

Sommerlicher Wärmeschutz

Untersuchungen mit unterschiedlichen Dämmstoffen

Thomas Gaisbauer, Ladenburg
Dominik Noé, Ladenburg

Der sommerliche Wärmeschutz von Aufenthaltsräumen wurde bereits in den 1970er Jahren intensiv untersucht und definiert. Im folgenden Artikel werden die heutigen Aussagen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und der zuständigen DIN 4108 „Wärme- und Energieeinsparung in Gebäuden“ zu diesem Thema dargestellt. Außerdem werden Ergebnisse vorgestellt, die in den letzten Jahren von Fachleuten unabhängiger Institute zu diesem Thema veröffentlicht wurden. Die Ergebnisse sind mehrheitlich berechnet, aber es ist auch eine reale Untersuchung an zwei gleichen Dachräumen mit unterschiedlichen Dämmstoffarten dabei. Damit liegen auch aus den letzten Jahren aktuell eindeutige Antworten auf die Fragen nach einem guten sommerlichen Wärmeschutz von Aufenthaltsräumen vor.



Bildquelle: IBP Holzkirchen

Die Dachfläche des Versuchsgebäudes wurde von den Wissenschaftlern des IBP schwarz gestrichen, um eine hohe Wärmeaufnahme sicherzustellen

Datenlage

Die Zwischensparrendämmung eines Steildachs mit Glaswolle WLG 040 und alternativ mit einer Holzfaserdämmung WLG 040 führt bei gleicher Dämmdicke und gleicher Innenbekleidung zum gleichen U-Wert. Dieser war seit der dritten WSVO `95 für bestehende Gebäude mit $\leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für eine Modernisierung bis zum 30. September 2009 vorgeschrieben, also 14 Jahre lang. Mit einer Dämmung von 160 mm (WLG 040) ist diese Anforderung meist erfüllt. Später erfolgte eine Verschärfung des Wärmeschutzes von Dächern auf $\leq 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Solche U-Werte lassen sich leicht mit zwei Dämmebenen, zum Beispiel mit Zwischensparren- und Untersparrendämmung oder Zwischensparren- und Aufsparrendämmung erfüllen.

Ausgehend von dem alten U-Wert $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, der sicher in vielen Gebäuden vorliegt, besteht beim Wärmespeichervermögen „C“ ein bemerkenswerter Unterschied von organischen Dämmstoffen, wie zum Beispiel Holzfaserdämmstoffen (HFD), zu klassischen leichten Dämmstoffen, wie beispielsweise Mineralwolle.

„C“ errechnet sich aus:

$$C = c \times \varrho \times d$$

(darin bedeuten:

C = Wärmespeichervermögen

c = spezifische Wärmekapazität [Glaswolle 840 J/(kg K); Holzfaser 1200 J/(kg K)]

ϱ = Rohdichte [Glaswolle 15 kg/(m³); Holzfaser 45 kg/(m³)]

d = Dicke)

Setzt man die Werte bei gleicher Dicke ein, so ist das Wärmespeichervermögen der Holzfaser-

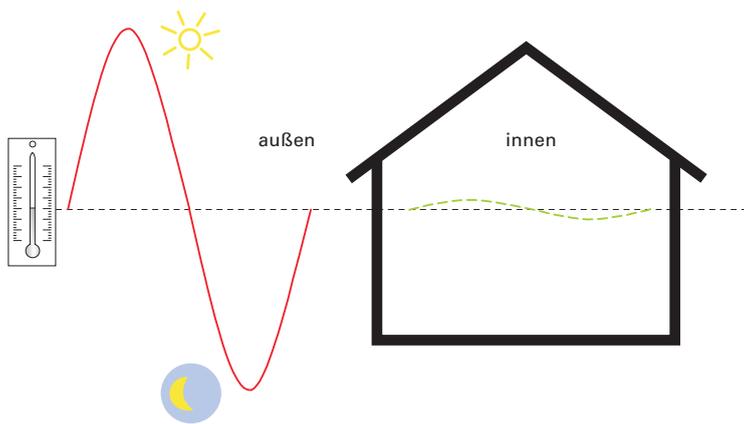
dämmung rund 7,5 Mal größer: bei Glaswolle 2,02 kJ/m² und bei Holzfaser 15,12 kJ/m².

Hieraus resultiert die Annahme, bei Holzfaser- und Zellulosedämmstoffen sei der sommerliche Wärmeschutz wesentlich besser ausgebildet. Bauteilbezogene Berechnungen der Hersteller verweisen auf Differenzen der Raumtemperatur von 5 bis 10 °C bei unterschiedlich gedämmten Räumen. Auch der Zeitpunkt der maximalen Erwärmung des Innenraums soll, diesen bauteilbezogenen Berechnungen zufolge, bei Dämmungen mit organischen Materialien erst mehrere Stunden später auftreten als bei Dämmungen mit Glaswolle.

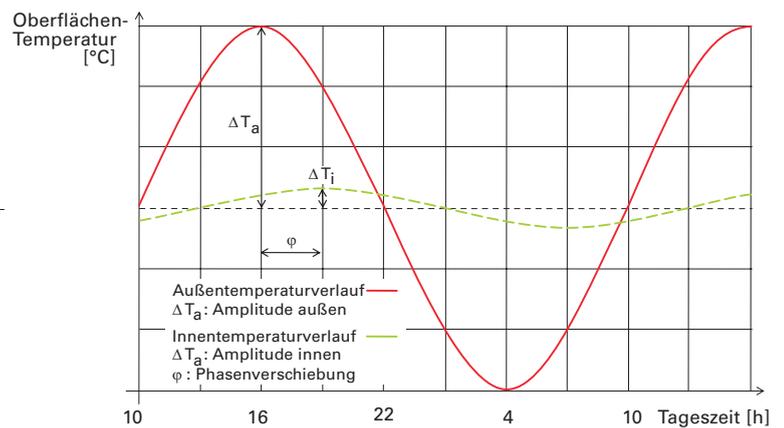
Aussagen des GEG zum sommerlichen Wärmeschutz

Der Gesetzgeber fordert vom Planer den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes. Über die Jahre wurden dabei die Grenzwerte schrittweise verschärft – ein Hinweis darauf, dass diese Gebäudeeigenschaft immer wichtiger geworden ist. Dies ist vermutlich darin begründet, dass der Einsatz von Geräten für die Raumkühlung leicht zu einem hohen Energieverbrauch führen kann. Tatsächlich sind die Wirkungsgrade moderner Heizkessel für die Raumheizung wesentlich besser als die der meisten Elektrogeräte zur Raumkühlung. Unter den heutigen Gesichtspunkten zur Energieeinsparung in Gebäuden wird deshalb auch die Gebäudekühlung immer kritischer betrachtet.

So steht im GEG 2020 in § 14 „Sommerlicher Wärmeschutz“ unter anderem: „Ein Gebäude ist so zu errichten, dass der Sonneneintrag durch einen ausreichenden baulichen



Schema des Temperaturverlaufs von Außen- und der Raumluft innerhalb von 24 Stunden im Sommer



Schema der Phasenverschiebung: Verzögerung zwischen maximaler Außen- und maximaler Innentemperatur

sommerlichen Wärmeschutz nach den anerkannten Regeln der Technik begrenzt wird.“

„... die Anforderungen nach DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8 eingehalten werden und die rechnerisch ermittelten Werte des Sonnenenergieeintrags über transparente Bauteile in Gebäude (Sonneneintragskennwert) die in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.3.3 festgelegten Anforderungswerte nicht überschreiten.“

Hier wird auf ein Berechnungsverfahren in DIN 4108-2 verwiesen, nach dem der Nachweis für den sommerlichen Wärmeschutz zu führen ist. Damit wird dieser Normenteil zum Gesetz.

Aussagen in DIN 4108-2

Die DIN 4108-2 „Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ enthält, außer der Berechnungsvorschrift für den Nachweis, auch eine ganze Reihe aufklärender Bemerkungen zum sommerlichen Wärmeschutz. Diese geben dem Planer bereits im Vorfeld wichtige Hinweise, was wie beachtet werden sollte. Auf diese Weise soll dazu beigetragen werden, dass im Zuge des Nachweises zum sommerlichen Wärmeschutz letztendlich keine großen Gebäudeänderungen mehr vorgenommen werden müssen. Die sommerliche Überhitzung der Aufenthaltsräume soll vielmehr bereits in einer frühen Planungsphase durch entsprechende Maßnahmen berücksichtigt und vermieden werden. Der Nachweis ist im GEG 2020 nur für den Neubau vorgeschrieben. Er hilft aber natürlich auch bei der Modernisierung bestehender Gebäude, um die Bewohner im Sommer vor kritischen Innentemperaturen zu schützen, denn Energieeinspa-

rung ist im Bestand ein ebenso großes Thema.

Die Norm nennt folgende Einflussgrößen für den Sonneneintragskennwert:

bei Fenstern:

- Energiedurchlässigkeit der Verglasung
- Wirksamkeit der Sonnenschutzvorrichtung
- Verhältnis Fensterfläche zu Raumgrundfläche
- Fensterorientierung und -neigung

sonstige Einflüsse:

- wirksame Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Flächen
- Lüftung, insbesondere in der 2. Nachthälfte
- interne Wärmequellen.

Was ist „wirksame Wärmespeicherfähigkeit“?

Hierzu die DIN 4108-2:

„Wirksam sind nur Bauteilschichten raumseits vor Wärmedämmschichten. Bei Außenbauteilen wirken sich außenliegende Wärmedämmschichten und innen liegende wärmespeicherfähige Schichten in der Regel auf das sommerliche Raumklima aus.“

und „Große Fensterflächen ohne Sonnenschutzmaßnahmen und geringe Anteile insbesondere innen liegender wärmespeichernder Bauteile, können im Sommer eine Überhitzung der Räume und Gebäude zur Folge haben.“

Dass auf die Dämmstoffart geachtet werden müsse, wird in der DIN 4108-2 an keiner Stelle empfohlen oder gar vorgeschrieben.

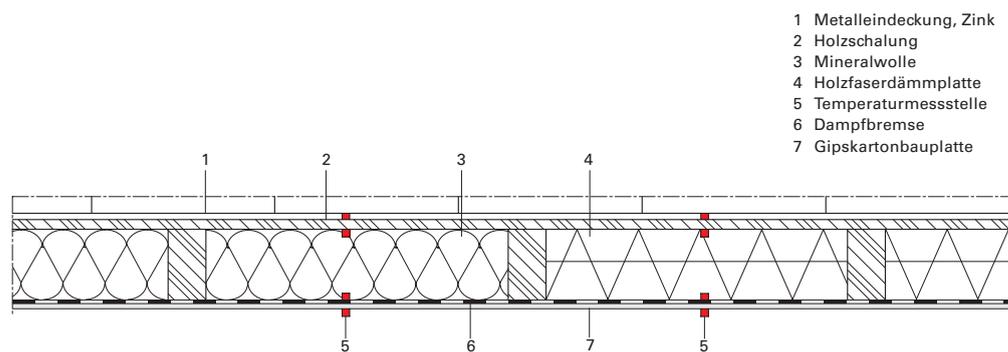
Wie groß ist der Einfluss der Dämmstoffe?

Spezialisten für die Berechnung des sommerlichen Wärmeschutzes nennen eine wirksame

Schichtdicke von 2 bis 3 cm der raumumschließenden Bauteile, im äußersten Fall 5 cm bei extremen Voraussetzungen. Im wärmegeprägten Dach sind das also die Innenbekleidung und die geringe Restdicke des Dämmstoffs nach Abzug der Innenbekleidung. Dabei wirkt sich zusätzlich der untere Bereich der Sparren mit deren hohem Wärmespeichervermögen dämpfend auf den Unterschied der Dämmstoffe im Gefach aus. Dass die wirksame Bauteilschicht so gering ist, liegt daran, dass sich die Belastung mit zunehmender Temperatur im Innenraum auf nur wenige Stunden begrenzt. Nach dem Sonnenuntergang ist die Aufheizphase beendet und es folgt die Abkühlungsphase des Daches.

Darin liegt der grundsätzliche Unterschied von sommerlichem zu winterlichem Wärmeschutz: Die Dachdämmung eines Wohnhauses ist mit ca. 160 mm Dicke für den sommerlichen Wärmeschutz völlig ausreichend, ein Mehr bringt praktisch keine Verbesserung; beim winterlichen Wärmeschutz dagegen bringt eine größere Dämmdicke auch einen größeren Dämmeffekt. Das ist auf die im Winter lang anhaltende Temperaturdifferenz zurückzuführen, die den gesamten Querschnitt des dick gedämmten Bauteils wirken lässt. Im Sommer findet der Wärmestrom von außen nach innen nur für ein paar Stunden statt, danach kehrt er sich um und verläuft von innen nach außen.

Aus all dem ist schon zu erkennen, dass die oben dargestellte Differenz des Wärmespeichervermögens der zwei betrachteten Dämmstoffe einen deutlich geringeren Einfluss auf die Raumtemperatur hat als erwartet. Der Einfluss der Dachdämmstoffe auf die Raumtemperatur im Sommer wird maßgeb-



Bauteilschichten des Versuchsdaches mit Messstellen (Quelle: IPB Holzkirchen)

lich auch durch die anderen Bauteiloberflächen des Innenraums reduziert: nämlich durch die Estrichscheibe und die innere Schicht aller raumbildenden Wände. Diese wärmespeichernden Schichten haben eine deutlich größere Masse als das wärmeeintragende Dachteil eines Wohnraums. Zusätzlich ist ihr Wärmespeichervermögen meist viel größer als das aller Dämmstoffe.

Damit entsteht bei den heutigen Dicken der Dachdämmung ein sehr sicheres System im Massivbau: Der Wärmestrom wird im Sommer durch die heutigen Dämmstoffdicken optimal reduziert. Die Wirkung des Restwärmestroms wird im Innenraum durch die Wärmeaufnahme der Innenoberflächen gedämpft. Im Massivbau liegt also eine sichere Baubsubstanz für den sommerlichen Wärmeschutz vor, wenn die Dämmdicken den oben genannten Anforderungen entsprechen.

Für den Leichtbau wurde die Lösung dank der Angaben in DIN 4108 und der Fachliteratur längst gefunden und wird im Fertighausbau bereits seit vielen Jahren praktiziert: Die Innenbeplankung der Wände besteht aus einer Kombination von stark wärmespeichernden Schichten: beispielsweise einer 15 mm dicken Holzwerkstoffplatte mit einer 9 mm dicken Gipsplattenbekleidung zum Innenraum. Diese und ähnliche Kombinationen erfüllen die Normempfehlung der „innen liegenden wärmespeicherfähigen Schichten“ für den sommerlichen Wärmeschutz völlig. Sie werden auf der Innenseite der Außenwände und beidseitig von Raumtrennwänden eingesetzt.

Verlässliche Aussagen zum sommerlichen Wärmeschutz eines Dachwohnraums können also nicht über bauteilbezogene Berechnungen

des Dachaufbaues erfolgen, wie das häufig anzutreffen ist. Die dabei angegebenen Differenzen der Raumtemperaturen zwischen mit Glaswolle gedämmten und mit Holzfaser gedämmten Dächern treten nicht auf. Auch die angegebenen Verzögerungen der maximalen Erwärmung, die sogenannte Phasenverschiebung, sind in der Praxis nicht annähernd zu finden.

Warum gibt es dennoch so viele überhitzte Dachwohnräume im Sommer?

Die Antwort liegt zu einem großen Teil in der Umkehrung der oben bereits genannten Punkte. So sind folgende Ursachen zu nennen, die durch entsprechende Nutzeraktivitäten beeinflusst werden können:

- tagsüber geöffnete Fenster
- Dachflächenfenster ohne (tagsüber geschlossene) Außenrolläden
- Fassadenfenster ohne genutzte Sonnenschutzvorrichtung
- keine Lüftung in der Nacht, insbesondere nicht in den frühen Morgenstunden
- interne Wärmequellen tagsüber lange aktiv (Unterhaltungselektronik, Küchengeräte, Staubsauger ...)

Aber auch bauliche Unzulänglichkeiten können einen sommerlichen Wärmeschutz verhindern. Hier einige Beispiele:

- zu dünne Dämmung des Daches (z. B. 60 mm bis 100 mm bei Dächern der 1960er und 1970er Jahre)
- keine luftdichte Schicht bzw. große Leckagen zwischen Innenraum und heißer Dachdeckung
- Fenster ohne eingebaute außenliegende Sonnenschutzvorrichtung.

Nach wie vor treffen bei vielen Dachwohnungen eine, zwei oder gleich mehrere der hier genannten Punkte zu. Häufig wird dann mit Hilfe von Klimageräten die eingedrungene Wärme wieder nach außen transportiert. Der Energiebedarf solcher Dachwohnungen kann dann im Sommer sogar höher werden als im Winter.

Veröffentlichungen zum sommerlichen Wärmeschutz bei unterschiedlichen Dämmstoffen

Im Folgenden werden die Ergebnisse verschiedener wissenschaftlicher Untersuchungen zum sommerlichen Wärmeschutz dargestellt. Sie alle zeigen mit deutlicher Übereinstimmung,

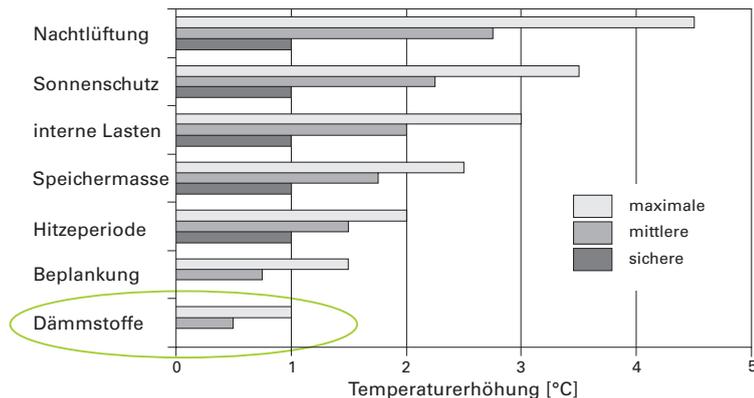
- dass das Wärmespeichervermögen des gewählten Dämmstoffs praktisch keine Bedeutung hat,
- dass der energetische Mindestwärmeschutz von $\leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ einzuhalten ist,
- dass der sommerliche Wärmeschutz eines Raums nur durch eine integrale Betrachtung aller raumumschließenden Bauteile richtig beurteilt werden kann.

Die Betrachtung eines einzelnen Bauteils gestattet absolut keine Prognose für die entstehende Raumtemperatur.

Versuche des IBP (Institut für Bauphysik), Holzkirchen

Unter dem Titel: „Mineralwolle oder Holzfaser“ wurde 2009 von den Autoren Prof. G. Hauser, J. P. Hinrichs und Dr. A. Holm ein Bericht über eine Vergleichsmessung zum Wärmeschutz veröffentlicht (Isoliertechnik 5/2009). Hier wurden in einem Gebäude zwei Räume mit unterschiedlichen Dämmstoffarten ausgestattet (Glaswolle und Holzfaser, beide

	Wärmespeicherung	Einfluss
	J/m²K	%
Dach Mineralwolle	13.500	7,8
Dach HFD	14.900	8,6
Estrich	63.000	36
Ziegelwand innen	30.000	17
Ziegelwand Giebel	66.000	38



Letztendlich beträgt der Unterschied der Dämmstoffe weniger als 5% von allen die Raumtemperatur beeinflussenden Speichermassen

Einflüsse auf das sommerliche Raumklima; den geringsten Einfluss haben die Unterschiede des Wärmespeichervermögens von Dämmstoffen

WLG 040 in gleicher Dicke) und die Raumtemperaturen im Sommer gemessen. Aus dem Abschlussbericht: „Die maximale Raumlufttemperaturdifferenz in den Versuchsräumen beträgt 1,0 K. Der mit Holzfaser gedämmte Versuchsraum erreicht die 1 K höhere Temperatur eine Stunde später als der Versuchsraum mit Mineralwollendämmung. Das arithmetische Mittel der Raumlufttemperaturdifferenz über den Zeitraum von Juli bis September beträgt 0,03 K.“

EMPA, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Dübendorf/Schweiz
Herr Dipl. Ing. Th. Frank, EMPA/CH, berechnete 2008 die Einflussgrößen des sommerlichen Wärmeschutzes bei einem Dachwohnraum (Nachtlüftung, Sonnenschutz, interne Lasten, Speichermasse, Hitzeperiode, Beplankung und Dämmstoffart). Dabei wurden fünf verschiedene Dämmstoffarten untersucht: von Glaswolle mit 20 kg/m³ bis Holzfaser mit 150 kg/m³. Die Ergebnisse über den Einfluss der unterschiedlichen Wärmedämmungen führten zu folgender Aussage: „Die Raumtemperaturen liegen bei allen Dämmstoffvarianten sehr nahe beieinander, die Unterschiede liegen im Detail im Bereich von 0 - 1 °C.“

FIW, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V., München

Dr.-Ing. Martin H. Spitzner führte 2007 eine Reihe von Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz an ein und demselben Dach mit unterschiedlichen Dämmstoffen durch. Die Ergebnisse wurden in einem Beitrag mit dem Titel „Kühler Kopf unter heißem Dach“ veröffentlicht („DIB“ [Deutsches-Ingenieur-

blatt] 12/2007): „Vergleicht man verschiedene Dachaufbauten unter realistischen Bedingungen im Gebäude, so zeigt sich, dass – bei gleicher Dämmwirkung aller Bauteile – die Dämmstoffauswahl beim Massivbau praktisch unbedeutend und im Leichtbau von untergeordneter Bedeutung für die Raumtemperatur ist.“

Dr. Spitzner untersuchte mehrere Dämmstoffvarianten im Leichtbau und Massivbau und fand dabei maximale Temperaturdifferenzen der Raumluft von 0,5 sowie 1 und 1,5 K. Damit werden auch seine Berechnungen durch die Ergebnisse im realen Versuch von Holzkirchen bestätigt.

Berechnungen des IBP (Institut für Bauphysik), Stuttgart

Zu guter Letzt ein Kommentar zu den Berechnungen des IBP Stuttgart zum sommerlichen Wärmeschutz (Öko-Test 11/2009): „In Bezug auf den sommerlichen Wärmeschutz ist es egal, welchen Dämmstoff Sie wählen. Die maximalen Temperaturunterschiede, die wir mit Hilfe von Simulationsrechnungen ermitteln ließen, lagen im ungünstigsten Fall bei etwa 1 °C.“

Zusammenfassung

Der sommerliche Wärmeschutz ist beim Neubau nachzuweisen. Der Nachweis empfiehlt sich auch bei Modernisierungsmaßnahmen im Bestand. Für die Planung eines soliden sommerlichen Wärmeschutzes sind in erster Linie die Empfehlungen in DIN 4108-2 zu beachten. Damit bestehen gute Voraussetzungen für ein Gebäude mit komfortablem Innenraumklima und geringen Energiekosten, auch im Sommer.

Allerdings ist das Verhalten der Gebäudenutzer von großem Einfluss auf das sommerliche Innenraumklima. Es wird bei deren Fehlverhalten durch die Bausubstanz kaum oder gar nicht korrigiert, egal welcher Wärmeschutz im Dach besteht. Oft wird beobachtet, dass bei hohen Außentemperaturen gelüftet wird, und somit warme Luft das Gebäude zusätzlich aufheizt. Empfehlenswert ist das Lüften spät abends oder früh morgens, wenn die Außentemperaturen unter die Innentemperaturen gesunken sind.

Die Art des Wärmedämmstoffs dagegen kann bei der Planung eines komfortablen sommerlichen Wärmeschutzes vernachlässigt werden.

Autor

Thomas Gaisbauer, ISOVER Ladenburg, hat diesen Artikel 2012 verfasst. Aufgrund der gesetzlichen und normativen Veränderungen wurde dieser Ursprungsartikel von **Dominik Noé**, ISOVER Ladenburg, Anfang 2022 überarbeitet und aktualisiert.



Informationen unter:
www.isover.de