

Vom Normalwert des Wärmeschutzes

Von Max Hottinger, beratendem Ingenieur und Dozent an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Nach grundsätzlichen Angaben über den Normalwert des Wärmeschutzes und den Temperaturverlauf durch Wände, im besondern über die auf den Innenseiten von Außenmauern auftretenden Oberflächentemperaturen, wird die erforderliche Wanddicke von Außenwänden für Orte mit tiefsten mittleren Tagestemperaturen von -10° , -20° und -30° und Gebäudeinnentemperaturen von $+20^{\circ}$, $+12^{\circ}$ und $+5^{\circ}$ ermittelt unter der Annahme einer relativen Luftfeuchte in den Räumen von 61 vH als Grenze für die Schwitzwasserbildung. Die Bilder 9 bis 11 dienen dazu, die Wanddicken unter diesen Verhältnissen in bezug auf verschiedene Wärmeleitahlen bzw. gleichwertige Wärmeleitahlen der Wände festzustellen, während Bild 12 als Grundlage zur Bestimmung der Wanddicken bei beliebigen zulässigen Feuchtigkeitsgehalten der Raumluft benutzt werden kann. Die praktische Anwendung dieser Schaubilder wird an Beispielen gezeigt. Den Schluß des Aufsatzes bilden Hinweise wirtschaftlicher Art.

1. Grundsätzliches.

In der Heiztechnik ist es üblich geworden, die Wärmedurchgangszahl $k = 1,34$ der $1\frac{1}{2}$ Stein dicken, beiderseits verputzten Vollziegel-Außenmauer als Normalwert des Wärmeschutzes zu bezeichnen, weil solche Mauern in Gegenden mit mittleren Tagestemperaturen bis zu -20° im allgemeinen genügenden Schutz gegen Wärmeverluste und Schwitzwasserbildung bieten und auch nicht so kalte innere Oberflächentemperaturen annehmen, daß man sich infolge zu starker Wärmeabstrahlung unbehaglich fühlt.

Die Wärmedurchgangszahl $k = 1,34$ hat zur Voraussetzung, daß die Wärmeleitahl der Ziegelsteine und des Mörtels $\lambda = 0,75$, die Wärmeübergangszahl α_1 auf der Innenseite der Mauer $= 7$ und diejenige auf der Außenseite $\alpha_2 = 20$ ist, so daß die Gleichung zur Bestimmung der Wärmedurchgangszahl k lautet:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{7} + \frac{1}{20} + \frac{0,41}{0,75} = 0,143 + 0,050 + 0,547 = 0,74$$

$$k \text{ somit } \frac{1}{0,74} = 1,34 = 1,56 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2. Temperaturverlauf.

Nach dieser Gleichung ist auch der Temperaturverlauf durch die Wand bestimmbar, indem der Gesamttemperaturunterschied zwischen der Luft auf der Innen- und der Außenseite entsprechend den einzelnen Summanden aufgeteilt wird. Bei $+20^{\circ}$ Raum- und -20° Außentemperatur ergibt sich somit die Beziehung:

$$7,7^{\circ} + 2,7^{\circ} + 29,6^{\circ} = 40^{\circ},$$

d. h. die Mauer weist im Beharrungszustand eine innere Oberflächentemperatur von $20 - 7,7 = 12,3^{\circ}$ auf.

3. Schwitzwasserbildung.

Schwitzwasser bildet sich an einer Fläche, wenn zufolge der Abkühlung der sie berührenden Luft der Taupunkt erreicht oder unterschritten wird. Im vorliegenden Fall kühlt sich die 20° grädige Raumluft an der Fläche auf $+12,3^{\circ}$ ab. Nun kann Luft von $+20^{\circ}$ im Höchstfall $14,7$ g, solche von $+12,3^{\circ}$ dagegen nur $8,93$ g Wasserdampf je kg Trockenluft enthalten, so daß Schwitzwasserbildung eintritt, wenn die Luft mehr als $\frac{8,93 \cdot 10}{14,7} = \text{rd. } 61$ vH gesättigt ist. In

bewohnten Räumen ist die relative Feuchtigkeit im Winter in der Regel erheblich kleiner, aber selbst wenn sie, wie z. B.

in Küchen und Badezimmern, zeitweise so hoch oder noch höher steigen sollte, so besteht keine Gefahr, daß sich das an den Wandflächen niedergeschlagene Wasser nachteilig auswirkt, solange es vom Putz aufgenommen und im Sinne des Wärmestromes nach außen abgeleitet oder vorübergehend gespeichert und bei abnehmender Feuchte der Raumluft an diese wieder abgegeben wird. Nach Cammerer¹⁾ kann die zulässige Schwitzwasserbildung für die üblichen Bauweisen auf etwa 300 g je m^2 Wandfläche und Tag geschätzt werden, allerdings nur so lange, als der Putz auf der Außenseite nicht gefriert oder die Wasserspeicherkapazität der Wand Frostzeiten überbrückt.

4. Zulässige Wandoberflächentemperatur und Grenzwert der relativen Luftfeuchte für die Schwitzwasserbildung bei andern Außen- und Raumtemperaturen.

Führt man obige Rechnung auch für andere Außen- und Raumtemperaturen durch, so ergeben sich für die beiderseits verputzte $1\frac{1}{2}$ Stein dicke Vollziegel-Außenmauer in bezug auf die innere Wandoberflächentemperatur und den für den Beginn der Schwitzwasserbildung maßgebenden relativen Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft die in Bild 1 angegebenen Werte.

Daraus erkennt man, daß die Verhältnisse für weniger warme Räume noch günstiger liegen als wie vorstehend berechnet, indem z. B. in Räumen mit nur 5° Raumtempera-

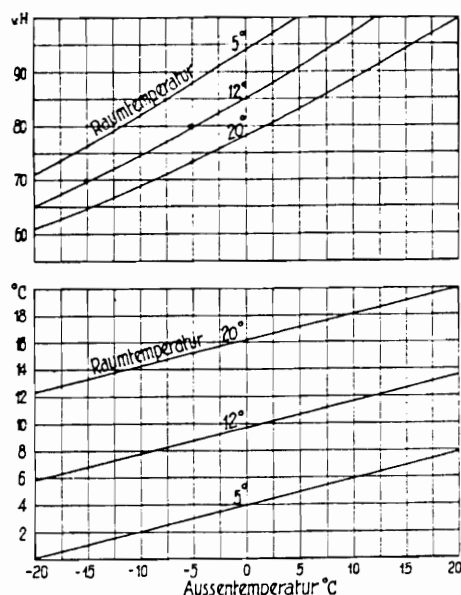


Bild 1. Temperaturen der inneren Wandoberfläche einer beiderseits verputzten $1\frac{1}{2}$ Stein dicken Vollziegel-Außenmauer in $^{\circ}\text{C}$ sowie Grenzwerte der relativen Luftfeuchte für Schwitzwasserbildung in vH bei Außentemperaturen von -20° bis $+20^{\circ}$ und Raumtemperaturen von $+20^{\circ}$, $+12^{\circ}$ und $+5^{\circ}$.

tur Schwitzwasserbildung bei -20° Außentemperatur erst bei 71 vH relativer Luftfeuchte auftritt und desgleichen, daß die angegebenen Grenzen bei weniger kalten Außentemperaturen höher liegen. So entsteht Schwitzwasserbildung z. B. bei -5° Außentemperatur und $+20^{\circ}$ Raumtemperatur erst bei 73 vH und bei $+5^{\circ}$ Raumtemperatur sogar erst bei 88 vH relativer Luftfeuchte.

Will man in allen Fällen zugestehen, daß Schwitzwasserbildung von 61 vH relativer Feuchte an auftreten darf, so berechnet sich die zulässige Wandoberflächentemperatur beispielsweise für 12° Raumtemperatur folgendermaßen: Luft von $+12^{\circ}$ enthält im Höchstfall $8,75$ g Wasserdampf

¹⁾ Cammerer, J. S. Über die Feuchtigkeitwanderung in den Wänden von Wohnräumen und Ställen. Gesundh.-Ing. 62 (1939) H. 22 S. 306/309.