

28 (2001) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

M. Kehrer, H. M. Künzel, K. Sedlbauer

## Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

- ist der Feuchtezuschlag für die Wärmeleitfähigkeit gerechtfertigt?

### Einleitung

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen fristen im Hochbau ein Nischendasein. Ein Grund dafür ist der mangelnde Kenntnisstand der offiziellen Stoffwerte bei Architekten, Planern, Ingenieuren und Bauherren. Für herkömmliche Dämmstoffe (Mineralwolle und Polystyrol) sind die feuchte-technischen und energetischen Kennwerte bekannt; für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen fehlen diese oftmals. Aufgrund der relativ hohen Feuchtespeicherfähigkeit bei Bezugsfeuchte sind für diese Dämmstoffe in DIN 4108-4 [1] und DIN 52612-2 [2] verhältnismäßig hohe Zuschlagswerte zur Festlegung der  $\lambda$ -Werte genannt, wodurch eine Einstufung in eine niedrige Wärmeleitfähigkeitsgruppe nur schwer möglich ist. Durch Kombination aus Berechnung und Messung der Wärmeströme im Plattenapparat bei der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit wurde der feuchtegehaltsbezogene Zuschlag für die Wärmeleitfähigkeit am Beispiel einer Schüttdämmung aus Zelluloseflocken näher untersucht, und die Frage, ob der in [1] und [2] festgelegte Zuschlag gerechtfertigt ist, beantwortet.

### Durchführung der Untersuchungen

Zur Bestimmung des Feuchtezuschlags für die Wärmeleitfähigkeit wird zunächst die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{10\ tr}$  der Schüttdämmung aus Zelluloseflocken durch Messung mit einem Plattenapparat nach DIN 52616 [3] bestimmt. Es werden die sich einstellenden Wärmeströme bei den Probenmitteltemperaturen 20 °C, 25 °C und 35 °C bei einem Temperaturgradienten von 10 K gemessen. Aus den so bestimmten Wärmeleitfähigkeiten wird normgerecht durch Extrapolation die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{10\ tr}$  bei einer Probenmitteltemperatur von 10 °C ermittelt. Anschließend werden die Proben bei 23 °C / 80 % r.F. konditioniert. Nach Gewichtskonstanz werden eine analoge Messung und Auswertung durchgeführt, um die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{10\ u80}$  zu erhalten. Bezieht man die relative Differenz der Wärmeleitfähigkeiten von  $\lambda_{10\ tr}$  und  $\lambda_{10\ u80}$  auf den Wassergehalt, erhält man den feuchtegehaltsbezogenen Zuschlagswert in [%/M.-%]. Aus diesem feuchtegehaltsbezogenen Zuschlag und dem mittleren Feuchtegehalt bei 80 % r.F. ergibt sich der Feuchtezuschlag in [%]. Dieser Wert kann dann mit dem normativen Zuschlag verglichen werden.

Außerdem werden die hygrothermischen Vorgänge während der Messung im Plattenapparat mit der Software WUFI [4] nachgerechnet, mit dem Ziel, die Ursache des erhöhten Wärmestroms bei den Feuchtmessungen zu ergründen. Die Randbedingungen dafür sind in [5] aufgeführt.

### Ergebnisse

Bild 1 zeigt, wie durch Extrapolation mit anschließender Feuchtekorrektur bei den verschiedenen Probenmitteltemperaturen die Wärmeleitfähigkeiten  $\lambda_{10\ tr} = 0,038_6$  W/(mK) und  $\lambda_{10\ u80} = 0,040_8$  W/(mK) ermittelt werden. Daraus ergibt sich mit dem gemessenen Feuchtegehalt der Probe von 11,6 M.-% ein feuchtegehaltsbezogener Zuschlag für die Wärmeleitfähigkeit dieser Probe von 0,49 %/M.-%. Weiterhin wird in [5] aus mehreren Proben ein mittlerer feuchtegehaltsbezogener Zuschlag bei  $u_{80}$  für Zelluloseflocken von 5 % ermittelt, was den in [1] und [2] festgelegten Wert für pflanzliche Faserdämmstoffe von 20 %, zumindest aus feuchtetechnischer Sicht, nicht rechtfertigt.

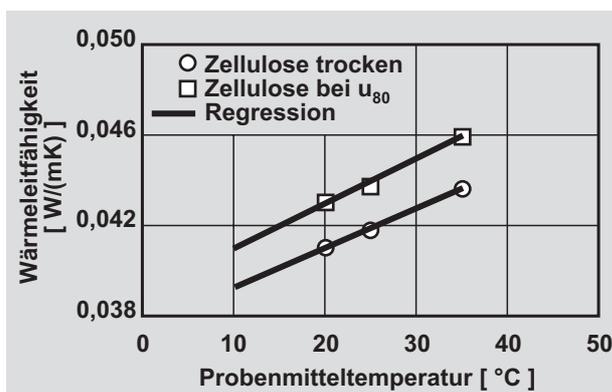


Bild 1: Darstellung der gemessenen Wärmeleitfähigkeiten von trockener Zellulose und bei einem Feuchtegehalt von  $u_{80}$  bei verschiedenen Probenmitteltemperaturen. Durch Regression und anschließender Feuchtekorrektur wird jeweils die Wärmeleitfähigkeit bei einer Probenmitteltemperatur von 10 °C ( $\lambda_{10\ tr}$  bzw.  $\lambda_{10\ u80}$ ) extrapoliert.

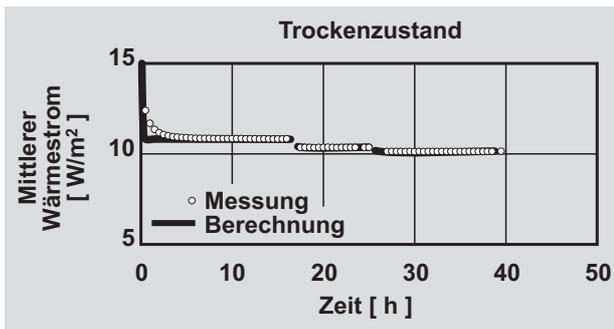


Bild 2: Vergleich von gemessenem und berechnetem mittlerem Wärmestrom bei der Bestimmungen der Wärmeleitfähigkeit einer Probe aus Zellulose im Trockenzustand.

In den Bildern 2 und 3 sind die Ergebnisse der WUFI-Nachrechnung der Messung im Plattenapparat dargestellt. Bild 2 zeigt den gemessenen und berechneten mittleren Wärmestrom der Probe aus Zelluloseflocken im Trockenzustand. Dabei ist eine gute Übereinstimmung von Messung und Berechnung zu erkennen.

Bild 3 zeigt den berechneten mittleren Wärmestrom im Vergleich zu dem gemessenen mittleren Wärmestrom der Probe von Zelluloseflocken bei Feuchtegehalt  $u_{80}$ . Dabei werden folgende Variationen in der Berechnung gewählt: Mit

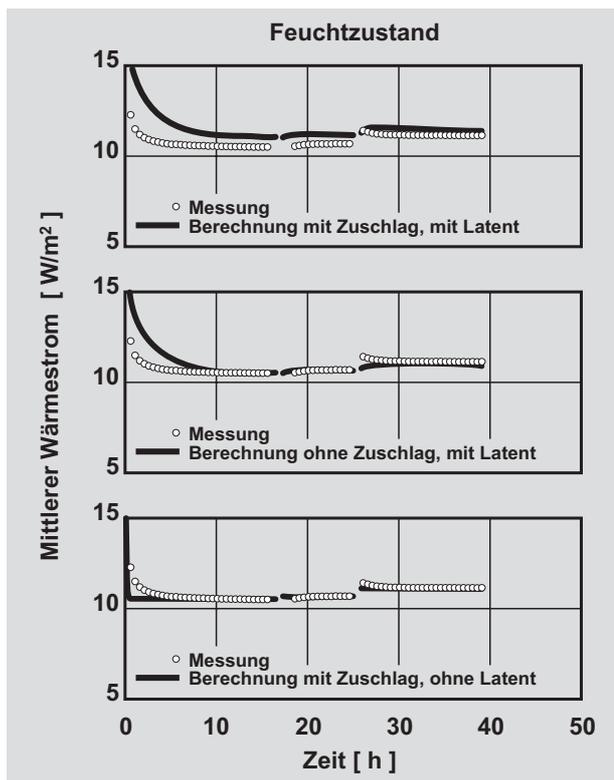


Bild 3: Vergleich von gemessenem und berechnetem mittlerem Wärmestrom bei der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit einer Probe aus Zellulose im Plattenapparat bei Feuchtegehalt  $u_{80}$ . Dabei ist eine Berechnung mit Wärmeleitfähigkeitszuschlag und Berücksichtigung der Latentwärme (Bild oben), ohne Wärmeleitfähigkeitszuschlag und mit Berücksichtigung der Latentwärme (Bild Mitte) sowie mit Wärmeleitfähigkeitszuschlag und ohne Berücksichtigung der Latentwärme (Bild unten) zu sehen. Der verwendete Wärmeleitfähigkeitszuschlag stammt aus der Auswertung der Messung.

feuchtegehaltsbezogenem Wärmeleitfähigkeitszuschlag und mit Latentwärme (Bild oben), nur Latentwärme (Bild Mitte), nur feuchtegehaltsbezogener Wärmeleitfähigkeitszuschlag (Bild unten). Die Berechnung ohne Latentwärme ist physikalisch unsinnig. WUFI bietet diese Möglichkeit dennoch, um die Größenordnung dieses Effektes abschätzen zu können. Als feuchtegehaltsbezogener Wärmeleitfähigkeitszuschlag wird das Ergebnis der Messung verwendet.

Bild 3 ist zu entnehmen, daß sich bei der Berechnung mit Zuschlag und Berücksichtigung der Latentwärme (Bild oben) im Vergleich zur Messung ein zu hoher Wärmestrom einstellt. Weiterhin ist zu sehen, daß sich eine gute Übereinstimmung von Messung und der Berechnung ohne Zuschlag und mit Berücksichtigung der Latentwärme ergibt (Bild Mitte). Außerdem zeigt sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung von Messung und der Berechnung mit Zuschlag und ohne Berücksichtigung der Latentwärme (Bild unten). Letztere Feststellung ist zu erwarten, da der verwendete Zuschlag für die Wärmeleitfähigkeit aus der Messung unter Vernachlässigung der Latentwärme stammt. Weiterhin lassen die Ergebnisse im Bild oben und Bild Mitte den Schluß zu, daß es sich bei den im Vergleich zur Trockenmessung erhöhten Wärmestrom in der Messung bei Feuchtegehalt  $u_{80}$  praktisch nur um Latentwärmeeffekte handelt und ein feuchtegehaltsbezogener Wärmeleitfähigkeitszuschlag bei diesem Feuchtegehalt nicht zu erkennen ist. Die gemessene Wärmestromerhöhung im Plattenapparat ist durch instationäre Sorptions- und Desorptionsvorgänge verursacht. Unter den Bedingungen im Plattenapparat laufen diese Vorgänge allerdings mit einer Intensität ab, die nicht den Verhältnissen in der Praxis entspricht. Außerdem können sich die Sorptions- und Desorptionsprozesse in der Praxis, im Gegensatz zu den Verhältnissen im Plattenapparat, auch umkehren. Das bedeutet, daß die Wärmeenergie, die zunächst verloren wird, auch wieder zurückgewonnen werden kann. Daher sollten diese instationären Latentwärmeeffekte bei der Festsetzung der Wärmeleitfähigkeit nicht berücksichtigt werden. Ob ein feuchtebedingter Zuschlag auf den Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen unter diesen Umständen überhaupt begründbar ist, sollte in den zuständigen Gremien des Deutschen Instituts für Bautechnik erörtert werden.

#### Literatur

- [1] DIN 4108-4: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte. Beuth-Verlag, Berlin, März 1998.
- [2] DIN 52612-2: Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät, Weiterbehandlung der Meßwerte für das Bauwesen. Beuth-Verlag, Berlin, Juni 1984.
- [3] DIN 52616: Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Wärmestrommeßplatten-Gerät. Beuth-Verlag, Berlin, November 1977.
- [4] Künzel, H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart 1994.
- [5] Kehler, M.; Künzel, H.M.; Sedlbauer, K.: Bestimmung feuchte-technischer Kennwerte an Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. IBP-Bericht HTB-12/2001.