

H. M. Künzle

Einfluß der Deckschicht auf die Temperaturverhältnisse in Flachdächern

Problemstellung

Während man in Nordamerika bereits erkannt hat, daß es oft vorteilhaft ist, wenn unbelüftete Flachdächer im Sommer zur Raumseite hin austrocknen können (Self-drying Roof Systems [1]), werden bei uns in der Regel weiterhin Dampfsperren mit hohem s_d -Wert eingesetzt, die gerade das verhindern. Unplanmäßig eindringende kleine Feuchtemengen verbleiben deshalb langfristig im Dach und machen vor allem bei Holzkonstruktionen das Schadensrisiko unkalkulierbar. Deshalb ist es häufig günstiger, statt einer Dampfsperre eine Windsperre mit dampfbremsender Wirkung ($s_d \approx 2 \text{ m}$) zu verwenden. Das setzt jedoch eine negative Feuchtebilanz des Bauteils voraus, d.h. daß das sommerliche Austrocknungspotential größer sein muß als der winterliche Tauwassereintrag durch Dampfdiffusion. Für diese Bilanz spielt neben den Raumklimaverhältnissen vor allem die Temperatur unter der Dachhaut eine entscheidende Rolle. Dies wird z.B. in [2] anhand eines Flachdaches mit einer speziellen Dampfbremse aus Polyethylenfolie mit Vlieseinlage nachgewiesen. Da diese Dampfbremse bei Umkehrdiffusion Tauwasser aufnehmen und kapillar zur anderen Seite leiten kann, wird bei Flachdächern mit konventioneller Dachhaut im Sommer Feuchte zur Raumseite hin abgeführt. Wird die Dachoberfläche jedoch begrünt, dann sinkt nach Berechnungen in [2] die Temperatur unter der Dachhaut soweit ab, daß die sommerliche Trocknung nicht mehr ausreicht und es zu einer Verrottung der Holzbauteile kommen kann. Aus diesem Grund werden im folgenden Freilanduntersuchungsergebnisse über den Einfluß der Deckschicht auf die Temperatur unmittelbar über der Dämmschicht von Flachdächern vorgestellt.

Versuchsaufbau und -durchführung

An 3 x 3 m² großen Flachdachversuchsfeldern über einem beheizten Laborraum des Freilandversuchsgeländes in Holzkirchen wurden jeweils in Feldmitte die instationären Temperaturverhältnisse zwischen Dämmung und Deckschicht über ein Jahr lang registriert. Obwohl es sich bei den Dachaufbauten um sog. Umkehrdächer handelt [3], sind die Ergeb-

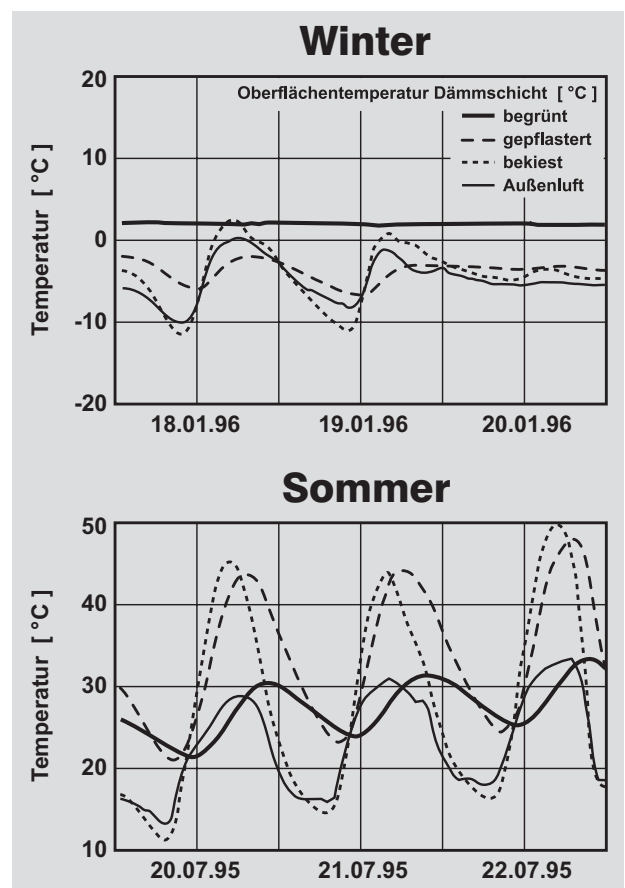


Bild 1: Temperaturverläufe an jeweils 3 hintereinanderliegenden Tagen im Winter und Sommer an der Trennfläche zwischen Dämmschicht und Deckschicht der Versuchsdächer im Vergleich zur Außenlufttemperatur.

nisse der Temperaturmessung auch auf konventionelle Flachdächer übertragbar, da die für Umkehrdächer typische Regenwasserpenetration der Dämmschicht die Temperaturverhältnisse über der Dämmung nicht beeinflusst. Die Versuchsdachfelder haben Wärmedurchlaßwiderstände zwischen 2,4 und 3,0 m² K/W und folgende Deckschichten:

- A) 8 cm Kiesschüttung Korngröße 16/32
- B) 5 cm Ausgleichsschicht aus Splitt
10 cm Verbundsteinpflaster
- C) 5 cm Sickerschicht aus Kies (16/32)
8 cm Pflanzensubstrat mit extensiver Begrünung

Als Temperaturfühler werden direkt auf die Dämmschicht aufgebrauchte PT-100-Sensoren der Klasse A (Meßgenauigkeit $\pm 0,25$ K) verwendet. Die Außenluftverhältnisse werden routinemäßig von der IBP-eigenen Wetterstation erfaßt.

Versuchsergebnisse

Bild 1 zeigt den Temperaturverlauf zwischen Dämmung und Deckschicht der verschiedenen Versuchsdachfelder an jeweils drei Tagen im Winter (oben) und im Sommer (unten) im Vergleich zur Außenlufttemperatur. Sowohl im Winter als auch im Sommer zeigt die Temperatur im begrünten Dach die kleinste Amplitude und die größte Phasenverschiebung. Beim bekliesten Dach verhält es sich genau umgekehrt, und das Dach mit Pflasterbelag liegt zwischen beiden Extremen, wobei aufgrund der im Vergleich zum Kies dunkleren Färbung der Pflastersteine ähnlich hohe Temperaturmaxima erreicht werden. Zur nächtlichen Unterkühlung der Dämmschichtoberfläche durch langwellige Abstrahlung kommt es nur beim bekliesten Dach.

Für das Feuchteverhalten im Dach sind in der Regel jedoch weniger die Tagesschwankungen, sondern eher die langfristigen Temperaturverhältnisse ausschlaggebend. Bild 2 zeigt die entsprechenden Temperaturverläufe über ein Jahr in Form von Dekadenmittelwerten. Die im selben Zeitraum gemessenen minimalen und maximalen Temperaturen sind im gleichen Bild rechts oben angegeben. Im Dekadenmittel liegen die Temperaturen unter der Deckschicht bei allen Versuchsdachfeldern über der Außenlufttemperatur. Im Hochsommer wird das Dach mit Verbundsteinpflaster im Mittel am wärmsten, gefolgt vom Gründach und vom bekliesten Dach. Im Winter bleibt das begrünte Dach am wärmsten. Seine Temperatur fällt praktisch nicht unter den Gefrierpunkt, während sich die beiden anderen Dächer in ihrem Temperaturverlauf kaum unterscheiden.

Schlußfolgerungen

Die hochsommerliche Kühlwirkung von Gründächern sollte nicht überschätzt werden. Vor allem bei extensiver Begrünung sind die Unterschiede zu anderen wärmespeichernden Deckschichten diesbezüglich gering. Hier spielt die Oberflächenfarbe und damit die kurzweilige Absorption eine größere Rolle als die Verdunstungskühlung, die nur unmittel-

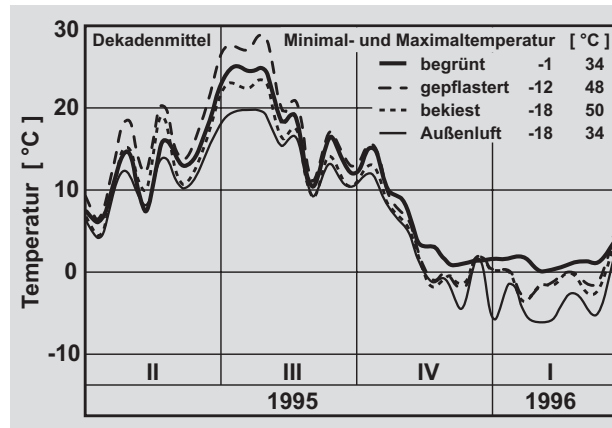


Bild 2: Jahresverläufe der Dekadenmittel der Temperaturen an der Trennfläche zwischen Dämmung und Deckschicht der Versuchsdächer und der Außenluft mit Angabe der im gleichen Zeitraum gemessenen kurzfristigen Minima und Maxima.

bar nach einem Regenschauer eine gewisse Bedeutung haben kann. Im Gegensatz dazu bleibt das Gründach im Winter deutlich wärmer als die anderen Versuchsdächer. Dies ist mit der hohen Schmelzwärme beim Übergang des im Substrat vorhandenen Wassers in Eis zu erklären. Im Durchschnitt enthält das Pflanzensubstrat nach Untersuchungen in [4] etwa 30 Vol.-% Wasser. Damit ist in der Deckschicht begrünter Dächer ein gewisser Latentwärmespeicher vorhanden, der ein Absinken der Temperatur auf der Dämmung unter den Gefrierpunkt verhindern kann. Dieser Latentwärmespeicher wird an sonnigen Tagen wieder aufgeladen, so daß er, wie im vorliegenden Fall, den ganzen Winter hindurch wirksam sein kann. Welche Auswirkungen dieser Sachverhalt auf den Energieverbrauch eines Gebäudes hat, sollte durch weitere Untersuchungen geklärt werden. In Bezug auf die eingangs beschriebene Feuchtebilanz von Flachdächern nimmt die Dachbegrünung keine Sonderstellung im Vergleich zu anderen wärmespeichernden Deckschichten ein.

Literatur

- [1] ASHRAE: Handbook Fundamentals, Atlanta 1997, S. 23.11.
- [2] Fechner, H.; Grunewald, J.; Häupl, P.; Stopp, H.: Numerische Simulation und Prognose des Feuchteverhaltens von Außenbauteilen und konstruktiven Details. wksb 43 (1998), H. 41, S. 6 – 11.
- [3] Künzel, H.M.: Sommerliche Austrocknungsmöglichkeit von Umkehrdachdämmungen bei unterschiedlichen Deckschichten. Bauphysik 19 (1997), H. 2, S. 58 – 60.
- [4] Mayer, E.; Conrad, W.: Langzeituntersuchungen an begrünten Umkehrdächern. Bericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik RB-18/1993.

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