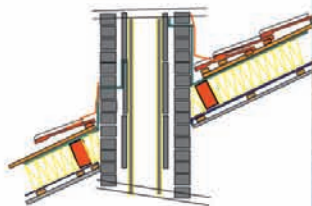


Dämmen und Sanieren

in Alt- und Neubauten



Dach, Decke, Wand und Keller fachgerecht dämmen und dichten

Sanieren und Modernisieren

Materialwahl und fachgerechte Verarbeitung

Dämmstoffe und ihre Eigenschaften

Fenster- und Rollladensanierung

und vieles mehr

**2. aktualisierte und überarbeitete
Neuaufgabe**

Ulrich E. Stempel

**Dämmen und Sanieren
in Alt- und Neubauten**

Ulrich E. Stempel

FRANZIS
ENERGIETECHNIK

Dämmen und Sanieren

in Alt- und Neubauten

197 Abbildungen



Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2011 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Satz: G&U Language & Publishing Services GmbH, Flensburg

art & design: www.ideehoch2.de

Druck: XXXXXXXX

Printed in Germany

ISBN 978-3-645-65083-0

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Wie sinnvoll ist es, sein Haus zu dämmen?	11
1.1 Energie einsparen, Geld sparen	11
1.2 Wie wirtschaftlich ist eine Wärmedämmung?	14
1.3 Sanieren und Modernisieren	16
1.4 Welche Maßnahmen sind sinnvoll?	18
1.4.1 Wärmeschutzmaßnahmen	19
1.4.2 Wärmeschutz im Winter	21
1.4.3 Wärmeschutz im Sommer	21
1.4.4 Schallschutz	23
1.5 Dämmstoffarten, Eigenschaften und Anwendung	23
1.5.1 Dämmstoffe im Überblick	24
1.5.2 Verwendung der Dämmstoffe	26
1.6 Feuchteschutz/feuchtes Dämmmaterial	32
1.7 Temperaturverlauf, Taupunkt	33
1.8 Luftdichtigkeit oder atmende Wände?	35
1.8.1 Windpapier, Dampfbremse, Dampfsperre	38
1.9 Brandschutz	43
1.10 Genehmigungen	46
2 Dämmmaßnahmen im und am bestehenden Gebäude	47
2.1 Das Dach – Schutz nach oben	48
2.1.1 Geneigtes Dach	52
2.1.2 Anschlussdetails Luftdichtigkeit	73
2.1.3 Dachüberstand erweitern	79
2.1.4 Flachdach	80
2.2 Dachbegrünung – nicht nur Ökologie	85

2.3	Außenwand und Fassade	92
2.3.1	Außendämmung auf der Fassade	94
2.3.2	Hinterlüftete Fassade, ideal für Selbstbauer	96
2.3.3	Begrünung einer hinterlüfteten Fassade	100
2.3.4	Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	102
2.3.5	Dämmputz als Notlösung	110
2.3.6	Kerndämmung (Luftschicht im Mauerwerk)	111
2.3.7	Transparente Wärmedämmung – die Dämmung der Zukunft	112
2.3.8	Innendämmung nur für Spezialfälle	114
2.3.9	Perimeterdämmung (Kellerwand)	118
2.3.10	Dämmung zu unbeheizten Räumen	120
2.3.11	Fußbodendämmung, Bodenplatte	121
2.3.12	Dämmung der obersten Geschossdecke (unbeheizter Dachboden)	122
2.3.13	Kellerdecke, Erdgeschoss von unten	125
2.3.14	Dämmung im Keller	130
2.4	Schallschutz bei Zwischendecken	131
2.5	Bauwerksabdichtung	135
2.5.1	Wandabdichtung von außen	136
2.5.2	Abdichtung im Fundamentbereich, Horizontalsperre	136
2.5.3	Abdichtung von innen	137
2.5.4	Kellerboden	138
2.6	Heizkörpernischen sinnvoll dämmen	140
3	Fenster und Türen sanieren	145
3.1	Die Fensterart – gute Wahl muss sein	146
3.2	Vorhandene Fenster günstig sanieren	149
3.2.1	Anzahl und Art der Fensterscheiben ermitteln	150
3.3	Einbau neuer Fenster	152
3.3.1	Kellerfenster sanieren	156
3.4	Schwachstelle Rollladenkästen	158
3.4.1	Sanierung von Rollladenkasten und Gurtführung	160
3.4.2	Sanierungslösungen für den Rollladenkasten	161
3.4.3	Platz schaffen durch neue Rollladenprofile	163

3.5	Die Haustür nicht vergessen	164
3.6	Wintergarten, zusätzliche Sonnenenergie	165
4	Haustechnik	173
4.1	Wärmeerzeugung	173
4.1.1	Überschlägige Ermittlung der zu installierenden Heizleistung	173
4.2	Die Heizungsanlage kostengünstig sanieren	175
4.2.1	Einfache und kostengünstige Maßnahmen	175
4.2.2	Heizungsoptimierung durch spezielle Maßnahmen	176
4.2.3	Verbesserung der Peripherie	177
4.3	Lüftung	179
4.3.1	Manuelle Lüftung	180
4.3.2	Lüftungsanlage	181
4.4	Regenerative Energien, Solarenergie	182
5	Der Energieausweis	187
5.1	Die wichtigsten Punkte zum Energieausweis	187
5.1.1	Wer braucht den Energieausweis?	188
5.1.2	Welche Arten des Energieausweises gibt es?	189
5.1.3	Vergleich der Ausweisarten	190
5.1.4	Fristen, Gültigkeit, Kosten	191
5.1.5	Wer darf den Ausweis ausstellen?	200
5.1.6	Ist der Energieausweis eine nutzbare Grundlage zur Umsetzung?	202
5.2	Was beinhaltet die EnEV?	202
5.2.1	Energieausweis kurz und bündig	203
5.2.2	Die Zukunft der EnEV	204
5.3	Was ist ein KfW-Haus?	205
5.4	„Vorsicht, Falle“ zum Energieausweis	209
5.5	EnEV – Ausnahmen und Befreiung	212
5.6	Wie Sie vorarbeiten können	213
5.7	Hinweise für Eigentümer, Vermieter und Mieter	217

6	Förderungen	219
6.1	Förderungen für die Sanierung	219
6.1.1	KfW-Förderungen	221
6.2	Kreditfinanzierung	222
6.2.1	Die gängigen Finanzierungsarten	223
6.3	Durch Energieberatung Geld sparen	224
6.4	Steuerbonus für Handwerksleistungen	226
7	Kriterien bei der Auswahl von Handwerkern	229
7.1	Angebote prüfen	229
7.2	Auftragsvergabe Bauleitung und Abnahme	230
7.3	So testen Sie die Qualität	231
7.3.1	Schäden bei der Dämmung durch unsachgemäße Planung und Ausführung	231
7.3.2	Schimmel in der Wohnung	232
7.3.3	Thermografie – Wärmebildkameras können Schwachstellen aufspüren	236
8	Anhang	239
8.1	Wärmegesetz 2009	239
8.2	Adressen, Produkt- und Liefernachweise	240
	Index	247

Vorwort

Energie sparen muss sein! Darüber sind wir uns alle einig. Bei den vielen Informationen der Dämmfirmen, Broschüren und Foren im Internet sieht man manchmal vor lauter Bäumen den Wald nicht mehr. Dazu kommen noch eine Reihe gesetzlicher Vorschriften und der Energieausweis. Ständig gibt es neue Erkenntnisse und man muss sich fragen, ob es überhaupt sinnvoll ist, sein Haus zu dämmen und, wenn ja, wie und mit welchen Materialien. Den Weg zu einem sinnvoll und kostengünstig sanierten Haus kann man nur gehen, wenn man sich selbst eine Meinung bilden kann, Fachleute hinzuzieht und dann die eigene Entscheidung trifft. So lassen sich z. B. bei gut erhaltenen Fenster- rahmen durch sinnvollen Scheibentausch viel Geld und Arbeit sparen – und das bei fast identischem Dämmerfolg. Die Wirtschaftlichkeit der energetischen Sanierungsmaßnahmen will gut geprüft sein und eine richtige Sanierungsentscheidung spart nicht nur Geld, sondern hilft auch unserer Umwelt.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei Ihrem eigenen Weg, Ihr Haus sinnvoll und gut zu sanieren.

Ulrich E. Stempel

1 Wie sinnvoll ist es, sein Haus zu dämmen?

Die Experten streiten sich über Dämmarten und den Sinn von Dämmungen. Das eine Lager beschreibt hohe prozentuale Einsparmöglichkeiten durch Wärmedämmung nach dem Motto: Je dicker und je dichter, desto besser. Das andere Lager bezweifelt oder verdammt die Dämmfolge und warnt vor vorprogrammierten Bauschäden und Schimmel.

Dazu kommt, dass der Gesetzgeber mit zum Teil voreiligen und in der Praxis bisher zu wenig erprobten Vorschriften Bauherren, Handwerker, Architekten und Energieberater in einen Handlungszwang bringt, dessen Folgen erst in einigen Jahren sichtbar sein werden.

Gerade im Bestand (Altbau) ist die nachträgliche Wärmedämmung ein vielfältiges Thema, das mit besonderer Achtsamkeit angegangen werden sollte. Es zählt nicht nur der errechnete Dämmertfolg, sondern es sind auch die bauphysikalischen Voraussetzungen zu berücksichtigen, um eine wirtschaftliche Lösung zu finden.

Beim Neubau können allein schon klarere Architekturformen mit möglichst einfachen, „ungestörten“ Dachflächen und eine sinnvolle, zur Sonne geplante Ausrichtung zur Energieeinsparung beitragen. Die Form ist auch deshalb wichtig, weil konstruktiv komplizierte Gestaltungselemente (in der Architektur) vermehrt konstruktiv bedingte Wärmebrücken bzw. Luftundichtheiten verursachen.

In den folgenden Kapiteln erhalten Sie detaillierte Informationen, durch die Sie selbst befähigt werden, für sich und Ihre Immobilie sinnvolle Entscheidungen zu treffen.

1.1 Energie einsparen, Geld sparen

Der Klimawandel zeigt sich Jahr für Jahr deutlicher durch überraschende Wetterverläufe und zunehmende Erscheinungen wie z. B. gewaltige Stürme, starke, sintflutartige Regenfälle und Zeiten langer Trockenheit. Etwa ein Drittel des Energieverbrauchs (in der BRD) findet in den Haushalten statt, 75 % davon zur Beheizung der Gebäude. Das bei der Verbrennung von fossilen Stoffen entstehende CO₂ wird für die Erderwärmung und dadurch für die massive Veränderung der natürlichen Systeme verantwortlich gemacht. Auch die Umweltschäden kosten sehr viel Geld in Form von Versicherungen und Steuern. Die Reduzierung des Energieverbrauchs und der dabei entstehenden Emissionen ist daher unbestritten sinnvoll.



Abb. 1.1: Haus bei der energetischen Sanierung.

Durch besseren Wärmeschutz und bessere Heiztechnik wird nachweisbar Energie gespart.

Hinzu kommt, dass die Primärenergieträger ständig teurer werden, und da stellt sich für jeden Hauseigentümer und Mieter die Frage nach sinnvollen Einsparmöglichkeiten.

Eine fachkundige Beratung kann hilfreich sein, um eine effektive Sanierung durchzuführen oder durchführen zu lassen. Beratungen werden vom Bund und einigen Bundesländern gefördert (siehe Kapitel 6).

Das Energiesparen und damit günstigere Betriebskosten fangen beim Neubau schon in der Planungsphase an. Form und Ausrichtung des Baukörpers, die Fensterflächen, die Qualität der Wärmedämmung, die Anordnung der Räume und die Haustechnik spielen dabei eine wichtige Rolle.

Mehr Energieeffizienz bei Neu- und Umbau

Maßnahme	Energetische Wirkung
Baukörper	
kompakte Gebäudeform mit geringer Oberfläche	Verringerung der Wärmeabstrahlung
Ausrichtung, Himmelsrichtung Speichermasse große Fenster in Richtung Süden	passiver Solarwärmeertrag durch Fenster Wärmespeicherung
Wärmeschutz	
Wärmedämmung	weniger Wärmeverlust über Dach und Wände, weniger Heizkosten
Wärmebrücken vermeiden	weniger Wärmeverlust
Fenster mit Wärmeschutzverglasung	weniger Wärmeverlust
Haustechnik	
effektive Heizungsanlage	hoher Wirkungsgrad, weniger Heizkosten ▶

Maßnahme	Energetische Wirkung
Nutzung regenerativer Energien, z. B. Solarsystem	Warmwasser und Heizungsunterstützung, Heizungsanlage weniger in Betrieb, weniger Heizkosten
Lüftungsanlage	beim Luftwechsel Wärmerückgewinnung
Abwasseranlagen	Wärmerückgewinnung vom Abwasser

Im Gebäudebestand sind viele Rahmenbedingungen, wie die Ausrichtung des Baukörpers, die topografische Lage usw., bereits festgelegt. Trotzdem gibt es bei der energetischen Sanierung eine ganze Reihe von Möglichkeiten.

1.2 Wie wirtschaftlich ist eine Wärmedämmung?

Führen die Investitionskosten für die Wärmedämmung tatsächlich zu einer Reduzierung der Betriebskosten (sodass die Investitionskosten wieder eingespart werden) und zwar mindestens auf die Zeit gerechnet, die die Wärmedämmung halten wird? Wärmedämmung ist nicht grundsätzlich wirtschaftlich. Es kommt darauf an, welche Bedingungen vorhanden sind. In manchen speziellen Fällen können andere Maßnahmen der energetischen Sanierung effektiver Energie einsparen, z. B. die Nutzung der passiven und aktiven Solarenergie. Hier geht es wohlgerne um die rein wirtschaftlichen Belange!

Speziell bei Außenwänden bestehender Gebäude mit bereits guten Dämmwerten ist die nachträgliche Dämmung gut zu prüfen. Viele Beispiele haben gezeigt: Wenn die Wände z. B. einen U-Wert von kleiner 0,8 W/(m²K) haben, ist eine reine Dämmmaßnahme meist nicht wirtschaftlich. Liegen die U-Werte weit darüber, ist die Wärmedämmung der Wand meist sinnvoll und wirtschaftlich begründbar.

Für die einfache überschlägige Berechnung der Einsparung, die eine Maßnahme zur Wärmedämmung erreicht, rechnet man:

Einsparung in % = $1 - \frac{\text{U-Wert}^1 \text{ des Bauteils (hinterher)}}{\text{U-Wert des Bauteils (vorher)}}$. Im Beispiel hatte das Bauteil (die Wand) im ursprünglichen Zustand einen U-Wert von 1,5. Es handelt sich dabei um eine 24 cm dicke Wand aus Lochziegelmauerwerk (oder auch eine 36 cm dicke Vollziegelwand) mit einem U-Wert von 1,5 W/(m²K).

¹ U-Wert siehe Erklärung Seite 19

Beispiel: Einsparung = $1 - (0,31/1,5) = 0,793$ oder 79 %

Will man die eingesparte Öl- bzw. Gasmenge ermitteln, rechnet man mit folgender Faustformel:

Einsparung in Liter Öl oder m^3 Erdgas = 8-mal U-Wert des Bauteils (vorher) minus U-Wert des Bauteils (hinterher)

Beispiel: Einsparung = $8 \times (1,5 - 0,31) = 9,5$ (Liter bzw. Kubikmeter)

Die Einsparung bezieht sich auf einen Quadratmeter der jeweiligen Fläche und Jahr. Bei einer gedämmten Außenwandfläche von 100 m^2 ergibt sich somit eine Reduzierung des Verbrauchs von:

Beispiel: $9,5 \times 100 \text{ m}^2 = 950$ (Liter bzw. Kubikmeter im Jahr)

Natürlich handelt es sich hier um eine nur überschlägige Faustformel.

Genauere Werte erhalten Sie mit einer professionellen Simulation unter Einbeziehung vieler Parameter.

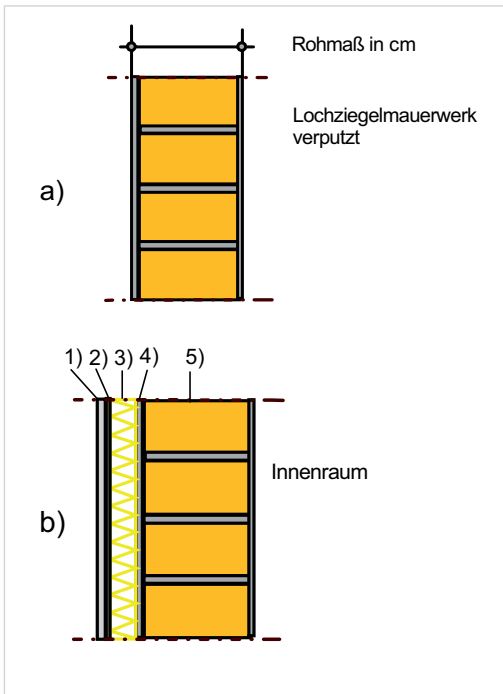


Abb. 1.2: Beispielhafter Wandquerschnitt: a) Bestand aus einem 24 cm starken Lochziegelmauerwerk mit einem U-Wert von $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. b) Maßnahme zur Wärmedämmung bestehend aus: 1) Neuputz, 2) Ausgleichsschicht, 3) 10 cm Dämmstoff (Polystyrol oder Mineralwolle) 4) stabilisierter Altputz und 5) vorhandenes Mauerwerk. Mit diesem Aufbau ergibt sich ein neuer U-Wert von ca. $0,31 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

1.3 Sanieren und Modernisieren

Die Sanierung eines bestehenden Gebäudes kann unterschiedliche Gründe haben. Oft ist es bei bestehenden Häusern auch so, dass durch Bedürfnisse nach mehr Raum, Licht und Wohnqualität ein An- oder Umbau erforderlich wird. Die Wohnfläche kann entweder durch einen mit wenig Aufwand umsetzbaren Dachausbau oder einen sinnvollen Anbau erweitert werden. In diesen Fällen ist es sinnvoll und vom Gesetzgeber gefordert, das Dach oder den neu aufgebauten Anbau entsprechend der Energieeinsparverordnung (EnEV) oder besser zu dämmen.

Es könnten auch ohnehin Instandsetzungsmaßnahmen, z. B. eine Fassaden- und Putzerneruerung, anstehen. Das wäre die beste Gelegenheit, diese mit Energiesparmaßnahmen zu verknüpfen. Die Gesamtmaßnahme kostet dann wesentlich weniger als die Einzelmaßnahmen getrennt voneinander auszuführen.

Dringend wird eine Sanierung dann erforderlich, wenn feuchte und schlecht gedämmte Wände, ein undichtes Dach, alte Fenster und eine nicht optimal funktionierende Heizungsanlage den Wohnkomfort stark reduzieren und dadurch ständig Reparatur- und steigende Betriebskosten anfallen.

Aber auch die Modernisierungsempfehlungen in einem ausgestellten Energieausweis sollten mit Bedacht auf Ihre ganz spezielle Haussituation überprüft werden, da die im Energieausweis genannten Empfehlungen zur Hausdämmung nur allgemein gehalten sind. Vorschnelle Aktionen führen zu einem fehlerhaften Gesamtsystem und dadurch eventuell zu schweren Bauschäden. Es ist immer sinnvoll, Fachleute hinzuzuziehen. Den eigenen gesunden Menschenverstand und die daraus folgenden sinnvollen Fragen sollte man nicht unterdrücken.

Die übliche pauschale Empfehlung, zuerst die Gebäudehülle einschließlich der Fenster und danach die Heizungsanlage zu verbessern, muss nicht immer der richtige Weg sein. Entscheidend ist, wie nutzbringend sich eine Investition (von z. B. 20.000 bis 50.000 €) bezüglich der Einsparung an Primärenergie auswirkt. Ist die Heizungsanlage völlig überaltert und hat einen extrem schlechten Wirkungsgrad, ist es sinnvoll, zuerst diese mit dem zur Verfügung stehenden Budget zu sanieren, bevor Geld für Dämmung ausgegeben wird.

Je nach Einstellung der Hauseigentümer gibt es dann dabei noch Verschiebungen zu mehr oder weniger Wirtschaftlichkeit, Unabhängigkeit und mehr oder weniger Unterstützung der Umwelt.

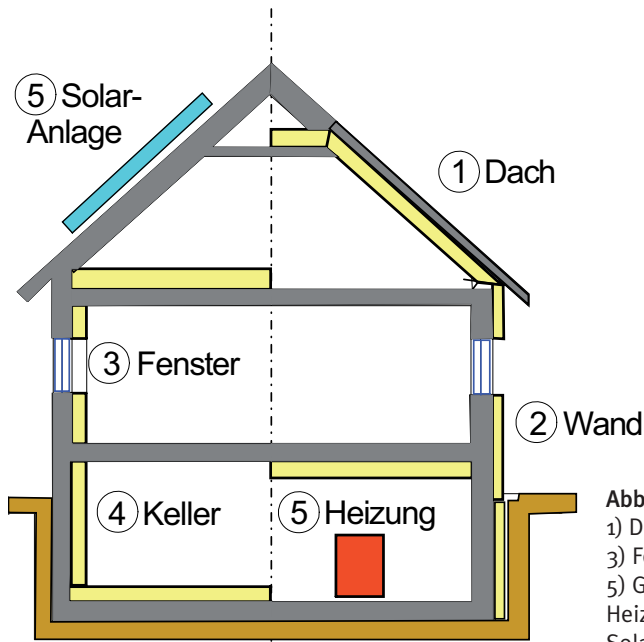


Abb. 1.3: Gebäudeteile wie 1) Dach, 2) Hauswand, 3) Fenster, 4) Keller und 5) Gebäudetechnik wie Heizung, Lüftung und Solaranlage.

Wichtig und sinnvoll ist zuallererst die Entwicklung eines stimmigen Gesamtkonzepts. Dazu sollte man einen unabhängigen Fachmann einbeziehen, z. B. für eine stundenweise Beratung. Man kann auch in der Nachbarschaft nachfragen, was dort eventuell durchgeführte Sanierungsmaßnahmen tatsächlich gebracht haben. So erhalten Sie vielleicht reale Werte bei vergleichbaren Häusern, die möglicherweise stark von den versprochenen Einsparpotenzialen abweichen. Leider werden mitunter – um schnell etwas Gutes zu tun – voreilig Einzelmaßnahmen durchgeführt, die in kein Gesamtkonzept eingebunden sind, wodurch Chancen auf eine gute energetische Gesamtsanierung verspielt werden. Der erste Schritt: Überprüfen Sie, wo am meisten Energie verloren geht. Welche Komponenten sind dafür verantwortlich? Sämtliche relevanten Gebäudeteile und die Gebäudetechnik müssen unter die Lupe genommen werden. Natürlich geht grundsätzlich keine Energie „verloren“. Die Frage ist eher: Was können Sie dafür tun, Ihr System „Haus“ so zu gestalten, dass Sie es mit möglichst wenig Heizenergieaufwand warm und gemütlich haben – und das mit möglichst geringem finanziellem Einsatz.

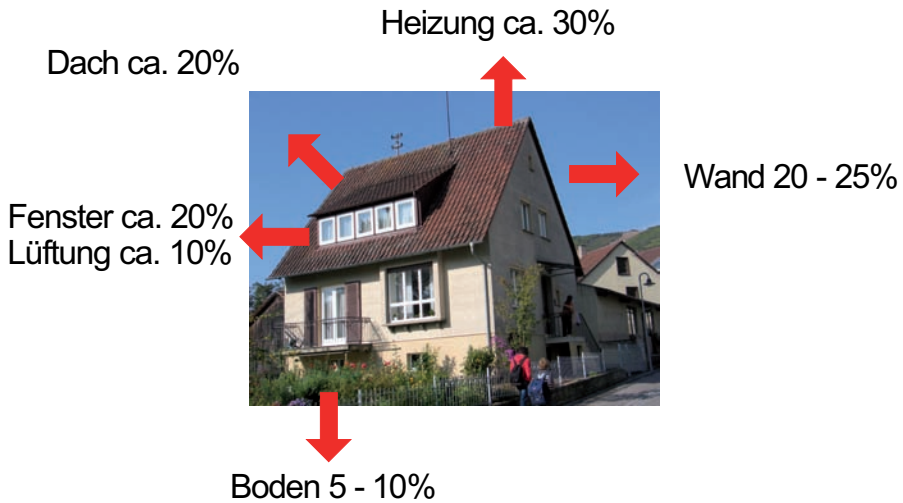


Abb. 1.4: Am Beispiel eines Altbaus zeigt sich, wohin die Energie entweicht.

1.4 Welche Maßnahmen sind sinnvoll?

Zu den sinnvollen Maßnahmen können die Heizungssanierung, die Fensteranierung und der -austausch sowie auch die Dämmung der Gebäudehülle, eine geänderte Lüftungstechnik, Schallschutz und der Einbau einer Solaranlage zählen.

Wenn Sie ohnehin anstehende Reparaturmaßnahmen durchführen müssen, z. B. eine Dachreparatur wegen undichter Stellen oder weil der letzte Sturm Teile des Dachs weggerissen hat, dann ist es sinnvoll, das Dach gleichzeitig zu dämmen. Auch wenn die Räume darunter im Winter kalte Decken haben und sich im Sommer stark aufheizen, ist das ein eindeutiges Zeichen, dass eine Dachdämmung (oder eine Dämmung der obersten Geschossdecke) nicht mehr länger aufgeschoben werden sollte. Denn durch die Dämmung des Dachs erhöhen Sie den Wohnwert in den darunter befindlichen Räumen erheblich.

Eine Dämmung der Hauswand ist aber nur dann sinnvoll, wenn diese im Bestand einen schlechten Dämmwert (U-Wert) hat. Hat die Hauswand aber bereits einen akzeptablen Dämmwert, sollten Sie sich besser einem anderen Gebäudeteil zuwenden.

Welche Maßnahmen konkret sinnvoll sind, wird weiter unten im Detail dargestellt. Drei Aspekte gilt es zu berücksichtigen:

- Umweltrelevanz
- Wirtschaftlichkeit
- Wohnkomfort

1.4.1 Wärmeschutzmaßnahmen

Der Wärmeschutz eines Gebäudes wird durch den Wärmetransport (Wärmedurchlass) der Gebäudehülle beeinflusst. Physikalisch wird der Wärmedurchlass durch den Wärmedurchgangskoeffizienten, den *U-Wert*, ausgedrückt. Je kleiner der U-Wert einer Gebäudewand ist, desto besser ist diese gedämmt und desto weniger Wärme wird durch die Wand transportiert. Dies gilt für beide Richtungen. D. h., dass bei kleinem U-Wert einerseits im Winter weniger Wärme aus dem Wohnraum heraustransportiert wird und sich andererseits im Sommer der Innenraum weniger aufwärmt. In der Praxis und im realen Empfinden spielen aber auch die Speicherfähigkeit der Baustoffe und die Wärmespeicherfähigkeit bei Sonneneinstrahlung eine entscheidende Rolle.

Werden bei Erweiterungen und Ausbau der Gebäudehülle größere bauliche Änderungen durchgeführt, schreibt die EnEV zwei Alternativen vor:

1. Die sanierten Bauteile müssen die U_{\max} -Werte der unten aufgeführten Tabelle einhalten,
2. oder der Jahres-Primärenergiebedarf und H_T '-Wert (bzw. U-Wert) des geänderten Gebäudes dürfen die entsprechenden Werte eines gleichartigen Neubaus um nicht mehr als 40 Prozent überschreiten.

Höchstwerte des U-Werts (Wärmedurchgangskoeffizienten) im Sanierungsfall gemäß EnEV. Für Sonderverglasungen liegen die Werte etwas höher.

Bauteil	U in W/(m ² K)
Außenwände	0,24
Dach, oberste Decke	0,24
Flachdach	0,20
Fenster, Glastüren	1,30
Verglasungen	1,10
Dachflächenfenster	1,40

Bauteil	U in W/(m²K)
Vorhangfassaden	1,50
Glasdächer	2,00

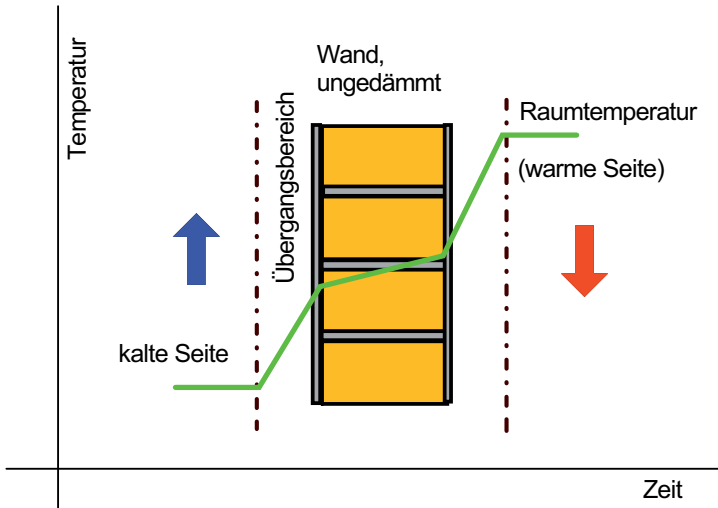


Abb. 1.5: Prinzip des Wärmedurchgangs, z. B. durch eine ungedämmte Wand. Besteht die Wand aus mehreren Schichten, wird der Wärmedurchgang mit der Summe der Einzelwiderstände errechnet. Der Wärmedurchgang gilt für beide Richtungen – je nachdem, in welcher Jahreszeit er untersucht wird.

Der Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert in W/(m²K), gibt an, wie viel Wärmemenge durch einen Quadratmeter eines Bauteils hindurchgeht. Die Angabe ist bezogen auf eine Temperaturdifferenz der an das Bauteil angrenzenden Luft (außen; innen) von 1 Kelvin (da die Messeinteilungen von *Kelvin* und *Grad Celsius* identisch sind, entspricht dies 1 °C).

Je kleiner der U-Wert einer Gebäudewand, desto besser ist diese gedämmt und desto weniger Wärme wird durch die Wand transportiert.

Der U-Wert wird in den gesetzlichen Voraussetzungen absolut verwendet, sollte aber – aufgrund einer unvollständigen Aussagekraft – nur in Verbindung mit anderen Kriterien (wie z. B. Wandfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung und Speicherfähigkeit) verwendet werden.

1.4.2 Wärmeschutz im Winter

Der Wärmeschutz im Winter soll Heizungsenergie einsparen und gleichzeitig mehr Behaglichkeit im Wohnraum schaffen.

Das Prinzip läuft folgendermaßen:

Man beginnt, einen kalten Wohnraum zu beheizen. Es dauert eine gewisse Zeit, bis die Raumluft- und die Oberflächentemperatur der Innenwände des Raums so hoch sind, dass sie als „angenehme Wohntemperatur“ empfunden werden. Der Grund dafür ist, dass Einrichtungsgegenstände und die Baustoffe der baulichen Hülle beim Anheizen so lange Heizwärme aufnehmen und speichern, bis ihre Temperatur annähernd der Raumtemperatur entspricht.

Im Dauerbetrieb nimmt die Speichermasse wenig Wärme auf und gibt auch nur die Wärme ab, die durch Lüften oder durch die Wände nach außen gelangt. Die Hüllkonstruktion wird dann von einem konstanten Wärmestrom (Transmissionswärmestrom) durchflossen, dessen Größe nur von der Wärmeleitfähigkeit und nicht von der Speicherfähigkeit der Bauteilschichten einer Hüllkonstruktion abhängt.

Der winterliche Wärmeschutz hat nun dafür zu sorgen, dass der zum kalten Außenbereich fließende Wärmestrom möglichst gering ist.

1.4.3 Wärmeschutz im Sommer

Bei Dämmmaßnahmen geht man oft davon aus, dass es nur um den Wärmeverlust aus dem Gebäude heraus geht. Wer schon einmal unterm Dach gewohnt hat, weiß aus eigener Erfahrung, wie unangenehm es ist, wenn sich die Wohnung aufgeheizt hat und auch Lüften kaum Erleichterung bringt. Der sommerliche Wärmeschutz wird immer noch unterschätzt und es wird sehr viel Energie dafür verwendet, Schlafzimmer, Aufenthaltsräume und Büros mit Klimaanlage zu kühlen. Um der umgebenden Luft eine Kilowattstunde (kWh) Wärme zu entziehen, müssen mehrere Kilowattstunden Energie eingesetzt werden.

Mit zunehmender Klimaerwärmung und steigendem Komfortanspruch werden auch in Deutschland immer mehr Klimaanlage installiert, die zumeist mit elektrischem Strom versorgt werden. Über einen Umweg wird auch hier viel Energie verbraucht, die Geld kostet und unsere Umwelt schädigt.

Der Sommer ist im Gegensatz zum Winter durch starke Tag-Nacht-Schwankungen der Außentemperatur gekennzeichnet. Der Wärmespeicher der Hüllkonstruktion wird im Sommer bei Tag aufgeladen und dann in der Nacht wieder entladen. Daher haben beim sommerlichen Hitzeschutz Wärmeleitfähigkeit und

Speicherfähigkeit der Hüllkonstruktion Einfluss auf angenehme, kühle Raumtemperaturen. Ein gutes Beispiel dafür sind dickwandige Lehmhäuser, wie sie in Teilen Spaniens und Portugals zu finden sind.



Abb. 1.6: Lehmbau mit dicker Wand und viel Speichermasse, wie er in heißen Regionen sinnvoll gebaut wird.

Das Prinzip: Haben zwei Dämmstoffe die gleiche Wärmeleitfähigkeit, dringt unter sommerlichen Bedingungen die Hitze weniger tief in den Dämmstoff ein, der eine größere Speicherfähigkeit hat. Das führt dazu, dass auch weniger Hitze in den Raum gelangt und der Raum dadurch kühler bleibt.

Neben geeigneter Speichermasse der Wände und Dämmmaßnahmen sind ausreichende Schattierungen der Fensterflächen und zeitlich sinnvolles Lüften für ein sommerlich angenehmes Raumklima entscheidend. So sollten die Räume in den frühen Morgenstunden gelüftet werden und die Fenster während des warmen Tages beschattet sein. Tagsüber sollten sowohl Fenster als auch Türen geschlossen bleiben.

Neben dem Wärmeschutz gewinnt der Schallschutz immer mehr an Bedeutung. In vielen Fällen ergänzen sich guter Wärmeschutz und Schallschutz.

1.4.4 Schallschutz

Für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich gibt es bisher zwar keine gesetzlichen Vorschriften, doch im Rahmen der Sanierung sollten Sie daran denken, dass bestimmte Mindestanforderungen an den Schallschutz im Allgemeinen und an den Trittschallschutz im Besonderen sinnvoll sind.

Wird ein Dachgeschoss zu neuem Wohnbereich ausgebaut, werden vermehrt Personen den Raum benutzen, wodurch zusätzlicher Schall entsteht, der im Stockwerk darunter wahrgenommen wird.

Das kann durch große Massen oder biegeweiche Baustoffe, bzw. durch die Kombination von beiden Möglichkeiten erreicht werden. Eine wirksame Schalldämmung ist somit durch die Kombination von „weichen“ und „schweren“ Baustoffen möglich.

Prinzip der Schalldämpfung

Schalldämpfung ist die Umwandlung von Schallenergie in Wärme durch Reibung. Luftschall-Dämpfung erzielt man mittels poröser oder faseriger Dämmmaterialien mit hohem Absorptionsgrad wie z. B. Schafwolle, Mineral- oder Polyesterwolle und offenzellige Schaumstoffe.

1.5 Dämmstoffarten, Eigenschaften und Anwendung

Das zentrale Prinzip der meisten Dämmstoffe ist die Verminderung oder Unterbrechung der Wärmeleitung. Sie wird z. B. durch viele kleine Luftbläschen im Material erreicht. Noch bessere Dämmwerte ergeben sich, wenn die Luft durch ein Vakuum ersetzt wird (Thermoskannenprinzip). Sehr gut dämmende Baustoffe sind alle Arten von Schäumen (z. B. Styropor), faserige Materialien (z. B. Schafwolle, Steinwolle), Schüttmaterialien (z. B. Perlite), Recyclingmaterialien (z. B. Zellulose), aber auch Naturdämmstoffe wie z. B. Kork, Stroh, Schilf oder Seegras. Die aus den unterschiedlichen Materialien gefertigten Dämmstoffe werden in vielen Formen und Arten angeboten. Bei der Anwendung der Dämmstoffe ist es zunächst einmal wichtig, sich damit zu beschäftigen, welche spezielle Dämm-anwendung mit welchem Produkt am besten verwirklicht werden kann. So gibt es geeignete Dämmstoffe für die Wanddämmung, die Dämmung des Bodens, für das Dach und Dämmstoffe, die fast für alles verwendet werden können.

Anorganische Dämmstoffe sind z. B. Glaswolle, Steinwolle, Gipschaum, geschäumte Dämmmaterialien und Perlite. Zu den organischen Dämmstoffen (natürliche Dämmstoffe) zählen Holz, Kork, Zellulose, Flachs, Stroh, Schilf, Seegras, Wolle und Baumwolle.

Je nachdem, welche Rohstoffe zur Herstellung des Dämmstoffs verwendet werden, fallen die Wärmedämmwirkung, das Verhalten gegen Feuchtigkeit, diverse mechanische Eigenschaften und die Form- bzw. Temperaturbeständigkeit unterschiedlich aus.

1.5.1 Dämmstoffe im Überblick

Dämmstoff:	Rohstoff:	Handelsübliche Form:	Brennbarkeit, Baustoffklasse:	Herkunft:
Baumwolle	überwiegend Baumwolle	Matten	schwer/normal brennbar (B1, B2)	naher und mittlerer Osten, USA
Blähglimmer	überwiegend Blähglimmer	loses Schüttmaterial, Platten	nicht brennbar (A)	Südafrika
Blähperlite	überwiegend Rohperlite	loses Schüttmaterial	nicht brennbar (A)	Mittelmeerlande
EPS – Expandierter Polystyrol-Hartschaum (siehe Styropor)	Polystyrol	Platten, Bahnen; weiß	schwer brennbar (B1)	Europa
Flachs	überwiegend Flachs	Matten	normal brennbar (B2)	Europa
Glaswolle	überwiegend natürliche Gesteine und Altglas	Dämmfilze, Dämmmatten, Rohrschalen	nicht brennbar (A)	Europa

Dämmstoff:	Rohstoff:	Handelsübliche Form:	Brennbarkeit, Baustoffklasse:	Herkunft:
Hanf	Hanf	Matten, Platten	Normal brennbar (B2)	Europa
Holzfaserdämmplatten	überwiegend Restnadelhölzer	Platten	normal brennbar (B2)	Europa
Holzwole-Dämmplatten	überwiegend Zement oder Magnesit und Holz	Platten	schwer brennbar (B1)	Europa
Kokosfaser	überwiegend Kokos	Matten, Platten	normal/leicht brennbar (B2, B3)	Indien/Malaysia/Kenia
Kork	überwiegend Kork	Platten, Granulat	normal brennbar (B2)	Spanien/Portugal/Afrika
Mineralschaumplatten	überwiegend Quarzmehl, Kalkhydrat, Zement	Platten	nicht brennbar (A)	Europa
Polyurethan (PUR)	Polyisocyanate	Platten, Rohrschalen, Ortschaftschaum (zum Ausschäumen von Ritzen und Hohlräumen)	schwer/normal brennbar (B1, B2)	Europa
Schafwolle	überwiegend Schafwolle	Matten, Platten	normal brennbar (B2)	Europa, Neuseeland, Australien
Schaumglas	überwiegend natürliches Gestein	Platten, Rohrschalen, Granulat	nicht brennbar (A)	Europa

Dämmstoff:	Rohstoff:	Handelsübliche Form:	Brennbarkeit, Baustoffklasse:	Herkunft:
Steinwolle	überwiegend natürliche Gesteine	Dämmfilz, Dämmplatten, Rohrschalen, Putzträgerplatten	nicht brennbar (A)	Europa
Styropor (Gütesiegel) – (siehe EPS)	Polystyrol	Platten, Bahnen; Farbe: weiß	schwer brennbar (B1)	Europa
Zellulose-dämmstoff	überwiegend Altpapier	Lose Flocken, Platten	schwer/normal brennbar (B1, B2)	Europa

1.5.2 Verwendung der Dämmstoffe

Die Nutzung und Verarbeitung der Dämmstoffe hat gerade im Selbstbau einen hohen Stellenwert. Dabei ist entscheidend, dass der Selbstbauer beim Umgang mit den Dämmstoffen keine gesundheitlichen Schäden zu befürchten hat und dass die Materialien ohne aufwendige Maschinen und Schutzvorrichtungen verarbeitet werden können.

Für Sie als Verarbeitenden ist Hilfestellung bei der Beurteilung der Dämmstoffe wichtig. Stiftung Warentest überprüft immer wieder die im Handel angebotenen Dämmstoffe und veröffentlicht die Untersuchungen im Internet und in entsprechenden Zeitschriften.

Je nach Einsatzbereich werden an den Dämmstoff spezielle Anforderungen gestellt. Neben der zentralen Eigenschaft wie z. B. geringer Wärmeleitfähigkeit (hohem Dämmvermögen) hat eine sichere, einfache und nebenwirkungsarme Verarbeitung entscheidende Vorteile.

In der folgenden Auflistung sind die Dämmwerkstoffe bezüglich der Eignung für die verschiedenen Gebäudeteile und die dort durchzuführenden Dämmmaßnahmen aufgeführt.

Gebäudeteil	Art der Dämmung	Dämmmaterial
Dach	Dämmung auf den Sparren	EPS, Glaswolle, PUR, Steinwolle, Styropor, XPS
	Dämmung zwischen den Sparren	EPS, Flachs, Glaswolle, Hanf, Holzwolle-Dämmplatten*, PUR, Schafwolle, Steinwolle, Styropor, XPS, Zellulosedämmstoff, Schilf
Im Haus	Dämmung der oberen Geschossdecke	Baumwolle, Blähglimmer, Blähperlite, EPS, Flachs, Glaswolle, Hanf, Holzfaserdämmplatten, Holzwolle-Dämmplatten*, Kokosfaser, Kork, PUR, Schafwolle, Schaumglas, Steinwolle, Stroh, Styropor, XPS, Zellulosedämmstoff
	Trittschalldämmung	EPS, Glaswolle, Hanf, Holzfaserdämmplatten, Holzwolle-Dämmplatten*, Kokosfaser, PUR (offenzellig), Schafwolle, Steinwolle, Styropor
	Innendämmung der Wand	Baumwolle, Flachs, EPS, Glaswolle, Hanf, Holzfaserdämmplatten, Holzwolle-Dämmplatten*, Kokosfaser, Kork, PUR, Schafwolle, Schaumglas, Steinwolle, Stroh, Styropor, Zellulosedämmstoff
	Bodendämmung (Kellerfußboden)	Blähglimmer, Blähperlite, EPS, Flachs, Glaswolle, Hanf, Holzfaserdämmplatten, Holzwolle-Dämmplatten*, Kokosfaser, Kork, PUR, Schafwolle, Schaumglas, Steinwolle, Stroh, Styropor, XPS, Zellulosedämmstoff
	Rohrdämmung	EPS, Glaswolle, PUR, Schafwolle, Schaumglas, Steinwolle, Styropor, XPS
Außenwand, Fassade	Kerndämmung	Blähglimmer, Blähperlite, EPS, Glaswolle, Hanf, Holzfaserdämmplatten, Kokosfaser, Kork, PUR, Schaumglas, Steinwolle, Stroh, Styropor, XPS, Zellulosedämmstoff
	Außendämmung der Wand	EPS, Glaswolle, Hanf, Holzfaserdämmplatten, Holzwolle-Dämmplatten*, Holzwolle-Mehrschichtdämmplatten, Kokosfaser, Kork, PUR, Schaumglas, Steinwolle, Stroh, Styropor, XPS

* mit anderen Dämmstoffen kombiniert

PUR = Polyurethan

PS = Polystyrol-Hartschaum

EPS = Polystyrol-Partikelschaum

XPS = extrudierter Polystyrol-Hartschaum, Polystyrol-Extruderschaum

Wärmedämmwirkung

Bezogen auf die Materialstärke fällt die Dämmwirkung eines Stoffs unterschiedlich aus. Dies hängt vor allem von der Wärmeleitfähigkeit des Materials ab. So hat das Metall Kupfer eine hohe Wärmeleitfähigkeit, Styropor hat im Vergleich dazu eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Bei Dämmmaßnahmen geht es darum, Stoffe mit möglichst geringer Wärmeleitfähigkeit zu nutzen.

Dämmstoff (Markenname)	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)	Vergleichsdicke
Polyurethan	0,025 bis 0,035	15 cm
extrudiertes Polystyrol (Styrodur, Styrofoam)	0,030 bis 0,040	17,5 cm
Schafwolle (Isowoll)	0,035	17,5 cm
expandiertes Polystyrol (Styropor)	0,035 bis 0,040	20 cm
Mineralwolle	0,035 bis 0,045	20 cm
Zellulosefasern (Isofloc)	0,040 bis 0,045	20 cm
Schaumglas	0,040 bis 0,060	25 cm
Schilfrohr	0,045	22,5 cm
Kokosfasern	0,045 bis 0,050	22,5 cm
Kork	0,045 bis 0,055	22,5 cm
Weichfaserplatten	0,045 bis 0,060	25 cm
Perlite	0,050 bis 0,060	27,5 cm
Holzwoleleichtbauplatten (Heraklith)	0,090	60 cm
Strohleichtlehm	0,12	60 cm
Porenbeton	0,120	60 cm
Nadelholz	0,130	65 cm ▶

Dämmstoff (Markenname)	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)	Vergleichs- dicke
Blähton	0,130 bis 0,250	100 cm
Leichtlochziegel (Poroton)	0,200	100 cm

Wärmeleitfähigkeit, Lambda

Der Lambdawert λ gibt in der Bauphysik die Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen (W/mK) an. Je niedriger der angegebene Wert ist, desto besser ist die Wärmedämmung des Dämmmaterials. Die Wärmeleitfähigkeit ist eine energetische Stoffkenngröße. Der Wärmeleitfähigkeitswert wird in W/(mK) gemessen (Watt je Meter und Kelvin). Die Bedeutung der einzelnen Größen ist wie folgt zu verstehen:

- K als Einheit für die Temperaturdifferenz, z. B. drinnen +20 °C und draußen -10 °C ergeben 30 K.
- m steht für Meter, also Strecke, die »die Wärme« aufgrund des Temperaturgefälles von innen nach außen, z. B. durch die Außenwand, zurücklegt. Das sind z. B. 24 cm für eine 24er Wand bzw. 0,24 m.
- W steht für Watt und es kennzeichnet die Wärmemenge.

Zusätzlich erhält man den U-Wert, wenn die Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs durch die Dämmstoffdicke (in Meter) geteilt wird.

Glaswolle hat z. B. einen Lambdawert von 0,04 bis 0,05 Watt je Meter und Kelvin (W/(mK)), Beton 2,1 W/(mK) und Luft 0,024 W/(mK).

Je weniger Wärme weitergeleitet wird, desto besser ist die Dämmwirkung.

Beispiel: Bei gleicher Dicke dämmt Mineralwolle mit einem Wärmeleitfähigkeitswert von 0,035 W/(mK) etwa um 10 % besser als solche mit 0,040 W/(mK)!

Wärmeleitfähigkeitsgruppen (WLG) entspricht der neuen Bezeichnung WLS = Wärmeleitfähigkeitsstufen

Die angebotenen Dämmstoffe werden entsprechend ihrer Wärmeleitfähigkeit in Gruppen eingeteilt. Die Einteilung reicht von WLG 020 bis WLG 060. Je niedriger der Zahlenwert ist, desto besser dämmt der Stoff.

Beispiel: Mineralwolle mit der Wärmeleitfähigkeit von 0,040 W/mK wird der WLG 040 zugeordnet.

Energetische Amortisation von Dämmstoffen

Zeit, bis die eingesparte Energie die Herstellungenergie ausgeglichen hat.

Dämmstoff	Dämmstoffgewicht kg/m ³	Primärenergieverbrauch für 1 m ³ Dämmstoff (aus Energieerzeugung)	Energetische Amortisation in Monaten
Natur-Kork-Schrot	100	50	0,5
Zellulose-dämmstoff	50	85	0,3-0,6
Steinwolle	30-140	185	2-10
Korkplatten	80	208	1,5
Glaswolle	20-100	350	3-12
Blähperlite	90-100	405	8
Polyurethan	30-35	550	5-15
Polystyrol	15-30	817	8-20
Holzfaser-dämmplatte	150	900	6-8
Kokosfaser	75-85	1050	14

Selbst Dämmstoffe mit einem hohen Energieaufwand bei der Herstellung haben sich energetisch in max. 1,5 Jahren amortisiert. Die Tabelle sagt aber nichts über die mehr oder weniger umweltbelastenden Herstellungsprozesse aus.

Dämmstoffe und Schadstoffe (Quelle: Schadstoffberatung Tübingen, Raumluft und Materialanalysen)

Dämmstoff	Schadstoffabgabe bei der Nutzung	Schadstoffabgabe entlang der Produktlebenslinie
Blähglimmer-Schüttung (Vermiculit)	nein	nein
Blähperlite-Schüttung	nein	nein ▶

Dämmstoff	Schadstoffabgabe bei der Nutzung	Schadstoffabgabe entlang der Produktlebenslinie
Blähton-Schüttung	nein	nein
Zellulose-Schüttung (Recycling)	nein	nein ¹
Holzfaserverleimplatten	nein	nein ¹
Holzwohle-Leichtbauplatten	nein	nein
Kokosfasermatten bzw. -platten	nein	nein
Kork	nein ³	nein ³
Mineralwohleplatten (Glas, Steinwohle)	möglich ²	ja ^{1,2}
Polystyrol-Platten	ja ⁴	ja ⁴
Polyurethan-Platten	möglich ⁵	ja ⁵
Schafwohle	nein	nein
Schaumglas-Platten	nein ⁶	nein
Schilfrohr-Platten	nein	nein
Strohplatten	nein ⁷	nein

- 1 Ggf. Atemschutz bei der Verarbeitung zum Schutz gegen Faserfreisetzung erforderlich.
- 2 Fasern mit kritischer Geometrie sind im Tierversuch krebserzeugend. Faserfreisetzung ist ggf. möglich.
- 3 Bei schlechter Qualität bzw. bei Verwendung von Chemikalien sind Emissionen möglich.
- 4 Bei Gebrauch ist Abgabe von Styrol möglich. Bei der Herstellung und im Brandfall kommt es zur Freisetzung giftiger Chemikalien.
- 5 Bei Gebrauch ist eine Abgabe von Reaktionsprodukten der Isocyanate nicht auszuschließen. Bei der Herstellung und im Brandfall kommt es zur Freisetzung giftiger Chemikalien.
- 6 Bei Verletzung der Poren kommt es zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff.
- 7 Pestizidrückstände sind möglich. Verwendung von Mottenschutzmitteln ist möglich.

1.6 Feuchteschutz/feuchtes Dämmmaterial

Sowohl feuchte Wände als auch feuchtes Dämmmaterial führen zu einer Verschlechterung der Dämmwirkung. Bei der Verarbeitung und beim Einbau ist darauf zu achten, dass die Dämmstoffe dauerhaft trocken gelagert und eingebaut werden.

Feuchtes Dämmmaterial hat so gut wie keine Dämmwirkung und schadet der Gesundheit und der Bausubstanz. Dauerhafte Feuchtigkeit in der Gebäudehülle fördert die Schimmelbildung und kann zu Schwammbildung führen. Holzteile verfaulen und werden zerstört, sodass das Gebäude mittel- bis langfristig zerstört wird. Dämmmaßnahmen, egal ob im Dachbereich oder in den Wänden, sind so auszuführen,

- dass entweder die eindringende Feuchtigkeit problemlos wieder herausdifferenzieren kann,
- oder, am allerbesten, erst gar keine Feuchtigkeit in das Dämmmaterial gelangen kann.

Wenn das Dämmmaterial aber doch feucht ist, sollte die Feuchtigkeit kontrolliert entweichen können.

Je nach Dämmprinzip ist die Dämmung daher mit entsprechenden Membranen oder Folien vor Durchfeuchtung zu schützen. Welche Materialien dazu verwendet werden können, richtet sich neben dem Dämmprinzip auch nach den Dämmmaterialien. In den folgenden Kapiteln wird darauf detaillierter eingegangen.

Wasserdampfdiffusion

In der Raumluft enthaltener Wasserdampf gelangt auch durch die meisten im Hausbau verwendeten Werkstoffe wie z. B. Gips oder Mauerwerk und kondensiert durch Abkühlung am Taupunkt der Wand. An Ritzen und undichten Stellen in der Wand kommt es verstärkt zum Durchdringen und Kondensieren der wasserdampfhaltigen Raumluft.

Taupunkt

Der Taupunkt bezeichnet die Temperatur (Schwelle), bei der die Feuchtigkeit in der Luft (enthaltener Wasserdampf) bei fortschreitender Abkühlung zu Wasser wird (*Sättigungstemperatur*). Das bedeutet, dass die relative Feuchtigkeit am Taupunkt 100 % beträgt. Wird die Luft unter den Taupunkt abgekühlt, treten Übersättigung und Kondensation ein (Tau). ▶

Daher sollten die Oberflächen der Wandinnenseiten eine Mindestmenge an Kondensat aufnehmen können, die dann bei steigenden Lufttemperaturen wieder abgegeben werden kann. Bestes Beispiel für diese Fähigkeit ist der Baustoff Lehm.

Wird aber diese Funktion ständig überfordert, weil der Taupunkt zu nah an der Innenseite der Wand liegt (z. B. bei unsachgemäßer Innendämmung), kommt es zu Problemen (wie z. B. Schimmelbildung).

Liegt der Taupunkt weiter außen im Wandquerschnitt und wird der Wandaufbau nach außen auch diffusionsoffener, wird die entstehende Feuchtigkeit durch den erhöhten Diffusionsdruck nach außen gedrückt.

Eine Möglichkeit, die Taupunkttemperatur zu messen, ist z. B. das Abkühlen von Metall, bis sich seine Oberfläche mit Wasserdampf beschlägt. Dann ist die Temperatur des Metalls die Taupunkttemperatur.

Die relative Luftfeuchtigkeit gibt an, wie viel Prozent des maximalen Wasserdampfgehalts die Luft im Augenblick enthält. Da der maximale Wasserdampfgehalt mit steigender Temperatur zunimmt, sinkt die relative Luftfeuchtigkeit mit steigender Temperatur (und umgekehrt).

1.7 Temperaturverlauf, Taupunkt

Um zu verstehen, was in der Hauswand passiert, wenn es draußen kalt ist und im Innenraum geheizt wird, wurde der Temperaturverlauf im gleichmäßigen (ungedämmten) Mauerwerk in Abb. 1.7 grafisch dargestellt.

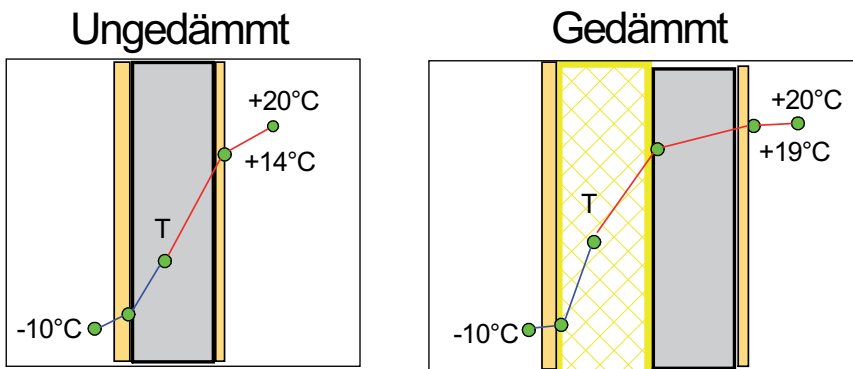


Abb. 1.7: Temperaturverlauf im ungedämmten und gedämmten Mauerwerk; T = Taupunkt.

Was dieser Temperaturverlauf in der Praxis bedeuten kann, wird in unten aufgeführten Beispielen dargestellt:

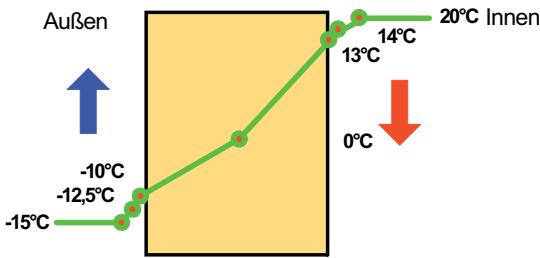


Abb. 1.8: Beispiel 1
60 cm Ziegelmauerwerk, ohne Außendämmung

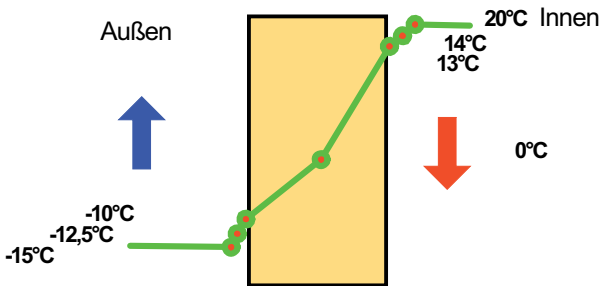


Abb. 1.9: Beispiel 2
36 cm Ziegelmauerwerk, ohne Außendämmung

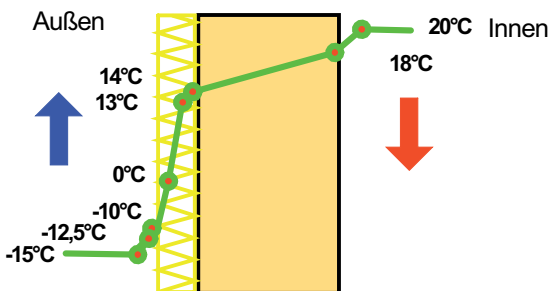


Abb. 1.10: Beispiel 3
36 cm Ziegelmauerwerk mit 14 cm Außendämmung

Beispiel 4 (Abb. 1.11) zeigt, dass durch die Innendämmung der Temperaturverlauf nach innen hin verschoben wird. Wird zwischen Innenverkleidung und Dämmung keine Dampfsperrfolie angebracht, kondensiert die Raumluftfeuchtigkeit in der Dämmung und das kondensierte Wasser läuft an der Wand herunter in oder unter den Bodenbelag.

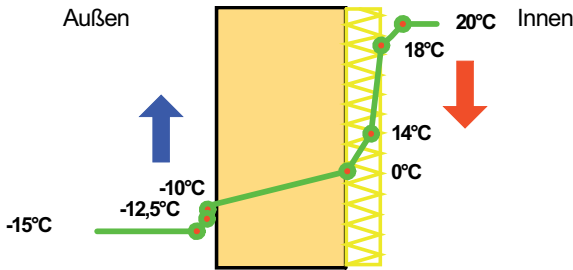


Abb. 1.11: Beispiel 4
36 cm Ziegelmauerwerk, ohne Außendämmung, mit 14 cm Innendämmung

1.8 Luftdichtigkeit oder atmende Wände?

Die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle ist unter Energieexperten ein heiß diskutiertes Thema. Soll die Gebäudehülle absolut dicht sein oder aber in die eine oder andere Richtung einen natürlichen Luftaustausch zulassen?

Die Forderung nach einer winddichten Gebäudehülle ruft meist die Ablehnung vieler baubiologisch Orientierter hervor. Sie sehen dadurch die natürliche „Atmungsaktivität“ des Gebäudes beeinträchtigt.

Es gibt Berechnungen, die nachweisen, dass die Lüftungswärmeverluste beim Altbau durch Risse und Fugen in etwa so groß sind wie die gesamten übrigen Wärmeverluste der Gebäudehülle. Die Forderung nach „aktiv atmenden“ Wänden wird leider oft mit der durchaus sinnvollen Forderung verwechselt, dass Wände (bzw. der Innenputz) so ausgebildet sein sollten, dass Feuchtigkeit und Wärme gespeichert und wieder abgegeben werden können (wie verstärkt z. B. bei Lehmwänden und Lehmputzen).

Die Theorie hinter den „atmenden Wänden“ geht davon aus, dass durch luftdurchlässige Wände ein Austausch von Luft und Feuchtigkeit zwischen dem Außen- und dem Innenraum stattfindet.

Die dafür erforderliche Energie soll durch das Druckgefälle infolge von Winddruck bzw. Windsog auf den Außenwänden und durch thermische Druckunterschiede erfolgen.

Die Theorien gehen zum Teil auf den deutschen Chemiker und Hygieniker Max von Pettenkofer zurück (Pettenkofer: Populäre Vorträge „über das Verhalten der Luft zum Wohnhaus des Menschen“; Braunschweig 1877). Inzwischen hat sich aber gezeigt, dass ein hygienisch erforderlicher Luftwechsel nur durch ausreichendes Lüften – unabhängig von der Dichtigkeit der Gebäudehülle – erreicht werden kann.

Bereits normal verputzte Wände sind, abgesehen von Rissen, als winddicht anzusehen. Ist eine Wand winddurchlässig, liegt meist ein Bauschaden vor. Bei stärkerer Windbewegung zieht es. Keinesfalls sichern Fugen und Ritzen den hygienisch erforderlichen Luftwechsel eines Gebäudes. Der dadurch minimal stattfindende Luftwechsel ist abhängig von der Luftbewegung um die Gebäudehülle. Bei Windstille ist der Luftwechsel sehr gering, bei starkem Wind groß und besonders im Winter wird der Luftwechsel als störend empfunden.

Wird die Forderung nach einer absolut luftdicht abgeschlossenen Gebäudehülle konsequent ernst genommen und erfüllt, stellt sich die Frage, ob das Wohnen in einem solchen Haus noch angenehm ist. Wo bleibt die im Gebäude durch verschiedene Quellen entstehende Feuchtigkeit? Wie verhält es sich im Dachraum? Muss ein Dach nicht „atmen“? Selbstverständlich müssen Räume, die von Menschen, Tieren und Pflanzen genutzt werden – und somit auch der bewohnte Dachraum –, be- und gelüftet werden. Dies darf im ungedämmten wie im wärmegeprägten Haus jedoch nicht durch einen unkontrollierten Luftaustausch über Fugen in der Konstruktion erfolgen, sondern muss durch eine gezielte Raumlüftung sichergestellt werden. Möglichkeiten sind hier durch das regelmäßige Öffnen der Fenster oder den Einbau eines gut gesteuerten Lüftungssystems gegeben. Wird bei einer luftdichten Gebäudeaußenhülle ein ausreichend kontrollierter Luftaustausch sichergestellt, ist zugleich auch ein gesundes Wohnklima im Gebäude möglich.

Zu bedenken ist jedoch, dass zwar absolute Luftdichtigkeit angestrebt wird, diese sich aber in der Praxis nicht immer erreichen lässt. Der Handel bietet für fast alle Anschlussbereiche spezielle Lösungen an, doch oft kann das Problem im Detail nur mit hohem Aufwand gelöst werden. Anschlüsse der dichtenden Bahnen an Seitenwänden, Decken, Fußböden und Durchdringungen sollten mit speziellen Klebändern, ausreichend lockeren Bahnen und – zusätzlich zur Zugentlastung – mechanisch befestigt werden. Konstruktionen, die raumseitig eine Verkleidung mit Trockenbauplatten wie z. B. OSB und Fermacell vorsehen, sind vorteilhaft, da diese bereits als Luftdichtigkeitsebene wirken. Aber auch hier sind die Fugen und die Anschlussbereiche luftdicht (z. B. durch dauerelastische Verfübung) abzudichten.

Ursachen für Undichtigkeiten können z. B. sein:

- Die Verklebungen lösen sich (schlechte Verarbeitung, falscher Kleber).
- Die Dampfsperre wurde nicht fachgerecht eingebaut und seitlich undicht angeschlossen.
- Die Dampfsperre ist aufgrund von Baubewegungen (Wind, Setzung, Holzschwind usw.) an den Übergängen und Anschlüssen gerissen.
- Durchdringungen wie Kabel und Leitungen machen die Dichtigkeit zunichte.

Im Folgenden einige Aufgabenstellungen und beispielhafte Detaillösungen für die Abdichtung:

Luftdichtigkeit bei geneigtem Dach und Wärmebrückengefahr

Die Anschlussdetails im Dachbereich sind besonders sorgfältig auszuführen. Dies vor allem dann, wenn der Dachraum zu Wohnzwecken ausgebaut werden soll. Hier ist besonderes Augenmerk auf die Planung und Ausführung der Übergangsdetails zu richten, um nicht durch Wärmebrücken oder unkontrollierten Luftaustausch die Wärmedämmwirkung teilweise oder völlig zunichte zu machen. Die folgenden Detailpunkte sind bei einem Dach besonders zu beachten:

- Bei einer Anordnung der Wärmedämmung zwischen den Sparren oder dem Anschluss einer Dachfläche an die Giebelwand und den Ortgang: Hier treffen Materialien mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit aufeinander (*materialbedingte Wärmebrücken*).
- Durchdringungen, z. B. eines Schornsteins durch die Dachfläche oder ein Dachflächenfenster: Entsteht zwischen den Bauteilen eine Fuge oder ist ein Dämmstoff selbst luftdurchlässig, findet ein Luftaustausch statt. Die warme Innenraumluft transportiert Wärmeenergie direkt durch die Fuge nach außen, umgekehrt dringt kalte Außenluft ins Innere und muss aufgewärmt werden.
- Eine weitere Gefahr im Bereich der Fugen ist, dass mit der warmen Innenraumluft Wasserdampf in die Dämmung gelangt, der sich dann im Fugenbereich als Tauwasser niederschlagen kann.

Ortgang:

Der Ortgang bezeichnet den seitlichen Abschluss der Dachfläche im Übergang zum senkrechten Giebel.

Winddichtigkeit/Luftdichtigkeit:

In der Vergangenheit wurde vielfach der Begriff *Winddichtigkeit* verwendet. Sinnvoller und Standard ist aber der Begriff *Luftdichtigkeit*. Beide Begriffe beschreiben im Prinzip das Gleiche. Luftdichtigkeit bedeutet jedoch mehr: Die gesamte Konstruktion muss so luftdicht sein, dass auch Wärmekonvektion (Innenseite warm, Außenseite kalt) keinen Luftaustausch verursacht – und zwar auch ohne Windeinwirkung. Üblicherweise wird die Ebene, die die Luftdichtigkeit gewährleistet, an der Gebäudeinnenseite angeordnet.

Das Prinzip kann für die Gebäudehülle vereinfacht auch so ausgedrückt werden: Von innen her dicht, nach außen hin offener.

1.8.1 Windpapier, Dampfbremse, Dampfsperre

Baustoffe haben die Eigenschaft, für Wasserdampf mehr oder weniger durchlässig zu sein. Wie diffusionsfähig (für Wasserdampf durchlässig) z. B. eine Wand ist, hängt von den verwendeten Materialien und der Dicke ihrer Schichten ab. Als Diffusionswiderstand einer Schicht gibt man die Luftschichtdicke in Metern an, die der Diffusion (Austausch von Wasserdampf- und Luftmolekülen) denselben Widerstand entgegensetzen würde wie die betreffende Schicht des Baustoffs. Je mehr Wasserdampf auf dem Weg durch ein Material (in der Regel von der warmen zur kalten Seite) gebremst wird, desto höher ist der in μ angegebene Wert. Im Gegensatz dazu wird für offenporige Konstruktionen ein niedriger μ -Wert angegeben. Hier soll die feuchte Luft möglichst ungehindert und schnell durch das verwendete Material strömen.

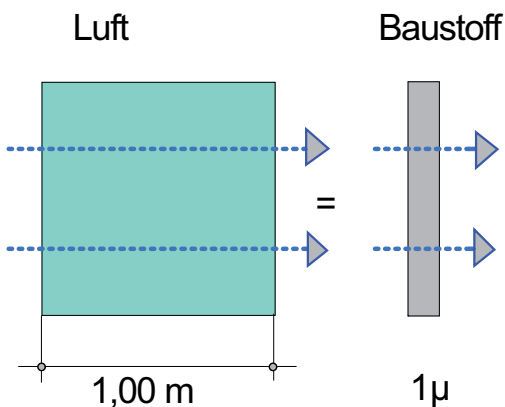


Abb. 1.12: Prinzip der Wasser-dampfdurchlässigkeit, 1 m dicke Luftschicht im Vergleich zur Durchlässigkeit eines Baustoffs.

Den Wert der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke (abgekürzt s_d -Wert) erhält man, wenn man den Wert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (μ) mit der Schichtdicke in Metern multipliziert. Eine 24 cm dicke Mauer-schicht aus Ziegelsteinen ($\mu = 8$) hätte demnach eine äquivalente Luftschicht-dicke von $s_d = 8 \times 0,24 \text{ m} = 1,92 \text{ m}$.

Diffusionswiderstandszahlen und die Aussage über die Wasserdampf-Durchlässigkeit:

- Werte unter 10μ geben eine hohe Durchlässigkeit (Diffusionsfähigkeit) für Wasserdampf an.
- Bei Werten von 50 bis 500μ ist die Dampfdiffusion eingeschränkt.
- Bei Werten von 500 bis 15.000μ wird die Dampfdiffusion stark eingeschränkt.
- Über 15.000μ wirkt ein Material für Wasserdampf sperrend.
- Ab 100.000μ wird ein Material als *dampfdicht* bezeichnet.

Die Begriffe Windpapier, Dampfbremse und Dampfsperre werden für Materialien verwendet, die für Wasserdampf mehr oder weniger bzw. gar nicht durchlässig sind. Der Durchlässigkeitsgrad wird mit dem s_d -Wert angegeben. Im Handel wird eine vielfältige Produktpalette mit unterschiedlichen s_d -Werten angeboten, die vom einseitig durchlässigen Windpapier über schwer entflamm-bare Dampfbremsfolien bis hin zur Dampfsperre reicht. Die wesentlichen Einsatzbereiche der unterschiedlichen Produkte sind:

Windpapier (Winddichtpapier)

Dampfdurchlässiges Material, das hauptsächlich unterhalb der Dachdichtungsebene (z. B. Ziegel) eingebaut wird, um eindringenden Wind und Regen abzuhalten. Die einzelnen Bahnen sollten mindestens 10 bis 15 cm so über-lappen, dass die obere Bahn über die untere reicht.

Dampfbremse

Ein Sammelbegriff für Folien, die durch ihren feinporigen Aufbau derart struk-turiert sind, dass Wasserdampfmoleküle kontrolliert hindurchdringen können. Verwendung: gedämmte Außenwandkonstruktionen (Holzskelettbau) und ge-dämmte hinterlüftete Dachkonstruktionen aus Holz.

Dampfsperre

Im Idealfall vollständig dichte Folie, die keinen Wasserdampf durchlässt. Hierbei werden einfache oder spezielle PE- oder aluminiumbeschichtete Folien verwendet. Die Dampfsperre soll verhindern, dass der raumseitig vorhandene Wasserdampf in die Dämmung eindringt und dort kondensiert. Alle Anschlüsse, Durchdringungen usw. müssen dabei absolut dicht ausgeführt werden. Verwendung: bei Innendämmung zwischen raumseitiger Verkleidung und Dämmebene, bei Dachdämmungen auf der Raumseite, bei Fußboden- und Zwischendeckendämmung auf der warmen Seite.

Hinweis

Unter dem s_d -Wert (gelegentlich wird auch der fachlich nicht korrekte Begriff *Sperrwert* verwendet) versteht man den Wasserdampf-Diffusionswiderstand eines Materials. Er ist im Bereich der Dichtung und Dämmung insbesondere von Dachflächen von hoher Bedeutung und bezeichnet den Widerstand, den ein Material der Verdunstung von Wasser entgegensetzt.

Hierbei gilt: Je größer der angegebene s_d -Wert ist, desto weniger Wasserdampf kann durch die Folie oder die Membran gelangen.

Windpapier (Winddichtpapier)	s_d -Wert 0-1,3
Dampfbremse	s_d -Wert 1,3-130
Dampfsperre	s_d -Wert 130 bis unendlich.

Die Luftdichtigkeit einer Gebäudehülle kann im Nachhinein überprüft werden. Mit einem Blower-Door-Test wird im Gebäude bei geschlossenen Fenstern und Türen ein Unterdruck erzeugt. Nun wird gemessen, in welcher Zeit sich der Unterdruck durch von außen hereinströmende Luft wieder dem Normalluftdruck angleicht. Darüber kann die Luftwechselrate errechnet und damit festgestellt werden, wie dicht oder undicht die Gebäudehülle ist. Natürlich gilt es, vorher mögliche Fehlerquellen in der Hausdichtung auszuschließen bzw. gegebenenfalls während des Tests abzudichten (z. B. Küchendunstabzug, Kaminofen).

Neben Dampfbremsen und Dampfsperren aus beschichtetem Papier oder Kunststofffolien gibt es Materialien für besondere Übergänge wie z. B. Klebebänder, Dichtstoffe oder Klebmassen, um die Folien und Platten untereinander und mit anderen Materialien wie Holz oder Stein luftdicht zusammenzufügen. Es gibt weiterhin Dicht- oder Komprimierbänder aus aufquellenden dauerelastischen Materialien, z. B. für den Fenstereinbau, und Gummimanschetten, um Rohre und Kabel durch die Dampfbremsschicht luftdicht durchführen zu können.

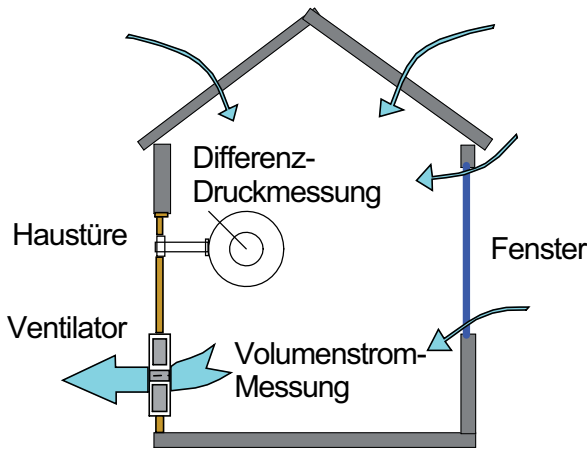


Abb. 1.13: Prinzip Blower-Door-Test. Durch eine Differenzmessung (Luftdruck) kann ermittelt werden, wie dicht die Gebäudehülle ausgeführt wurde. Die Apparatur wird an der Haustür installiert.



Abb. 1.14: Komprimierband zur Abdichtung des Fensterrahmens.

Schauen Sie sich die Abdichtung nach der Fertigstellung genau an, vor allem auch an komplizierten Stellen. Ein Luftzug lässt sich mit einem feuchten Handrücken, einem Feuerzeug oder einer Kerze (Vorsicht Brandgefahr!) aufspüren – am besten wenn es windig ist.



Abb. 1.15: Kartuschen zur dauerelastischen Abdichtung.



Abb. 1.16: Spezielle Klebebänder zur sicheren Abdichtung, für alle Anwendungsbereiche – einfach und doppelseitig klebend.

Alle zu klebenden Flächen sind vorher gründlich von Staub zu befreien: absaugen und feucht abwischen, dann trocknen lassen. An komplizierten Ecken Folien nicht nur verkleben, sondern auch mechanisch befestigen, z. B. mit einer getackerten Anpresslatte.

Index

A

Abdeckblech 89
Abdichtungsbahnen 138
Abgas-Absperrklappe 177
Abgasverluste 173
Abluftanlagen 181
Ablufttrockner 156
Abnahmen 230
Abriss 104, 108
Abschlagszahlungen 230
Adsorption 112, 165
Abstandhalter 150, 156
Abstellkammer 235
Abstellraum 120
Abwassergebühren 86
ALD 181
Altanstriche 104
Altputze 104
Aluminium 44, 97, 145
Aluminiumkaschierung 142
Aluminiumprofil 147
Aluminiumverkleidungen 149
Anlagentechnik 189, 198, 200
Anpressdichtung 149
Anschlussfugen 108
Anwendbarkeitsnachweise 231
Arbeitsablauf 230
Armierungsputzarbeiten 108
Armierungsschicht 103
Atemschutz 31

Atmungsaktivität 35
Aufzug 121
Außenwandluftdurchlässe 181

B

Badezimmer 181, 235
Balkendecken 121
Baudenkmäler 188
Baufugen 236
Baugrube 136
Baukeramik 44
Baukleber 127
Baumwolle 24, 27, 143
Bauschäden 16, 86, 111, 114, 142, 232
Baustoffklasse 24, 45, 110, 128
Bautagebuch 230
Bauunterlagen 198
Bauwerksthermografie 238
Bebauungspläne 86
Bedarfsausweis 189–192, 194, 198
Befreiungen 212
Begehbarkeit 124
Begrünung 87, 90–91, 100
Beistellofen 215
Belaganschlüsse 128
Beplankung 61, 132
Beschattungen 146
Beschichtung 145, 151

- Beton 29, 44, 127, 138
 Betonnasen 127
 Biomasse 203
 Bitumen 91, 122, 136
 Bitumenabdichtung 136
 Bitumenemulsionen 136
 Bitumenpappe 81
 Blähglimmer 24, 27, 30
 Blähperlite 24, 27, 30
 Blähton 29, 31
 Blassysteme 124
 Blaubrenner 177
 Blendrahmen 147
 Blindboden 135
 Blower-Door-Test 40–41, 68, 206
 Bodenaufbau 202
 Bodenbereich 117
 Bohrlöcher 97
 Boilerdämmung 177
 Boilerladen 177
 Brandfall 31, 43, 80, 128
 Brandschutzmittel 122
 Brandschutzplatten 44
 Brenneraustausch 177
 Brennerleistung 177
 Brom 122
 Brüstungen 109
- C**
- CE-Zeichen 231
- D**
- Dachaufbau 83, 89, 91, 202
 Dachausbau 16, 45, 50, 59
 Dachflächenfenster 37
 Dachgully 86
 Dachhaut 48, 56
 Dachlast 87, 89
 Dachrenovierung 56
 Dachrinne 53, 63, 86, 95, 235
 Dachstuhl 51, 52, 68
 Dachüberstand 72, 79
 Dämmfolie 142
 Dämmplatten 25–27, 53, 91, 93, 102,
 104–108, 120, 122, 126–127,
 129–130, 158
 Dämmschalen 175
 Dämmschüttungen 121
 Dämmstoffkeil 57, 91, 106
 Dampfdiffusion 39, 142
 Dampfschleier 43
 Deckengestaltung 127
 Deckenkanten 104
 Denkmalschutz 183, 202
 Denkmalschutzamt 46
 Dichtstoffe 40
 Dichtungsschlämme 137, 138
 Dioxine 122
 Direktbewuchs 101
 Dispersionsanstriche 104
 Doppelständerwand 132
 Drahtbürste 233
 Dränage 89, 135
 Dränageschicht 89
 Drempel 124, 125
 Druckgefälle 35
 Dübeln 98
 Durchdringungen 36–37, 64–65, 124
 Durchfeuchtung 32, 84, 111, 114
 Durchsteckmontage 98
 Durchwurzelung 87

E

Eckausbildungen 108
 Edelputz 110
 Edelstahl 97, 100
 Efeu 101, 102
 Einblasdämmung 81
 Eindiffundieren 139
 Einfachverglasung 148, 151
 Einsaat 90
 Elektroboiler 198
 Elektrofuchsschwanz 152
 Emissionen 11, 31, 165, 198
 Endabnahme 231
 Energiebedarf 165, 187, 189–191,
 198, 200, 215
 Energieberater 11, 191, 198, 200
 Energiebilanz 93, 101, 202, 206
 Energie-Check 226
 Energiedurchlass 146
 Energieeffizienzklassen 187
 Energiepass 194
 Energieverbrauchskennwert 191, 197
 Energieverluste 84, 92, 158, 180, 198
 EPS 24, 26–28
 Erdölprodukte 122
 Erdreich 118, 135–136, 139, 171
 Erosion 87
 Estricharbeiten 105, 133
 Estrichlage 125
 Extensivbegrünungen 87

F

Fachwerk 93, 115–116, 118, 236
 Fallrohre 86
 Falzdichtungen 145
 Faserfreisetzung 31

Faserprodukte 45, 121
 Fassadenansicht 145
 Fassadenbekleidung 96–97
 Fassadenoberfläche 101, 104
 Fäulnisbefall 87
 Feder 99, 118, 127, 130
 Feldsteine 136
 Fensterbänke 93, 95, 109
 Fensterdichtungen 149
 Fensterflügel 147–149
 Fensterkitt 149
 Fensterlaibungen 93, 95, 108
 Fensterlieferung 150
 Fenstersturz 157
 Fensterzarge 156
 Fertigfußboden 125
 Feuchtigkeitsbrücken 139
 Feuerwiderstandsklassen 43
 Firstziegel 81
 Flachs 24, 27, 135, 143
 Flocken 26, 68, 123, 127
 Folienstöße 140
 Förderprogramme 191, 219
 Förderrichtlinien 205
 Formaldehyd 122
 Frischwasserstation 184
 Froschklappe 135
 Fruchtkörper 234, 235
 Fugen 35–37, 78, 127, 130–131,
 136, 158
 Fugendichtband 108
 Fugenmörtel 136
 Fugenversatz 106
 Fußbodenaufbau 128, 171
 Fußbodenbelag 122
 Fußbodenplatte 133
 Fußkälte 125, 130, 139, 180
 Fußpfetten 124

G

Garagen 86, 88, 128
 Garten 87, 93, 136, 165–168
 Gartengestaltung 87
 Gasfüllung 145
 Gebäudehülle 16, 18, 35, 38, 40–41,
 95, 120, 200, 202
 Gebäudesetzerisse 104
 Gehrungslade 176
 Geländer 109
 Genehmigungen 46, 53
 Geothermie 203
 Gerüst 96, 103, 110, 114, 229
 Gerüstaufbau 103
 Gerüstverankerungen 103
 Gewebe 87, 103, 108, 110
 Gewichtbelastung 87
 Giebel 37, 48, 76
 Giebelwand 37, 116
 Gips 32, 45, 104
 Gipsbauplatten 43, 44
 Gipsfaserplatten 135, 142
 Gipskarton 61, 73–78, 127, 142
 Gipsschaum 24
 Glas 31, 44, 110, 147, 158, 165
 Glaserverfahren 114–115
 Glasfaser 44
 Glasfaserbeton 156
 Glasgewebe 103
 Glaswolle 24, 27, 29–30, 44–45, 58,
 68, 124
 Grenzbereich 46
 Gründachaufbau 91
 Gründächer 80
 Gummimanschetten 40
 Gusseisen 44
 Gussradiatoren 140, 142

H

Haftorgane 101
 Haftwurzeln 101
 Härteklausele 213
 Hartschaum 24, 28, 44, 85, 117, 129,
 136, 139, 140
 Hartschaumplatten 108, 117, 136, 139
 Hauseinführungen 135
 Hausschwamm 234–236
 Heizkörper 117, 141–143, 175–177,
 184
 Heizkörpernischen 117, 140–142
 Heizung 17, 173–177, 183–184,
 197–198
 Heizungspumpe 177, 178
 Heizungsunterstützung 14, 174,
 183–186, 203, 216
 Heizwassertemperatur 173, 216
 Hinterlüftungszone 96
 Hohlkehle 137
 Hohlraum 56, 80, 93, 111, 134
 Hohlraumdämmung 131, 134
 Hohlstellen 104
 Holz-Aluminiumfenster 147
 Holzbalken 83
 Holzdecke 127
 Holzdielen 135
 Holzfaserdämmplatten 27
 Holzfenster 145, 147, 149–150
 Holzpellettheizung 206
 Holzschalung 75–76
 Holzstützen 127
 Holztraglatten 97–98
 Holzweichfaserplatten 135
 Holzwolle 25, 27–28, 31
 Horizontalsperre 136–138
 Hüllkonstruktion 21–22

Hydrophobiert 111
Hygienisch 36
Hygrometer 180, 233
Hyphe 235

I

Imprägnierungen 122
Infrarotbild 236
Injektion 136–138
Injektionsharz 138
Innenputz 35, 105
Innenverkleidung 35, 56, 59, 73–78,
109
Insekten 50, 100
Insektenschutzgitter 81
Installationskanäle 44
Installationsöffnungen 121
Isocyanate 31
Isolierverglasung 145, 149, 151–152

K

Kabelbrand 44
Kalkputz 135
Kaltdach 48–50, 80–81
Kalziumsilikatplatte 143
Kamine 124
Kamineffekt 96, 106, 143
Kaminofen 40, 215
Kanalwasser 135
Kastenfenster 147
Kehlbleche 235
Kellenschnitt 108
Kellerabdichtung 136
Kellerbelüftung 157
Kellersohle 135

Kellerzugangstüren 164
Kessel 173–177, 183–184
Kesseldämmung 177
Kies 44
Kiesnester 138
Kiesschüttung 86, 87, 91
Kinderzimmer 181
Klebebänder 36, 40, 42, 56
Klebekraft 127
Klebmassen 40
Kleberauftrag 105
Kletterhortensie 101
Klima 85, 173
Klimafaktoren 197
Klimawandel 11
Klinkerfassade 93
Kniestock 125
Kohlendioxidbelastung 180
Kohlenlager 130
Kokosfaser 25, 27, 30
Kollektor 184
Kompostierung 122
Komprimierbänder 40
Kondenswasserbildung 48, 127, 236
Konsolen 142
Konterlattung 56, 61, 73–78
Kontrollplomben 104
Kork 23–25, 27–28, 30–31, 108
Körperschallbrücken 131
Krebserzeugend 31
Kreditfinanzierung 219
Kristallwasser 43
Küche 181, 215
Kunsthharze 122
Kunsthharzputze 104
Kunststoff-Noppenbahn 136

L

Lagerflächen 230
 Laibung 141
 Lambda 29
 Landesbauordnungen 43, 110
 Lastverteilungsschicht 139
 Lattengerüst 140
 Lattung 54, 56, 59, 61, 63, 73–78, 97
 LBO 45
 Lebensraum 100
 Lehmputz 35, 135
 Lehmschüttung 135
 Leichtbauplatten 28, 31, 127
 Leisten 78
 Leitfähigkeit 21
 Lichtkuppeln 87
 Lichtquelle 151
 Lichtschächte 135
 Lochbleche 100
 Lochziegelmauerwerk 14–15
 Löschwasser 43, 45
 Luftaustausch 35–38, 81, 117, 143,
 180–181
 Lufteinlässe 181
 Luftfeuchtigkeit 33, 35, 81, 92, 110,
 157, 180, 232
 Luftfeuchtigkeitsmesser 180, 233
 Luftleitungen 181, 182
 Luftspalt 64, 133, 181
 Lüftungsanlage 131, 156, 181–182,
 206
 Lüftungsgeräte 179, 181
 Lüftungswärmeverluste 35, 65
 Luftwalze 143
 Luftwechsel 14, 36, 40, 180
 Luftwechselrate 40

M

Manschetten 56
 Mauerschalen 93, 111
 Mauerwerk 14–15, 32–35, 44, 91, 93,
 105, 111, 136–137, 233, 234
 Mehrfamilienhaus 45, 201
 Mehrscheiben-Isolierglas 146
 Membranen 32
 Metallbedampfung 151
 Metallsägeblatt 152
 Metallständerwand 133
 Metallteile 98
 Mikroklima 100
 Mineralfasern 56, 122
 Mineralschaumplatten 25
 Mörtel 44, 137, 140
 Mörtelwulst 105
 Mottenschutzmittel 31
 Myzel 235

N

Nadelholz 28, 209
 Naturfaserdämmstoff 135
 Nebenkostenabrechnung 189
 Neuvermietung 187–188, 217
 Nichtwohnhaus 45
 Niederschlagswasser 87
 Nischenwand 141, 143
 Normalglas 146
 Nut 99, 118, 127, 130, 149
 Nutzerwechsel 187–188
 Nutzungsgewohnheiten 202

O

Oberflächenschwundrisse 104
 Oberflächentemperatur 21, 45, 141, 151
 Oberflächenverluste 173
 Ortgang 37, 76, 79

P

Pappen 44, 84, 155
 Paraffinharz 122
 Parkett 125, 133, 135
 Passiver Solarwärmeertrag 13
 Pentan 122
 Perlite 23, 24, 28, 110, 124
 Pestizidrückstände 31
 Pflanzgemeinschaften 87
 Pflanzmatten 90
 Pflanzsubstrate 89
 Plattenheizkörper 142–143
 Polyethylen 98, 143
 Polystyrol 15, 24, 26, 28, 30–31, 122,
 124, 139–140
 Polyurethan 25, 28, 30–31, 84, 122,
 129, 138
 Porenbeton 28, 98
 Poroton 29
 Protokoll 230, 231
 Prüfzeugnisse 43, 45
 Pufferspeicher 177, 179, 183–184
 Pufferzone 130, 167
 Pumpstation 184
 PUR 25, 27–28, 84–85, 129, 143,
 155, 177
 Putzerneuerung 16
 Putzgrundierung 136
 Putzträger 26, 76–78, 135
 PVC 125, 145–146

Q

Q_p -Wert 205
 Querlüftung 48

R

Radon 139
 Rahmendübel 98
 Rahmenmaterial 145–146
 RAL-Zeichen 231
 Randanschlüsse 127
 Randbohle 91
 Randdämmstreifen 133
 Randverbund 145
 Raumklima 22, 119, 180
 Raumluftfeuchte 179
 Raumluftqualität 180
 Raumlufttemperatur 21
 Reflexionsmethode 150, 151
 Regelung 177
 Reparaturarbeiten 232
 Richtschieit 108
 Rippenheizkörper 143
 Risse 35, 60, 104, 137–138
 Rohrleitungen 124, 131
 Rollladenauslass 158
 Rollladengurte 158

S

Sachverständige 110, 205, 212, 232
 Sand 44
 Sättigungstemperatur 32
 Sauerstoffproduktion 100
 Schablone 97
 Schadstoffausstoß 177

- Schadstoffe 30, 177
 Schafwolle 23, 25, 27, 28, 31
 Schallentkopplung 131
 Schallschutz 18, 22, 131, 134–135, 148
 Schallübertragung 131, 133
 Schalöl 104
 Schattierung 22
 Schaumglas 25, 27–28, 31, 44–45, 91
 Schaumgummi 143
 Schilf 23–24, 27–28, 31, 108, 135
 Schilfstuckaturrohr 135
 Schimmel 11, 130, 232–233
 Schimmelpilzbildung 143, 179
 Schimmelpilzsporen 232
 Schlafzimmer 21, 181
 Schlagregen 96, 109, 142
 Schmutz 104, 127, 149
 Schneideschablone 176
 Schornstein 37, 53, 200, 78
 Schraublöcher 97
 Schutzvlies 89, 90
 Schwammbildung 32
 Schwarzanstrich 136
 Schwefelwasserstoff 31
 Schwitzwasser 156
 s_a -Wert 39–40, 64–65, 81, 84
 Sedumsprossen 88, 90
 Seegrass 23, 24
 Selbstklammer 101
 Serpula 234
 Setzrisse 104
 Sicherheitsbeschläge 149
 Sichtmauerwerk 93, 115
 Silikatfarben 233
 Silikonfugen 149
 Simse 158
 Simulation 15
 Sockelabschlussprofil 105
 Sockelbereich 109
 Sockelleisten 133
 Solarkreislauf 184
 Solarpumpstation 184
 Sommersmog 122
 Sonnenschutz 148
 Spachtelmasse 103
 Spachtelung 108
 Spanverlegeplatten 133
 Sparren 27, 37, 52–63, 69–79
 Speichermasse 13, 21–22, 93
 Speicherwand 112
 Sperrwert 40
 Spezialkleber 127
 Spore 235
 Spray-On-Verfahren 127
 Sprossenfenster 145
 Sprühverfahren 127
 Stahl 44, 99, 146
 Stahlaussteifung 146–147
 Standfestigkeit 46
 Statik 46
 Staubbindung 100
 Staubmaske 233
 Staunässe 87
 Stegdielen 83
 Steinwolle 23–27, 30–31, 45, 129
 Strahlungsdurchlässigkeit 146
 Strahlungswärme 146
 Streckmetall 74
 Stroh 23, 24, 27, 28, 31, 44, 113
 Strohleichtlehm 28
 Stülpchalung 99
 Stützen 104, 127
 Stütztemperatur 177
 Styrofoam 28

Styrol 31, 122
 Styropor 23–28, 44, 127, 142–143
 Substrat 87

T

Tackernadeln 78
 Taupunkt 32–33, 114–115, 142
 Tauwasserbilanz 114
 Tauwasserniederschlag 135
 Teerbasis 136
 Teilarbeiten 230
 Teillastbetrieb 173
 Temperaturgefälle 184
 Temperatursenkung 100
 Teppichboden 125
 Terrassen 80, 164
 Thermische Solaranlage 183–185
 Thermodynamik 200
 Thermografie 236
 Thermorollläden 112
 Thermostatventile 175
 Toilette 181, 230, 235
 Tragende Schale 80
 Tragkonstruktion 127
 Traufe 52, 66–67, 73–74, 81, 125
 Treibhauseffekt 165
 Trennfugen 104
 Trennsystem 86
 Treppen 121, 128, 143
 Trittschalldämmung 27, 125
 Trockenbauplatten 36
 Trockenestrichelement 133
 Trockenheit 11, 87, 90, 130
 Trockenphase 110
 Trompetenwinde 101
 Türhöhen 128

U

Umfassungsfläche 200
 Ummantelungen 45
 Umweltschäden 11
 Umweltwärme 203
 Unit 175
 Unterdach 53, 60, 75–76, 81
 Unterdruck 40
 Unterkonstruktion 59, 96–99, 142

V

Vakuum 23, 148
 Vakuumverglasungen 148
 Verbrauchsausweis 189–194, 197,
 201, 214
 Verdunstung 40, 100
 Verkauf 187–188, 217
 Verkleidungen 45, 118, 126, 149, 235
 Vögel 100
 Vollziegelwand 14, 140
 Vorlaufregelung 177
 Vormauerschale 93, 111
 Vor-Ort-Beratung 194
 Vorratskeller 126

W

Wandaufbau 33, 114, 202, 216
 Wandbegrünung 100
 Wandfuß 137
 Wandheizungen 184, 236
 Wandoberfläche 136, 143
 Wandschutzplatte 109
 Wärmeabstrahlung 13, 119
 Wärmebildkamera 236

- Wärmefalle 146, 165
 Wärmeleitfähigkeit 21, 26, 28–29, 37,
 68, 128, 145–146
 Wärmeleitfähigkeitsstufen 29
 Wärmerückgewinnung 14, 181–182,
 206
 Wärmeschutz 13, 19, 21, 22, 115,
 145–151, 156, 194, 200, 202, 207
 Wärmeschutzglas 145, 147, 149,
 160–161, 164–165
 Wärmeschutzverordnung 191, 194,
 202
 Wärmestrom 21
 Wärmetauscher 181, 184
 Wasser abweisende Schicht 136
 Wassereintritt 136
 Wasserleitungsröhre 128
 Wasserspeichermatten 89
 Wasserspeicherung 87
 Weichschäume 143
 Werkstätte 201
 Wetterdaten 197
 Wetterlage 198
 Wetterschenkel 149
 Wetterschutz 81, 94, 96, 147
 Wilder Wein 101–102
 Winddichtigkeit 38
 Windpapier 38–40
 Windsog 35
 Windstille 36, 180
 Wirkungsgrad 13, 16
 Wohlfühlfaktor 146
 Wohnfläche 16, 174, 182, 203,
 206, 214
 Wohngeschosse 130, 157
 Wohnzimmer 181
 Wolle 24, 143
 Wurzelschutz 89–91
- X**
- XPS 27–28
- Z**
- Zahlungsweise 230
 Zahntraufel 105
 Zellulose 23–30, 82, 116
 Zement 25, 44, 110, 136–137
 Zementmörtel 136
 Ziegel 14, 15, 29, 34–35, 39, 51,
 53–57, 60–61, 64, 68, 81, 100
 Zugentlastung 36
 Zugscheinungen 125
 Zugregler 177
 Zulassungen 45–46, 110

Ulrich E. Stempel

Dämmen und Sanieren

in Alt- und Neubauten

Es gibt viele Angebote, die versprechen, einen Teil der immer weiter steigenden Heizkosten einzusparen – aber was davon gibt Sinn und hat Zukunft? Wie lassen sich im konkreten Fall Immobilien energetisch sanieren? Die Experten streiten sich heftig über Dämmarten und Sinn von Dämmungen. Das eine Lager beschreibt hohe prozentuale Einsparmöglichkeiten durch Wärmedämmung nach dem Motto: je dicker und je dichter desto besser. Das andere Lager bezweifelt oder verdammt die vermeintlichen Dämmerfolge und warnt vor programmierten Bauschäden und Schimmel.

Dazu kommt, dass der Gesetzgeber mit Vorschriften Bauherren, Handwerker, Architekten und Energieberater unter einen Handlungszwang setzt, dessen Folgen erst in einigen Jahren sichtbar werden können.

Egal ob Bauherr, Hausbesitzer, Handwerker, Architekt oder Berater: dieses Buch zeigt, worauf bei Modernisierungen besonders zu achten ist bzw. worauf Sie bei einem Neubau achten sollten.

Sie finden Unterstützung und viele praktische Beschreibungen für eine fachgerechte Durchführung Ihrer Dämm- und Dichtungsarbeiten von Dach, Außenwänden, Fußböden und Zwischendecken. Außerdem gibt das Buch Auskunft, welche Maßnahmen bei möglichst geringen Kosten die meisten Einsparungen bringen.

Diese und viele weitere wichtige Punkte werden ausführlich behandelt und mit zahlreichen Abbildungen und Tipps anschaulich und leicht nachvollziehbar erläutert.

Durch das Wissen um die Prinzipien und mithilfe entsprechender Tricks können bestehende und neue Gebäude in ihrer energetischen Funktion nachhaltig verbessert werden.

Aus dem Inhalt

- Soll das Haus atmende Wände haben oder muss es dicht sein?
- Welche Maßnahmen sind am effektivsten?
- Was ist sinnvoll und wo kann man Geld sparen?
- Arten der Fassadendämmung
- Fenster- und Glasaustausch, Rollladensanierung
- Materialwahl und die richtige Verarbeitung
- Dämm- und Dichtungsarbeiten von Dach, Außenwänden, Zwischendecke und Keller fachgerecht durchführen

ISBN 978-3-645-65083-0



9 783645 650830

Euro **29,95** [D]