 Wang et al. (2023): Experimental study on the influence of temperature and humidity on the thermal conductivity of building insulation materials, Energy and Built Environment, Seite 396 f., <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.02.008>.

23 Ebd., Seite 397.

3. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste

Die Wissenschaftlichen Dienste haben – insbesondere im vergangenen Jahr – mehrfach die Thematik der CO₂-Reduktion im Gebäudesektor bzw. des energetischen Sanierungsaufwands im Gebäudesektor behandelt. Es wird u. a. auf folgende Arbeiten hingewiesen (chronologisch aufgeführt):

Eine Dokumentation aus dem Jahr 2022 stellt Literatur zusammen, die die **Finanzierungsbedarfe** für das **Erreichen der Emissionsreduktionsziele im Gebäudesektor** quantifizieren. Hierbei sollten einerseits Aussagen zu privaten Investitionen und andererseits zu den benötigten öffentlichen Mitteln getroffen werden. Des Weiteren ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude von Interesse:

Finanzierungsbedarfe für das Erreichen der CO₂-Emissionsreduktionsziele im Gebäudesektor, Förderprogramme und Studien, WD 5 – 3000 – 048/22, WD 8 – 3000 – 027/22 (20.04.2022), <https://www.bundestag.de/resource/blob/897238/f5bbe17b31e14026e3f6636adf10b83b/WD-8-027-22-WD-5-048-22-pdf-data.pdf>.

Im Frühjahr 2024 thematisierte eine Arbeit den **energetischen Sanierungsaufwand von Gewerbeimmobilien** im Speziellen:

Energetischer Sanierungsaufwand bei Gewerbeimmobilien, WD 5 – 3000 – 057/24 (23.04.2024), <https://www.bundestag.de/resource/blob/1004782/e52161379e019f43e6672df6b070258e/WD-5-%20057-24-pdf.pdf>.

Die **rechtlichen Vorgaben** der Sanierungsanforderungen sind Gegenstand eines im Juli 2024 verfassten Sachstands der Wissenschaftlichen Dienste:

Energetische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden, WD 5 – 3000 – 100/24 (18.07.2024), <https://www.bundestag.de/resource/blob/1015822/6de8a5329d6b4a242531ea98f95cc1c2/WD-5-%20100-24-pdf.pdf>.

Im August 2024 wurden die Vorschriften zur Dämmung von Neubauten im Rahmen einer Kurzinformation dargestellt:

Vorschriften zur Dämmung von Neubauten, WD 5 - 3000 – 127/24 (21.08.2024), <https://www.bundestag.de/resource/blob/1021392/85d8dc67d0287c6de8f09bb8a869963b/WD-5-127-24-pdf.pdf>

Im September 2024 widmete sich eine weitere Dokumentation dem **energetischen Sanierungsaufwand** von sowohl **Wohngebäuden** als auch **Nichtwohngebäuden**. Hierbei wird zunächst ein Überblick über die zu erwartenden Sanierungsanforderungen nach der jüngsten **Novelle der Gebäudeenergiegesetzlinie (EPBD)** gegeben. Im Anschluss werden Förderprogramme verschiedener Institutionen dargestellt und es wird auf Aspekte der volkswirtschaftlichen Kosten eingegangen. Darüber hinaus wird das unterschiedliche Vorgehen bei der Umsetzung der EU-Vorgaben für Wohngebäude einerseits und Nichtwohngebäude andererseits dargestellt:

Energetischer Sanierungsaufwand bei Wohn- und Nichtwohngebäuden;

WD 5 – 3000 – 101/24 (06.09.2024),

<https://www.bundestag.de/resource/blob/1025890/6c0daa10a95a4efdb9bf84582ee6bbbee/WD-5-101-24-pdf.pdf>.

Im Februar 2025 behandelte ein Sachstand die **Vorgaben der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden** (EU-Gebäuderichtlinie, englisch: Energy Performance Buildings Directive, EPBD)²⁴ sowie die Möglichkeiten der Mitgliedstaaten, davon abzuweichen. Des Weiteren wurden die Vorgaben in Frankreich, Polen und den Niederlanden dargestellt:

Vorgaben zur Gebäudeenergieeffizienz – Unionsrecht und Standards in europäischen Nachbarländern, WD 5 – 3000 – 186/24 (14.02.2025),

<https://www.bundestag.de/resource/blob/1057480/5bef30cada01ca24b0a57cc2b8e3f24a/WD-5-186-24-pdf.pdf>.

4. Energiesparpotenziale im Gebäudesektor

Im Folgenden werden exemplarisch wissenschaftliche Studien vorgestellt, die sich mit den Auswirkungen von Wärmedämmmaßnahmen auf den Energieverbrauch beschäftigen. Die Auflistung erfolgt in chronologischer Reihenfolge.

Die aktuelle globale Erhebung der OECD zum **gesamten Lebenszyklus von CO₂-Emissionen in Gebäuden** betrachtet sowohl die betrieblichen Emissionen, die durch die tägliche Nutzung von Gebäuden (z. B. durch Beleuchtung, Heizung und Kühlung) entstehen, als auch die Emissionen, die durch die Produktion und den eventuellen Abriss von Gebäuden verursacht werden. Diese Quellen seien entscheidend für die Berechnung des gesamten Kohlenstoff-Fußabdrucks von Gebäuden. Der Bericht „Zero-Carbon Buildings in Cities: A Whole Life-Cycle Approach“ hebt bewährte Verfahren sowie erfolgreiche Strategien hervor und gibt detaillierte Einblicke in die Integration von Lebenszykluskonzepten für Gebäude in gesetzliche Rahmenbedingungen und Strategien für nachhaltige Entwicklung:

OECD (2025): Zero-Carbon Buildings in Cities: A Whole Life Cycle Approach, OECD Urban Studies, <https://doi.org/10.1787/daae8779-en>.

Die Prognos AG betrachtete im Auftrag des WWF Deutschland die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen in Ein- und Mehrfamilienhäusern und zeigt hierzu exemplarische Berechnungen auf. Bei der Studie wurde die **Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle** für insgesamt 16 Fälle bei einem Einfamilienhaus und für 16 Fälle bei einem Mehrfamilienhaus analysiert sowie die Gesamtkosten bis zum Jahr 2045 berechnet. Ausgangspunkt der Untersuchung waren nicht energetisch sanierte Gebäude mit einem bestehenden Gaskessel zur Wärmeversorgung. Für die **Gebäudehülle** wurden jeweils drei Sanierungsstufen mit

24 Richtlinie (EU) 2024/1275 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. April 2024 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj?locale=de>.

unterschiedlichem Anspruchsniveau betrachtet, die jeweils mit dem vorhandenen Gaskessel und drei GEG²⁵-konformen Wärmeerzeugern kombiniert wurden:

Prognos AG im Auftrag des WWF Deutschland (2024): Auf die Zukunft bauen: so rechnen sich Sanierungen, Wirtschaftlichkeitsrechnungen von Sanierungen bei Bestandsgebäuden, <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/studie-auf-die-zukunft-bauen-so-rechnen-sich-sanierungen.pdf>.

Die von der Deutschen Energie-Agentur (dena) herausgegebene Untersuchung „Investitionsbedarf für die Transformation öffentlicher Nichtwohngebäude“ befasst sich mit dem **Investitionsbedarf für die Transformation öffentlicher Nichtwohngebäude**. Die Studie benennt erstmalig den konkreten Finanzierungsbedarf für die energetische Sanierung aller öffentlichen Gebäude auf ein klimaneutrales Niveau bis 2045. Für elf Gebäudetypen werden in zwei Szenarien jeweils die energiebedingten Mehrkosten den erzielbaren Energiekosteneinsparungen gegenübergestellt. Zusammenfassend kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass die „Erreichung eines klimaneutralen Energiezustands in öffentlichen Nichtwohngebäuden mit erheblichen Mehrinvestitionen von rund 120 Mrd. Euro (2022) bis 2045 verbunden ist. Durch die Betrachtung der Energieeinspareffekte ab 2045 zeigt sich jedoch, dass sich die Investitionen langfristig auszahlen, da die eingesparten Energiekosten die getätigten Investitionen übersteigen“.²⁶ Informationen zu den Investitionskosten für die Gebäudehülle finden sich auf Seite 23 ff:

Deutsche Energie-Agentur (dena) (Hrsg.) (2024): Fit für 2045 (Teil 2): Investitionsbedarf für die Transformation öffentlicher Nichtwohngebäude; Notwendige Investitionen für einen klimaneutralen öffentlichen Gebäudebestand und mögliche Finanzierungsansätze, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2024/STUDIE_Fit_fuer_2045.pdf.

Die Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW) „Sanierungspotenziale von Wohnimmobilien in Deutschland“ untersucht die **Effekte von Bestandssanierungen** sowie die Herausforderungen und Chancen der **Dekarbonisierung** im Gebäudesektor. Sie betont die Notwendigkeit, den Gebäudebestand zu modernisieren, um CO₂-Einsparungen zu erzielen und die Klimaziele zu erreichen. Der private Gebäudesektor spielt eine Schlüsselrolle, es müssen jedoch erhebliche Anstrengungen unternommen werden, insbesondere in ländlichen Gebieten, um die CO₂-Reduktion zu erreichen. Die Politik sollte dabei Anreize und Unterstützung bieten. Die Studie beschreibt den Stand der Nachhaltigkeitsbestrebungen in Deutschland, analysiert die Rolle privater Haushalte bei der Sanierung und untersucht die Energieeffizienz sowie die Erschwinglichkeit von Sanierungsmaßnahmen. Eine Bevölkerungsbefragung beleuchtet die öffentliche Wahrnehmung und Hindernisse. Außerdem werden Empfehlungen zur erfolgreichen Umsetzung von Sanierungen im Rahmen der Klimaziele gegeben:

Institut der deutschen Wirtschaft (IW) (2024): Sanierungspotenziale von Wohnimmobilien in Deutschland: Studie für den Verband der Sparda-Banken e.V.,

25 Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (Gebäudeenergiegesetz - GEG), <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/>.

26 dena (2024): Fit für 2045 (Teil 2): Investitionsbedarf für die Transformation öffentlicher Nichtwohngebäude; Notwendige Investitionen für einen klimaneutralen öffentlichen Gebäudebestand und mögliche Finanzierungsansätze, Seite 59, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2024/STUDIE_Fit_fuer_2045.pdf.

https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2024/Gutachten-IW-Consult-Sanierungspotenziale-Wohnimmobilien.pdf.

Gemäß einer Studie des Forschungsinstituts für Wärmeschutz (FIW) „Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe“ aus dem Jahr 2023 ist die **Wärmedämmung** entscheidend für die **Reduktion von Energieverbrauch und -kosten** sowie ein wichtiger Bestandteil der Energiewende. Sie sorgt zudem für ein angenehmes Raumklima und schützt vor Feuchte- und Frostschäden. Die Studie zielt darauf ab, Fakten zum baulichen Wärmeschutz zusammenzustellen:

Forschungsinstitut für Wärmeschutz (FIW) (2023): Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe: Metastudie; Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen, zweite und aktualisierte Auflage 2023, https://fiw-muenchen.de/media/publikationen/pdf/2023-04-03_Update_Metastudie.pdf.

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hat das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) mit dem Projekt „Energiespareffekte im Gebäudesektor“ beauftragt, siehe auch Abschnitt 2.2.1. Der Endbericht zeigt auf, welche Einsparungen mit den unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudetechnik (vor allem Heizungen) und der **Gebäudehülle** erzielt werden. Hierbei werden zwei Perspektiven eingenommen: die Mikroperspektive, die die Sichtweise der Gebäudeeigentümern einnimmt, und die Makroperspektive, in der die Energie- und Treibhausgaseinsparpotenziale für Deutschland aus einer übergeordneten Perspektive betrachtet werden. Aus der Makroperspektive wird zudem untersucht, inwieweit und unter welchen Bedingungen die energie- und klimapolitischen Ziele durch die betrachteten Sanierungsmaßnahmen erreicht werden können.²⁷ Angaben zu **Einspareffekten** und der **wirtschaftlichen Effizienz der Sanierungsmaßnahmen** an der Gebäudehülle bei einem durchschnittlichen Wohngebäude 2020 finden sich in Tabelle 4.3 des Berichts²⁸:

Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (18. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung, Technikfolgenabschätzung (TA): Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen der energetischen Gebäudesanierung, Drucksache 20/2574 vom 04.07.2022, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/025/2002574.pdf>.

Die Fachhochschule Bielefeld analysiert in dem Untersuchungsbericht „Energiebedarf versus Energieverbrauch oder Theorie versus Realität“ sieben Wohngebäude vor dem Hintergrund, ob Unterschiede zwischen dem **berechneten Bedarf** und dem **tatsächlichen Verbrauch** bestehen. Die untersuchten Gebäude decken ein breites Spektrum ab, von Passivhäusern bis hin zu einem Gebäude aus dem Jahr 1928 sowie von Einfamilienhäusern bis zu Mehrfamilienhäusern mit 22 Wohneinheiten. Die Auswertung der Ergebnisse zu Energiebedarf und -verbrauch in der Studie ergab, dass die aus den Bedarfsberechnungen abgeleiteten Energiemengen im Vergleich zum tatsächlichen Verbrauch um bis zu 173 % höher lagen. Darüber hinaus verdeutlicht die Untersuchung, dass die ermittelten Verbrauchswerte maßgeblich von den angewandten DIN-Normen

27 Drucksache 20/2574, Seite 9, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/025/2002574.pdf>.

28 Ebd., Seite 59.

beeinflusst werden, wodurch unterschiedliche Berechnungsmethoden zu teils erheblichen Abweichungen zwischen theoretischem Bedarf und realem Energieverbrauch führen können:

Ackermann (2019): Energiebedarf versus Energieverbrauch oder Theorie versus Realität, Untersuchungsbericht, <https://www.hausundgrund.de/sites/default/files/downloads/fh-bielefelduntersuchungenergiebedarfversusenergieverbrauch12112019.pdf>.

Die vom Institut Wohnen und Umwelt (IWU) 2022 veröffentlichte Analyse des Heizenergieverbrauchs von über 100 Mietwohngebäuden ergab, dass **Wärmedämmung**, Fensterqualität und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung entscheidende Faktoren für den Energieverbrauch seien. Unter Berücksichtigung realitätsnaher Eingangsdaten, insbesondere des Modernisierungszustandes der Gebäudehülle sowie weiterer relevanter Randbedingungen, wurde für jedes Gebäude der theoretische Energiebedarf berechnet und mit den gemessenen Verbrauchswerten der Gebäude verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Verbrauchsunterschiede zwischen den verschiedenen Wärmeschutzniveaus weitgehend mit den theoretischen Erwartungen aus dem Modell übereinstimmen:

Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (2022): Zusammenhang Energieverbrauch und Dämmstandard bei Mehrfamilienhäusern, https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/energie/mobasy/2022_EffizienzTagung_Logastein_Zusammenhang-Energieverbrauch-und-Daemmstandard-bei-MFH.pdf.

Die vom Umweltbundesamt herausgegebene Studie „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050: Energieeffizienzpotentiale und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Gebäudebestand“ analysiert, wie der deutsche Gebäudebestand bis 2050 in einen nahezu klimaneutralen Zustand überführt werden kann. Im Rahmen des Projekts werden 19 den gesamten Gebäudebestand repräsentierende Gebäudetypen (neun Wohn- und zehn Nichtwohngebäude) betrachtet. In Abschnitt 3.1 wird die Senkung des Wärmeverbrauchs durch die **Modernisierung der Gebäudehülle** und den Austausch von Fenstern als ein zentrales Anliegen der Bundesregierung hervorgehoben und explizit auf die Wärmedämmung eingegangen:

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015, überarbeitete Version 2017): Klimaneutraler Gebäudebestand 2050: Energieeffizienzpotentiale und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Gebäudebestand, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-11-06_climate-change_26-2017_klimaneutraler-gebaeudebestand-ii.pdf.

Die Analyse des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) „Dämmmaßnahmen an Gebäudefassaden“ aus dem Jahr 2017 beleuchtet u. a. Einsparpotenziale durch energetische Gebäudesanierung sowie spezielle **Dämmstoffe** und **Fassadensysteme**:

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2017): Dämmmaßnahmen an Gebäudefassaden, <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2017/ak-11-2017-dl.pdf?blob=publicationFile&v=2>.

Die Studie des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) „Nachdämmung bereits gedämmter Außenwände“ zeigt die technischen Möglichkeiten,

Potenziale, Erfahrungen und die Wirtschaftlichkeit einer **Aufdopplung älterer Wärmedämmverbundsysteme** für eine nachhaltige Entwicklung an Wohngebäuden auf. Anhand von vier Modellgebäuden wurde analysiert, dass die Aufdopplung der Außenwand eine Endenergieeinsparung von 19,4 bis 27,2 kWh/(m²a) ermögliche. Im Durchschnitt betrage die Einsparung etwa 22,0 kWh/(m²Wand*a). Dies führe zu einer jährlichen Kostensenkung von rund 1,35 € pro Quadratmeter Wandfläche bei der Nutzung von Erdgas und etwa 2,20 € bei Fernwärme:²⁹

Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) (2016): Nachdämmung bereits gedämmter Außenwände, https://www.ifam.fraunhofer.de/content/dam/ifam/de/documents/Formgebung_Funktionswerkstoffe/Energiesystemanalyse/Bericht%20WDVS-Aufdoppelung.pdf.

5. Praktische Betrachtungen zur Wärmedämmung

Praktische und einführende Betrachtungen zum Thema Wärmedämmung, die im Einzelfall bei der Entscheidungsfindung unterstützen können, ob ein Gebäude gedämmt werden soll, bietet die gemeinnützige Beratungsstelle co2online auf ihrer Homepage:

co2online: Dämmung: Tipps & Praxistests zu Maßnahmen, Dämmstoffen, Kosten & Förderung, <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/daemmung/>.

Den grundlegenden Sinn von Wärmedämmungen an Gebäuden diskutieren Kienzlen et al.:

Kienzlen et al. (2015): Über den Sinn von Wärmedämmung – Argumente zur Überwindung von Missverständnissen, <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/297274>.

29 Zukunft Altbau: Fraunhofer IFAM veröffentlicht Studie zur Nachdämmung bereits gedämmter Außenwände, 16.08.2016, https://www.ifam.fraunhofer.de/de/Presse/Archiv/2016/nachdaemmung_aussenwaende.html.