# Wärmeschutz

Wärmeschutz im Hochbau kann einerseits als technischer Wärmeschutz der Sicherstellung der klimatischen Bedingungen zum Erhalt der Konstruktion und der erforderlichen Nutzungsrandbedingungen angesehen werden, zum anderen zunehmend auch der Einsparung von Heiz- und Kühlenergie für den Gebäudebetrieb dienen.

Der Wärmeschutz im Hochbau umfasst alle baulichen Maßnahmen, damit:

- in den Gebäuden ein nutzungsgerechtes Raumklima entsteht,
- in den Konstruktionen keine schädlichen Folgen durch Wasserdampfkondensation, thermische Formänderungen oder sonstige thermische Erscheinungen auftreten,
- der Energieaufwand für die Gebäudebeheizung und -kühlung reduziert wird, womit sowohl die Kosten für die Gebäudekonditionierung auf ein privat- und volkswirtschaftlich ökonomisches Maß als auch die dabei entstehenden Schadstoffe auf ein umweltverträgliches Maß gesenkt werden,
- im Sommer Gebäude ohne mechanische Kühlung in Kombination mit der speicherwirksamen Masse und der Nachtlüftung nicht übermäßig erwärmt werden (sommerlicher Wärmeschutz).

Die bautechnischen Maßnahmen zur Erhöhung des Wärmeschutzes sind für ein Gebäude in allen seinen Teilen:

- die Erhöhung der Wärmedämmung und die Senkung der Luftdurchlässigkeit der raumbegrenzenden Konstruktionen (Wand, Decken, Dächer, Fußböden, Fenster, Türen),
- die Verhinderung jeder Art von Bauteildurchfeuchtung durch Kondenswasser, Grund- und Meteorwasser, in den Bauteilen zur Vermeidung von zusätzlichen Wärmeverlusten und Konstruktionszerstörung, Schimmelbildung und dgl.,
- die Optimierung der Wärmespeicherfähigkeit in den Räumen auf eine dem Verwendungszweck, der Art der Beheizung und der Besonnung sowie der Belüftung zweckmäßigen Größe.

Das Ausmaß des erforderlichen Wärmeschutzes eines Gebäudes ergibt sich aus:

- den klimatischen Verhältnissen der örtlichen Lage (Außentemperaturen, Luftfeuchtigkeit, Wind, Sonne und dgl.),
- einen dem Verwendungszweck entsprechenden Innenraumklima (Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung),
- einem durch Bauordnung oder Vertrag vorgegebenen Maß für den Energieaufwand zur Aufrechterhaltung eines zweckmäßigen Raumklimas.

Die konstruktiven Grundlagen des Wärmeschutzes bilden die auf Tradition, Handwerk, Erfahrung, Ingenieurtechnologie und Bauökonomie beruhende Entwurfs- und Baukonstruktionstechnik, sowie profunde Kenntnisse über die Baustoffe, deren Verhalten bei thermodynamischen physikalischen Einwirkungen, sowie deren Verarbeitungsvorschriften bei der Herstellung der Baukonstruktionen selbst.

Die theoretische Grundlage des Wärmeschutzes ist die thermische Bauphysik, sie umfasst jene Teile der Thermodynamik, die uns Einblicke in die thermodynamischen Reaktionen der Gebäude und Gebäudekonstruktionen auf die durch den Verwendungszweck und den örtlichen Verhältnissen gegebenen physikalischen Einwirkungen ermöglicht. Sie liefert die wissenschaftliche Methodik, um das Gebäude in allen seinen Teilen nach den Forderungen des Wärmeschutzes zu berechnen und

nach den Erfahrungen der bautechnischen Wissenschaften zu konstruieren, herzustellen und zu betreiben.

# Winterlicher Wärmeschutz

Der winterliche Wärmeschutz regelt den Heizwärmebedarf. Er bestimmt dadurch vor allem die Qualität, also die Dicke der Wärmedämmung, der peripheren Bauwerksteile sowie die Detailausbildung an geometrischen und stofflichen Inhomogenitäten, den sogenannten Wärmebrücken. Dämmdicken von 8 bis 12 cm an den Außenwänden und 15 bis 20 cm im Dachbereich sind sinnvoll, größere Dicken bringen energetisch in Relation zur Dicke immer weniger und sind zunehmend Ursachen einer neuen Generation von Bauschäden, die entstehen, wenn die geänderten bauphysikalischen Verhältnisse dicker Dämmungen konstruktiv nicht entsprechend umgesetzt werden. Algenbildungen, Risse, Anschlussschäden und Durchfeuchtungen können dabei z. B. die Dauerhaftigkeit z. B. von Fassaden und Außenwänden negativ beeinträchtigen.

Die Kenngröße der thermischen Qualität eines Bauteils ist der Wärmedurchgangskoeffizient U [W/m²K] und ist einer der vielen Eingangsparameter zur Beurteilung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

## Wärmedurchgangskoeffizient U [W/m²K]

Die Berechnung erfolgt nach ÖNORM EN ISO 6946, Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren.

Der Wärmedurchgang bei einer Wand-, Boden- oder Deckenkonstruktion ist durch zwei grundlegend verschiedene Transportmechanismen gekennzeichnet:

- Wärmedurchlass durch die verschiedenen Materialschichten: Wärmeleitung,
- Wärmeübergang an den Grenzflächen Wandoberfläche/Luft: Wärmestrahlung, Konvektion und Leitung.

## Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]

Die Wärmeleitfähigkeit λ ist eine charakteristische Materialgröße, die angibt, welche Wärmemenge in 1 s zwischen zwei planparallelen ebenen Flächen von 1 m² im Abstand von 1 m bei einer Temperaturdifferenz von 1 K fließt.

Diese Kenngröße weist einen Zusammenhang mit der Dichte auf. Vergleicht man Luft mit einem λ von rund 0,025 W/mK mit dem λ von Beton mit 2,3 W/mK kann man dies deutlich erkennen. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Homogenität des Baustoffes sowie Rohdichte und Porenstruktur. Poröse Baustoffe, die in der Lage sind Feuchtigkeit einzulagern, ändern ihre Wärmeleitfähigkeit mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt. Feuchtes Holz leitet besser als trockenes Holz, woraus folgt, dass ersteres aus diesem Grund schlechter dämmt.

Abb. 1: Zusammenhang zwischen Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit

## Wärmeübergang

Der Wärmeübergang zwischen der Bauteiloberfläche und der angrenzenden Luftschicht setzt sich aus dem Anteil aus Konvektion und dem Anteil aus Strahlung zusammen.

Die Größenordnung der beiden Anteile variiert in Abhängigkeit der Art der Beheizung des betrachteten Raumes, Möblierung, Vorhänge etc.

Für die rechnerische Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U [W/m²K] sind die Wärmeübergangswiderstände $R_{se}$ und $R_{si}$ [Km²/W] in ÖNORM EN ISO 6946 definiert.

**Wärmeübergangswiderstand Rse für außen (extern) und Rsi für innen (intern):**

Tab. 1: Wärmeübergangswiderstände

| | Richtung des Wärmestromes [Km²/W] | | |
|---|---|---|---|
| | aufwärts | horizontal | abwärts |
| $R_{si}$ | 0,10 | 0,13 | 0,17 |
| $R_{se}$ | 0,04 | 0,04 | 0,04 |

**Der Wärmedurchgangskoeffizient U errechnet sich aus:**

$$\label{eq:eqn_1} U = {1 \over {{R_{se}} + \sum {{R_i} + {R_{si}}} }}{\rm{ [W/}}{{\rm{m}}^{\rm{2}}}{\rm{K]}}$$

wobei gilt:

| | |
|---|---|
| $R_{se}$ | Wärmeübergangswiderstand außen [Km²/W] |
| $R_{si}$ | Wärmeübergangswiderstand innen [Km²/W] |
| $R_i$ | Wärmedurchlasswiderstand einer homogenen Baustoffschichte i [Km²/W] |

$$\label{eq:eqn_2} {R_i} = {{{d_i}} \over {{\lambda _i}}}{\rm{ [K}}{{\rm{m}}^{\rm{2}}}{\rm{/W]}}$$

wobei gilt:

| | |
|---|---|
| $d_i$ | Dicke der Baustoffschichte i [m] |
| $\lambda_i$ | Wärmeleitfähigkeit der Baustoffschichte i [W/mK] |

Der Wärmedurchgangskoeffizient U [W/m²K] für Bauteile mit inhomogenen Schichten ist nach dem Verfahren in ÖNORM EN ISO 6946 zu ermitteln.

# Sommerlicher Wärmeschutz

Maßnahmen gegen eine sommerliche Überwärmung von Innenräumen fallen unter das Wärmeschutzkonzept. Hiefür spielt vor allem die Bauweise, Verglasungsanteil nach Süden, die richtige Anordnung der speicherwirksamen Massen in Kombination mit einem entsprechenden Lüftungskonzept und die Größenordnung der inneren Wärmequellen eine entscheidende Rolle.

In der Regel soll darauf geachtet werden, dass man ohne Klimaanlage auch eine maximale mittlere

Empfindungstemperatur von 27 °C nicht überschreitet. Die Empfindungstemperatur ist das Mittel aus der Oberflächen- und der Raumlufttemperatur im Aufenthaltsbereich.

Der sommerliche Wärmeschutz soll bei nicht klimatisierten Bauten zu hohe Empfindungstemperatur verhindern und bei Bauten, bei denen eine Klimatisierung nutzungsbedingt notwendig ist, die Kühllast reduzieren.

Sommerliche Überwärmung wird als vermieden betrachtet, wenn die empfundene Temperatur im betrachteten Raum während einer Hitzeperiode definierte Grenztemperaturen nicht überschreitet.

Folgende Grundsätze sind für einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz zu beachten:

**Reduktion der internen Lasten**

Um eine Überwärmung zu vermeiden, sind die internen Lasten, welchen im Besonderen bei Bürobauten größere Beachtung geschenkt werden muss, zu reduzieren. Die im Sommer unerwünschte Abwärme von Beleuchtung und elektrischen Geräten muss durch gezielte Maßnahmen möglichst tief gehalten werden. Folgende Gesichtspunkte stehen im Vordergrund:

- Minimierung des Kunstlichtbedarfs durch gute Tageslichtnutzung und einer der Nutzung des Raumes angepassten Dimensionierung der zu installierenden Beleuchtungseinrichtungen,
- gute Regulierbarkeit der Beleuchtung gewährleisten (Unterteilung in Teilgruppen, Einsatz von Helligkeitsfühlern, Verwendung von Arbeitsplatzbeleuchtung), Einsatz von elektrischen Büro- und EDV-Geräten mit geringer Leistung,
- Direktkühlung von elektrischen Geräten mit großer Leistung.

**Reduktion der externen Lasten**

Dies ist besonders dann wichtig, wenn durch bauliche Maßnahmen eine hohe Ausnutzung der Sonnenenergie für Heizzwecke im Winter angestrebt wird (Sonnenenergiegewinn durch transparente und opake Flächen). Es gilt dabei folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

- Größe und Orientierung der Fensterflächen,
- Energiedurchlässigkeit der Glasflächen und deren Beschattungsmöglichkeiten (Vordächer; Bepflanzung, variable Sonnenschutzvorrichtungen),
- Farbgebung der Fassaden und Dächer,
- Wärmespeichervermögen der Außenbauteile (Amplitudendämpfung und Phasenverschiebung),
- Abstand und Bauweise benachbarter Bauten und Emissionsgrad (Stadtklima). Der Emissionsgrad eines Körpers gibt an, wie viel Strahlung er im Vergleich zu einem idealen Wärmestrahler, einem schwarzen Körper, abgibt.

**Erhöhung der Wärmespeicherfähigkeit der Innenbauteile**

Die Wärmespeicherfähigkeit der raumseitig wirksamen Massen dämpft das sommerliche Erwärmen des Raumes und die Schwankungen des Raumklimas. Um eine gute Wärmespeicherfähigkeit zu erreichen, sind folgende Regeln zu beachten:

- Verwendung von speicherfähigen Baustoffen im Inneren des Gebäudes mit direktem Kontakt zur Raumluft,
- gute Wärmedämmung der wärmespeichernden peripheren Bauteile an der Außenseite.
- ausreichende Dicke der Bauteile, welche zur Wärmespeicherung beitragen. Die

Speicherkapazität ist jedoch ab einer bestimmten Dicke erschöpft, d. h. die übrige Speichermasse kann nicht aktiviert werden. Die optimale Dicke eines Materials hängt von der Periode der zu dämpfenden Temperaturschwankung ab und liegt bei beidseitiger Beaufschlagung im Bereich der doppelten Eindringtiefe δ [m].
- Abdeckung speicherwirksamer Bauteile durch wärmedämmende und wenig speichernde Schichten, wie z. B. Verkleidungen, Teppiche, Luftschichten (Hohlräume) und direkt anliegende Möbel vermindern die Speicherfähigkeit drastisch und sind deshalb so weit als möglich zu vermeiden.

Wärmeeindringtiefe δ [m]:

$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda \cdot T}{\rho \cdot c \cdot \pi}} \text{ [m]}$$

wobei gilt:

| | |
|---|---|
| λ | Wärmeleitfähigkeit [W/mK] |
| ρ | Rohdichte [kg/m³] |
| c | spezifische Wärmekapazität [J/kgK] |
| T | Periodenlänge [s] |

Tab. 2: Wärmeeindringtiefe in Baustoffen bei einer Periodendauer von 24 h

| **Material** | **ρ** | **λ** | **c** | **δ** |
|---|---|---|---|---|
| | **kg/m³** | **W/mK** | **J/kgK** | **cm** |
| **Stahl** | 7850 | 60 | 480 | 66,2 |
| **Beton** | 2400 | 2,3 | 1130 | 15,3 |
| **Ziegel** | 1000 | 0,45 | 920 | 11,6 |
| **Holz** | 500 | 0,13 | 1600 | 6,7 |
| **XPS** | 35 | 0,035 | 1400 | 14,0 |
| **Glas** | 2500 | 0,81 | 840 | 10,3 |

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wärmeeindringtiefe d für die meisten Baustoffe zwischen 10 cm und 15 cm beträgt. Ausnahmen bilden nur Holz und Stahl. Die Vorteile für Holz liegen darin, dass zum Aufheizen der betroffenen Oberflächen weniger Heizenergie benötigt wird, da die Wärme weniger tief in den Baustoff eindringt als z. B. bei Beton. Ein behagliches Raumklima wird beim Aufheizen schneller und mit weniger Energie erreicht. Bei der Betrachtung der sommerlichen Überwärmung wird dieser Vorteil zum Nachteil. Bei großen Glasflächen mit fehlendem oder unzureichendem Sonnenschutz besteht ein höheres Risiko zur Überwärmung eines Raumes.

Eine charakteristische Größe zur Beschreibung des sommerlichen Temperaturverhaltens von Außenbauteilen ist die Temperatur-Amplitudendämpfung Θ. Man versteht darunter das Verhältnis der Temperaturamplitude auf der äußeren Wandoberfläche zu der Temperaturamplitude auf der inneren Wandoberfläche. Die Temperatur-Amplitudendämpfung sollte möglichst groß sein, um die Wärmebelastung im Raum zufolge Außentemperatur und Sonneneinstrahlung gering zu halten. Eine Temperaturschwankung der äußeren Wandoberfläche wird nicht nur gedämpft, sondern kommt auch zeitverschoben an der inneren Wandoberfläche an. Man spricht von der Phasenverschiebung η.

Abb. 2: Prinzipdarstellung Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung

Es gilt:

| | |
|---|---|
| $\Delta t_a$ | Temperaturamplitude extern [°C] |
| $\Delta t_{oi}$ | Temperaturamplitude interne Oberfläche [°C] |
| $\Theta = \Delta t_a/\Delta t_{oi}$ | Amplitudendämpfung [-] |
| $\eta$ | Phasenverschiebung [h] |

Anzustreben für Außenbauteile:

- Wand $\Theta > 3,3$
- Dach $\Theta > 5$
- $\eta \geq 10$ h

Die Phasenverschiebung und Temperatur-Amplitudendämpfung kann durch geschickte Wahl von Baustoffen und deren Anordnung beeinflusst werden. Günstige Werte erreicht man bei Kombination von wärmedämmenden und wärmespeichernden Materialen. Eine Übersicht zeigt Tab. 3.

Tab. 3: Materialkennwerte für die Ermittlung der Kennwerte in Tab. 4 (Quelle: ON V 31:01.12.2001)

| **Baustoff** | **Rohdichte** | **Wärmeleitfähigkeit** | **Spezifische Wärme** |
|---|---|---|---|
| | **ρ** | **λ** | **c** |
| | **kg/m³** | **W/mK** | **kJ/kgK** |
| Brettsperrholz, Holz | 500 | 0,130 | 1,700 |
| Mineralwolle (Fassade) | 80 | 0,040 | 1,030 |
| Mineralwolle (Vorsatzschale) | 30 | 0,040 | 1,030 |
| Holzweichfaserplatte (Fassade) | 160 | 0,041 | 1,700 |
| Holzweichfaserplatte (Vorsatzschale) | 50 | 0,038 | 1,700 |
| Gipsbauplatte | 900 | 0,210 | 1,050 |

Feuchtigkeit erhöht die spezifische Wärmekapazität stark.

Die ermittelten Parameter zeigen, dass mit zunehmender Dämmdicke an der Außenseite die Phasenverschiebung und die Temperatur-Amplitudendämpfung steigen. Durch eine Beplankung mit einer Gipsbauplatte können die Parameter noch geringfügig gesteigert werden. Mit der Anordnung einer innen liegenden Vorsatzschale – Installationsebene erhöht sich zwar die Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung, die Speicherfähigkeit der Bauteile für die Wärmelast des Raumes wird aber geringer.

Tab. 4: Wärmetechnische Kennwerte verschiedener Wandaufbauten ohne Berücksichtigung einer Fassadenverkleidung

| **Lfd. Nr.** | **Dicke** | **Wandaufbau von außen nach innen** | | **Wärmedurch-gangs-koeffizient** | **Phasenver-schiebung** | **Temperatur-Amplituden-Dämpfung** | **Norm-speicher-vermögen** | **speicher-wirksame Masse** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **U** | **η** | **Θ** | | |
| | **mm** | | | **W/m²K** | **h** | | **W/m²K** | **kg/m²** |
| 1 | 125 | Brettsperrholzelement | | 0,88 | 7,8 | 3,76 | 2,38 | 31 |
| 2 | 50<br>125 | Mineralwolle<br>Brettsperrholzelement | | 0,42 | 10,1 | 15,8 | 2,91 | 38 |
| 3 | 50<br>125 | Holzweichfaserplatte<br>Brettsperrholzelement | | 0,42 | 10,8 | 16,3 | 2,90 | 38 |
| 4 | 80<br>125 | Mineralwolle<br>Brettsperrholzelement | | 0,32 | 10,7 | 23,8 | 2,91 | 38 |
| 5 | 80<br>125 | Holzweichfaserplatte<br>Brettsperrholzelement | | 0,32 | 12,3 | 26,6 | 2,89 | 38 |
| 6 | 80<br>125<br>15 | Mineralwolle<br>Brettsperrholzelement<br>Gipsbauplatte | | 0,31 | 11,6 | 30,4 | 3,20 | 42 |
| 7 | 80<br>125<br>15 | Holzweichfaserplatte<br>Brettsperrholzelement<br>Gipsbauplatte | | 0,32 | 13,2 | 34,0 | 3,19 | 42 |

| Lfd. Nr. | Dicke | Wandaufbau von außen nach innen | | Wärmedurch-gangs-koeffizient | Phasenver-schiebung | Temperatur-Amplituden-Dämpfung | Norm-speicher-vermögen | speicher-wirksame Masse |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | U | η | Θ | | |
| | mm | | | W/m²K | h | | W/m²K | kg/m² |
| 8 | 80<br>125<br>50<br>15 | Mineralwolle<br>Brettsperrholzelement<br>Mineralwolle<br>Gipsbauplatte | | 0,22 | 14,4 | 49,4 | 1,30 | 17 |
| 9 | 80<br>125<br>50<br>15 | Holzweichfaserplatte<br>Brettsperrholzelement<br>Mineralwolle<br>Gipsbauplatte | | 0,23 | 15,9 | 55,4 | 1,30 | 17 |
| 10 | 80<br>125<br>50<br>15 | Holzweichfaserplatte<br>Brettsperrholzelement<br>Holzweichfaserplatte<br>Gipsbauplatte | | 0,22 | 16,3 | 60,8 | 1,35 | 18 |

## Beispiel: Außenwandkonstruktion des Einfamilienhauses „Jeitler“

### Variante 1 ohne innen liegende Installationsebene:

### Variante 2 mit innen liegender Installationsebene

Durch eine innen liegende Vorsatzschale wird die speicherfähige Masse der Außenwand von rund 41 kg/m² auf rund 17 kg/m² reduziert.

From:
https://wiki.ihbv.at/ - **IHBV Wiki**

Permanent link:
**https://wiki.ihbv.at/doku.php?id=bsphandbuch:building_physics:thermal&rev=1433940932**

Last update: **2019/02/21 10:18**
Printed on 2026/11/09 21:10