Fraunhofer Institut Bauphysik

IBP-Mitteilung 349

26 (1999) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

K. Sedlbauer, Th. Großkinsky

Freilanduntersuchungen über das winterliche Feuchteverhalten eines belüfteten Flachdaches

Problemstellung

Dächer können in speziellen Fällen als belüftete Konstruktionen ausgeführt werden, um den vom Raum her oder aus Baufeuchte in die Wärmedämmung eindiffundierenden Wasserdampf mittels eines Luftvolumenstroms wieder abzuführen (vgl. [1] bis [3]). Unter ungünstigen Randbedingungen, wie z.B. großen Tagestemperaturamplituden in Verbindung mit einer hohen Außenluftfeuchte sowie falscher Dimensionierung der Belüftung, werden feuchte Stellen im Bauteil über einen längeren Zeitraum nicht abtrocknen. Im Extremfall wird durch zuströmende Luft zusätzlich Feuchte in die Konstruktion eingetragen, welche sich an kalten inneren Bauteiloberflächen niederschlägt [4, 5]. Hierdurch sind in der Vergangenheit Bauschäden aufgetreten. Unter welchen Bedingungen in einem Winterhalbjahr Tauwasserbildung im Luftspalt auftritt, soll in einer Freilanduntersuchung im Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Holzkirchen bestimmt werden.

Beschreibung des untersuchten Dachsystems

Untersucht wird ein belüftetes Flachdach, bestehend (von unten nach oben) aus einer Stahlbetondecke, einer Wärmedämmung aus 180 mm Mineralwolle, einer Luftschicht der Dicke 5 cm sowie einer aus vorbitumierten Dachplatten, Dachhaut und Abschlußprofil bestehenden befahrbaren Abdeckung mit einer Neigung von etwa 2°. Bild 1 zeigt schematisch den Dachaufbau. Die untersuchte Dachlänge beträgt in Ost-West-Richtung 6 m. Die in [6] für belüftete Dächer mit einer Neigung unter 10° angegebenen Grenzwerte für die Dimensionierung der Lüftungsöffnungen sind berücksichtigt. Die freien Lüftungsquerschnitte an zwei gegenüberliegenden Seiten müssen mindestens 2 ‰ der Dachgrundrißfläche betragen, wobei eine Luftschichtdicke von 50 mm nicht unterschritten werden sollte. Die vorgeschriebene diffusionsäquivalente Luftschichtdicke der Dachkonstruktion unterhalb des belüfteten Raumes von $s_d = 10$ m wird durch die Betondecke mit 140 mm und 180 mm Wärmedämmung erreicht und stellt einen ausreichenden Wert dar.

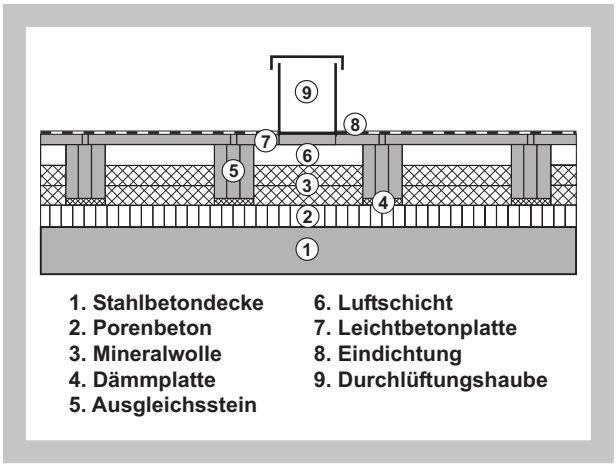

Bild 1: Konstruktiver Aufbau des Zweischalendaches (schematisiert).

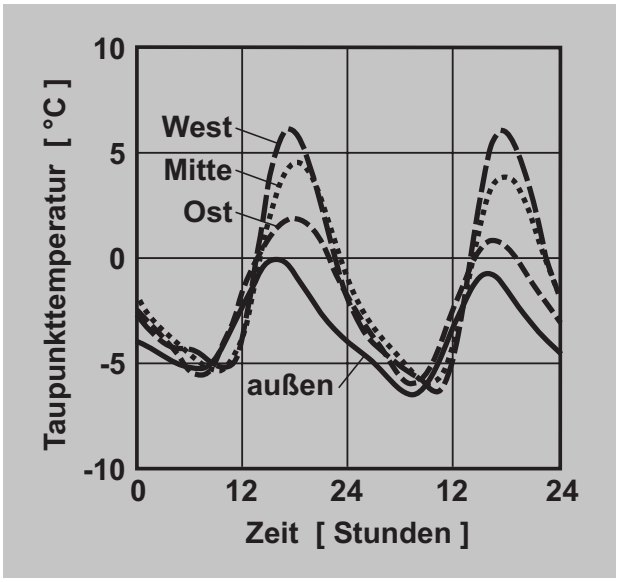

Bild 2: Gemessene Zeitverläufe der Taupunkttemperaturen der Außenluft sowie der Luft im Spalt an den Meßstellen West, Mitte und Ost an zwei Wintertagen mit mäßigem Ostwind.

Durchführung der Untersuchungen

Zur Untersuchung der Austrocknung einer baufeuchten Konstruktion wurde (vgl. Bild 1) unterhalb der Dämmung in einer Dachhälfte in Ost-West-Dichtung ein feuchter Porenbeton eingebracht (Variante "feucht"). Um ein großes Dach

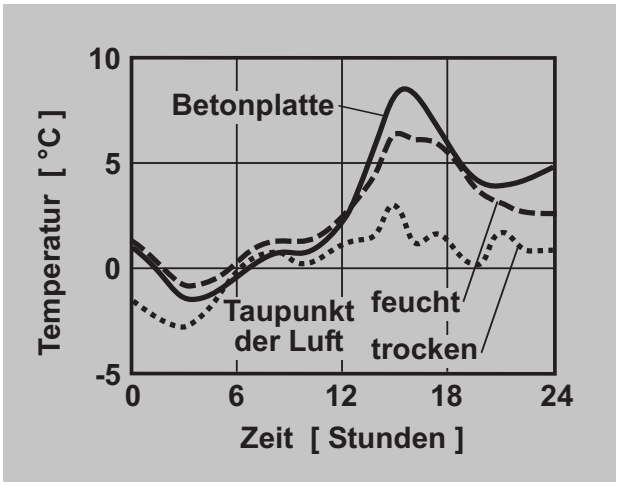

Bild 3: Tagesverläufe der Temperatur der Betonplatte sowie der Taupunkttemperatur im Luftspalt für die Varianten mit trockenem und feuchtem Porenbeton während eines Wintertages.

zu simulieren, sind in der anderen Variante mit trockenem Porenbeton die Einströmöffnungen etwa in der Mitte des Winters reduziert worden (Variante "gering belüftet"). Meßtechnisch erfaßt wurden Wärmeströme, relative Feuchten und Temperaturen an beiden Varianten. Vor allem die Umrechnung auf eine im Luftspalt sich einstellende Taupunkttemperatur an den drei entlang der Meßstrecke befindlichen Meßstellen West, Mitte und Ost läßt Aussagen darüber zu, unter welchen Bedingungen, z.B. bei nächtlicher Abstrahlung oder Schneebedeckung, Tauwasserausfall auftritt. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf den Untersuchungszeitraum von November 1998 bis April 1999.

Ergebnisse der Untersuchungen

Bild 2 zeigt ausgewählte Tagesverläufe der Taupunkttemperaturen der Außenluft sowie der Luft im Spalt an den Meßstellen West, Mitte und Ost bei der Variante "feucht". Daß an diesen Tagen Ostwind herrschte, erkennt man daran, daß sich die Taupunkttemperatur entlang der Meßstrecke von Ost nach West erhöht, d.h. daß die Luft entlang diesem Weg Feuchte aufnimmt. Fällt, wie in Bild 3 dargestellt, die Temperatur der äußeren Dachabdeckung unter die Taupunkttemperatur, so tritt dort Tauwasserbildung auf. In Tabelle 1 sind die mittleren täglichen Zeiten der Taupunktunterschreitung für die unterschiedlichen Varianten aufgeführt. Man erkennt, daß auf der Ostseite häufiger Tauwasser ausfällt als im Westen. Dies ist durch die Ergebnisse aus Bild 2 zu erklären, da die Westwinde im Winter 1998/99 dominant waren. Ferner zeigt sich, daß bei der feuchten Variante öfter Tauwasser auftritt als bei der trockenen. Dies liegt an der Feuchtelieferung durch den nassen Porenbeton, der erst im Laufe des Winters trockener wurde. Bei der Variante mit trockenem Porenbeton zeigt sich hinsichtlich der Taupunktunterschreitung kein signifikanter Unterschied zwischen guter und geringer Belüftung. Das Dach funktioniert in beiden Fällen, also auch ohne die in [6] vorgeschriebene Belüftung. Bezüglich der Auswirkung einer Schneebedeckung - im untersuchten Winter an etwa 100 Tagen - stellt man unschwer fest, daß es eher durch nächtliche Abstrahlung als durch eine kühlende Schneedecke zu Unterschreitungen der Taupunkttemperatur kommt. Der Schnee hat also, wie zu erwarten war, dämmende Wirkung.

Tabelle 1: Mittlere tägliche Zeiten der Taupunktunterschreitung für die unterschiedlichen Varianten im Winter 1998/99.

Variante	Schnee	mittlere tägliche Zeit der Unterschreitung der Taupunkttemperatur [h/d]			
		trocken West	trocken Ost	feucht West	feucht Ost
belüftet	mit	2	4	9	9
gering belüftet	mit	0,2	7	-	-
belüftet	ohne	4	7	9	14
gering belüftet	ohne	1	8	-	-

Schlußfolgerung und Ausblick

Trotz der doch häufigen Taupunktunterschreitung im Dach kann folgendes Resümee gezogen werden: Die Variante mit trockenem Porenbeton funktionierte im Freiland auch bei geringer Belüftung. Der baufeuchte Porenbeton trocknet unter folgenden Randbedingungen im Freiland aus:

– Langer Winter mit häufiger Schneebedeckung,

– Kurzes gut belüftetes Dach mit den nach [6] vorgeschriebenen Lüftungsöffnungen von 2 ‰.

Im Laufe des Winterhalbjahres kam es auch zu einer Feuchteumverteilung im Dach. Vor allem die äußere Dachabdeckung nahm Feuchte auf. Diese Feuchteumverteilung wird Inhalt der weiteren meßtechnischen Untersuchungen und ergänzender Berechnungen mit dem Rechenverfahren WUFI [7] sein. Es bleibt noch zu klären, in welchem Maße im Sommer bei hohen Temperaturen im Dach die eingelagerte Feuchte z.B. durch Konvektion abgeführt wird.

Literatur

[1] Gertis, K.: Die thermodynamische Wirkung von Luftspalten in belüfteten Flachdächern. Betonwerk u. Fertigteiltechnik, 44 (1978), H. 7, S. 376 - 382.

[2] Gertis, K.: Die hygrische Wirkung von Luftspalten in belüfteten Flachdächern. Betonwerk + Fertigteiltechnik, 45 (1979). H. 2, S. 108 – 114.

[3] Liersch, K.: Belüftete Dach- und Wandkonstruktionen, Band I, Vorhangfassaden. Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin, 1996.

[4] Sedlbauer, K. und Würth, M.: Instationär thermo-hygrische Untersuchung eines belüfteten Flachdaches. Bauphysik 20 (1998), H. 4, S. 105 - 109.

[5] Sedlbauer, K.: Freilanduntersuchungen an belüfteten Flachdächern - Ergebnisse und Folgerungen. Vortrag 22. April 1999, Neuss.

[6] DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau. Ausgabe 1981, Beuth-Verlag Berlin.

[7] Künzel, H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart 1994.

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

Herstellung und Druck: Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Satz- und Druckcenter
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik