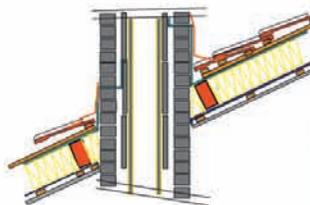


# Dämmen und Sanieren

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](http://www.ideehoch2.de)

**Druck:** XXXXXXXX

Printed in Germany

**ISBN 978-3-645-65083-0**

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	9
<b>1 Wie sinnvoll ist es, sein Haus zu dämmen? .....</b>	<b>11</b>
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
<b>2 Dämmmaßnahmen im und am bestehenden Gebäude .....</b>	<b>47</b>
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
<b>3</b>	<b>Fenster und Türen sanieren .....</b>	<b>145</b>
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
<b>4</b>	<b>Haustechnik .....</b>	<b>173</b>
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
<b>5</b>	<b>Der Energieausweis .....</b>	<b>187</b>
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

<b>6</b>	<b>Förderungen</b>	<b>219</b>
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
<b>7</b>	<b>Kriterien bei der Auswahl von Handwerkern</b>	<b>229</b>
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
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>239</b>
8.1	Wärmegesetz 2009	239
8.2	Adressen, Produkt- und Liefernachweise	240
	<b>Index</b>	<b>247</b>

# 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 Dämmerfolge 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 Dämmerfolg, 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 CO<sub>2</sub> 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
<b>Baukörper</b>	
kompakte Gebäudeform mit geringer Oberfläche	Verringerung der Wärmeabstrahlung
Ausrichtung, Himmelsrichtung Speichermasse große Fenster in Richtung Süden	passiver Solarwärmeertrag durch Fenster Wärmespeicherung
<b>Wärmeschutz</b>	
Wärmedämmung	weniger Wärmeverlust über Dach und Wände, weniger Heizkosten
Wärmebrücken vermeiden	weniger Wärmeverlust
Fenster mit Wärmeschutzverglasung	weniger Wärmeverlust
<b>Haustechnik</b>	
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/(m<sup>2</sup>K) 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/(m<sup>2</sup>K).

<sup>1</sup> 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  $\text{m}^3$  Erdgas = 8-mal U-Wert des Bauteils (vorher) minus U-Wert des Bauteils (hinterher)

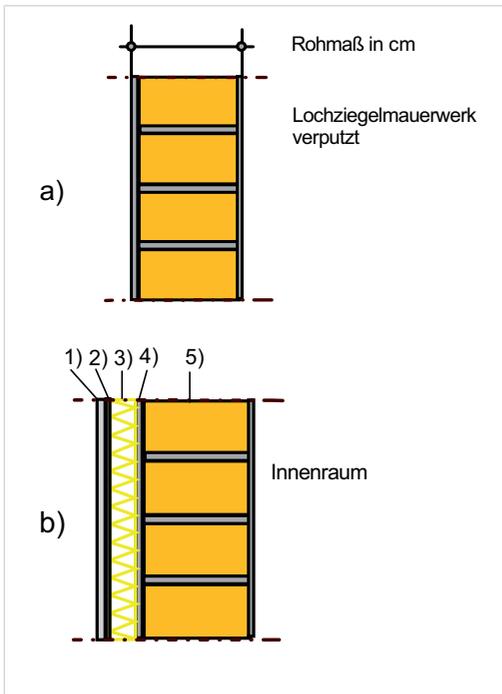
Beispiel: Einsparung =  $8 \times (1,5 - 0,31) = 9,5$  (Liter bzw. Kubikmeter)

Die Einsparung bezieht sich auf einen Quadratmeter der jeweiligen Fläche und Jahr. Bei einer gedämmten Außenwandfläche von  $100 \text{ m}^2$  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.

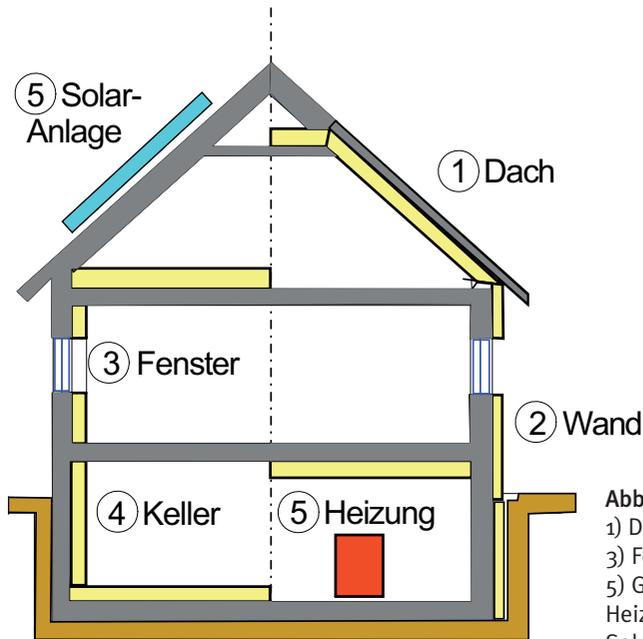
Es könnten auch ohnehin Instandsetzungsmaßnahmen, z. B. eine Fassaden- und Putzerneruerung, anstehen. Das wäre die beste Gelegenheit, diese mit Energiesparmaßnahmen zu verknüpfen. Die Gesamtmaßnahme kostet dann wesentlich weniger als die Einzelmaßnahmen getrennt voneinander auszuführen.

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.

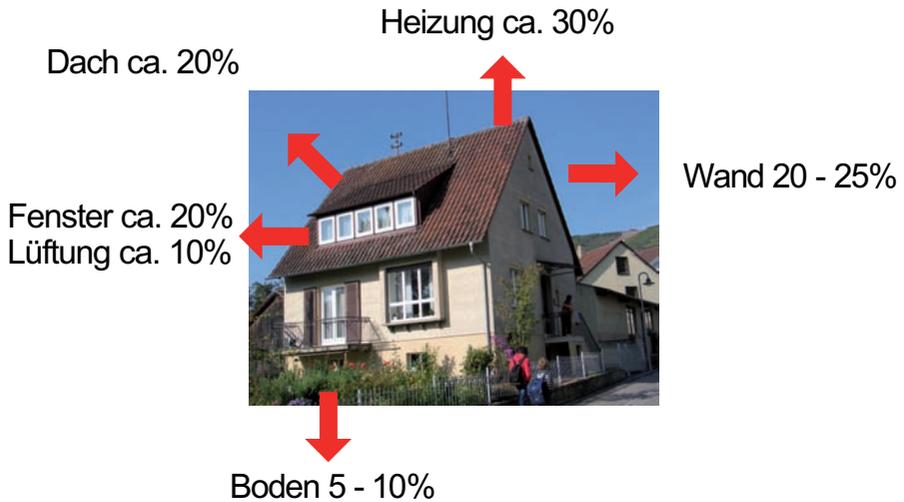


Abb. 1.4: Am Beispiel eines Altbaus zeigt sich, wohin die Energie entweicht.

## 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.

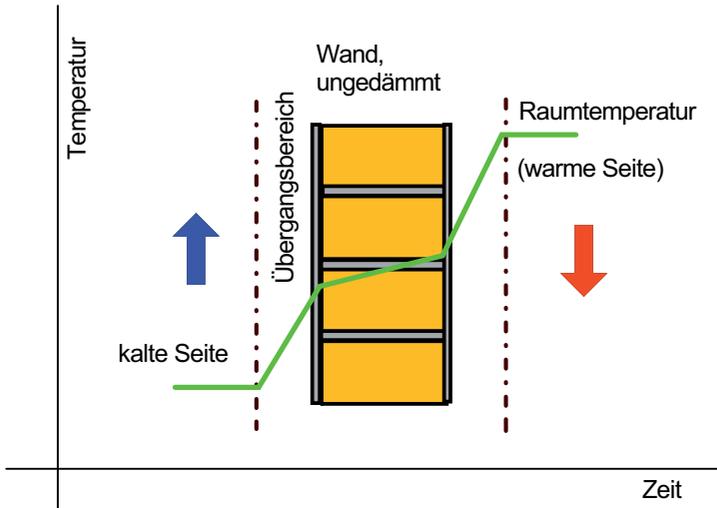
Werden bei Erweiterungen und Ausbau der Gebäudehülle größere bauliche Änderungen durchgeführt, schreibt die EnEV zwei Alternativen vor:

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 <sup>2</sup> 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 offene-porige 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:
<b>Baumwolle</b>	überwiegend Baumwolle	Matten	schwer/normal brennbar (B1, B2)	naher und mittlerer Osten, USA
<b>Blähglimmer</b>	überwiegend Blähglimmer	loses Schüttmaterial, Platten	nicht brennbar (A)	Südafrika
<b>Blähperlite</b>	überwiegend Rohperlite	loses Schüttmaterial	nicht brennbar (A)	Mittelmeerlande
<b>EPS – Expandierter Polystyrol-Hartschaum (siehe Styropor)</b>	Polystyrol	Platten, Bahnen; weiß	schwer brennbar (B1)	Europa
<b>Flachs</b>	überwiegend Flachs	Matten	normal brennbar (B2)	Europa
<b>Glaswolle</b>	überwiegend natürliche Gesteine und Altglas	Dämmfilze, Dämmmatten, Rohrschalen	nicht brennbar (A)	Europa

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

Dämmstoff:	Rohstoff:	Handelsüb- liche Form:	Brennbar- keit, Bau- stoffklasse:	Herkunft:
<b>Steinwolle</b>	überwiegend natürliche Gesteine	Dämmfilz, Dämmplatten, Rohrschalen, Putzträgerplatten	nicht brennbar (A)	Europa
<b>Styropor (Gütesiegel) – (siehe EPS)</b>	Polystyrol	Platten, Bahnen; Farbe: weiß	schwer brennbar (B1)	Europa
<b>Zellulose-dämmstoff</b>	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
<b>Dach</b>	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
<b>Im Haus</b>	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
<b>Außenwand, Fassade</b>	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  $\lambda$  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 <sup>3</sup>	Primärenergieverbrauch für 1 m <sup>3</sup> 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 <sup>1</sup>
Holzfaserverleimplatten	nein	nein <sup>1</sup>
Holzwohle-Leichtbauplatten	nein	nein
Kokosfasermatten bzw. -platten	nein	nein
Kork	nein <sup>3</sup>	nein <sup>3</sup>
Mineralwohleplatten (Glas, Steinwohle)	möglich <sup>2</sup>	ja <sup>1,2</sup>
Polystyrol-Platten	ja <sup>4</sup>	ja <sup>4</sup>
Polyurethan-Platten	möglich <sup>5</sup>	ja <sup>5</sup>
Schafwohle	nein	nein
Schaumglas-Platten	nein <sup>6</sup>	nein
Schilfrohr-Platten	nein	nein
Strohplatten	nein <sup>7</sup>	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.

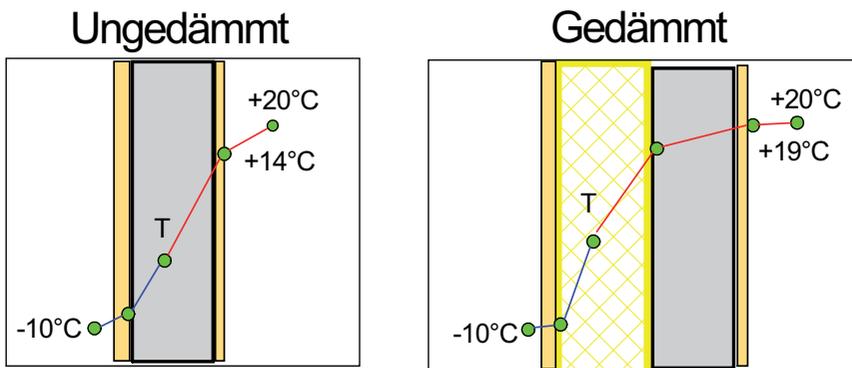


Abb. 1.7: Temperaturverlauf im ungedämmten und gedämmten Mauerwerk; T = Taupunkt.

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

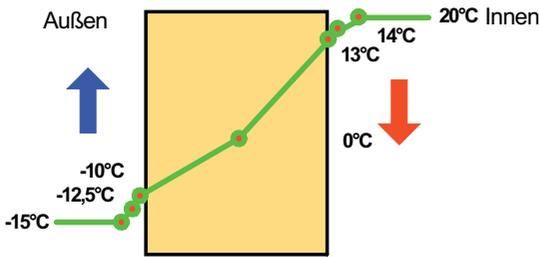


Abb. 1.8: Beispiel 1  
60 cm Ziegelmauerwerk, ohne Außendämmung

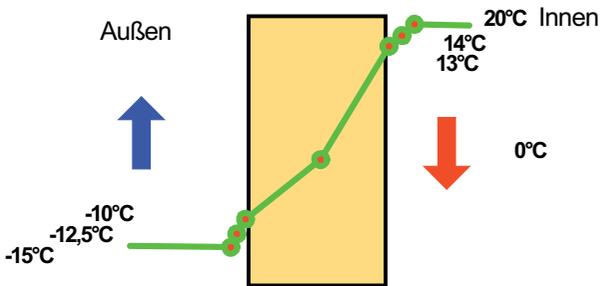


Abb. 1.9: Beispiel 2  
36 cm Ziegelmauerwerk, ohne Außendämmung

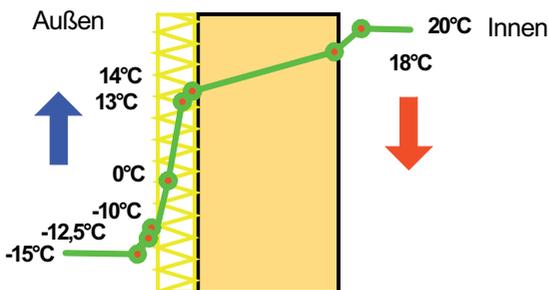


Abb. 1.10: Beispiel 3  
36 cm Ziegelmauerwerk mit 14 cm Außendämmung

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.

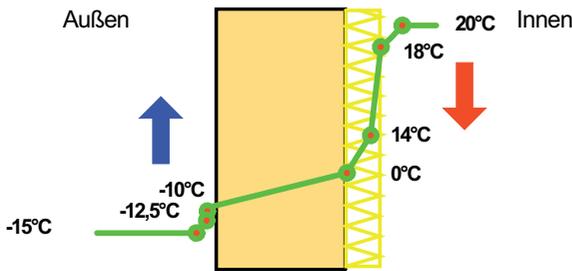


Abb. 1.11: Beispiel 4  
36 cm Ziegelmauerwerk, ohne Außendämmung, mit 14 cm Innendämmung

## 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 Klebebändern, 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.

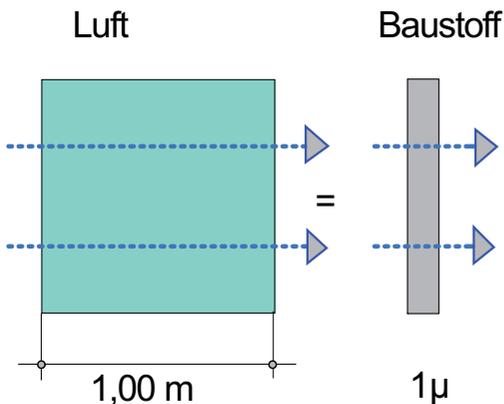
**Winddichtigkeit/Luftdichtigkeit:**

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  $\mu$  angegebene Wert. Im Gegensatz dazu wird für offenporige Konstruktionen ein niedriger  $\mu$ -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 ( $\mu$ ) 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  $10 \mu$  geben eine hohe Durchlässigkeit (Diffusionsfähigkeit) für Wasserdampf an.
- Bei Werten von 50 bis  $500 \mu$  ist die Dampfdiffusion eingeschränkt.
- Bei Werten von 500 bis  $15.000 \mu$  wird die Dampfdiffusion stark eingeschränkt.
- Über  $15.000 \mu$  wirkt ein Material für Wasserdampf sperrend.
- Ab  $100.000 \mu$  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

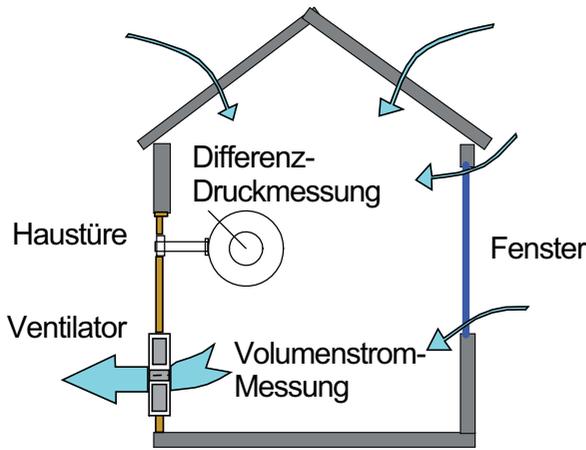
Unter dem  $s_d$ -Wert (gelegentlich wird auch der fachlich nicht korrekte Begriff *Sperrwert* verwendet) versteht man den Wasserdampf-Diffusionswiderstand eines Materials. Er ist im Bereich der Dichtung und Dämmung insbesondere von Dachflächen von hoher Bedeutung und bezeichnet den Widerstand, den ein 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  
 Gebäudesetzzrisse 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  
 Gewichtsbelastung 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  
 Härteklause 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  
 Klebemassen 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  
 Kunstharze 122  
 Kunstharzputze 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  
 Nichtwohnhäuser 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  
Schwamm bildung 32  
Schwarzanstrich 136  
Schwefelwasserstoff 31  
Schwitzwasser 156  
 $s_a$ -Wert 39–40, 64–65, 81, 84  
Sedumsprossen 88, 90  
Seegrass 23, 24  
Selbstklimmer 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]