

29 (2002) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

K. Sedlbauer, Th. Großkinsky

## Freilanduntersuchungen bestätigen: Auch gering belüftete Flachdächer trocknen aus!

Dächer können als belüftete Konstruktionen ausgeführt werden, um den vom Raum her oder aus Baufeuchte in die Wärmedämmung eindiffundierenden Wasserdampf mittels eines Luftvolumenstroms abzuführen (vgl. [1] bis [3]). Die DIN 4108-3 [4] schrieb in ihrer Ausgabe vom August 1981 für belüftete Dächer mit einer Neigung unter  $10^\circ$  vor, dass die freien Lüftungsquerschnitte an zwei gegenüberliegenden Seiten 2 ‰ der Dachgrundrissfläche betragen müssen, wobei eine Luftschichtdicke von 50 mm nicht unterschritten werden darf. Wie **Tabelle 1** zeigt, waren diese Anforderungen in der Praxis oft nicht einzuhalten. So müsste beispielsweise ein 20 m breites und 100 m langes Dach eine Höhe des Lüftungsspaltens von bis zu 40 cm besitzen, wenn man berücksichtigt, dass nicht die gesamte Dachbreite zur Lüftung zur Verfügung steht. Bei einem 200 m langen und 50 m breiten Dach wären dafür bis zu 0,8 m erforderlich.

In der Praxis wurden Schäden bei einer Belüftung, die nicht der Norm entsprach, nicht beobachtet. Sogar baufeuchte oder durchfeuchtete Dächer trockneten nach Sanierung in kurzer Zeit aus. Dies wurde bei der Neubearbeitung der

Tabelle 1: Nach DIN 4108 [4] erforderliche Lüftungsquerschnitte in Abhängigkeit von den Abmessungen des belüfteten Daches.

Dachlänge [ m ]	Dachbreite [ m ]	Erforderliche Höhe der Einlassöffnung bei unterschiedlichem Anteil an der Dachbreite [ cm ]		
		90 %	75 %	50 %
50	20	11	13	20
100	20	22	27	40
100	50	22	27	40
200	50	44	53	80

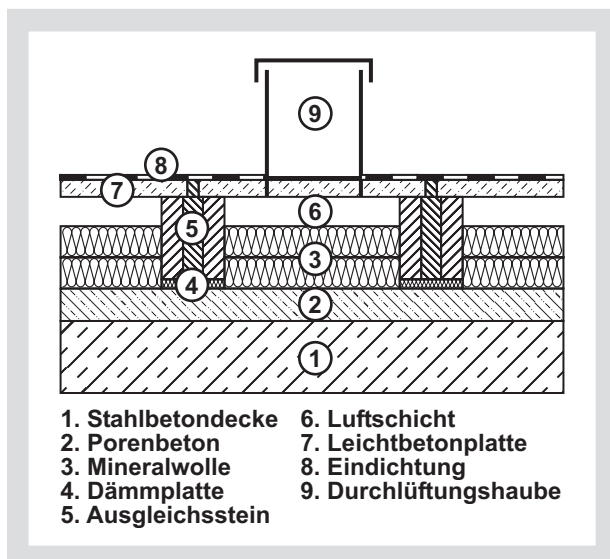


Bild 1: Konstruktiver Aufbau des Zweischalendaches (schematisiert).

DIN 4108-3 [5] (Ausgabe Juli 2001) berücksichtigt. Belüftete Dächer mit geringer Dachneigung sind dann ohne Nachweis zulässig, wenn eine diffusionshemmende Schicht unterhalb der Wärmedämmung mit einem  $s_d$ -Wert von mindestens 100 m vorgesehen ist. Weitere Angaben zu Belüftungsquerschnitten werden nicht gemacht. Diese aus der Praxis in die Norm umgesetzten Erfahrungen konnten durch Freilanduntersuchungen im Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Holzkirchen bestätigt 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 von im Mittel 5 cm sowie einer aus vorbituminierten Dachplatten, Dachhaut und Abschlussprofil bestehenden Abdeckung mit einer Neigung von etwa  $2^\circ$ . Bild 1 zeigt schematisch den Dachaufbau. Die untersuchte Dachlänge beträgt in Ost-West-Richtung 6 m. Die in [4] angegebenen Grenzwerte für die einzuhaltende Dimensionierung der Lüftungsöffnungen sind in der Variante „belüftet“ berücksichtigt. Dort betragen die freien Lüftungsquerschnitte an zwei gegenüberliegenden Seiten genau 2 ‰ der Dachgrundriss-

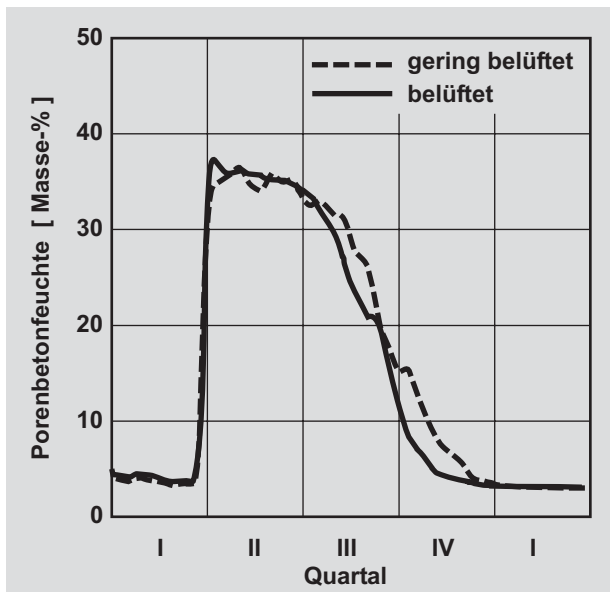


Bild 2: Gemessene Zeitverläufe der Porenbetonfeuchte für ein nach Norm (Variante „belüftet“) und ein gering belüftetes Flachdach.

fläche. Bei der Dachhälfte mit geringer Belüftung wurden die Einströmquerschnitte an beiden Seiten durch eingesteckte Dämmstreifen auf nahezu Null reduziert. Eine Belüftung ist in diesem Fall nur über die eingebrachten Lüfterhauben mit zunächst je 250 cm<sup>2</sup>, später mit 100 cm<sup>2</sup> Querschnitt möglich. Dieses letztgenannte Verhältnis der Öffnungen zur Dachfläche entspricht etwa den in der Praxis bei großen Flachdächern verwendeten Lüftungsöffnungen. Die vorgeschriebene diffusionsäquivalente Luftschichtdicke von 10 m der Dachkonstruktion unterhalb des belüfteten Raums wird in beiden Fällen durch die 180 mm Wärmedämmung und die Betondecke mit 140 mm erreicht und stellt gemäß DIN 4108 [5] einen ausreichenden Wert dar.

### Durchführung der Untersuchungen

Zur Untersuchung der Austrocknung einer baufeuchten Konstruktion wurde unterhalb der Dämmung in beiden Dachhälften ein feuchter Porenbeton (vgl. Bild 1) eingebracht. Messtechnisch erfasst wurden Wärmeströme, relative Feuchten und Temperaturen an beiden Varianten. Vor allem die permanente Erfassung der Feuchte im Porenbeton erlaubt es, den Trocknungsverlauf zu analysieren. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf den Untersuchungszeitraum von März bis Februar des darauf folgenden Jahres.

### Ergebnisse der Untersuchungen

Bild 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der Feuchte in den Porenbetonelementen in Masse-% über ein Jahr. Man erkennt, dass im II. Quartal bei der künstlichen Befeuchtung des Porenbetons dessen Feuchte von etwa 3 M.-% auf über 35 M.-% ansteigt. Die Trocknung erfolgt anschließend in beiden Vari-

anten bis zur Ausgangsfeuchte, die zum Ende des IV. Quartals erreicht wird. Die Unterschiede zwischen beiden Fällen sind nur marginal. So trocknet das gering belüftete Dach zwar etwas langsamer aus, doch zeigt sich dies ausschließlich im Zeitraum der stärksten Trocknung - erkennbar am größten Transienten -, also etwa in den Monaten Juli bis Oktober (III. und IV. Quartal). Dort macht sich die Tatsache bemerkbar, dass die geringe Belüftung kurzzeitig weniger Feuchte abzuführen in der Lage ist. Durch die Verkleinerung der Lüftungsöffnungen Anfang September wird der Verlauf der Trocknung nahezu nicht verringert. Beide Varianten erreichen die Ausgangsfeuchte zum gleichen Zeitpunkt.

### Schlussfolgerung

In [6] und [7] wurde bereits ausgeführt, dass ein von vorne herein trockenes Flachdach auch bei geringer Belüftung im Freiland funktionierte. Ferner konnte schon damals gezeigt werden, dass der baufeuchte eingebrachte Porenbeton mit den nach [4] vorgeschriebenen Lüftungsöffnungen von 2 ‰ austrocknet. Um den Nachweis zu führen, dass, wie in der Praxis oftmals beobachtet, ein durchfeuchtetes Dach auch bei geringer Belüftung austrocknen kann, wurden Freilanduntersuchungen durchgeführt. Aus den praxisnahen experimentellen Untersuchungen kann man schließen, dass aus bauphysikalischer Sicht kein Nachteil hinsichtlich des Austrocknens bei Flachdächern erkennbar ist, die an den Rändern geringe Einströmmöglichkeiten, dafür aber Lüfterhauben besitzen.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Ertl GmbH, Duisburg durchgeführt.

### 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] DIN 4108-3: Wärmeschutz im Hochbau. Ausgabe 1981, Beuth-Verlag Berlin.
- [5] DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Ausgabe 2001, Beuth-Verlag, Berlin.
- [6] Sedlbauer, K.; Künzel, H. M.: Feuchteverhalten von belüfteten Leichtbeton-Flachdächern im Neubau- und Sanierungsfall. 5. Internationales Kolloquium MSR '99 - Materials Science and Restoration: Tagungsbeiträge Bd. 1, 30. Nov. - 2. Dez. 1999 in Ostfildern. S. 395-403.
- [7] Sedlbauer, K.; Möller, E.: Tauwasser an belüfteten Flachdächern - Freilanduntersuchungen und Berechnungen. WTA-Schriftenreihe Feuchteentwicklung im Dach - Sanierung und ihre Folgen. H. 22, S. 35-49.



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