

G. Hauser, J. P. Hinrichs, A. Holm

### Messtechnische Untersuchungen des Einflusses der Wärmespeicherfähigkeit der Wärmedämmung auf das sommerliche Temperaturverhalten von Gebäuden

#### Problemstellung

Die Auswirkungen aller wichtigen Einflussgrößen auf das sommerliche Wärmeverhalten waren erstes Untersuchungsziel in den 70er Jahren nachdem dynamische Simulationsprogramme entwickelt worden waren [1-4]. Auf die Frage des Einflusses der Wärmespeicherfähigkeit der Wärmedämmung wird detailliert in [5,6] eingegangen. Aufgrund des hohen Aufwandes und weil die gemäß Simulationsergebnissen zu erwartenden Unterschiede zwischen den Ausführungsvarianten eine sehr hohe messtechnische Genauigkeit erfordern, stehen demgegenüber keine entsprechenden messtechnischen Untersuchungsergebnisse zur Verfügung. Hier setzt der folgende Beitrag an. Die am stärksten in der Diskussion befindliche Dachdämmung in Form einer Zwischensparrendämmung wird hierzu untersucht.



**Bild 1:** Südöstliche Ansicht des benutzten Versuchsgebäudes auf dem Freilandgelände des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik

#### Vorgehensweise

Für die Untersuchung wird das in **Bild 1** wiedergegebene Versuchsgebäude mit einem Steildach mit 50° Neigung und schwarz gestrichener Blechdacheindeckung auf dem Freilandversuchsgelände in Holzkirchen verwendet. Dabei gelangen zwei unterschiedliche Dämmstoffarten in der Zwischensparrendämmung zur Anwendung – eine Holzfaser- und eine Mineralwolledämmung. In den Dachraum des Versuchsgebäudes sind zwei identische Dachräume mit nach

**Tabelle 1:** Beschreibung der Dachkonstruktionen (von außen nach innen)

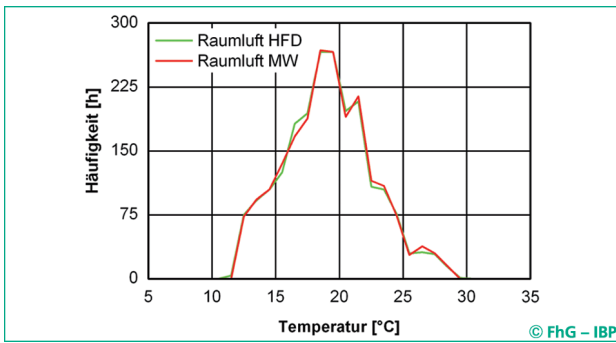
Versuchsraum Mineralwolledämmung		Versuchsraum Holzfaserdämmung	
Blehdach (Zink)		Blehdach (Zink)	
Bretterschalung 30 mm		Bretterschalung 30 mm	
Dämmstärke	180 mm	Dämmstärke	180 mm
Wärmeleitfähigkeit	0,04 W/(mK)	Wärmeleitfähigkeit	0,04 W/(mK)
Spez. Wärmespeicherkapazität	840 J/(kg·K)	Spez. Wärmespeicherkapazität	2100 J/(kg·K)
Rohdichte	15 kg/m³	Rohdichte	45 kg/m³
Feuchteadaptive Klimamembran		Feuchteadaptive Klimamembran	
Gipskartonplatte 12,5 mm		Gipskartonplatte 12,5 mm	

Süden und Norden ausgerichteten Dachflächen, mit jeweils je 7 m³ Rauminhalt, eingebaut. Die umschließenden Wände mit einem mittleren U-Wert von 0,46 W/(m²K) trennen die Räume untereinander und vom übrigen Dachgeschoss. Die Dachgeschossdecke ist als Betondecke ausgeführt und durch eine aufgelegte Dämmung thermisch entkoppelt. Die Gefachbreite beträgt 76 cm und die Sparren haben eine Stärke von 9 cm. Der Bauteilaufbau der Dachfläche der Versuchsräume ist in **Tabelle 1** aufgelistet.

Die messtechnischen Untersuchungen erfolgten vom 1.7. bis 30.9.2007. Die Außenlufttemperaturen und die Strahlungsintensität des Jahres 2007 können als durchschnittlich bezeichnet werden. In den Monaten Juli und August wird eine Nachtlüftung durchgeführt. Dazu sind in die Versuchsräume Lüftungsrohre gelegt, die mit der Außenluft verbunden sind. Die sechs Stunden andauernde erzwungene Nachtlüftung zwischen 23.00 - 5.00 Uhr entspricht einer Luftwechselrate von 4 h<sup>-1</sup>. Im September wird die Lüftung abgeschaltet.

#### Messergebnisse

Bei hohen Oberflächentemperaturen des schwarz gestrichenen Metalldaches von ca. 90 °C treten maximale Raumlufttemperaturen der nachbelüfteten Räume von knapp 30 °C auf. Dabei sind im Juli 2007 die Unterschiede bei den



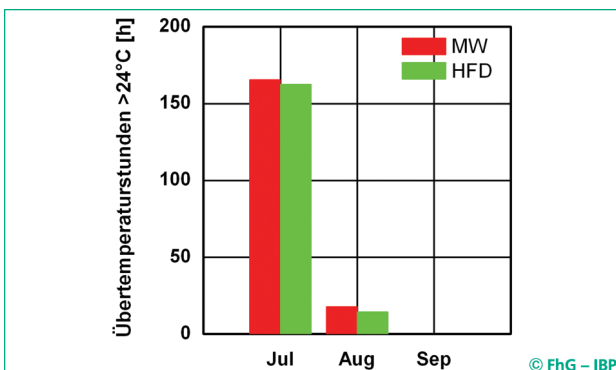
**Bild 2:** Häufigkeitsverteilung gemessener Raumlufttemperaturen in den Versuchsräumen

aufgetretenen Raumluft- und Innenoberflächentemperaturen zwischen den mit Mineralwolle und Holzfaserdämmung gedämmten Dachräumen nur sehr gering. **Bild 2** zeigt die Häufigkeitsverteilung der gemessenen Raumlufttemperaturen in den unterschiedlichen Versuchsräumen über den Messzeitraum vom 1.7. bis zum 30.9.2007 (2208 h). Es treten nur geringfügige Unterschiede auf.

Die maximale Raumlufttemperaturdifferenz in den Versuchsräumen beträgt 1,0 K. Der mit Holzfasern gedämmte Versuchsräum erreicht die 1 K höhere Temperatur 1 h später, als der Versuchsräum mit Mineralwollendämmung. Das arithmetische Mittel der Raumlufttemperaturdifferenz über den Zeitraum von Juli bis September beträgt 0,03 K. Als weiterer Indikator zur Beurteilung des sommerlichen Wärmeverhaltens werden die Übertemperaturstunden als Kennwert herangezogen. Die Übertemperaturstunden berechnen sich aus der Summe der Stunden über der gewählten Grenztemperatur von 24 °C. Die Ergebnisse der Übertemperaturstunden der Raumluft werden in **Bild 3** wiedergegeben. Dabei hat der Versuchsräum mit der Holzfaserdämmung geringfügig weniger Übertemperaturstunden.

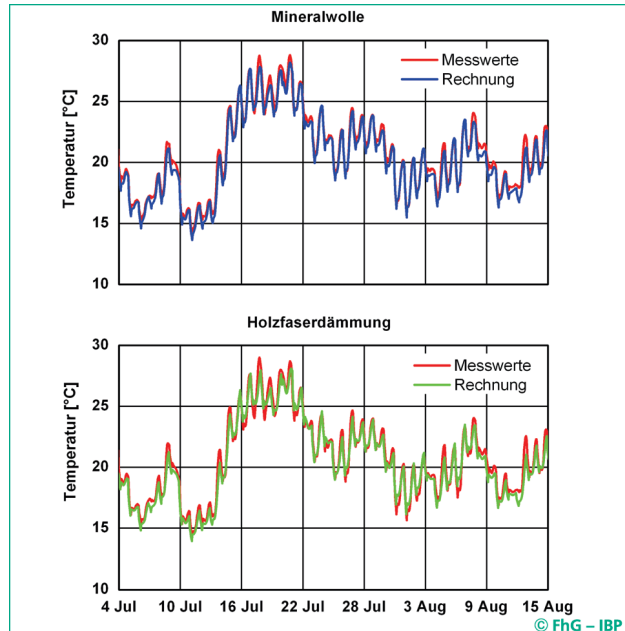
### Validierungsrechnung mit dem Simulationprogramm WUFI®-Plus

Mit Hilfe des Rechenmodells ist neben der bei dynamischen Simulationsprogrammen üblichen Quantifizierung der Temperaturverhältnisse im Gebäude und in den Umschließungs-



**Bild 3:** Gegenüberstellung der Übertemperaturstunden >24 °C der untersuchten Dachräume

flächen auch die Quantifizierung deren Feuchteverhältnisse möglich. Die Validierung des Simulationsprogramms WUFI®-Plus findet mit den zuvor beschriebenen Messergebnissen statt. Dabei stellt sich eine gute Übereinstimmung dar, wie **Bild 4** zeigt. Somit kann das Modell für weitere Untersuchungen genutzt und ein direkter Vergleich unterschiedlicher Bauteilausführungen unter gleichen Randbedingungen vorgenommen werden.



**Bild 4:** Vergleich der gemessenen und rechnerisch ermittelten Dachraumlufttemperaturen

### Literatur

- [1] Hauser, G.: Bauliche Maßnahmen zur Verminderung hoher Raumlufttemperaturen. Bundesbaublatt 27 (1978), H. 6, S. 288-293.
- [2] Hauser, G. und Schulze, H.: Das sommerliche Temperaturverhalten von Einfamilienhäusern. Ges.-Ing. 99 (1978), H. 8, S. 230-234 und 241-244.
- [3] Feist, W.: Passivhäuser in Mitteleuropa - Theoretische Untersuchungen von Simulationsmodellen für das thermische Verhalten von Gebäuden und Anwendung auf die Auslegung der Konstruktionsdetails von Passivhäusern. Dissertation Universität Kassel, 1992.
- [4] Hauser, G., Otto, F. und Stiegel, H.: Einfluß von Baustoff und Baukonstruktion auf den Wärmeschutz von Gebäuden - Jahres-Heizwärmebedarf und sommerliches Wärmeverhalten -. Bundesverband Porenbetonindustrie e.V., Wiesbaden, Sept. 1995, 2. überarbeitete Fassung Sept. 1997.
- [5] Hauser, G. und Otto F.: Holzspäne: Dämmstoff mit hoher Wärmespeicherfähigkeit für den sommerlichen Wärmeschutz. bauen mit holz 101 (1999), H. 8, S. 34-40.
- [6] Frank, Th.: Sommerlicher Wärmeschutz von Dachräumen – Analyse der Einflussfaktoren auf das Raumklima. EMPA Bericht 444/383d Dübendorf April, 2008.