

Sommerlicher Hitzeschutz

Bei Dämmstoffen auf die Temperaturleitfähigkeit achten

Damit sich Dachgeschosse an heißen Sommertagen nicht überhitzen, müssen sie gut gedämmt sein. Aufgrund ihrer großen Außenfläche und leichten Holzkonstruktion dringt Wärme leicht ein. Entscheidend ist dabei die Temperaturleitfähigkeit a des Dämmstoffs, nicht die Wärmeleitfähigkeit λ , da der Wärmestrom im Sommer anders verläuft als im Winter.

Die Zahl der Hitzetage nahm in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zu: In den 1980er-Jahren waren es noch durchschnittlich 4,4 pro Jahr, in den 2010er-Jahren bereits 11,1. Der Schutz vor sommerlicher Überhitzung wird deshalb immer wichtiger und ist auch im Gebäudeenergiegesetz (GEG) und in der DIN 4108 verankert. Die beiden Regelwerke betrachten v. a. die Sonneneinstrahlung durch die Fenster und fordern außen liegende Verschattungsmöglichkeiten. Des Weiteren betrachten sie die raumumfassenden Bauteile und unterscheiden zwischen leichter, mittlerer und schwerer Bauart. Je schwerer, desto mehr Wärme können die Materialien

der Raumluft entziehen, zwischenspeichern und dadurch Temperaturschwankungen abpuffern.

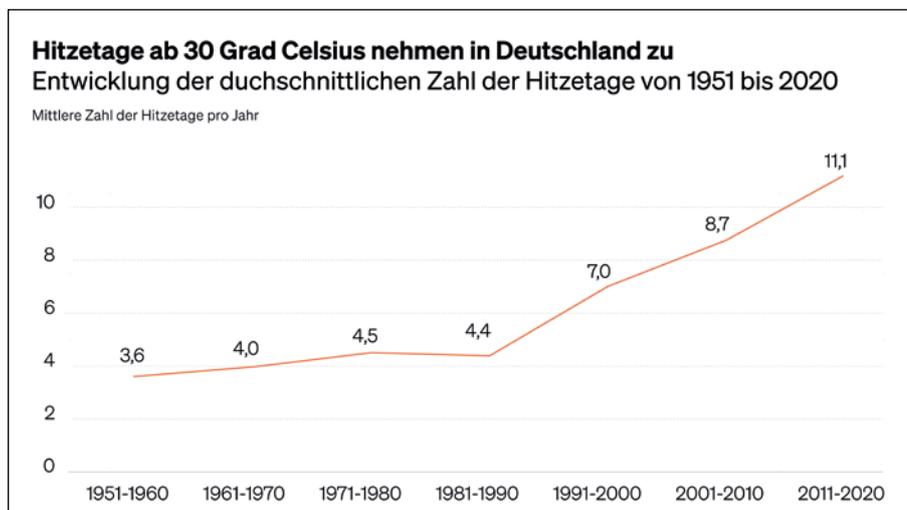
Doch in Dachgeschossen gibt es meist keine schweren, sondern nur leichte Bauarten. Zudem haben Dachgeschosse vielfach mehr Außenfläche als die Geschosse darunter. Und diese Außenfläche wird von der Sonne besonders intensiv bestrahlt, sodass die Temperatur unter der Dachdeckung weit über der Lufttemperatur liegen. Von dort dringt die Hitze in den Dachaufbau ein und „arbeitet“ sich nach innen vor. Deshalb reicht es in Dachgeschossen nicht aus, die Fenster tagsüber zu schließen und

zu verschatten und nachts zu öffnen. Auch der Wärmestrom durch die Dachfläche muss gebremst werden. Mit einer dafür geeigneten Dämmung.

Wärmeleitfähigkeit versus Temperaturleitfähigkeit

Wie stark eine Dämmung den sommerlichen Wärmestrom bremst, wird von ihrer Wärmeleitfähigkeit λ nur unzureichend ausgedrückt. Denn im Sommer spielen auch die spezifische Wärmekapazität c und die Rohdichte ρ eines Dämmstoffs eine wichtige Rolle. Die physikalische Formel der Temperaturleitfähigkeit a berücksichtigt dies und zeigt, wie diese drei Materialeigenschaften zusammenhängen: Im Zähler steht die Wärmeleitfähigkeit λ , im Nenner das Produkt aus spezifischer Wärmekapazität c und Rohdichte ρ .

Es gilt: Je niedriger die Temperaturleitfähigkeit a , desto langsamer breitet sich die in den Dämmstoff eingedrungene Hitze aus. Dämmstoffe, die eine hohe spezifische Wärmekapazität c und eine hohe Rohdichte ρ aufweisen, haben durch die Multiplikation dieser beiden Werte einen großen Vorteil gegenüber Dämmstoffen mit niedrigeren Werten. Besitzt ein Dämmstoff z. B. jeweils 50 % höhere Werte als ein anderer, so ist deren Produkt mehr als doppelt so hoch. Dann müsste die Wärmeleitfähigkeit λ des Kon-



1 | Durchschnittliche Anzahl der jährlichen Hitzetage pro Jahrzehnt

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}$$

a: Temperaturleitfähigkeit [cm²/h]
λ: Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]
ρ: Rohdichte [kg/m³]
c: Spezifische Wärmekapazität [J/(kg·K)]

2 | Physikalische Formel zur Berechnung der Temperaturleitfähigkeit

kurrenzprodukts weniger als die Hälfte betragen, um dies zu kompensieren. Das ist der Grund, warum Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen beim sommerlichen Hitzeschutz i. d. R. deutlich besser sind als andere Dämmstoffe. Holzfaser-Dämmstoffe z. B. weisen eine hohe spezifische Wärmekapazität **c** von 2100 J/(kg·K) sowie eine hohe Rohdichte **ρ** auf. Das hat zur Folge, dass sie sich deutlich langsamer erwärmen und die Wärme langsamer weiterleiten.

Hier stellt sich aber natürlich die Frage, warum bei der U-Wert-Berechnung allein die Wärmeleitfähigkeit **λ** herangezogen wird und die Temperaturleitfähigkeit **a** unbeachtet bleibt. Die Antwort mag überraschen, ist jedoch simpel: Im Winter verhalten sich die Wärmeströme anders als im Sommer. Im Winter fließt die Wärme konstant in eine Richtung, im Sommer nicht.

Sommerlicher versus winterlicher Wärmestrom

Im Winter herrscht ein relativ konstantes Temperaturgefälle: Im Gebäudeinneren ist es warm, außen ist es kalt. Die Wärme fließt deshalb stetig von innen nach außen. Im Sommer dagegen wechselt das Temperaturgefälle: Tagsüber ist es außen meist wärmer als innen, nachts kühler. Die Wärme fließt deshalb tagsüber vornehmlich von außen nach innen und nachts von innen nach außen. Nachts kühlt der Dämmstoff ab, tagsüber erwärmt er sich wieder.

Um es bildlich auszudrücken: Im Winter verhält sich der Dämmstoff ähnlich wie ein

vollgesaugter Schwamm, im Sommer wie ein ausgewrungener. Im Winter kann der bereits erwärmte Dämmstoff keine zusätzliche Wärme mehr aufnehmen und leitet sie komplett weiter. Im Sommer dagegen kann der nachts abgekühlte Dämmstoff anfangs viel Wärme selber aufnehmen und leitet sie nur teilweise weiter. Je kühler er ist, desto weniger. Je mehr Wärme der Dämmstoff selbst aufnimmt, desto langsamer dringt der Wärmestrom von außen nach innen vor. Die Wärmespeicherfähigkeit der Dämmung sollte immer hoch genug sein, um die Ausbreitung der tagsüber in den Dachaufbau eindringenden Hitze so stark zu bremsen, dass es draußen Nacht wird und abkühlt, bevor die Hitze das Gebäudeinnere erreicht hat. Dann fließt ein großer Teil von ihr nach außen zurück und strahlt in den Nachthimmel ab. Der andere Teil fließt zwar weiter nach innen, kommt dort aber erst in der zweiten Nachthälfte an, wenn geöffnete Fenster für angenehme Kühlung sorgen können.

Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung

Die Verzögerung des Wärmestroms lässt sich berechnen und wird als Phasenver-

schiebung **φ** bezeichnet. Die Phase ist der wellenförmige Verlauf der Temperatur. Ihre Länge beträgt immer rund 24 Stunden – innen und außen. Außen hat die Temperatur ihr Minimum bei Sonnenaufgang und ihr Maximum nachmittags gegen 16 Uhr. Innen an der raumseitigen Dachbekleidung verläuft die Temperatur ähnlich wellenförmig, erreicht ihr Maximum jedoch später – abhängig davon, wie stark der Dämmstoff den Wärmestrom abbremst. Die Zeitspanne zwischen den beiden Temperatur-Maxima ist die Phasenverschiebung. Sie sollte so groß sein, dass innen das Temperatur-Maximum erst dann erreicht wird, wenn es außen kühl ist und sich die Raumtemperatur durch Lüften senken lässt. Noch wichtiger ist allerdings, dass das raumseitige Temperatur-Maximum möglichst niedrig ist. Bauphysikalisch wird dies mit dem Temperaturamplitudenverhältnis (TAV) bzw. mit der Amplitudendämpfung (1/TAV) ausgedrückt. Die Amplitude ist die Spanne zwischen dem Temperatur-Maximum und -Minimum. Die Amplitudendämpfung ist der Faktor, um den die innere Temperatur-Spanne geringer ist als die äußere. Bewegt sich z. B. die Temperatur außen zwischen 10 und 40 °C und innen zwischen 18 und

	Wärmeleitfähigkeit λ_D [W/(m·K)]	Rohdichte ρ [kg/m ³]	Spezif. Wärmekapazität c [J/(kg·K)]	Temperaturleitfähigkeit a [cm ² /h]
Holzfaser-Dämmplatte STEICOuniversal Unterdeckung	0,048	270	2100	3
Holzfaser-Dämmplatte STEICOspecial dry Aufsparrendämmung	0,040	140	2100	5
Holzfaser-Dämmmatte STEICOflex 036 Zwischensparrendämmung	0,036	60	2100	10
Beispielwerte für Polyurethan-Hartschaum Aufsparrendämmung	0,025	30	1400	21
Beispielwerte für Glaswolle Zwischensparrendämmung	0,034	60	1030	20

Tabelle 1: Dämmstoffe und ihre Temperaturleitfähigkeit

Gebäudehülle

Bei Dämmstoffen auf die Temperaturleitfähigkeit achten

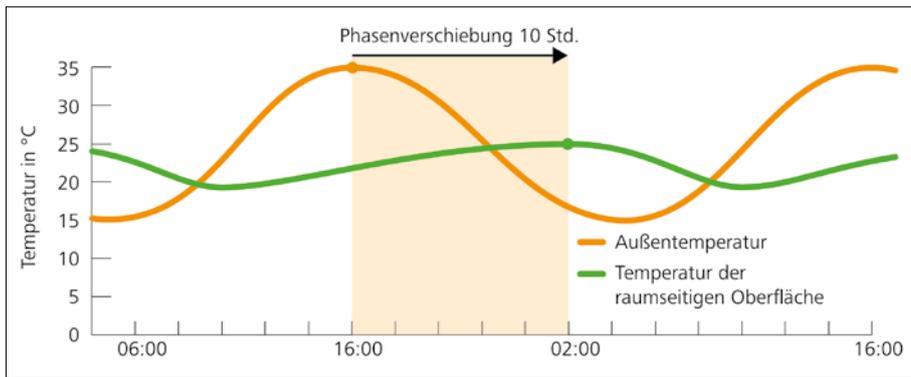


Bild: © Steico

3 | Phasenverschiebung: Innen sollte das Temperaturmaximum mindestens zehn Stunden nach dem äußeren auftreten.

21 °C, so beträgt die Temperatur-Spanne außen 30 K und innen 3 K – und die Amplitude wird also um den Faktor 10 gedämpft. Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung bedingen sich gegenseitig: Je langsamer die Wärme nach innen vordringen kann, desto mehr Wärme fließt nachts nach außen zurück – und desto weniger kommt innen an. Ist die Phasenverschiebung so stark, dass das raumseitige Temperatur-Maximum erst nach Sonnenaufgang auftritt, also wenn die Außentemperatur wieder steigt, so ist es aufgrund einer dann ebenfalls starken Amplitudendämpfung vernachlässigbar gering.

Mit in der Bauphysik üblicher Software, wie z. B. „Dämmwerk“ oder „Ubakus“, lassen sich die Phasenverschiebung und die Amplitudendämpfung für Bauteile berechnen. Das dabei verwendete Heindl-Verfahren basiert natürlich auf theoretischen Annahmen und mathematischen Vereinfachungen – und gibt deshalb die komplexe Wirklichkeit nicht exakt wieder. Doch darum geht es auch nicht. Es geht bei diesen Berechnungen darum, Bauteile und Materialien vergleichen zu können – so wie es bei der Berechnung des Energiebedarfs auch nicht darum geht, den tatsächlichen Energieverbrauch exakt vorherzusagen, sondern Gebäude vergleichbar zu machen. Beim Ver-

gleich zwar identisch aufgebauten, jedoch unterschiedlich gedämmten Bauteile zeigt sich ein klarer Vorteil von Holzfaser-Dämmstoffen bei der Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung. Die Unterschiede in der Temperaturleitfähigkeit bilden sich hier deutlich ab. Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung zeigen, welche Dämmstärken für den sommerlichen Hitzeschutz jeweils sinnvoll sind.

Fazit

Holzfaser-Dämmstoffe sind für den sommerlichen Hitzeschutz vorteilhaft, weil sie viel Wärme aufnehmen können. Das ist v. a. bei Dachgeschossen wichtig, weil diese viel Außenflächen aufweisen und die von der Sonne besonders intensiv bestrahlt werden. Die unter der Dachdeckung entstehende Hitze dringt von dort durch die Dämmung nach innen vor. Die Wahl des Dämmstoffs ist deshalb von großer Bedeutung. Dessen aussagekräftigster Materialkennwert ist nicht seine für die U-Wert-Berechnung maßgebliche Wärmeleitfähigkeit λ , sondern seine Temperaturleitfähigkeit a . Denn die beinhaltet auch die spezifische Wärmekapazität c und die Rohdichte ρ . Sind die hoch, so ist die Temperaturleitfähigkeit a niedrig. Je niedriger, desto besser.



Bild: © Steico

4 | Energetische Dachsanierung von außen: Verlegen der Holzfaser-Dämmmatte STEICOflex 036 im Zwischensparrenbereich



Dipl.-Ing. Architektur
Günther Hartmann

ist nach mehrjähriger Tätigkeit in Architekturbüros seit 2008 hauptberuflich als Fachjournalist tätig. 2013/14 absolvierte er eine berufsbegleitende Weiterbildung zum Gebäudeenergieberater. Seit 2020 ist er beim Dämmstoffhersteller Steico für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit zuständig.

Kontakt unter:
g.hartmann@steico.com
www.steico.com