

Kampf den Kulturen



28
Technik

Eine zu niedrige Oberflächentemperatur auf Bauteilen ist sehr effektiv für die „Züchtung von Schimmelpilzkulturen“ in Wohnräumen. Fehlende oder mangelhaft gedämmte Bauteile sind zu meist die Ursache. Für eine Einschätzung der Wärmedämmeigenschaft eines Bauteils gibt es verschiedene Methoden.



Typisches U-Wert-Messgerät mit Funkfühler für die Außentemperatur (außen), drei Kabelmessfühler (siehe Wand) für die Oberflächentemperatur und Messgerät für die Innentemperatur

Die Höhe des Temperaturunterschieds zwischen der Raumluft und den Bauteiloberflächen spielt dabei eine sehr große Rolle. Eine hohe relative Luftfeuchte innerhalb des Gebäudes ist gleichzeitig ein sehr effizienter Beschleuniger für Feuchteschäden. Je größer der Temperaturunterschied und je höher die relative Luftfeuchte, umso eher wird die sogenannte Taupunkttemperatur auf den Bauteiloberflächen erreicht. Dabei entsteht Kondensat und dieses „freie Wasser“ bedeutet 100% Feuchtigkeit auf unseren Bauteiloberflächen.

Was beeinflusst die Oberflächentemperaturen bei Bauteilen?

In erster Linie ist die Oberflächentemperatur der nach außen gewandten Bauteile natürlich von der Innenraumtemperatur abhängig. Aber auch die Außentemperatur spielt in Verbindung mit dem U-Wert des Bauteils eine sehr große Rolle. Ein Außenbauteil mit einem hohen U-Wert hat schlechtere Wärmedämmeigenschaften. Das führt somit zu einem höheren Temperaturabfall zwischen der Innenraumluft und den Bauteiloberflächen. Auch die verschiedensten Wärmebrücken beeinflussen durch den erhöhten Wärmetransport die Oberflächentemperatur. Hinzu kommen Luftundichtheiten sowie Verschattungen oder solare Wärmezufuhr von außen.

Wie viel Temperaturabfall darfs denn sein?

Die Norm unterstellt, dass ein zu Wohnzwecken genutztes Gebäude mit 20 °C beheizt wird und gleichzeitig eine relative Luftfeuchtigkeit von 50 % vorhanden ist. Bei diesen normativen Randbe-

Foto: Zimmermann

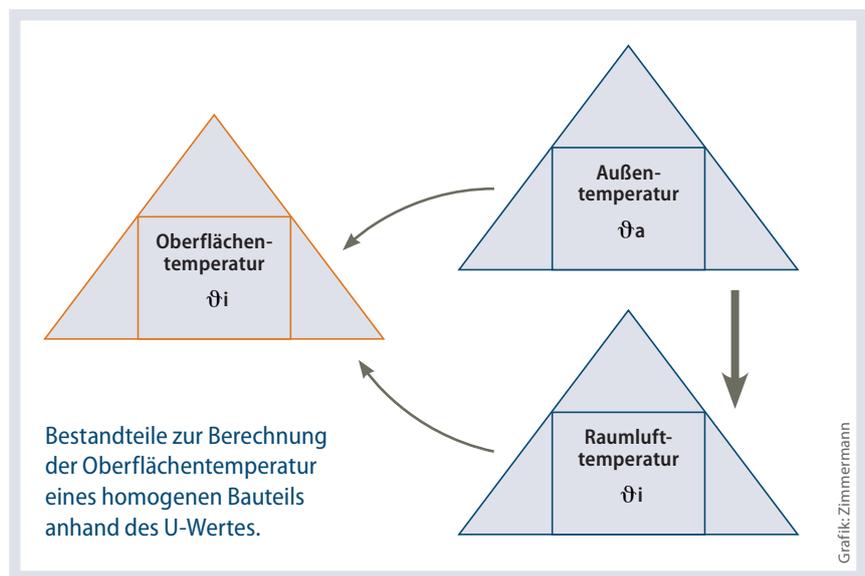
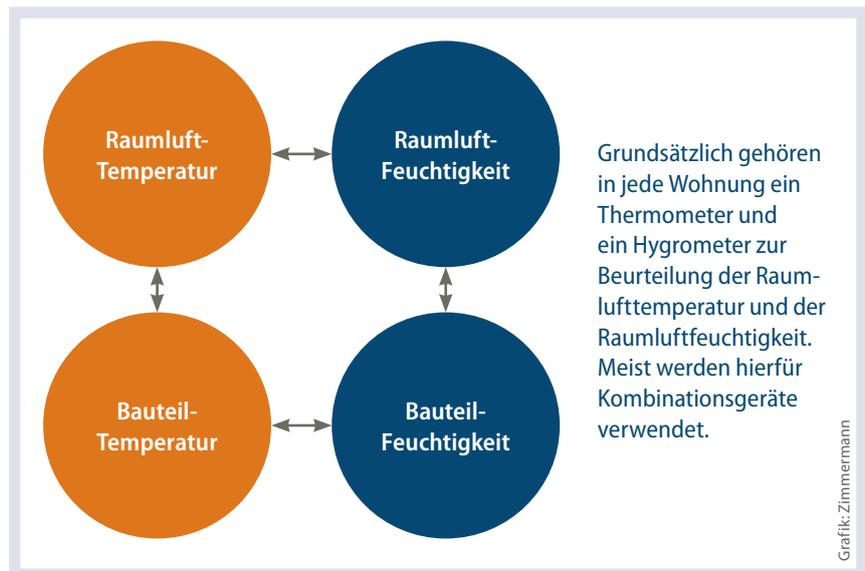


Autor
Michael Zimmermann, Dachdeckermeister,
 öffentlich bestellter und vereidigter Sach-
 verständiger für das Dachdeckerhandwerk,
 EU-zertifizierter Sachverständiger nach
 ISO 17024 für Schimmelpilzschäden

dingungen beträgt die Taupunkttemperatur 9,3 °C. Eine Schimmelpilzbildung beginnt jedoch bereits ab einer Oberflächenfeuchtigkeit von ca. 80%. Aus diesem Grund dürfen unter diesen Randbedingungen die Oberflächentemperaturen von Bauteilen 12,6 °C nicht unterschreiten. Steigt die relative Luftfeuchtigkeit auf 60%, sinkt gleichermaßen die schimmelpilzkritische Oberflächentemperatur auf circa 15,5 °C. Umgekehrt könnten bei relativen Luftfeuchten von 40% die Oberflächen von Bauteilen bis auf circa 9,3 °C schadensfrei auskühlen. Dieses Wissen kann für die Beurteilung von Feuchteschäden wichtig sein. Falls zeitlich oder bautechnisch die Erhöhung von Bauteiloberflächentemperaturen durch eine energetische Ertüchtigung nicht möglich ist, kann beispielsweise eine Verringerung der relativen Luftfeuchtigkeit eine (vorübergehende) schadensfreie Alternative sein.

Unterschiedliche Messmethoden

Für die Ermittlung von Oberflächentemperaturen auf Bauteilen stehen verschiedene Messmethoden zur Verfügung. Meistens werden in der Praxis zerstörungsfreie Messungen durchgeführt. Die Untersuchung kann durch einen direkten Oberflächenkontakt, aber auch berührungslos, als Kurz- und als Langzeitmessung erfolgen. Die Art und der Umfang der durchzuführenden Bauteiluntersuchung hängen im Wesentlichen von der jeweiligen Aufgabenstellung ab. Liegen die Ergebnisse über Außen- und Innenlufttemperatur vor, wird nur noch die Oberflächentemperatur der zu untersuchenden Bauteile für die Abschätzung der Wärmedämmeigenschaften durch



Berechnung des Temperaturfaktors f_{Rsi} , benötigt. Durch diesen Kennwert kann eine erste Abschätzung für ein mögliches Schimmelrisiko erfolgen. Für die zusätzliche Beurteilung möglicher Feuchteschäden wird weiterhin die relative Luftfeuchte benötigt. Damit wird die Wasseraktivität auf der Bauteiloberfläche nach der a_w -Wert-Berechnung ermittelt. Mit diesen beiden recht einfachen Berechnungen können erste Aussagen über die Wärmedämmqualität des Bauteils unter Berücksichtigung der zu erwartenden Feuchteschäden getroffen werden (siehe Serie 2 Wärme- versus Feuchteschutz).

Die Ermittlung des U-Werts

Der U-Wert eines Bauteils ist maßgeblich für die Oberflächentemperatur ver-

antwortlich. Aus diesem Grund genügen zur Beurteilung der Wärmedämmeigenschaften von Außenbauteilen die Informationen über die Oberflächentemperatur sowie die Innen- und Außenlufttemperatur. Umgekehrt lassen die vor Ort gemessenen Oberflächentemperaturen Rückschlüsse auf den U-Wert des Bauteils zu. Genauere Ergebnisse zum vorhandenen U-Wert von Bauteilen lassen sich mit sogenannten U-Wert-Messgeräten über längere Zeiträume erzielen. Dabei wird die Oberflächentemperatur mit drei aufgebrachten Messfühlern auf der Oberfläche gemessen. Ein Funkfühler übernimmt die Erfassung der Außenlufttemperatur, während die Innenraumtemperatur vom Sensor des Messgeräts selbst aufgenommen wird. Das Messergebnis wird direkt am Mess-

gerät umgerechnet und kann am Display abgelesen werden. Der im Messgerät integrierte Speicher ermöglicht auch instationäre Langzeitmessungen. Je länger die Messung und je höher der Temperaturunterschied zwischen innen und außen, desto aussagekräftiger sind die Ergebnisse. Die Messergebnisse können aus dem Gerätespeicher in eine Software eingelesen und zu einem Bericht weiterverarbeitet werden.

Das Kontaktthermometer

Für die Temperaturmessung von festen Oberflächen, aber auch für flüssige Materialien und in der Lebensmittelüberprüfung werden unter anderem Kontaktthermometer eingesetzt. Die jeweilige Messaufgabe bestimmt den einzusetzenden

Sensor. Die Kontaktthermometer werden zur Temperaturmessung von Bauteilen direkt auf die Oberfläche aufgedrückt. Nach einer kurzen Verweildauer können recht exakte Temperaturergebnisse am Display des Geräts abgelesen werden. Die Temperaturmessung mit einem Kontaktthermometer führt selbst auf Glas oder metallisch glänzenden Bauteilen zu recht genauen Ergebnissen. Einige Hersteller bieten auch Kombinationsgeräte mit gleichzeitiger Messung der vorhandenen Raumtemperatur und relativen Luftfeuchte an. Mit diesen Werten lassen sich sehr schnell verwertbare Aussagen über ein mögliches Schimmelpilzrisiko treffen. Anhand der gemessenen Oberflächentemperatur kann der U-Wert des Bauteils „abgeschätzt“ werden.

Berechnungsansatz:

Unterschied aus Innentemperatur – Oberflächentemperatur

Wärmeübergangswiderstand × Temperaturunterschied zwischen innen und außen

Beispiel:

- Innentemperatur: 20 °C
- Außentemperatur: –5 °C
- Oberflächentemperatur: 16 °C
- Wärmeübergangswiderstand: 0,13

Ergebnis:

$$\frac{4 \text{ °C}}{(0,13 \cdot 25)} = 1,23 \text{ U-Wert in W/(m}^2\text{·K)}$$

Es handelt sich hierbei aber nur um eine grobe Abschätzung. Einigermaßen seriöse Aussagen sind, wenn überhaupt, nur durch Langzeitmessung möglich.

Das Infrarotthermometer (Pyrometer)

Bei der Messung von Oberflächentemperaturen mit einem Pyrometer handelt es sich um eine berührungslose Messmethode. Diese Geräte messen die Infrarotstrahlung der Bauteile. Das Ergebnis wird in °C umgerechnet und in einem Display angezeigt. Die Qualität der Messergebnisse hängt unter anderem auch von der jeweiligen Investitionsbereitschaft ab. Höherwertige Geräte sind zur Bestimmung des Messflecks mit mehreren Laserpunkten ausgestattet. Der Messfleck, das heißt die Größe des Messbereichs, wird zum einen durch den Abstand der Messung, aber auch durch das verwendete Objektiv des Messgeräts bestimmt. Die Größe des Messfleckdurchmessers ergibt sich aus dem Abstand zum Messobjekt und dem verwendeten Messgerät. Wichtig ist dabei die angegebene Verhältniszahl. Beispiele unter anderem sind zum Beispiel: 8 : 1, 12 : 1, 30 : 1, 50 : 1. Bei größerer Verhältniszahl verkleinert sich der Messbereich. Das heißt, bei einer größeren Zahl könnte auch der Abstand zum Messobjekt vergrößert werden.



Foto: Zimmermann

Temperaturmessung mit einem Kontaktthermometer



Foto: KfK/moon

Bei der Messung von Oberflächentemperaturen mit einem Infrarotthermometer (Pyrometer) handelt es sich um eine berührungslose Messmethode.



Foto: pce-instruments

Bei der Thermografie werden die jeweiligen Temperaturunterschiede mittels Infrarotkamera in einem Wärmebild sichtbar gemacht.

Beispiel:

Der Abstand zur messenden Wandfläche beträgt 4,00 m.

Bei dem Verhältnis 1 : 8 beträgt der Messbereich des Pyrometers (4,00 m : 8) = 50 cm

Bei einer Verhältniszahl von 1 : 50 beträgt der Messbereich nur noch 8 cm.

Höherwertige Infrarotthermometer bieten zudem zusätzlich Möglichkeiten, die Messdaten in Kombination mit digitalen Bildern oder Videos auf SD-Karten oder im Gerät zu speichern. Hierbei können auch die bauphysikalischen Randbedingungen wie Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit mit aufgezeichnet werden. Eine Weiterverarbeitung und Auswertung der Daten ist somit dann sogar am PC möglich. Es sollte immer die Möglichkeit zur Eingabe des Emissionsgrads bei dem Gerät gegeben sein.

Die Thermografie

Alle Körper mit einer Temperatur $-273,15\text{ °C}$ geben eine Infrarotstrahlung ab. Je höher die Temperatur, umso mehr wird abgestrahlt. Eine Infrarotkamera misst also nicht die Temperatur, sondern die Infrarotstrahlung und stellt diese als Wärmebild dar. Das Thermografieren ist sozusagen ein „Zeichnen mit Wärme“,

i PRAXIS-TIPP

Bei der Oberflächentemperaturmessung von Bauteilen handelt es sich in der Regel um eine Kurzzeituntersuchung. Die Anwendung der gleichen Messtechnik, zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt, liefert aber möglicherweise ganz andere Ergebnisse. Der Messtechniker sollte dies bei der Interpretation und Ergebnisniederschrift berücksichtigen. Die hochwertigsten Messungen werden in der Regel über längere Zeiträume und bei großen Temperaturunterschieden zwischen innen und außen erzielt. Mit einer kurzzeitigen Oberflächenmessung, beispielsweise mit einem Kontaktthermometer, lassen sich keine seriösen Aussagen über den U-Wert einer gesamten Wand- oder Dachkonstruktion treffen. Eine Abschätzung der Wärmedämmeigenschaften der Bauteile ist jedoch durch stichprobenartige Wiederholungsmessungen durchaus möglich. Immer günstiger werdende Wärmebildkameras, die zum Beispiel auch als Aufsatz für Smartphones die integrierte Kamera nutzen, stellen unter wirtschaftlicher und technischer Betrachtung die Sinnhaftigkeit einer Anschaffung höherwertiger Pyrometer mittlerweile doch sehr infrage. Mit diesen einfach zu bedienenden Systemen können in Verbindung mit der meist kostenlosen Software (App) doch recht ansehnliche und aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden. Wie genau und verwertbar die Ergebnisse aber im Einzelfall sein müssen, hängt von der jeweiligen Aufgabe und Fragestellung ab.

während das Fotografieren ein „Zeichnen mit Licht“ ist. Bei der Thermografie werden somit nur die jeweiligen Temperaturunterschiede in einem Wärmebild sichtbar gemacht. Die Bauthermografie wird in der Bauwerksdiagnostik zur Überprüfung der Wärmedämmqualität, aber auch immer mehr zur Leckageortung eingesetzt.

Aussagekräftige Ergebnisse erzielt man mit hohen Temperaturunterschieden zwischen innen und außen. In Verbindung mit einer Luftdichtheitsmessung (Blower-Door-Test) können auch verwertbare Aussagen über die ausgeführte Luftdichtheit und Wärmedämmqua-

lität bei niedrigen Temperaturunterschieden getroffen werden. Auch wenn die Infrarotkameras immer erschwinglicher wurden, die Anforderungen an den Anwender in Bezug auf Ausbildung und die daraus resultierende Ergebnisqualität sind nahezu gleich geblieben. Nicht alle „bunten Bilder“ sind qualitativ verwertbare „Wärmebilder“. Für die Anwender von Wärmebildkameras gibt es einzuhaltende Regeln und Richtlinien. Hieraus ergeben sich die jeweiligen Anforderungen für die Ausführung von thermografischen Untersuchungen. Aus diesem Grund ist eine entsprechende Ausbildung zwingend notwendig. //

Luftdichtheit

Suchbegriffe online: www.ddh.de

Sachverständige/-r

Bauphysik

Wärmedämmung

i VORSCHAU

In der Folge 8 wird die „Messvorbereitung und Dokumentation“ behandelt. Jede Messung ist „einzigartig“ und verdient allein aus diesem Grund, richtig vorbereitet und auch ordnungsgemäß dokumentiert zu werden.