

34 (2007) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

Hartwig M. Künzel und Klaus Sedlbauer

## Reflektierende Flachdächer – sommerlicher Wärmeschutz kontra Feuchteschutz

Zur Einsparung von Kühlenergie bei Gebäuden sind in einigen Teilen der USA reflektierende Dachoberflächen vorgeschrieben, da sie einen übermäßigen Energieeintrag durch solare Einstrahlung verhindern. Auch hierzulande tritt der sommerliche Wärmeschutz in letzter Zeit verstärkt in den Vordergrund, so dass mit einer zunehmenden Verbreitung von reflektierenden (weißen bzw. hellen) Abdichtungsbahnen für Flachdächer zu rechnen ist. Leider kommen aus Nordamerika inzwischen auch einige warnende Stimmen, die den Feuchteschutz solcher Dächer betreffen [1]. Die gewünschte Verringerung der sommerlichen Erwärmung hat nämlich auch ein geringeres Austrocknungspotential des Daches nach innen zur Folge. Bei nicht belüfteten Flachdächern kann sich dadurch Feuchte unter der Dachabdichtung ansammeln. Welche Konsequenzen sich daraus für Flachdächer unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen ergeben, soll im Folgenden kurz beleuchtet werden.

### Oberflächentemperaturverhältnisse

Die Messung der Oberflächentemperaturen von horizontal und vertikal orientierten schwarzen und weißen, rückseitig wärmegeädämmten Testflächen gehört seit vielen Jahren zur automatischen Datenerfassung der Wetterstation der Freilandversuchsstelle des IBP in Holzkirchen [2]. Für die folgenden Betrachtungen wird das Jahr 2005 ausgewählt, da es mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7,2 °C das kühlfte der letzten zehn Jahre war. Im langjährigen Vergleich (seit 1953) liegt es allerdings immer noch etwas über dem Durchschnitt, der für Holzkirchen 6,6 °C beträgt [3]. **Bild 1** zeigt die gleitenden Monatsmittel der gemessenen Oberflächentemperaturen der horizontalen Testflächen im Vergleich zur Außenlufttemperatur in 2005. Während die Temperatur der schwarzen Fläche in den Sommermonaten im Durchschnitt 5 bis 7 K über der Lufttemperatur liegt, ist der mittlere Verlauf der weißen Oberflächentemperatur fast identisch mit dem Lufttemperaturverlauf. Eine genaue Analyse ergibt sogar eine etwas geringere Jahresmitteltemperatur der weißen

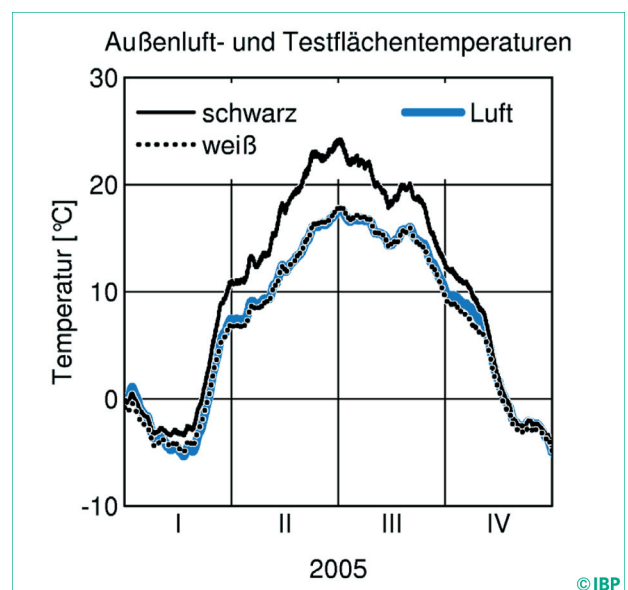


Bild 1: Gemessene Oberflächentemperaturen von rückseitig wärmegeädämmten horizontalen Testflächen mit weißem oder schwarzem Anstrich im Vergleich zur Außenlufttemperatur. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die Verläufe als gleitende Monatsmittel dargestellt.

Oberfläche im Vergleich zur Außenlufttemperatur, obwohl der weiße Anstrich schon etwas verwittert ist und sicher keinen besonders hohen Reflexionsgrad mehr besitzt. Offensichtlich werden aber die kleinen Strahlungsenergiegewinne der weißen Testfläche durch Energieverluste aufgrund von langwelliger Abstrahlung (nächtliche Unterkühlung) im Jahresmittel mehr als kompensiert.

### Auswirkung der Oberflächenreflexion auf das Feuchteverhalten von Flachdächern

Als Beispiel für die im Folgenden beschriebenen rechnerischen Untersuchungen haben wir eine Holzkonstruktion gewählt, die dem Dachaufbau in [4] ähnlich ist. Dort wurde das Aus-

trocknungspotential von außenseitig dampfdichten Dächern untersucht, die zur Vermeidung von Feuchtefällen (Feuchte bleibt langfristig zwischen Dachabdichtung und Dampfsperre eingesperrt) eine moderate Dampfbremse mit einem  $s_{d,0}$ -Wert von 2 m besaßen. Eine solche Dampfbremse wird auch beim hier betrachteten Flachdach benutzt, dessen Gefache mit einer 20 cm dicken Mineralwolle dämmung ausgefüllt sind. Den oberen Abschluss bilden eine Holzschalung und eine weiße bzw. schwarze Dachabdichtung. Für die Berechnungen wird das hygrothermische Simulationsverfahren WUFI® [5] benutzt, aus dessen Materialdatenbank auch die entsprechenden Stoffkennwerte entnommen werden. Die Raumklimabedingungen entsprechen den Vorgaben in [6] für normale Wohnraumverhältnisse. Als Außentemperaturen (wegen der dampfdichten Dachbahnen ist die Feuchte unerheblich) werden die 2005 an den horizontal ausgerichteten Testflächen gemessenen Temperaturen (Stundenmittelwerte) der schwarzen und der weißen Oberflächen eingesetzt.

Die Berechnungen beginnen jeweils am 1. Oktober und werden über einen Zeitraum von fünf Jahren fortgesetzt, wobei jedes Jahr derselbe Klimadatensatz aus 2005 verwendet wird. Ausgehend von einer Ausgleichsfeuchte aller Baustoffe im Dach bei 80 % r.F. (lufttrockener Zustand) sind die Verläufe des Gesamtwassergehaltes in Bild 2 dargestellt. Wie aufgrund vorangegangener Untersuchungen [4] zu erwarten, trocknet das Flachdach mit der schwarzen Oberfläche langsam aus, wobei der Wassergehalt im Sommer jeweils deutlich unter dem Ausgangszustand liegt. Im Gegensatz dazu wird das Flachdach mit der reflektierenden Oberfläche immer feuchter. Vergleicht man beide Verläufe wird klar, dass die Feuchteakkumulation im weißen Dach in erster Linie auf die mangelnde Rücktrocknung während der Sommermonate zurückzuführen ist.

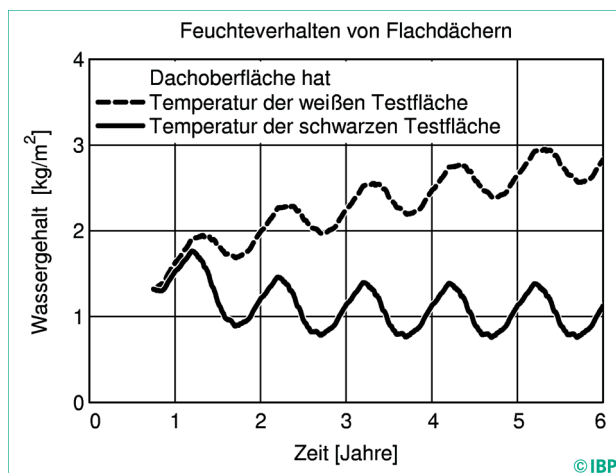


Bild 2: Berechnete Verläufe des Gesamtwassergehaltes in einem Flachdach mit schwarzer bzw. mit reflektierender (weißer) Dachabdichtung.


## Fazit

Reflektierende Oberflächen von unbelüfteten Flachdächern leisten zwar einen Beitrag zum sommerlichen Wärmeschutz, aus feuchtechnischer Sicht sind sie jedoch nicht unkritisch, da sie das sommerliche Rücktrocknungspotential stark reduzieren. Hier ist im Einzelfall abzuwägen, welcher Gesichtspunkt Priorität genießt, wobei auch berücksichtigt werden sollte, dass der Energieeintrag durch dunkle Oberflächen während der Heizperiode durchaus erwünscht sein kann. Voraussetzung für eine realistische Vorhersage der Feuchteverhältnisse bei reflektierenden Flachdächern ist der Einsatz korrekter Randbedingungen, d.h. sowohl die solare Einstrahlung als auch die langwellige Abstrahlung sind zu berücksichtigen. Mit der Version 4.1 von WUFI® ist dies möglich, sofern entsprechend genaue Gegenstrahlungsdaten im Klimadatensatz vorhanden sind. Ist das nicht der Fall, wird empfohlen, bei der hygrothermischen Simulation auf die Berücksichtigung des Strahlungsaustausches ganz zu verzichten und stattdessen die Dachoberflächentemperatur gleich der Lufttemperatur zu setzen. Leider liegt dieser Ansatz nicht ganz auf der sicheren Seite, weil der Reflexionsgrad reflektierender Dachbahnen in der Regel etwas höher liegt als der des weißen Testfeldes. Außerdem können große Dachflächen in der Nacht stärker auskühlen als die betrachteten kleinen Testflächen. Dies liegt vor allem an der Bildung eines Kaltluftsees beim Vorhandensein einer Attika oder ähnlicher Dachbegrenzungen.

Von einer Beurteilung solcher Dächer mit Hilfe der Dampfdiffusionsmethode nach Glaser gemäß DIN 4108-3 [7] wird aufgrund der neuen Erkenntnisse abgeraten. Auf keinen Fall sollte die dort angegebene erhöhte Oberflächentemperatur für Dächer von 20 °C verwendet werden.

## Literatur

- [1] Dupuis, R.: Roofing Systems. Vortrag zum 11. BSC Symposium on Building Science, Westford (MA) 8. August 2007.
- [2] Großkinsky, Th, Gottschling, H., Sedlbauer, K.: Bauphysikalische und meteorologische Datensätze des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Holzkirchen. IBP-Mitteilung 28 (2001) Nr. 387.
- [3] Künzel, H.M., Schmidt, Th.: Wetterdaten für rechnerische Feuchteschutzbeurteilungen. IBP-Mitteilung 27 (2000) Nr. 364.
- [4] Künzel, H.M.: Außen dampfdicht, vollgedämmt? bauen mit holz 100 (1998), H. 8, S. 36-41.
- [5] Künzel H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart 1994.
- [6] WTA-Merkblatt 6-2-01/D: Simulation wärme- und feuchtechnischer Prozesse. Mai 2002.
- [7] DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Klimabedingter Feuchteschutz. Juli 2001.



**Fraunhofer**  
Institut  
Bauphysik

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP**

Institutsleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/970-00  
83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/643-0  
34127 Kassel, Gottschalkstr. 28a, Tel. 05 61/804-18 70