

F O R S C H U N G S I N S T I T U T
MITTEILUNGEN
F Ü R W Ä R M E S C H U T Z
E . V . M Ü N C H E N

Reihe I. Allgemeine Fragen des Wärme- und Kälteschutzes

Nummer 14

**Kerndämmung von zweischaligem Mauerwerk;
Einfluß des Wassergehalts und der Feuchtigkeitsverteilung
auf die Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht**

Dipl.-Ing. J. Achtziger

Kerndämmung von zweischaligem Mauerwerk;

Einfluß des Wassergehalts und der Feuchtigkeitsverteilung auf die Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht

Förderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr.

Ausführende Stelle: Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München, Lochhamer Schlag 4, 8032 Gräfelfing.

Berichtersteller: Dipl.-Ing. Joachim Achtziger.

1 Einleitung

Das zweischalige Mauerwerk für Außenwände nach DIN 1053 „Mauerwerk, Berechnung und Ausführung“ hatte bislang hauptsächlich den Zweck, durch Anbringung einer Verblend- oder verputzten Vormauerschale Feuchtigkeit von der Innenschale fernzuhalten. Die Außenschalen müssen mindestens 11,5 cm dick sein und die Luftschicht soll eine Dicke von 6 cm aufweisen. Bei Anordnung einer zusätzlichen plattenförmigen Wärmedämmschicht auf der Außenseite der Innenschale darf der lichte Abstand der Mauerwerksschalen 12 cm nicht überschreiten. Die Luftschicht muß in diesem Fall mindestens 4 cm dick sein, so daß für eine optimale Wärmedämmung 8 cm Dämmschichtdicke zur Verfügung stehen.

Im Zeichen der Energieverknappung ist gegenüber dem Regenschutz der Gesichtspunkt zur Verbesserung des Wärmeschutzes in den Vordergrund getreten. Es ist somit naheliegend, den gesamten Hohlraum zwischen den Mauerwerksschalen zu dämmen. Auf diese Art lassen sich hochdämmende Mauerwerkssysteme durch Ausschöpfen der maximal zulässigen Schalenabstände von 12 cm oder unter raumökonomischen Gesichtspunkten relativ geringe Wanddicken bei ausreichendem Wärmeschutz erzielen. Eine erhebliche Bedeutung hat das nachträgliche Ausfüllen der Hohlräume bestehenden Mauerwerks mit losen Stoffen oder Schäumen.

Durch die fehlende Luftschicht und den direkten Kontakt der Wärmedämmung mit der Verblendschale ist der Dämmstoff einer Feuchtigkeitsbelastung ausgesetzt, welche durch Schlagregen, Kapillarleitung, Wasserdampfdiffusion und Wasserabgabe in Trocknungsperioden beeinflusst wird. Das anfallende Wasser führt zu einer Minderung der Wärmedämmung. Ihre Größenordnung wird durch die Wärmeleitfähigkeit beschrieben. Diese erhöht sich unter dem Einfluß von Feuchtigkeit gegenüber dem trockenen Zustand des Stoffes infolge einer Wärmeübertragung durch Wasserdampfdiffusion. Die Zunahme der Wärmeleitfähigkeit mit dem Wassergehalt ist für verschiedene Materialien unterschiedlich und abhängig von deren Wasserdampfdurchlässigkeit und Porenstruktur. Die Gesetzmäßigkeiten werden bei der Festlegung von Rechenwerten der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108 unter Zugrundelegung der praktischen Feuchtegehalte der jeweiligen Baustoffe berücksichtigt. Für Stoffe in der Anwendung als Kerndämmung ist dieser praktische Feuchtegehalt im Sinne von DIN 4108 oft nicht übertragbar oder in der Tabelle gar nicht genannt. Der Wassergehalt von Kerndämmstoffen in ausgeführten Systemen ist gesondert zu bestimmen.

Bei bekannter Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit eines Dämmstoffes vom Feuchtegehalt kann dann für die in der Praxis gefundenen Wassergehalte der Wärmedurchlaßwiderstand einer Kerndämmung und somit des gesamten Mauerwerks beurteilt werden. Ebenso lassen sich die Ergebnisse auf beliebige andere Dämmsysteme anwenden.

Grundlage der hier vorgesehenen Untersuchung ist die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen im trockenen Zustand und bei mehreren Feuchtegehalten.

Im Forschungsinstitut für Wärmeschutz wurde bereits eine derartige Forschungsarbeit durchgeführt [1]. Die Messung der Wärmeleitfähigkeit des feuchten Stoffes erfolgte dabei aus versuchs-technischen Überlegungen bei Feuchtegehalten, die über denjenigen in der Praxis lagen und wie sich zeigte, keinen Rückschluß auf die Wärmeübertragung bei kleinen Feuchtegehalten zuließen.

Orientierende Messungen zeigten, daß bei stark dampfdurchlässigen Dämmstoffen die Zunahme der Wärmeleitfähigkeit nicht stetig mit der Höhe des Wassergehalts erfolgt, sondern im Bereich oder oberhalb des praktischen Feuchtegehalts ein steiler Anstieg der Wärmeleitfähigkeit erfolgt. Dieser Effekt wurde erstmals für einige Dämmstoffe gemessen und bedarf unbedingt der experimentellen Klärung, da hiervon die bisherige wärmeschutztechnische Beurteilung dieser Stoffe im praktischen Einsatz betroffen wird und Korrekturen erforderlich werden können.

2 Untersuchte Stoffe

Die Dämmstoffe stehen als loses Material, in Plattenform und als Ortschaum zur Verfügung. Die folgende Untersuchung beschränkt sich auf Dämmstoffe mit hoher Wasserdampfdurchlässigkeit. Diffusionsdichte Stoffe weisen im Bereich des praktischen Feuchtegehalts nur eine geringe oder praktisch keine Zunahme der Wärmeleitfähigkeit auf, die in jedem Fall durch den Zuschlagswert nach DIN 52 612 Teil 2 [2] abgesichert ist.

Im einzelnen werden untersucht:

Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum nach DIN 18 159 Teil 2 [3] mit einer Rohdichte von 10 bis 14 kg/m³.

Expandierte Polystyrol-Partikel mit einer Korngröße von 3 bis 5 mm. Die Schüttdichte beträgt 15 bis 16 kg/m³.

Blähton-Schüttung mit der Korngröße von 4 bis 8 mm und einer Schüttdichte von 200 kg/m³.

Mineralfaserplatten nach DIN 18 165 Teil 1 [4] mit einer Rohdichte von 35 kg/m³.

3 Meßmethode und Versuchsdurchführung

Die Wärmeleitfähigkeit der Dämmstoffe wird in einem modifizierten Wärmestrommessgerät nach DIN 52 616 [5] bestimmt (Bild 1). Die Proben haben eine Kantenlänge von 200 mm und eine Dicke von 40 mm. Die Außenabmessungen der Schutzzone betragen 500 × 500

mm. Die Heizplatte befindet sich an der Unterseite, die Kühlplatte an der Oberseite der Probe. Damit verläuft die Wärmestromrichtung generell lotrecht von unten nach oben.

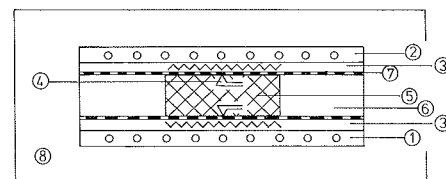


Bild 1. Einplattengerät nach DIN 52 616

- | | |
|--------------------|--------------|
| 1 Heizplatte | 5 Probe |
| 2 Kühlplatte | 6 Schutzring |
| 3 Wärmestrommesser | 7 Abdichtung |
| 4 Thermoelemente | 8 Schutzzone |

Zur Beobachtung von Feuchtigkeitsbewegungen beim Wärmedurchgang wird gleichzeitig mit der Messung der Wärmeleitfähigkeit der Wassergehalt einzelner Schichten der Versuchsprobe zerstörungsfrei mit Hilfe der relativen Schwächung von Gamma-Strahlen bestimmt [6].

Beim Durchstrahlen eines Stoffes mit Gammastrahlen werden diese entsprechend dem Exponentialgesetz

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x} = I_0 \cdot e^{-(\mu/\rho) \cdot \rho x} \quad (1)$$

geschwächt. Dabei ist I die Intensität der durchfallenden Strahlung, I_0 die Intensität der auffallenden Strahlung, μ der Schwächungskoeffizient von Wasser gegenüber γ -Strahlen, ρ die Dichte, μ/ρ der Massenschwächungskoeffizient und x die Schichtdicke. Für einen teilweise mit Wasser gefüllten porösen Stoff, der aus den drei Komponenten Feststoff, Wasser und Luft besteht, ergibt sich bei entsprechender Umformung

$$I_u = I_0 \cdot e^{-(\rho_s \cdot \mu_s + \rho_W \cdot \mu_W + \rho_L \mu_L) \cdot x} \quad (2)$$

wobei mit den Indizes s für Feststoff ohne Luftporen, W für Wasser und L für Porenluft, ρ die jeweiligen Volumenanteile, μ die jeweiligen Schwächungskoeffizienten und x die Gesamtdicke des Probekörpers bedeuten. I_u kennzeichnet die durch den feuchten Stoff geschwächte Strahlungsintensität.

Bezieht man die Intensitätsänderung der durchfallenden Gammastrahlung durch den Feuchtegehalt auf die Intensität bei der Durchstrahlung der trockenen Probe I_{tr} , so erhält man die relative Schwächung

$$\frac{I_u}{I_{tr}} = e^{-u_v \cdot \mu_W \cdot x} \quad (3)$$

oder

$$u_v = \frac{\ln I_{tr} - \ln I_u}{\mu_W \cdot x} \quad (4)$$

d. h. der Volumenanteil und der Schwächungskoeffizient des Feststoffes gehen in das Meßergebnis nicht ein. Der Schwächungskoeffizient von Luft ist in dieser Gleichung vernachlässigt, da er um den Faktor 10^{-3} kleiner als der vom Wasser ist. u_v wird durch den volumenbezogenen Feuchtegehalt u_v ersetzt.

Bild 2 zeigt das Schema der Wärmeleitfähigkeitsapparatur mit gleichzeitiger Gamma-

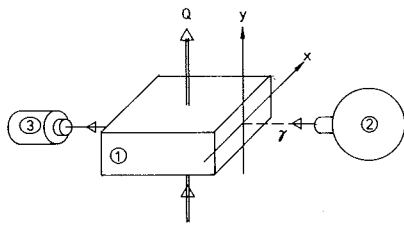


Bild 2. Schema der Durchstrahlungsapparatur
 1 Dämmstoffprobe
 2 Strahlenquelle
 3 Scintillationssonde
 γ Gamma-Strahlenbündel
 Q Wärmestrom durch die Probe

durchstrahlung in der x- und y-Achse. Senkrecht zum Wärmestrom gibt die Durchstrahlung in x-Richtung den Feuchtegehalt einer Schnittebene an. Durch Verschiebung in der y-Achse werden je Stoff 8 Schnittebenen untersucht.

Die hygroskopischen Dämmstoffe, wie Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschäume, werden durch Lagerung bei 23° C Lufttemperatur und relativen Luftfeuchten um 80% gleichmäßig befeuchtet. Bei nichthygroskopischen Dämmstoffen ist es dagegen nicht möglich, die geringen massebezogenen Wassermengen des „praktischen Feuchtegehalts“ mit 1 bis 5% in das Stoffgefüge homogen einzubringen. In diesen Fällen wird zur Beobachtung von Feuchtigkeitseinflüssen auf der warmen Oberfläche des Dämmstoffs eine wasserliefernde Schicht und auf der kalten Oberfläche eine wasseraufnahmefähige Schicht eingebracht. Die Schichten bestehen für die grundsätzlichen Versuche aus Löschpapier und für den praxisbezogenen Versuchsaufbau aus Gasbetonscheiben. Durch Massenbestimmung dieser Begrenzungsschichten der Dämmstoffe kann eine Feuchtebilanz aufgestellt und die Diffusionsstromdichte durch den Dämmstoff bestimmt werden. Da die losen Blähtonkügelchen ebenfalls eine sehr geringe Sorptionsfeuchte durch Lagerung im

Tabelle 1 Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum
 Zusammenstellung der Meßergebnisse

Hersteller	Probe	Trockenrohddichte kg/m ³	massebezogener Feuchtegehalt %	Wärmeleitfähigkeit W/(m · K)	Befeuchtungsart
A	1	11	0	0,0312	Lag. 23°/86 % Lag. 23°/100 %, Austrocknen Lag. 23°/100 % mit Wasser, Austrocknen mit Wasser, Austrocknen mit Wasser
			16	0,0319	
			33	0,0398	
			40	0,0496	
			60	0,0580	
			142	0,0620	
A	2	12	0	0,0321	Lag. 23°/86 %
			16	0,0326	
			12	0,0338	
B	1	11	0	0,0320	Lag. 23°/80 %
			14	0,0330	
B	2	12	0	0,0310	Lag. 23°/80 %
			9	0,0313	

Feuchteklima aufweisen, wurden zunächst ihre Poren mit Wasser gefüllt und abnehmende Feuchtegehalte durch Austrocknung eingestellt.

4 Versuchsergebnisse

4.1 Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum

Die Wärmeleitfähigkeit als Funktion des massebezogenen Feuchtegehalts ist in Bild 3 dargestellt.

Im Bereich des hygroskopischen Feuchtegehalts bis etwa 20% ist ein geringer Einfluss des Wassergehalts feststellbar. Bei höheren Feuchtegehalten steigt die Wärmeleitfähigkeit dann

stark an und ändert sich zwischen 1 und 10 Vol.-% nur noch geringfügig bei fast konstanten Anteilen für die Wärmeübertragung durch Dampfdiffusion.

Bis auf die an die Kaltseite angrenzende Dämmstoffschicht lassen sich selbst über eine Versuchszeit von 20 Stunden, die weit über die erforderlichen Meßzeiten von ca. 2–5 Stunden hinausgeht, keine meßbaren Feuchtigkeitsverschiebungen in Wärmestromrichtung feststellen. Der Temperaturgradient betrug dabei etwa 1,2 K/cm.

Die einzelnen Meßwerte der Wärmeleitfähigkeit mit den zugehörigen Feuchtegehalten und Angaben zur Befeuchtungsmethode sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

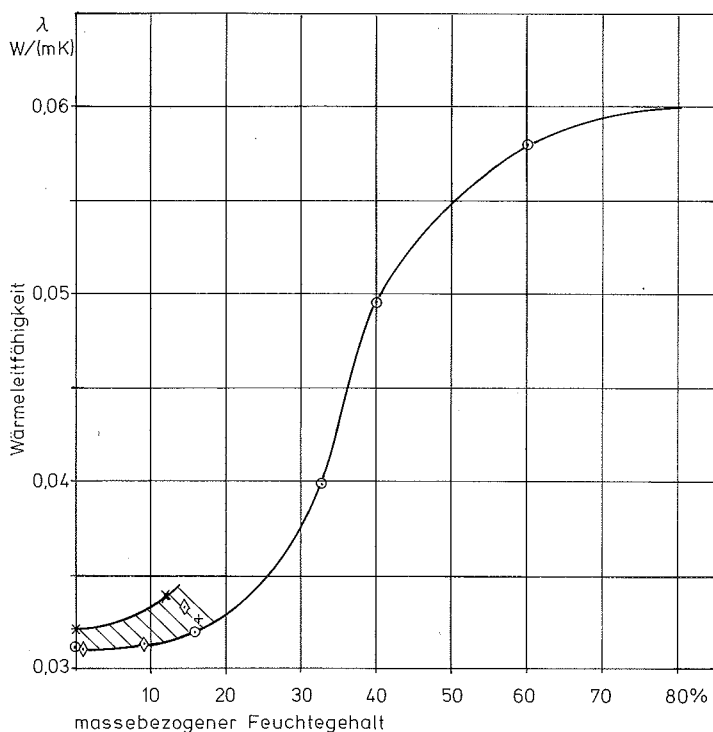


Bild 3. Wärmeleitfähigkeit von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum in Abhängigkeit vom massebezogenen Feuchtegehalt

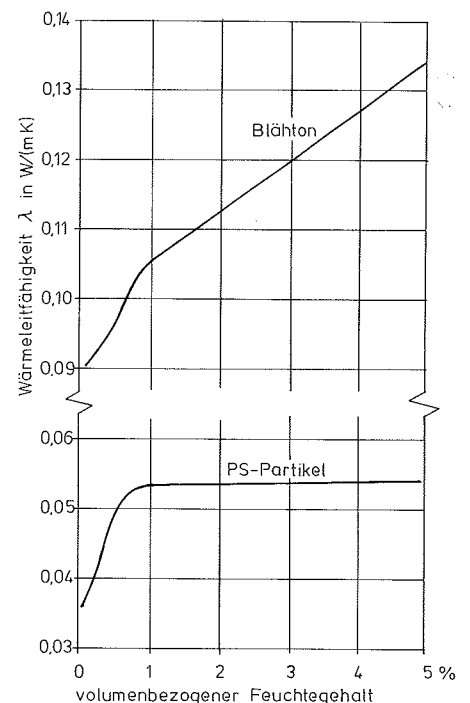


Bild 4. Wärmeleitfähigkeit von Schüttungen aus Blähton und Polystyrol-Partikeln

4.2 Schüttungen

Am Beispiel der Schüttungen aus Blähton und Polystyrol-Partikeln wird das Verhalten unterschiedlicher Feuchtigkeitsbeaufschlagungen gezeigt. In Bild 4 ist die Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit vom volumenbezogenen Feuchtegehalt dargestellt. Dabei zeigen die Blähtonkugeln mit in den Poren angelagertem Wasser ohne Oberflächenbenetzung der Kugeln ein identisches Verhalten wie untersuchte homogene Ziegelscherben. Die Polystyrol-Partikel bleiben dagegen in ihren Feinporen trocken. Sie sind nur an der Partikeloberfläche benetzt oder bei feuchten Deckflächen einem Diffusionsstrom durch die Dämmschicht ausge-

setzt, ohne daß sich Tauwasser in der Dämmschicht bildet.

4.3 Mineralfaserplatten

Aus Gründen der einfachen Probenbehandlung und Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse bei mehrfachem Versuchseinbau wurden die grundlegenden Untersuchungen mit Mineralfaserplatten durchgeführt. Die aus der Literatur [7] bekannten und in Bild 5 dargestellten Kurven werden bei gleichmäßiger Befeuchtung der Probe auf 2 Vol.-% mit $\lambda = 0,072 \text{ W/(m.K)}$ zunächst für relativ hohe Feuchtegehalte im Dämmstoff bestätigt.

Neuere Untersuchungen an ausgeführten Objekten ergaben für Mineralfaserdämmstoffe einen praktischen massebezogenen Feuchtegehalt von 1,5%. Die sich durch Lagerung im Klima $23^\circ \text{C}/86\% \text{ rel. Luftfeuchte}$ einstellende hygroskopische Ausgleichsfeuchte lag mit 0,05 bis 0,5% noch niedriger.

Der Dämmstoff ist in eingebautem Zustand unter Beachtung der bauphysikalischen Regeln und fachgerechter Ausführung der Dämmarbeiten praktisch trocken. Vergleichbare Ergebnisse erzielt man, wenn im Laborversuch die Probe zwischen feuchten Begrenzungsflächen trocken eingebaut und einer Temperaturdifferenz ausgesetzt wird. Zur Beurteilung der Feuchtigkeitsverteilung im Dämmstoff werden in Wärmestromrichtung 8 Schnittebenen durchstrahlt. Die Gamma-Durchstrahlung beginnt auf der kalten Seite der Probe unterhalb des Wärmestrommessers mit Ebene 1 und endet auf der warmen Seite mit Ebene 8. Ein Vergleich der Radiogramme für die getrocknete und die mit feuchtem Fließpapier beaufschlagte Mineralfaserplatte zeigt in Bild 6 praktisch kei-

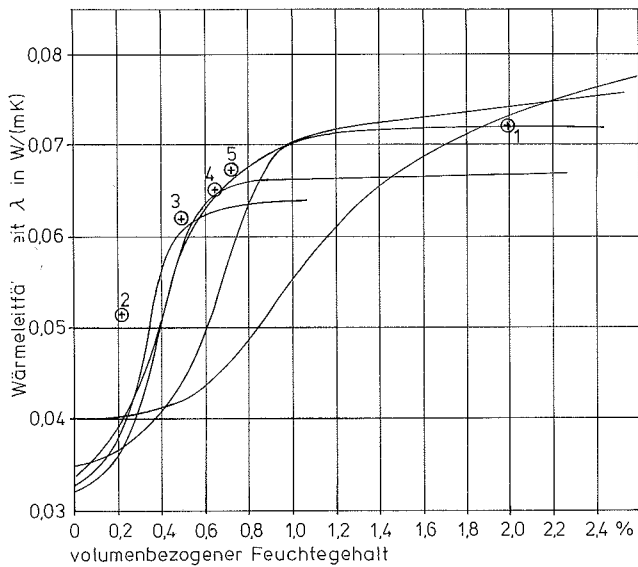


Bild 5. Wärmeleitfähigkeit von Mineralfaserdämmstoffen in Abhängigkeit vom volumenbezogenen Feuchtegehalt nach [7]
 ⊕ Meßpunkte der vorliegenden Untersuchung
 1 Faser gleichmäßig im Gefüge befeuchtet
 2 Grenzflächen aus Gasbeton ($u_v = 1,8\%$)
 3, 4, 5 Grenzflächen aus feuchtem Fließpapier

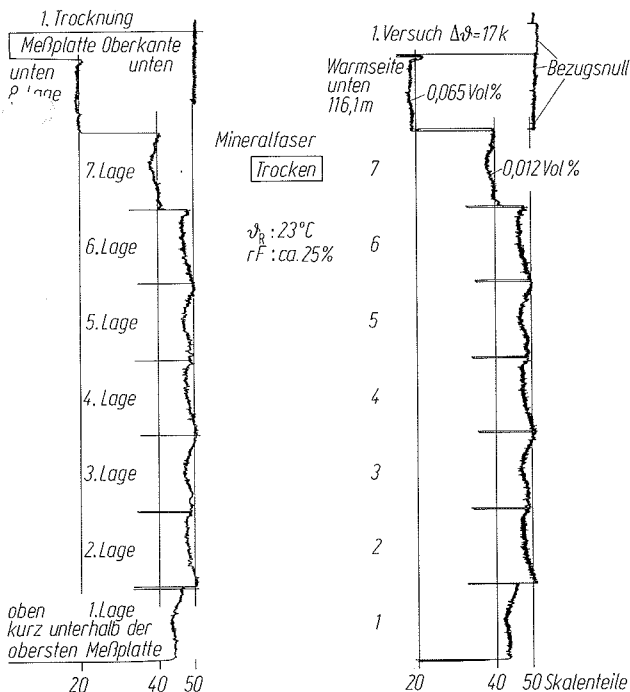


Bild 6. Radiogramm für die durchstrahlte Mineralfaserplatte. Linkes Diagramm für die getrocknete Probe; rechtes Diagramm bei zusätzlicher Wärmeübertragung durch Wasserdampfdiffusion

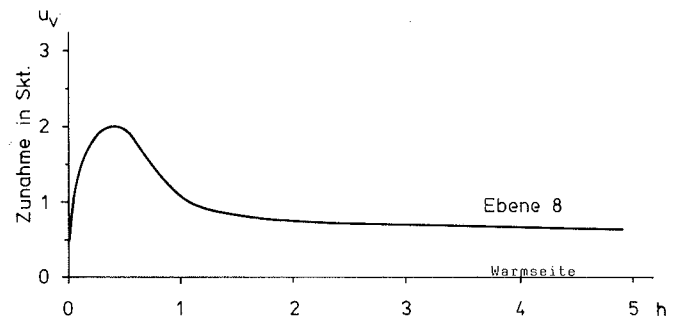
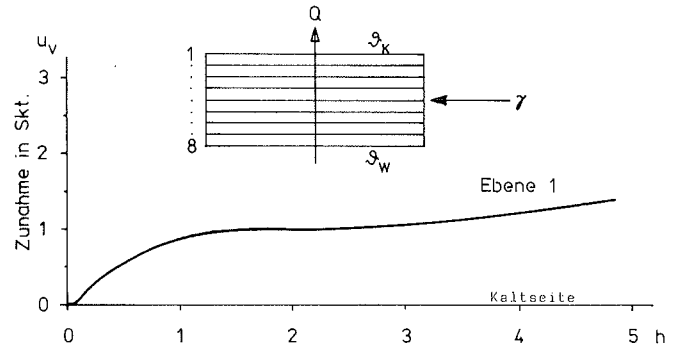


Bild 7. Feuchtigkeitsverlagerung in Ebene 1 und 8 während des Versuchs Mineralfaserplatte $u_v = 1\%$

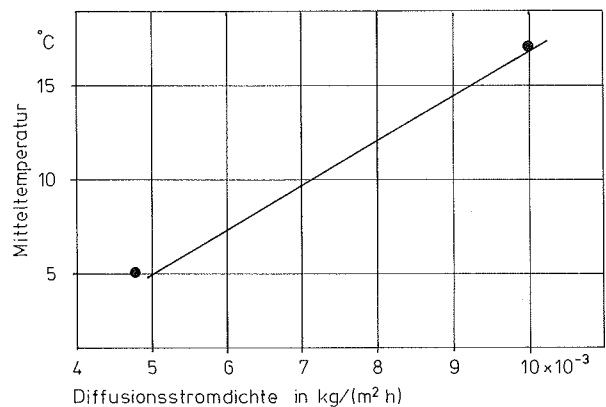


Bild 8. Abhängigkeit der Diffusionsstromdichte von der Mitteltemperatur Temperaturdifferenz $\Delta\theta = 5 \text{ K}$
 — berechnete Abhängigkeit
 ● Meßwerte mit feuchtem Fließpapier

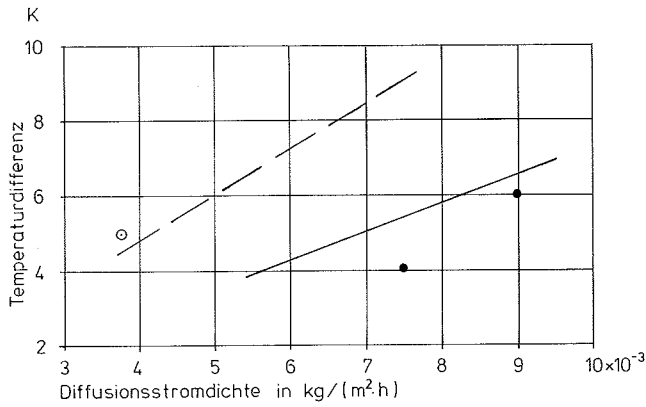


Bild 9. Abhängigkeit der Diffusionsstromdichte von der Temperaturdifferenz
 Mitteltemperatur $\vartheta_m = 10^\circ \text{C}$
 Grenzfläche Gasbeton ($u_v = 1,8\%$)
 - - - - - berechnete Abhängigkeit
 ○ Meßwert
 Grenzfläche Fließpapier
 — — — — — berechnete Abhängigkeit
 ● Meßwerte

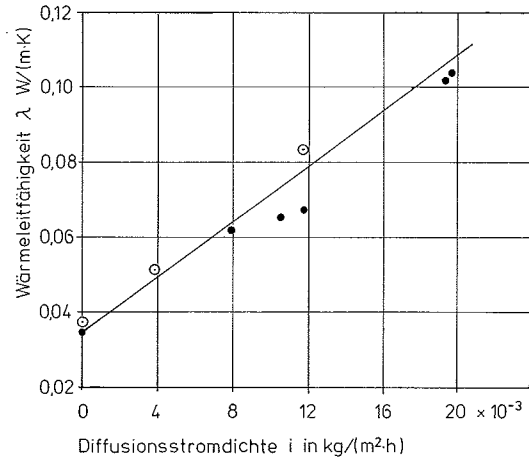


Bild 10. Wärmeleitfähigkeit von Mineralfaserplatten in Abhängigkeit von der Diffusionsstromdichte
 ○ Grenzfläche Gasbeton
 ● Grenzfläche Fließpapier

nen Unterschied in der Schwächung der Gammastrahlen. Der Dämmstoff selbst bleibt somit beim Wärmedurchgang durch Dampfdiffusion trocken. Die Radiogramme für weitere Versuchseinbauten und andere diffusionsoffene Stoffe bestätigen diese Feststellung. Lediglich im Randbereich der Mineralfaserplatten trat eine geringe Benetzung auf, die bei Bezug auf die Masse des Dämmstoffs einen Wassergehalt in der Größenordnung des praktischen Feuchtegehalts ergab. Die über die Versuchszeit konstante Feuchtebeaufschlagung ist aus Bild 7 mit der relativen Feuchtigkeitsänderung der Randzonen (Ebenen 1 und 8) in Abhängigkeit von der Versuchszeit ersichtlich.

Bei der Verwendung von Fließpapier genügte bereits eine Wassermasse $> 2 \text{ g}$ entsprechend $u_m > 20\%$, um nach der Sorptionsisotherme für Papier auf der Faseroberfläche eine relative Luftfeuchte von 100% einzustellen. Höhere Wassergehalte des Papiers beeinflussen das Ergebnis nicht und dienen nur als Reservoir zur Verhinderung einer Austrocknung während der Versuchszeit.

Einen besseren Vergleich mit der Praxis und eine kritische Beurteilung der „Fließpapiermethode“ sollte die Begrenzung der Dämmschicht mit Scheiben aus Gasbeton erbringen. Nach Lagerung bei $23^\circ \text{C}/86\%$ rel. Luftfeuchte wies der Gasbeton einen volumenbezogenen Feuchtegehalt von $1,8\%$ auf. Aus der Sorptionsisotherme ergibt sich hierfür eine Gleichgewichtsfeuchte von 70% . Der auf $4,5\%$ volumenbezogenen Wassergehalt befeuchtete Gasbeton sorgt in der Grenzschicht zum Dämmstoff für eine relative Luftfeuchte von 90% .

Bei Anlegen einer Temperaturdifferenz an der Dämmstoffprobe erhöht sich in allen untersuchten Fällen die Wärmeleitfähigkeit gegenüber dem trockenen Zustand (Probe und Grenzschichten trocken), obwohl der Dämmstoff selbst trocken bleibt. Die Ursache ist eine zusätzliche Wärmeübertragung durch Dampfdiffusion. Diese erhöht sich mit zunehmender Mitteltemperatur und Temperaturdifferenz und ist abhängig vom Dampfdruck in beiden Begrenzungsflächen der Dämmschicht. Sie kann durch die Wasserdampf-Diffusionsstromdichte i in $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ gekennzeichnet werden. Die Abhängigkeit der Diffusionsstromdichte von der Mitteltemperatur zeigt Bild 8 und von der Temperaturdifferenz

Bild 9. Da der Dämmstoff bei den beschriebenen Übertragungsvorgängen trocken bleibt, kann die feuchtebedingte Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit nicht in der bisher üblichen Art mit Bezug auf den Feuchtegehalt des Dämmstoffs beschrieben werden. Entsprechend Bild 10 bietet sich die Darstellung der Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Diffusionsstromdichte durch den Dämmstoff an. Trotz der Unsicherheiten bei der experimentellen Feuchtebilanz ist eine gute Übereinstimmung der Meßwerte mit den berechneten Kurven festzustellen.

Unter der Annahme, daß sich eine gleichmäßig im Gefüge verteilte Wassermenge ähnlich verhält wie eine definierte Wasserzufuhr pro Flächen- und Zeiteinheit, kann die pro Stunde und m^2 diffundierende Wassermasse auf das Dämmstoffvolumen bezogen werden. Damit ergeben sich die in Bild 5 für kleine Temperaturgradienten eingezeichneten Meßpunkte 2 bis 5.

Für zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung aus Mineralfaserplatten läßt sich auf der Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse eine Zunahme der Wärmeleitfähigkeit durch Wasserdampfdiffusion berechnen. Unter Annahme von Feuchtigkeitsverhältnissen der Innen- und Außenschale, die bei Langzeitversuchen in Holzkirchen [8] gefunden wurden und einer Temperaturdifferenz von 20 K liegt die Zunahme im Bereich von Meßergebnissen der Bundesanstalt für Materialprüfung. Dabei wurde der Wärmedurchlaßwiderstand von Wandprobekörpern im trockenen Zustand und nach Schlagregenbeanspruchung bei feuchten Mauerschalen gemessen [9].

5 Zusammenfassung

Die Festlegung von Zuschlagswerten auf die Wärmeleitfähigkeit im trockenen Zustand von Bau- und Dämmstoffen zur Berücksichtigung des Feuchteinflusses beruht u. a. auf dem praktischen Feuchtegehalt, den der jeweilige Stoff in der Praxis aufweist. Aus dem experimentell festzulegenden funktionalen Zusammenhang zwischen Wärmeleitfähigkeit und Wassergehalt des Stoffes kann dieser Zuschlagswert entnommen werden. Dabei ist bei hygroskopischen Dämmstoffen wie z. B. Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschäumen zur Fest-

legung des Kurvenverlaufs die Messung bei kleinen Feuchtegehalten, die der Sorptionfeuchte bei verschiedenen Klimabedingungen entsprechen, erforderlich.

Wird jedoch im praktischen Einbau bei nicht-hygroskopischen, diffusionsdurchlässigen Stoffen, wie Mineralfasern oder bestimmten Schüttungen, durch einen Diffusionsvorgang die Wärmeleitfähigkeit erhöht, wobei dieser Stoff trocken bleibt, so ist das bisher übliche Verfahren zur Bestimmung des Zuschlagswertes nicht mehr anwendbar. Es ist zu prüfen, ob z. B. die Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Diffusionsstromdichte dargestellt werden kann. Damit gehen allerdings Temperaturrandbedingungen und konstruktive Ausführungen bezüglich der Feuchtigkeitslieferung aus der Grenzschicht zum Dämmstoff in die Betrachtung des Zuschlagswertes ein. Die hier beschriebenen Meßergebnisse sind durch umfangreiche systematische Untersuchungen zu ergänzen und auf weitere Stoffe auszudehnen. Gleichzeitig ist das verwendete Meßverfahren den Randbedingungen in der Praxis entsprechend zu optimieren.

Literatur:

- [1] Achtziger, J.: Minderung der Wärmedämmung bei Durchfeuchtung der Dämmschicht; Forschungsbericht T83-193, Bundesministerium für Forschung und Technologie, September 1983.
- [2] DIN 52 612 Teil 2: Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät.
- [3] DIN 18 159 Teil 2: Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum für die Wärmedämmung.
- [4] DIN 18 165 Teil 1: Faserdämmstoffe für das Bauwesen, Dämmstoffe für die Wärmedämmung.
- [5] DIN 52 616: Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Wärmestrommeßplatten-Gerät.
- [6] Cammerer, W. F.: Die kapillare Flüssigkeitsbewegung in porösen Körpern. VDI-Forschungsheft 500. Düsseldorf, VDI-Verlag 1963.
- [7] Cammerer, J.: Einfluß des Feuchtegehaltes auf die Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Dämmstoffen; Forschungsvorhaben Nr. BI 5-800183-4 des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.
- [8] Künzel, H. und Mayer, E.: Wärme- und Regenschutz bei zweischaligem Sichtmauerwerk mit Kerndämmung; Forschungsbericht B Ho 9/83; Bundesministerium für Forschung und Technologie.
- [9] Kieper, A.: Auswirkungen von Schlagregen auf das Wärmedämmvermögen von zweischaligen Außenwänden mit Kerndämmung; Forschungsbericht, Bundesministerium für Forschung und Technologie.

