

23 (1996) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

H.M. Künzle

## Feuchteverhalten von Umkehrdächern mit massiven Deckschichten

### Problemstellung

Bei Flachdachkonstruktionen mit außenliegender Wärmedämmung (Umkehrdächer) ist grundsätzlich mit dem Eindringen von Niederschlagswasser unter die Dämmplatten auf der Warmseite zu rechnen. Dieses Wasser führt im Winter zu einer Feuchteanreicherung in der Dämmschicht durch Dampfdiffusion mit Tauwasserausfall. Um eine stetige Feuchteakkumulatin zu vermeiden, muß das winterliche Tauwasser im Sommer wieder austrocknen können. Durch rechnerische Untersuchungen kann festgestellt werden, ob bei Umkehrdachkonstruktionen mit massiven Deckschichten, z.B. aus Beton, eine ausreichende Trocknung stattfindet. Das hygrothermische Verhalten solcher UK-Dachkonstruktionen mit Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum verschiedener Dicke und unterschiedlichem Schäumgas wird im folgenden rechnerisch analysiert.

### Untersuchungen

Die rechnerischen Untersuchungen werden mit dem auf [1] aufbauenden PC-Programmsystem durchgeführt, das bereits mehrfach, auch für Flachdächer, experimentell validiert wurde. Untersucht wird ein Dachaufbau mit 60 mm und 100 mm dicken Dämmplatten über der Dachabdichtung und einer 10 cm dicken Betondeckschicht. Die Stoffeigenschaften dieser Deckschicht entsprechen denen des Fassadenbetons in [2]. Die Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum haben eine Rohdichte von  $40 \text{ kg/m}^3$  und eine Wärmeleitfähigkeit in trockenem Zustand von  $0,032 \text{ W/mK}$ . Das Feuchteverhalten der Dämmplatten wird ausschließlich

Tabelle 1: Gemessene Wasserdampfdiffusionswiderstandszahlen der 1 cm dicken Oberflächenbereiche (Schäumhaut) und des verbleibenden Kernbereichs von konventionellen und von  $\text{CO}_2$ -geschäumten Polystyrol-Hartschaumplatten.

Extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl [-]	
	Schäumhaut (1 cm dick)	Kernbereich
konventionell	320	90
$\text{CO}_2$ -geschäumt	160	60

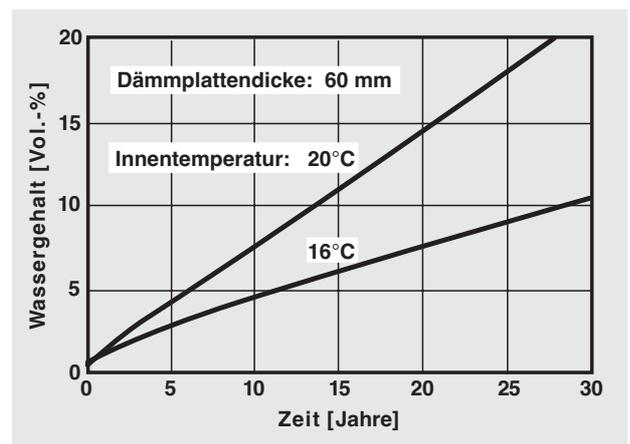


Bild 1: Zeitlicher Verlauf des mittleren Wassergehaltes in der Dämmung eines Umkehrdaches mit Betondeckung bei konstanter Temperatur auf der Warmseite von  $20^\circ\text{C}$  bzw.  $16^\circ\text{C}$ . Die Dämmung besteht aus 60 mm dicken, konventionellen extrudierten Polystyrol-Hartschaumplatten.

von ihrem Wasserdampfdiffusionswiderstand bestimmt, da sie Wasser weder kapillar leiten noch nennenswert sorbieren.

Beim Herstellungsprozeß der Platten entsteht an den Oberflächen eine verdichtete Zone, die sogenannte Schäumhaut, deren erhöhter Diffusionswiderstand ( $\mu$ -Wert) gesondert berücksichtigt werden muß. Aus diesem Grund wurden von 8 bis 10 cm dicken Dämmplatten aus konventionellen und  $\text{CO}_2$ -geschäumten Polystyrol-Hartschaum beidseitig 1 cm dicke Oberflächenscheiben abgesägt und deren  $\mu$ -Wert zusammen mit dem  $\mu$ -Wert des verbleibenden Kerns gemäß [3] bestimmt. Die Meßwerte, dargestellt in Tabelle 1, werden in die Berechnung übernommen, wobei die Platten, wie bei der Messung, in zwei Oberflächenzonen mit 1 cm Dicke und einen Kernbereich unterteilt werden. Als klimatische Randbedingungen dienen gemessene Stundenmittelwerte der Außenlufttemperatur und -feuchte sowie der Globalstrahlung und des Niederschlags eines für Holzkirchen typischen Jahres. Auf der Unterseite der Dämmung werden konstant 100 % relative Feuchte (d.h. ein permanenter Wasserfilm durch eindringendes Niederschlagswasser) sowie eine konstante Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  bzw.  $16^\circ\text{C}$  angenommen.

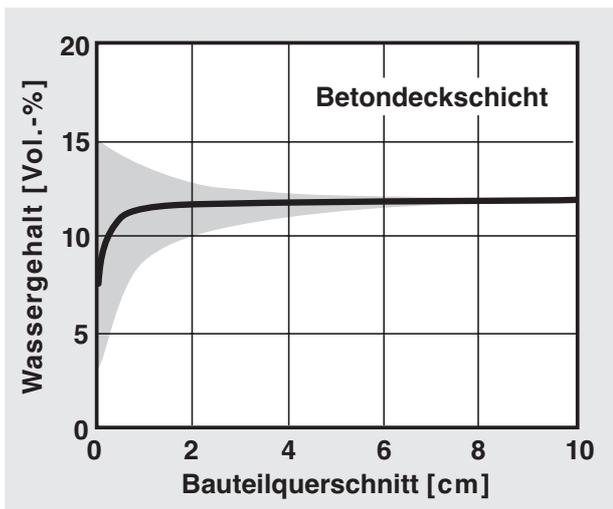


Bild 2: Jahresmittelwert (durchgezogene Linie) und jährliche Variationsbreite (schraffierter Bereich) der Wassergehaltsverteilung in der Betondeckschicht im eingeschwungenen Zustand. Im Gegensatz zur klimatisch bedingten Variation der Betonfeuchte an der Außenoberfläche ist die Betonfeuchte an der Grenze zur Dämmschicht das ganze Jahr über konstant hoch.

## Ergebnisse

Bild 1 zeigt den Verlauf der mittleren Stoffeuchte konventioneller Dämmplatten mit einer Dicke von 60 mm über einen Zeitraum von 30 Jahren. Es kommt zu einer stetigen Feuchteakkumulation in der Dämmung, deren Geschwindigkeit stark von der Temperatur auf der Warmseite abhängt. Während bei 16 °C Innentemperatur nach 30 Jahren Standzeit ca. 10 Vol.-% erreicht werden, ist dieser Wert bei 20 °C mit mehr als 20 Vol.-% etwa doppelt so hoch. Die Feuchteakkumulation in den Dämmplatten erklärt sich durch die hohe Feuchte in der angrenzenden Betondeckschicht, dargestellt in Bild 2, die wie im Falle begrünter Umkehrdächer [4] eine Austrocknung während der Sommerzeit verhindert. Einen ähnlichen Effekt wie die Absenkung der Temperatur auf

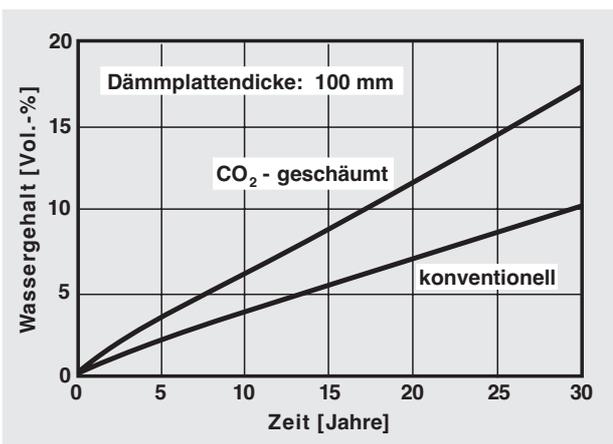


Bild 3: Zeitlicher Verlauf des mittleren Wassergehalts in der Dämmung eines Umkehrdaches mit Betondeckung bei einer konstanten Temperatur von 20 °C auf der Warmseite. Die Dämmung besteht aus 100 mm dicken, konventionellen bzw. CO<sub>2</sub>-geschäumten Polystyrol-Hartschaumplatten.

der Warmseite, hat die Erhöhung der Dämmschichtdicke, wie anhand des Verlaufs der Stoffeuchte von 100 mm dicken Dämmplatten in Bild 3 zu sehen ist. Bei einer Innentemperatur von 20 °C erreichen konventionelle Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum nach 30 Jahren einen Wassergehalt von ca. 10 Vol.-% während, CO<sub>2</sub>-geschäumte Platten aufgrund ihres geringeren Wasserdampfdiffusionswiderstandes mit über 17 Vol.-% deutlich feuchter werden.

## Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen zeigen, daß Umkehrdächer mit Betondeckschichten aufgrund einer zu geringen Austrocknungsmöglichkeit im Laufe der Zeit zunehmend feuchter werden, wobei bei früher üblichen Dämmschichtdicken (etwa 60 mm) Dämmstofffeuchten von über 20 Vol.-% nach 30 Jahren auftreten können. Vergleicht man dieses Ergebnis mit Probenahmen an entsprechenden Umkehrdächern, die Wassergehalte bis zu 12 Vol.-% in 7 Jahren ergeben haben [5], erscheinen die Berechnungsergebnisse durchaus plausibel. Durch den starken Einfluß der warmseitigen Temperatur wird auch verständlich, warum in einigen Fällen [5] deutlich geringere Dämmstofffeuchten gemessen werden, da der Unterbau und die Temperaturverhältnisse kaum erfaßt werden. Bei heute üblichen Dämmplattendicken von mindestens 100 mm zeigt sich bei konventionellen Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum eine geringere, wenn auch weiterhin stetige Feuchtezunahme. Die Verbesserung wird allerdings bei der Verwendung von CO<sub>2</sub>-geschäumten Platten wieder nahezu kompensiert, falls sich die in Tabelle 1 dargestellten Meßergebnisse des Diffusionswiderstandes als repräsentativ für das neue Material erweisen sollten.

Da sich nach einer Zusammenstellung in [6] die Wärmeleitfähigkeit von extrudiertem Polystyrol-Hartschaum bei einer Feuchte von 20 Vol.-% um ca. 80 % erhöht, ist bei alten Dächern mit Betondeckung sogar ein Unterschreiten des hygienischen Mindestwärmeschutzes nach [7] zu befürchten. Neuere Konstruktionen mit höheren Dämmschichtdicken lassen allerdings keine hygienischen Probleme erwarten. Eine Reduktion des Wärmedurchlaßwiderstandes mit der Zeit ist aber auch hier angemessen zu berücksichtigen.

## Literatur

- [1] Künzel, H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Diss. Universität Stuttgart 1994.
- [2] Künzel, H.M.: Feuchteverhalten bewitterter Fassadenbauteile. IBP-Mitteilung 22 (1995) Nr. 274.
- [3] DIN 52615: Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Bau- und Dämmstoffen. November 1987.
- [4] Künzel, H.M.: Bieten begrünte Umkehrdächer einen dauerhaften Wärmeschutz? IBP-Mitteilung 22 (1995) Nr. 271.
- [5] Zimmermann, G.: Zum Langzeitverhalten von Umkehrdächern. Deutsches Architektenblatt (1990), H. 10, S. 1559-1565.
- [6] Cammerer, J. und Achtziger, J.: Einfluß des Feuchtegehaltes auf die Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Dämmstoffen. Forschungsvorhaben Nr. B15-800183-4 des Forschungsinstituts für Wärmeschutz, 1984.
- [7] DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau. August 1981.



Fraunhofer  
Institut  
Bauphysik

## FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis  
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0