

# IBP-MITTEILUNG

525

## 40 (2013) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Beate Schafaczek, Daniel Zirkelbach,  
Hartwig M. Künzel

### Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-00  
info@ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen  
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley  
Telefon +49 8024 643-0

Standort Kassel  
Gottschalkstraße 28a, 34127 Kassel  
Telefon +49 561 804-1870

[www.ibp.fraunhofer.de](http://www.ibp.fraunhofer.de)

### Literatur

- [1] Zirkelbach, D.; Schafaczek, B.: Ermittlung von Materialeigenschaften und effektiven Übergangsparemtern von Dachbegrünungen zur zuverlässigen Simulation der hygrothermischen Verhältnisse in und unter Gründächern bei beliebigen Nutzungen und unterschiedlichen Standorten. IBP-Bericht HTB-13/2013; [www.ibp.fraunhofer.de](http://www.ibp.fraunhofer.de)
- [2] Winter, S.; Fülle, C.; Werther, N.: Forschungsprojekt MFPA Leipzig und TU München (Z 6 – 10.08.18.7-07.18). »Flachdächer in Holzbauweise«. 2007-2010.
- [3] Teibinger, M.; Nusser, B.: Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an flach geneigten hölzernen Dachkonstruktionen. Herausgegeben von Holzforschung Austria, Wien (Forschungsbericht, HFA-Nr.: P412), 2010.
- [4] Minke, G.; Otto, F.; Gross, R.: Ermittlung des Wärme-dämmverhaltens von Gründächern. Abschlussbericht, AZ 24242-25. ZUB Kassel. Juli 2009. [5] Fiori, M.; Paolini, R.: Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura Ingegneria delle costruzioni e Ambiente costruito. The green roof monitoring is funded by the Italian Ministry of Research, project PRINSENSE »Smart Building Envelope for Sustainable Urban Environment«. [6] DIN 68800: Holzschutz im Hochbau. Beuth Verlag, Berlin 1996.

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Nachdruck oder Verwendung von Textteilen oder Ab-bildungen nur mit unserer schriftlichen Genehmigung

## HYGROTHERMISCHE SIMULATION VON EXTENSIV BEGRÜNTE DÄCHERN MODELLENTWICKLUNG UND PRAKTISCHE ANWENDUNG

### HINTERGRUND

Da ein großer Teil innerstädtischer Flächen versiegelt ist, werden als klimatische Ausgleichsflächen zunehmend Dachbegrünungen favorisiert. Deren Planung und Ausführung erfordert jedoch vor allem bei Holzkonstruktionen aufgrund des auch im Sommer geringen Trocknungspotenzials besondere Sorgfalt.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts, dessen Ergebnisse detailliert in [1] enthalten sind, wurden ein vereinfachtes und verschiedene produktspezifische Modelle entwickelt, um Dachbegrünungen mit Hilfe hygrothermischer Simulationen zuverlässig berechnen und planen zu können. Ziel war es, Planern und Bauproduktherstellern eine möglichst genaue und zuverlässige Grundlage für die Planung der Feuchtesicherheit von extensiv begrüneten Dächern zur Verfügung zu stellen.

### GRÜNDACHMODELLE

Das vereinfachte, generische Gründachmodell wurde auf Basis von Freilandversuchen in Holzkirchen, Leipzig [2], Wien [3] und Kassel [4] entwickelt. Da die für die Versuchszeiträume zur Verfügung stehenden Klimadaten keine atmosphärische Gegenstrahlung enthalten, wurde deren Einfluss vereinfacht über entsprechend angepasste Oberflächenübergangskoeffizienten berücksichtigt. Das generische Modell kann

dann Anwendung finden, wenn keine gemessenen Gegenstrahlungsdaten oder keine genauen Kenntnisse zum verwendeten Substrat vorliegen. Es ist für Standorte mit vergleichbaren Strahlungsverhältnissen wie an den untersuchten Standorten geeignet – also vor allem für mitteleuropäisches Klima.

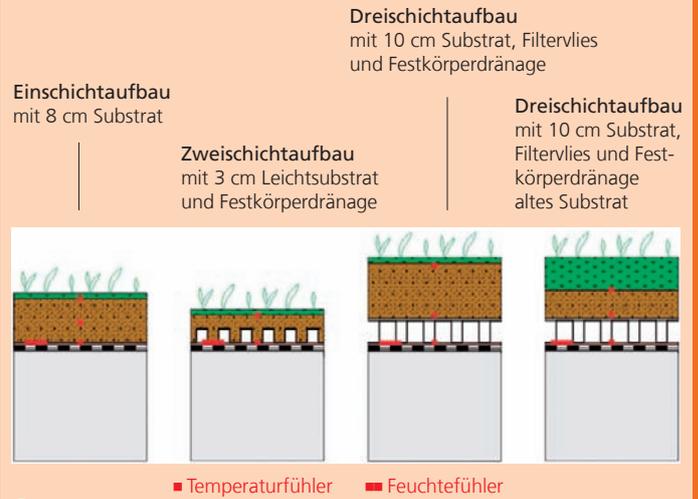
Für die Entwicklung der produktspezifischen Gründachmodelle wurden am Standort Holzkirchen neue Versuchsfelder mit unterschiedlichen Substrattypen und -dicken errichtet (Bilder 1 und 2). Parallel zu den Temperatur- und Feuchtemessungen an den Versuchsfeldern wurden im Labor die Materialkennwerte der verwendeten Substrate bestimmt. Die spezifischen Modelle setzen sich aus einer separaten Pflanzdeckschicht, einer Substratschicht und ggf. einer zusätzlichen Dränschicht zusammen. Da bei diesen Modellen auch die langwellige Gegenstrahlung und damit alle Klimaelemente explizit berücksichtigt sind, sind sie prinzipiell für die Anwendung bei allen Klimabedingungen geeignet. Voraussetzung hierfür ist das Vorliegen von Gegenstrahlungsdaten. Eine Validierung fand bisher für die Standorte Holzkirchen und Mailand [5] statt.

### ANWENDUNG

Exemplarisch wurden am Beispiel eines üblichen Leichtbaudachs die sich einstellenden hygrothermischen Verhältnisse in Abhängigkeit von Gründachaufbau, Dämmmaterial,



1



2

Dämmungsdicke und raumseitigem Diffusionswiderstand ermittelt.

Bei begrünten Holzkonstruktionen mit Dampfbremse treten im Jahresverlauf nur geringe Feuchteströme auf, wodurch sich der Feuchtegehalt nur langsam und über viele Jahre einschwingt. Infolgedessen sind Ergebnisse aus Freilandversuchen über kürzere Zeiträume für die Beurteilung solcher Konstruktionen nur bedingt aussagekräftig. Da sich die Dachoberfläche unter der Begrünung nur selten und wenig über die Außenlufttemperatur erwärmt, ist eine Trocknung zum Innenraum nur in geringem Umfang über wenige Wochen im Sommer möglich. Ein durchlässiger Dämmstoff und ein niedriger  $s_d$ -Wert der Dampfbremse begünstigen die Trocknung.

Mit Leichtsubstrat begrünte Konstruktionen weisen geringere Feuchtegehalte in der äußeren Schalung auf als alle anderen untersuchten Gründachaufbauten. Durch die geringe Aufbaudicke von nur drei Zentimeter ist die Erwärmung unter der Begrünung und damit das Trocknungspotenzial nach innen etwas größer.

Einen deutlichen Einfluss auf den Wassergehalt in der OSB-Schalung hat der raumseitige Diffusionswiderstand. Im Vergleich zu feuchtevariablen Dampfbremsen ergeben sich mit konstanten  $s_d$ -Werten deutlich ungünstigere hygrothermische Verhältnisse.

In Diagramm 1 ist der berechnete Wassergehalt in der OSB-Platte eines Leichtbaudachs mit 20 Zentimeter Dämmung und raumseitiger feuchtevariabler Dampfbremse dargestellt. Während der Wassergehalt mit dem Leichtsubstrat (rot) unter dem Grenzwert von 18 M.-% nach DIN 68800 [6] bleibt, wird dieser mit einer normalen Substratdicke und bisheriger Bauweise überschritten (dunkelblau) und erst mit einer zusätzlichen fünf Zentimeter dicken Über-

dämmung der äußeren Schalung eingehalten (hellblau).

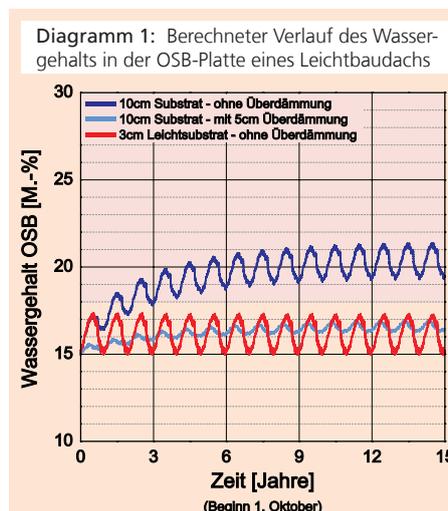
### EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRAXIS

Auf Basis dieser Untersuchungsergebnisse konnten allgemeine Empfehlungen zur Ausführung von begrünten Leichtbaudächern für die Praxis erarbeitet werden. Demnach ist bei fast allen Konstruktionen eine zusätzliche Überdämmung der äußeren Schalung notwendig, um den in [6] angegebenen Grenzwert von 18 M.-% nicht zu überschreiten. Da dies nicht der bisher üblichen Bauweise entspricht, erscheint es erforderlich, zwischen der Planung von Neubauten und der Bewertung von Bestandskonstruktionen zu unterscheiden. Die entwickelten Ansätze enthalten gewisse Sicherheiten, so dass es für Konstruktionen im Bestand nicht in allen Fällen erforderlich ist, in der Berechnung die Grenzwerte aus [6] einzuhalten. Falls die Konstruktionen bislang schadensfrei sind, können temporäre und leichte Überschreitungen der Grenzwerte durchaus akzeptiert werden. Im Zweifel sollte eine Messung der tatsächlichen Holzfeuchte im Winter durchgeführt werden, um einen eventuellen Handlungsbedarf zu überprüfen.

### FAZIT

Ziel des Forschungsvorhabens war es, Grundlagen zur zuverlässigen Berechnung und Planung von Dachbegrünungen, insbesondere auf Holzkonstruktionen, mit Hilfe hygrothermischer Simulationen zu schaffen. Basierend auf Messungen wurden die spezifischen Oberflächenübergangskoeffizienten und die Materialeigenschaften typischer Substrate ermittelt, so dass berechnete und gemessene Verhältnisse unter der Begrünung möglichst gut übereinstimmen. Damit ist künftig sowohl eine feuchtetechnisch sichere Planung der Unterkonstruktion als auch die objektspezifische Quantifizierung von winterlichem und sommerlichem Wärmeschutz möglich.

Die Forschungsarbeiten wurden mit Mitteln der »Forschungsinitiative Zukunft Bau« des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Berichtes liegt bei den Autoren.



- 1 Neu errichtete Versuchsfelder am Standort Holzkirchen.
- 2 Schematische Darstellung der Konstruktionsaufbauten mit Angabe der Messpositionen für Temperatur und relative Feuchte.