

Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert)

Die wärmedämmenden Eigenschaften verschiedener Materialien werden durch die Wärmeleitfähigkeit λ gekennzeichnet, die durch Labormessungen bestimmt wird. Sie ist ein Maß dafür, wie stark bzw. schwach die oben definierten Wärmetransportmechanismen insgesamt im Material ausgeprägt sind. Die Wärmeleitfähigkeit λ wird dabei von der Porenstruktur und damit der Rohdichte beeinflusst. Man kann daher davon ausgehen, dass Materialien mit einer hohen Rohdichte in der Regel eine gute Leitfähigkeit haben. Für die Berechnungen und bei der Angabe der Wärmeleitfähigkeit bei Wärmedämmung wird üblicherweise der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ (enthält einen Sicherheitsaufschlag) verwendet. Für die Berechnung von z. B. der Leistungsfähigkeit einer Beplankung unter Kühldeckensystemen wird üblicherweise der Messwert λ_{10} , trocken verwendet. Hier soll die Wärme möglichst schnell durch die Beplankung geleitet werden. Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ würde in dem Fall durch den für Dämmstoffe enthaltenen Sicherheitszuschlag die Leistungsfähigkeit solch einer Beplankung für diese spezielle Anwendung entgegen der tatsächlichen Wirkung rechnerisch und damit künstlich verbessern. Deshalb ist in diesem Fall die Verwendung des Messwertes näher an der Realität.

Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert)

Als Wärmedurchlasswiderstand wird der Widerstand bezeichnet, der dem Wärmestrom durch ein homogenes Bauteil bzw. eine homogene Bauteilschicht, bei mehrschichtigen Bauteilen, bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin auf einer Fläche von 1 m² zwischen seinen Oberflächen entgegengesetzt. Der Wärmedurchlasswiderstand errechnet sich aus dem Quotienten der Dicke d und der Wärmeleitfähigkeit λ des Materials eines homogenen Bauteils. Bei mehreren homogenen Schichten eines Bauteils addieren sich die Einzelwiderstände.

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad \text{bzw.} \quad R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_n}{\lambda_n} = \sum \frac{d}{\lambda}$$

Maßeinheit: (m² · K)/W

Wärmeübergangswiderstand R_s

Der Widerstand der dem Wärmestrom an der Grenzschicht bzw. Oberfläche des Bauteils zum umgebenden Medium (meist Luft) entgegengesetzt wird, ist der thermodynamische Kennwert des Wärmeübergangswiderstandes R_s . Der Wärmeübergangswiderstand hängt vom Bewegungszustand der Luft, der Geschwindigkeit der Strömung bzw. der Konvektion, der Oberflächenbeschaffenheit, welche die Strahlung und Absorption beeinflusst, sowie den Temperaturverhältnissen der Umgebung ab. Weiter wird zwischen R_{si} (Widerstand an der inneren Bauteiloberfläche) und R_{se} (Widerstand an der äußeren Bauteiloberfläche) unterschieden. Die hierfür anzusetzenden Werte sind der DIN EN ISO 6946 (siehe Tabelle) zu entnehmen. Dabei wird nach der Richtung des Wärmestroms horizontal, abwärts oder aufwärts unterschieden. Bei Dachflächen wird anhand der Neigung differenziert: Dachflächen mit Neigungen $\geq 30^\circ$ werden den Wänden (horizontal) zugeordnet, Dachflächen mit Neigungen $< 30^\circ$ werden wie ein Flachdach (aufwärts) betrachtet.

Wärmeübergangswiderstand

Wärmeübergangswiderstand m ² · K/W	Richtung des Wärmestromes		
	aufwärts	horizontal	abwärts
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Wärmedurchgangswiderstand R_T

Der Wärmedurchgangswiderstand R_T errechnet sich durch Addition aller Wärmedurchlasswiderstände der Stoffschichten eines Bauteils sowie der Wärmeübergangswiderstände der beiden Außenseiten des Bauteils und stellt den Gesamtwiderstand des Bauteils von einer zur anderen Seite dar.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_{se}$$

Maßeinheit: (m² · K)/W

Grundsätzlich gilt: je höher der Wärmedurchgangswiderstand, desto besser die Wärmedämmung.

U-Wert

Für einen guten winterlichen Wärmeschutz muss die Wärmedämmung der gesamten Gebäudehülle hohe Anforderungen erfüllen. Die thermische Qualität eines Bauteils wird im Allgemeinen durch seinen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) beschrieben. Dieser setzt sich aus den einzelnen Wärmeleitfähigkeiten der verwendeten Materialien, deren Dicken und den Wärmeübergangswiderständen zusammen. Wie bei den Wärmeleitfähigkeiten spricht ein kleiner U-Wert des Bauteils für eine gute thermische Dämmung. Die Verwendung von einzelnen Materialien mit geringen Wärmeleitfähigkeiten führt automatisch zu einem geringen U-Wert des gesamten Bauteils. Der U-Wert ergibt sich durch den Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstand R_T .

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Maßeinheit: W/(m² · K)

Wärmebrücken

Als Wärmebrücken werden lokal begrenzte, „gestörte“ Bereiche in der ansonsten ungestörten Gebäudehülle bezeichnet, bei denen es zu erhöhten Wärmeverlusten kommt. Grundsätzlich wird zwischen drei verschiedenen Arten von Wärmebrücken unterschieden:

Bei zusammengesetzten Bauteilen findet man **materialbedingte Wärmebrücken**. Ein typisches Beispiel sind sichtbare, hellere Stellen auf einem Wärmedämmverbundsystem durch Tellerdübel bzw. Verbindungsmittel.



Übliche **konstruktionsbedingte Wärmebrücken** sind Querschnittsreduzierungen wie z.B. Fensterlaibungen, Heizkörpernischen, Rollladenkästen oder Installationsschlitze.

Geometrische Wärmebrücken zeichnen sich durch ein nicht ausgewogenes Verhältnis zwischen Wärme abführender Außenseite zu Wärme zuführender Innenseite aus. Beispiele hierfür sind Ecken von Wänden oder auch Fensterlaibungen. Häufig bildet gerade diese Form der Wärmebrücken optimale Bedingungen für einen Schimmelpilzbefall in Wohnungen.

Nicht selten treten die verschiedenen Arten der Wärmebrücken auch in Kombinationen auf.

Grundsätzlich können Wärmebrücken im Winter zu geringen Oberflächentemperaturen auf der Innenseite des Bauteils und unter ungünstigen Umständen zur Schimmelbildung führen. Wärmebrücken sind deshalb durch konstruktive Maßnahmen auf ein unkritisches Minimum zu reduzieren (DIN 4108-2).

Hinweis: Im physikalischen Sinn gibt es keine Kälte, weshalb es auch keine „Kältebrücken“ geben kann.

Winddicht

Gebäude sollen in erster Linie vor Wind und Wetter schützen, d. h. die Gebäudehülle muss dicht gegen Niederschlag, aber auch gegen Wind sein. Die Auswirkungen von eindringendem Niederschlag in die Konstruktion sind gemeinhin bekannt, die negativen Auswirkungen einer fehlenden Winddichtheit sind oft unsichtbar. Gelangt kalte Luft in die Dämmebene eines Außenbauteils, so führt dies zu einer deutlichen Erhöhung des Wärmestroms durch das Bauteil und somit zu einer Erhöhung seines U-Wertes. Eine unterbrochene Winddichtheitsebene kann den U-Wert der Dachkonstruktion bei Windanströmung um mehr als den Faktor 6 erhöhen. Der mögliche Eintrag von Flugschnee oder Schlagregen in die Konstruktion ist ebenfalls ein Grund dafür, warum auf der Außenseite eine durchgehende winddichte Ebene anzuordnen ist.

Luftdicht

Über Luftströmung (Konvektion) kann viel Wärme transportiert werden. Im Sommer wird durch Konvektion bewusst Wärme aus dem Gebäude transportiert. Im Winter führt ein Luftaustausch mit kalter Außenluft hingegen zu einem ungewollten Wärmeabfluss aus dem Gebäude, was die Heizkosten erhöhen oder die Behaglichkeit im Raum verringern kann. Eine möglichst luftdichte Gebäudehülle ist deshalb eine Grundvoraussetzung für einen guten Wärmeschutz. Am einfachsten lässt sich die Luftdichtheit der Gebäudehülle durch das Blower-Door-Verfahren bereits während der Bauphase überprüfen.

Sonnenschutz

Neben dem winterlichen Wärmeschutz ist auch der sommerliche Wärmeschutz zu planen, wobei die jeweiligen Anforderungen hier genau gegensätzlich sein können. Im Winter sind große, nach Süden orientierte Fensterflächen erwünscht, um die winterliche Sonneneinstrahlung zur Erwärmung der Räume zu nutzen. Im Sommer ist dieser Effekt jedoch unerwünscht, da es dadurch zu einer starken Überhitzung der Räume kommen kann und der Energieverbrauch zur Raumkühlung unverhältnismäßig hoch oder das Raumklima unangenehm wird. Für einen guten sommerlichen Wärmeschutz ist demnach die Planung des möglichst außenliegenden Sonnenschutzes von besonderer Bedeutung.