

K. Sedlbauer, H. Gottschling

Sommerliche Temperaturbeanspruchung der Dachhaut bei belüfteten und nicht belüfteten Flachdächern

1. Problemstellung und Zielsetzung

Bleibt die Dachhaut bei Flachdächern ungeschützt, treten vor allem im Sommer aufgrund der hohen Sonneneinstrahlung Oberflächentemperaturen auf, die weit über denen der Außenluft liegen. Nachts kühlen die Oberflächen dann rasch ab. Um diese extremen thermischen Beanspruchungen der Dachhaut in Abhängigkeit von der Wärmespeichereigenschaft der Dachkonstruktion quantifizieren zu können, wurden in der Freilandversuchsstelle Holzkirchen des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (IBP) unterschiedliche Dachaufbauten untersucht.

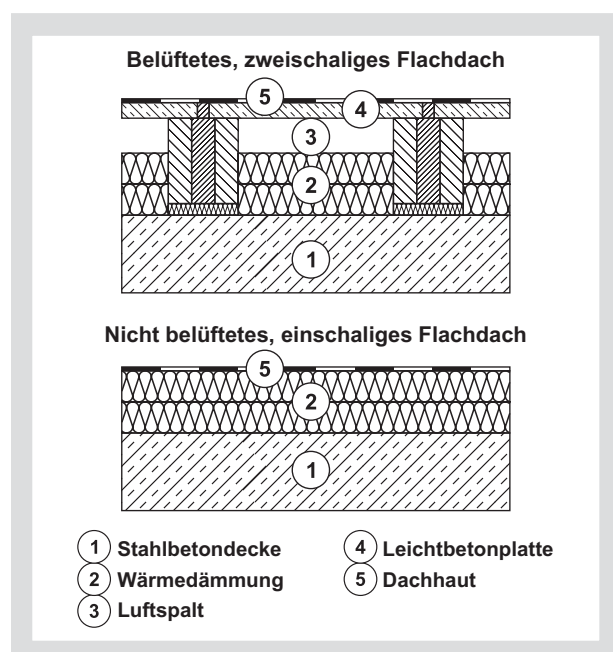


Bild 1: Schematische Darstellung der untersuchten Dachaufbauten
Oben: zweischaliges Flachdach
Unten: einschaliges Flachdach

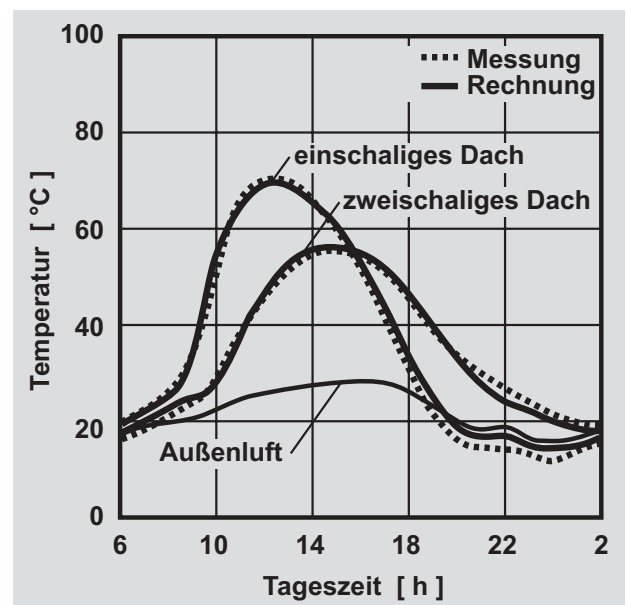


Bild 2: Tageszeitlicher Verlauf der Außenlufttemperatur und der berechneten sowie gemessenen Oberflächentemperaturen an der Dachoberfläche mit einer dunklen Dachhaut (kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl $a = 0,85$) im Fall des einschaligen Daches und des Zweischalendachdaches während eines strahlungsreichen Sommertages.

2. Beschreibung der untersuchten Dachsysteme

Hinsichtlich der Untersuchungsvarianten ist zwischen einem einschaligen, unbelüfteten Flachdach (früher Warmdach) und dem zweischaligen, belüfteten befahrbaren Flachdach (früher Kaltdach) zu unterscheiden. Im Fall des einschaligen Daches liegt die Dachhaut direkt auf einer 20 cm dicken Dämmschicht aus extrudiertem Polystyrol mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,035 \text{ W/(m K)}$. Das belüftete zweischalige Flachdach besteht von unten nach oben aus einer Betondecke, einer Wärmedämmung aus 180 mm Mineralwolle (Wärmeleitfähigkeit: $0,04 \text{ W/(m K)}$), einem belüfteten Luftspalt der Dicke 5 cm sowie außenseitig aus aufgeständerten, vor-

bitumierten Leichtbeton-Dachplatten der Rohdichte 1600 kg/m³ mit Dachhaut und Abschlußprofil (befahrbare Abdeckung). Bild 1 zeigt schematisch die Dachaufbauten. Die Temperaturverläufe werden darüber hinaus für unterschiedliche Dachabdichtungsbahnen ermittelt. Auf dem Zweischalenflachdach befindet sich eine dunkle Bitumendachbahn, die eine gemessene kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl von 0,85 besitzt. Die gleiche Dachhaut befindet sich auf der Dämmung des einschaligen Daches und wird dort mit einer hellen Bahn (Absorptionszahl 0,4) verglichen.

3. Durchführung der Untersuchungen

Zur Untersuchung der Temperaturverläufe für die o.g. Varianten befinden sich Temperaturmeßstellen jeweils direkt unterhalb der Dachbahn. Zusätzlich liegen Daten zur nächtlichen Abstrahlung vor, die mithilfe eines Bilanzstrahlungsmeßgerätes ermittelt werden. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf den Untersuchungszeitraum von Mitte Juli bis Anfang September 1999. Die begleitenden Berechnungen erfolgen mit dem Programm WUFI.

4. Ergebnisse der Untersuchungen

Bild 2 zeigt den Temperaturverlauf der Außenluft und der Oberflächen im Fall des ein- bzw. zweischaligen Daches jeweils für die dunkle Bitumendachbahn an einem wolkenlosen, strahlungsreichen Augusttag. Man erkennt, daß die maximal auftretende Oberflächentemperatur beim einschaligen Dach etwa 70 °C beträgt und damit mehr als 40 K über der Außenluft liegt. Nachts sinkt sie hingegen wegen nächtlicher Abstrahlung unter die Temperatur der Außenluft ab. Anders verhält sich das Zweischalendach. Die maximale Temperatur

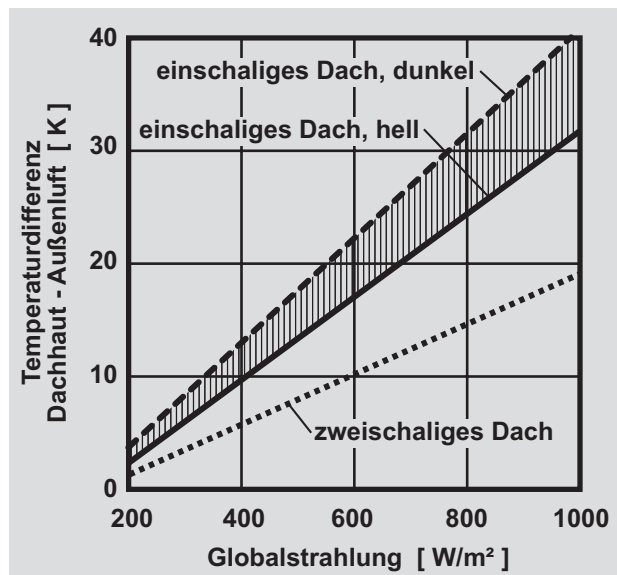


Bild 3: Zusammenhang zwischen der Einstrahlung und der Erhöhung der Oberflächentemperatur an der Dachhaut gegenüber der Außenlufttemperatur für unterschiedliche Dachbahnen im Fall des einschaligen Daches und des Zweischalenflachdaches. Die kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl variiert im Fall des einschaligen Daches zwischen 0,4 und 0,9.

liegt deutlich unter dem Wert, der für das einschalige Dach ermittelt wurde. Ferner tritt keine nächtliche Unterkühlung auf. Das Maximum der Temperatur wird darüber hinaus 3 Stunden später erreicht, es tritt also eine Phasenverschiebung auf. Beide Effekte lassen sich auf die Wärmespeicherfähigkeit der Leichtbetonplatten zurückführen. Vergleicht man die rechnerisch ermittelten Temperaturverläufe mit den gemessenen Werten, so erkennt man gute Übereinstimmung. Der äußere konvektive Wärmeübergangskoeffizient wurde in der Rechnung für das Zweischalenflachdach mit 21 W/(m² K) angenommen und beim einschaligen Dach um etwa 20 % reduziert, da sich die Temperaturmeßstelle unmittelbar neben der Attika befand und damit die Windanströmung behindert wurde. Bei Bewölkung und einsetzen dem Niederschlag geht, wie die Messung zeigte, die Temperatur im Fall des einschaligen Daches rasch zurück, während der Abkühlvorgang in der Variante mit Leichtbetonplatte länger dauert. Dies bedeutet wiederum, daß der zeitliche Temperaturgradient im letztgenannten Fall geringer und damit die Beanspruchung der Dachhaut weniger ausgeprägt ist.

Aus Bild 3 kann die Erhöhung der Oberflächentemperatur an der Dachhaut gegenüber der Lufttemperatur für die drei Untersuchungsvarianten abgelesen werden in Abhängigkeit von der auftretenden Einstrahlung und der kurzwelligen Strahlungsabsorptionszahl α , die zwischen 0,4 und 0,85 variiert. Eine dunkle Dachhaut ($\alpha = 0,85$) auf einem Warmdach wird beispielsweise bei einer Einstrahlung von 800 W/m² etwa 50 °C warm, wenn die Außenlufttemperatur zum selben Zeitpunkt 20 °C beträgt.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Zur Abschätzung der thermischen Beanspruchung einer ungeschützten Dachhaut wurden Untersuchungen für unterschiedliche Dachaufbauten und Dachbahnen durchgeführt, die wie folgt zusammengefaßt werden:

- Je nach Sonneneinstrahlung werden bei einem unbelüfteten Dach an der Dachhaut bei dunklen Dachbahnen Temperaturen bis zu 70 °C, für helle Bahnen bis zu 60 °C erreicht. Dabei kommt der kurzwelligen Strahlungsabsorption eine wesentliche Bedeutung zu.
- Im Fall des Zweischalenflachdaches befindet sich die Dachhaut auf einem wärmespeichernden Leichtbeton. Dies führt nicht nur zu geringeren maximalen Temperaturen, sondern auch zu einer Phasenverschiebung gegenüber der Solareinstrahlung und zu kleineren Temperaturgradienten.

Abschließend kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die Temperaturbeanspruchung der Dachhaut im Falle des Zweischalendaches deutlich geringer ausfällt als beim unbelüfteten Dach. Bei der Verlegung von ungeschützten Dachabdichtungen sollte auf die Farbgebung geachtet werden. Es sind generell helle Dachbahnen mit geringer kurzwelliger Strahlungsabsorptionszahl zu bevorzugen.

Die Untersuchungen wurden von Fa. Ertl GmbH, Duisburg, gefördert.



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