



2.1.1 - Wärmedämmung

Herausgeber:
Passivhaus Institut
Rheinstraße 44/46
64283 Darmstadt



Bauphysik und Materialkunde

Die Wärmeleitfähigkeit λ
Der Wärmedurchgangskoeffizient U
Feuchtetransport durch Diffusion
Dämmstoffe im Überblick

Bauteile eines Passivhauses

Hochwärmegeämmte Wandkonstruktionen
Hochwärmegeämmte Dachkonstruktionen
Konstruktionsvarianten für erdberührte Bauteile

Die Wärmeleitfähigkeit λ



Definition: Die Wärmeleitfähigkeit λ (Lambda) eines Stoffes gibt an, wie groß die Wärmemenge ist, die in einer Sekunde durch 1 m² einer 1 m dicken Schicht dieses Stoffes transportiert wird, wenn der Temperaturunterschied zwischen den beiden Oberflächen 1 Grad Kelvin beträgt.

Was ist wichtig für die Praxis?

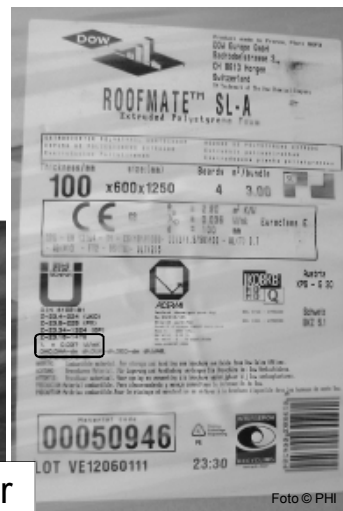
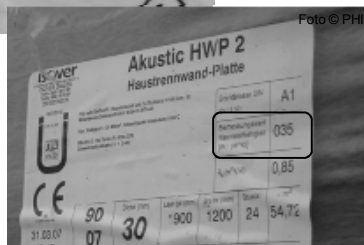
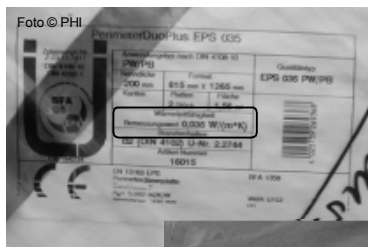
Die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes ist eine **Materialeigenschaft**. Anhand der Wärmeleitfähigkeit kann man die Dämmwirkung beurteilen. Dämmstoffe haben sehr niedrige Wärmeleitfähigkeiten. Die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes erfährt man aus DIN 4108-4, DIN EN 12524 oder seiner bauaufsichtlichen Zulassung.

Einheit der Wärmeleitfähigkeit: W/(mK) (Watt pro Meter und Kelvin)

Beispiel - Wärmeleitfähigkeit von ausgewählten Baustoffen:

- | | |
|------------------------|-------------------|
| Aluminium: 160 W/(mK) | KS: 1,0 W/(mK) |
| Stahl: 50 W/(mK) | Holz: 0,13 W/(mK) |
| Stahlbeton: 2,3 W/(mK) | EPS: 0,035 W/(mK) |
- ⇒ Aluminium leitet Wärme über 4000-mal besser als EPS („Styropor“)!

Auf der Baustelle...



Auf den **Bemessungswert** der Wärmeleitfähigkeit achten!

Der Wärmedurchgangskoeffizient U



Definition: Der U-Wert (früher: k-Wert) eines Bauteils gibt an, wie groß die Wärmemenge ist, die in 1 Sekunde durch 1 m² eines Bauteils strömt, wenn der Temperaturunterschied der auf beiden Seiten angrenzenden Luft 1 Grad Kelvin beträgt.

Was ist wichtig für die Praxis?

Der U-Wert beschreibt ein **Bauteil** in seinem **Einbauzustand** näher. Der Wärmedurchgang durch ein gut gedämmtes Bauteil ist niedrig.

Einheit für den U-Wert: W/(m²K) (Watt pro Quadratmeter und Kelvin)

Beispiel - U-Werte aus der Praxis:

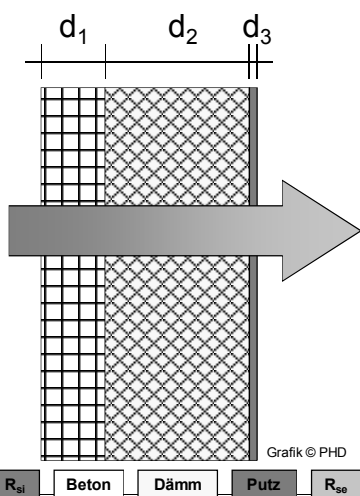
Außenwand Altbau, ohne Dämmung: U-Wert ca. 1,30 W/(m²K)

Außenwand Altbau, mit 2 cm Dämmung: U-Wert ca. 0,80 W/(m²K)

Außenwand im Passivhaus: U-Wert ≤ 0,15 W/(m²K)

⇒ **Die Höhe des U-Werts hängt stark von der Dämmstoffdicke ab!**

Der Wärmedurchgangskoeffizient U

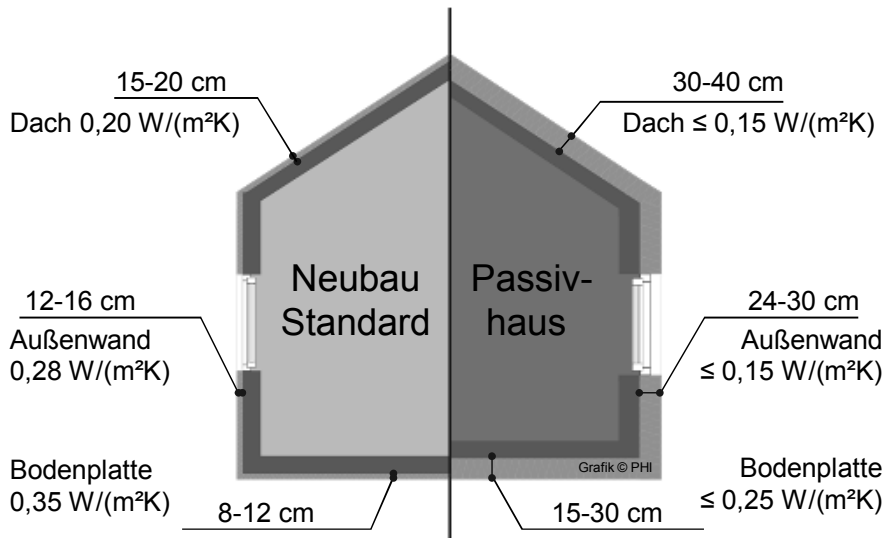


Formel zur Berechnung des U-Werts homogener (= ungestörter) Bauteile nach DIN EN ISO 6946:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_3/\lambda_3 + R_{se}}$$



Grafik © PHD



Feuchtetransport durch Diffusion

Wasserdampfdiffusions-Widerstandszahl μ

Baustoff	μ [-]
Kalkzementputz	15 - 35
Normalbeton	60 - 100
Polystyrol(PS)-Partikelschaum	20 - 100
Faserdämmstoffe	1
Schaumglas nach [DIN 18174]	∞

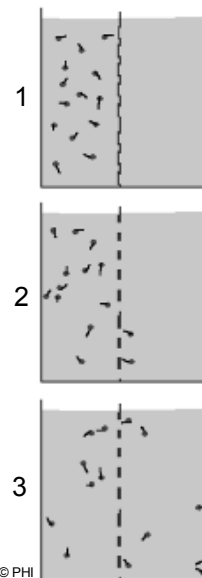
$\mu \times$ Schichtdicke = diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d

diffusionsoffen: $s_d \leq 0,5$ m

diffusionshemmend: $0,5$ m $<$ s_d $<$ 1500 m

diffusionsdicht: $s_d \geq 1500$ m

Vorsicht: Diese Einteilung nicht mit den Begriffen „Dampfsperre“ und „Dampfbremse“ verwechseln!

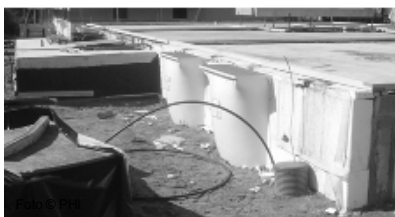




Mineralfaserdämmstoffe



Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS)





Modul 2.2.1 – Lüftung

Herausgeber:
Passivhaus Institut
Rheinstraße 44/46
64283 Darmstadt

Kurze Vorstellung des Referenten

Copyright:

Die vorliegende Foliensammlung wurde als Lehrmaterial für das Zertifizierungsprogramm „Zertifizierter Passivhaus Handwerker“ des Passivhaus Instituts zusammengestellt.

Ein Papierausdruck der Folien einschließlich der Kommentartexte ist für die Teilnehmer der Veranstaltung bestimmt.

Dieser ist nur zu Informationszwecken und zum persönlichen Gebrauch für die Teilnehmer der Veranstaltung bestimmt.

Die Überlassung der Datei begründet kein Recht zur Weitergabe an Dritte oder ein Recht zur Veröffentlichung in jedweder Form.

Die Inhalte bleiben geistiges Eigentum des Passivhaus Instituts.

Insbesondere ist eine weitergehende Verwendung einzelner Inhalte (Folien) ohne ausdrückliche Zustimmung seitens des Passivhaus Instituts nicht gestattet.

Haftungsausschluss:

Die Inhalte wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt.

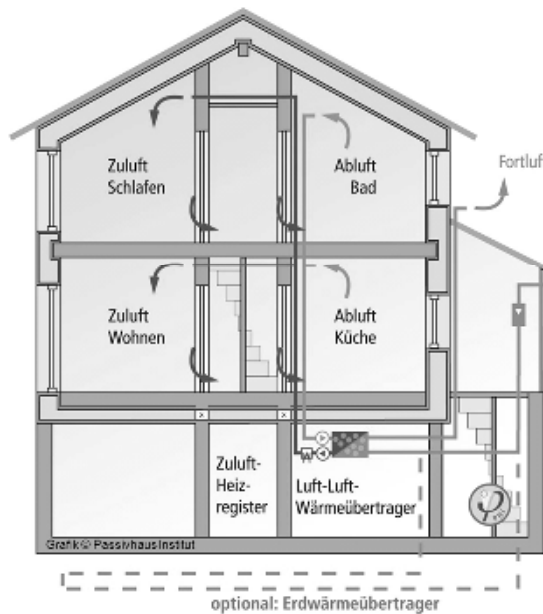
Für eventuelle inhaltliche Mängel oder Druckfehler kann jedoch keine Gewähr übernommen werden.

Hinsichtlich der Verwendung von gezeigten Informationen muss jeder die Anforderungen von Gesetzen, Normen oder Verordnungen eigenverantwortlich überprüfen.

Jegliche Haftung für die Richtigkeit der Inhalte und Daten ist deshalb ausgeschlossen.

Jegliche Haftung, insbesondere für eventuelle Schäden oder Konsequenzen, die durch die Nutzung des angebotenen Wissensstoffes entstehen, wird ausgeschlossen.

Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Darmstadt, 2012



Prinzip der Lüftung im Passivhaus:

- Hygienische, saubere Raumluft
- Lüftererneuerung auch bei Abwesenheit
- Keine Gerüche aus Küche und WC
- Gefilterte Luft für Allergiker
- Keine Feuchte / Schimmel

Das Funktionsprinzip der Lüftungsanlage in einem Passivhaus:

Frische Luft strömt in den Wohnräumen, dem Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmern ein. Das sind die Zulufräume.

Die Ablufträume sind Küche, Bad und WC. Hier wird die verbrauchte Luft wieder abgesaugt.

Die Flure werden als so genannte Überströmbereiche bezeichnet und automatisch mit belüftet.

Die Wärmerückgewinnung aus der Abluft ist für ein Passivhaus unverzichtbar. Die in der Abluft enthaltene Wärme wird in einem (passiven) Wärmeübertrager an die kalte Frischluft abgegeben. Je nach Effizienz dieses Übertragers ist es möglich, bis über 90 % der Wärme aus der Abluft zurück zu gewinnen.

Der Heizwärmebedarf im Passivhaus ist so gering, dass die Lüftung gleichzeitig für die Wärmeverteilung genutzt werden kann: Ein Heizregister erwärmt die den Räumen zugeführte Frischluft.



1. Warum muss gelüftet werden?
2. Lüftungsarten
3. Balancierte Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
4. Komponenten der Lüftungsanlage
5. Luftdichtheit
6. Inbetriebnahme
7. Sommerlüftung

Inhaltsverzeichnis

Seite 4 – 11: Warum muss gelüftet werden?

Seite 12 – 17: Lüftungsarten

Seite 18 – 30: Balancierte Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

Seite 31 – 73: Komponenten der Lüftungsanlage

Seite 74 – 76: Luftdichtheit

Seite 77 – 85: Inbetriebnahme

Seite 86 – 88: Sommerlüftung



Eine gute Luftqualität kann bereits mit einem kontinuierlichen Außenluftvolumenstrom von **30m³ pro Stunde und Person** erzielt werden.



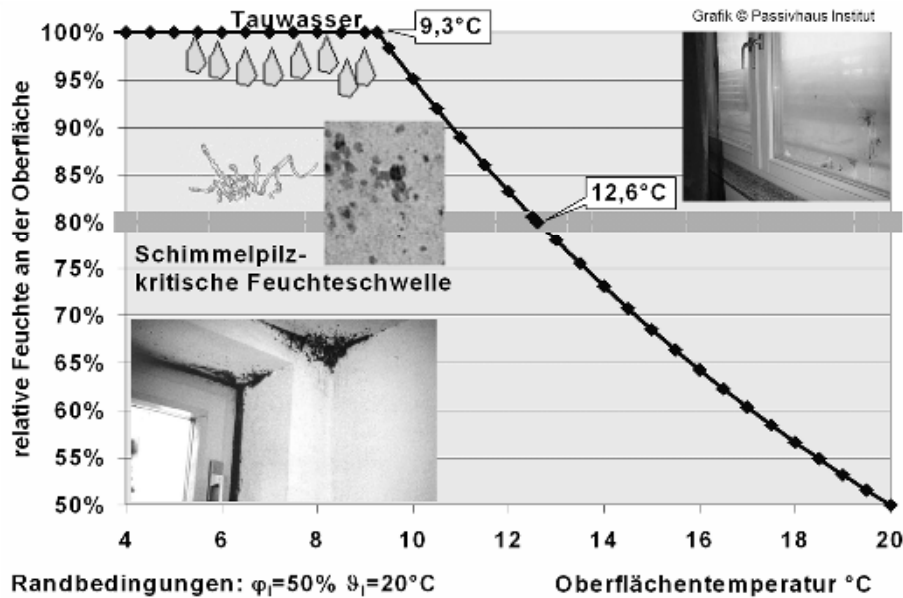
**Fensterlüftung
reicht
nicht aus**



Gerade in Gebäuden, die eine sehr gute luftdichte Gebäudehülle aufweisen, ist eine kontrollierte Wohnungslüftung unerlässlich, denn im Vergleich zu unsanierten Altbauten entfallen hier die Luftströme durch Leckagen in der Gebäudehülle.

CO₂-Messungen belegen, dass eine gute Luftqualität mit Fensterlüftung nicht eingehalten werden kann (regelmäßiges Stoßlüften alle 4 h kann von den Bewohnern oft rein praktisch gar nicht umgesetzt werden). Gerade in Schlafräumen war ein Anstieg auf bis zu 2000 ppm messbar.

Bei zu niedrigen Temperaturen und zu hohen Luftfeuchten

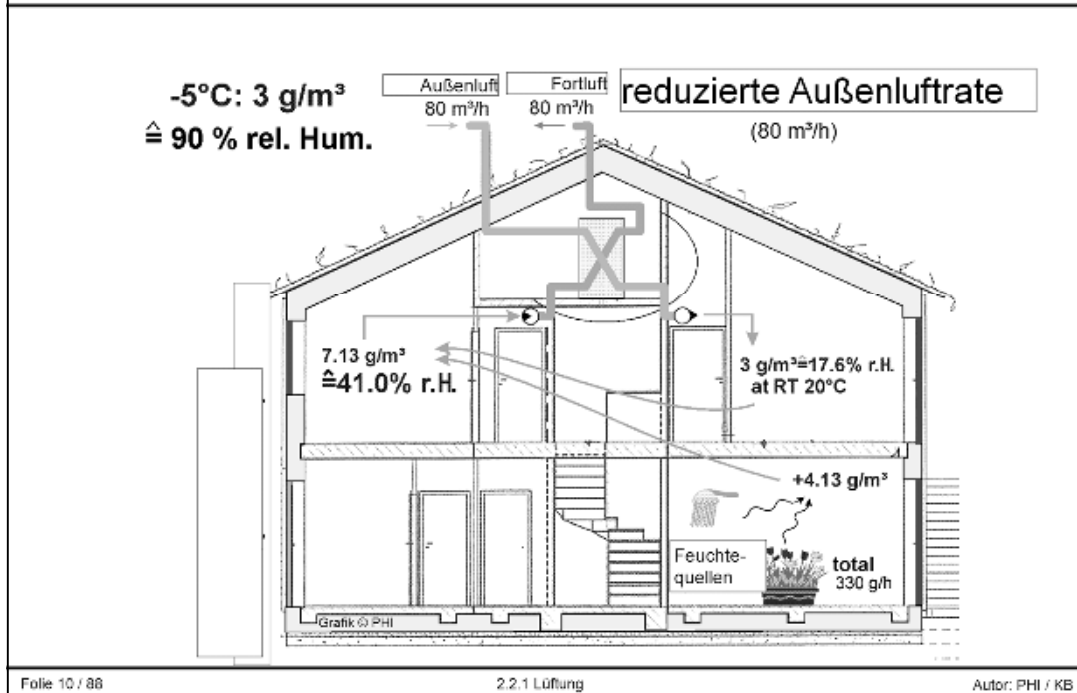


Relative Feuchte an Bauteiloberflächen in Abhängigkeit von der jeweiligen Temperatur dieser Oberfläche. Das Diagramm gilt bei Randbedingungen, wie sie im Mittelwert in Wohnräumen herrschen:

relative Luftfeuchte 50 % und Lufttemperatur 20 °C.

Das Schimmelpilzrisiko hängt vom sog. aw-Wert (das ist die Ausgleichsluftfeuchte an der Bauteiloberfläche) ab. Bei geringeren Temperaturen setzt das Wachstum (je nach Art des Schimmelpilzes) etwas langsamer ein. Im Allgemeinen kann man jedoch davon ausgehen, dass bei Werten von aw über 80 % über längere Zeiträume eine Auskeimung erfolgt. Bauphysikalisch muss daher einerseits auf möglichst hohe Oberflächentemperaturen der Außenbauteile geachtet werden, andererseits die Raumluftfeuchte durch die kontrollierte Wohnraumlüftung begrenzt bleiben.

Literatur: Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser 24: Altbausanierung mit Passivhaus-Komponenten. Passivhaus Institut, Darmstadt 2004



Reduziert man bei gleichen internen Feuchtequellen den Außenluftvolumenstrom auf 80 m³/h, so liefert die gleiche Quellstärke jetzt 4,13 Gramm Wasser je Kubikmeter beförderter Außenluft und die absolute Feuchte der Raumluft steigt auf 7,13 g/m³. Damit liegt die relative Raumluftfeuchte dann bei 41 %.

Wenn nicht zu viel gelüftet wird, sondern eine angemessene Frischluftmenge je Person, dann lassen sich zu trockene Luftzustände vermeiden.

Hinsichtlich der Volumenstromauslegung sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass in der Erfahrung bei Passivhäusern bisher keine Klagen über zu schlechte Luft, wohl aber solche über zu trockene Luft aufgetreten sind.

Merke: Komfortlüftung dient Gesundheit und Wohlbefinden. Man muss die Luftmengen nicht so hoch einstellen, dass die Bewohner über Trockenheit klagen!