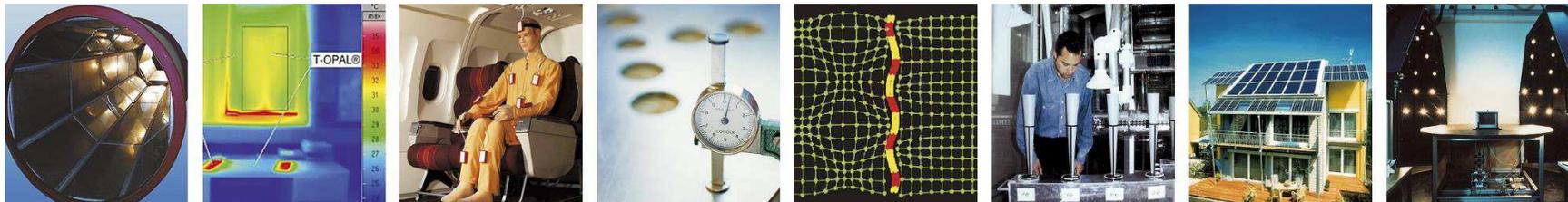

Vor- und Nachteile wärmespeichernder Dämmsysteme

Messeforum „Innovative Dämm- und Baustoffe“ – Messe Heim+Handwerk
Florian Antretter – München – 28. November 2014

Auf Wissen bauen



Inhalt

- Dämmstoffe und Wärmespeicherkapazität
- Erwartete Effekte
- Beispieluntersuchung
- Simulationsstudien
 - Idealisierte Untersuchung
 - Reales Gebäude
- Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Wärmekapazität

Spezifische Wärmekapazität c :

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

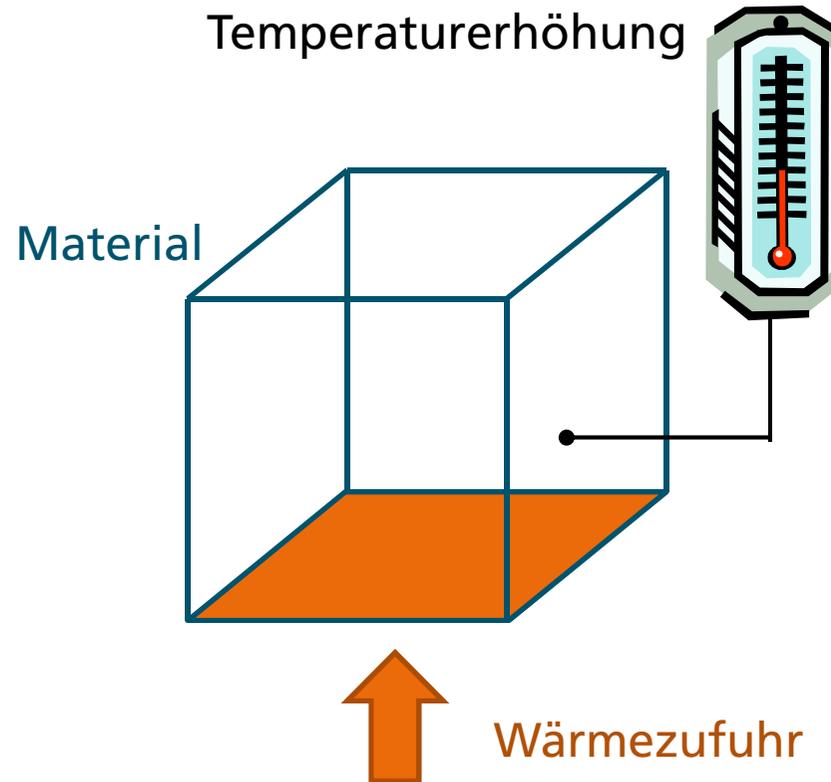
Q = thermische Energie

M = Masse

ΔT = Temperaturdifferenz

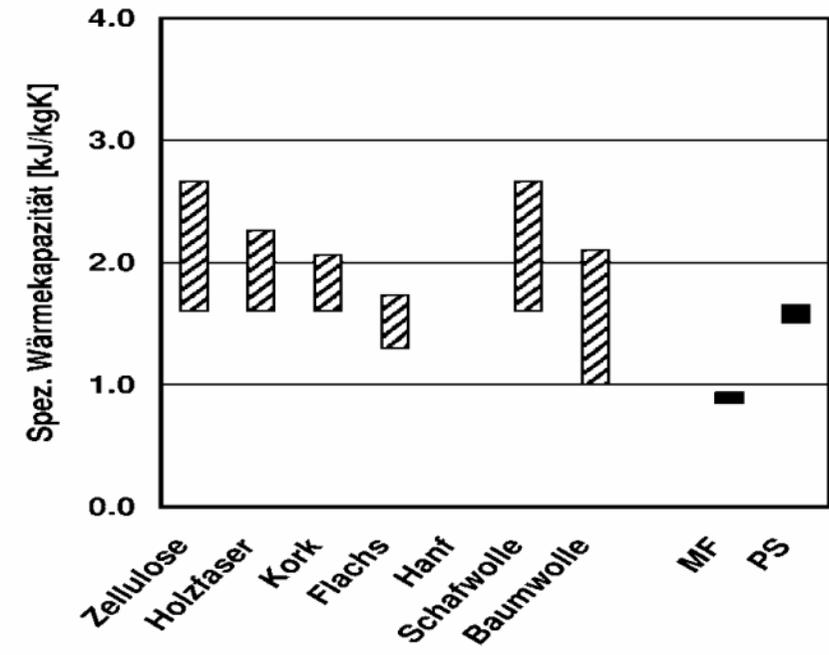
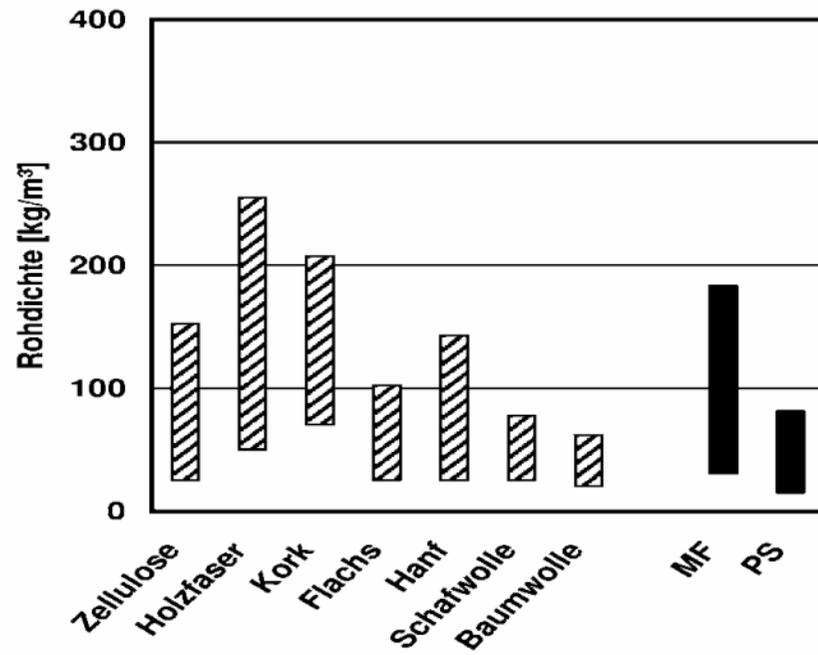
Einheit:

$$\frac{J}{kg \cdot K}$$



Energiemenge, die benötigt wird, um ein Kilogramm eines Stoffes um ein Kelvin zu erwärmen

Rohdichte und Wärmekapazität von Dämmstoffen



Quelle: Krus und Sedlbauer: Vorteile und Einsatzgrenzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen

Aussagen

„Die hohe spezifische Wärmekapazität des Dämmstoffs ergibt einen hervorragenden sommerlichen Wärmeschutz“

„Die oft zitierte „Phasenverschiebung“ des Dämmstoffs beeinflusst das Temperaturverhalten des Gebäudes nicht.“

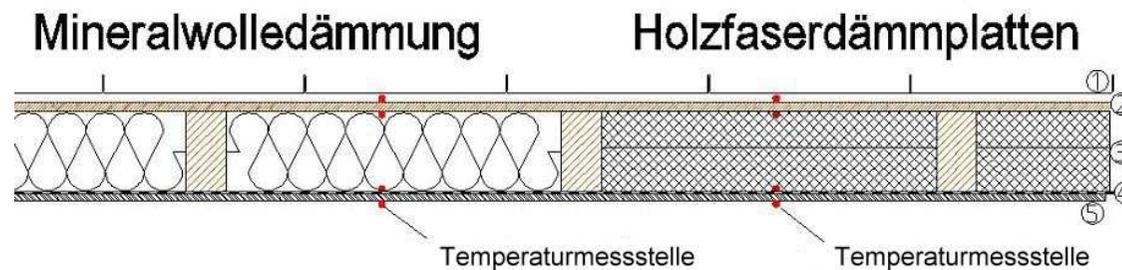
„Die vorherrschende Meinung, dass die Wärmedämmung die Aufgabe hat, Wärme zu speichern und zeitverzögert nach innen abzugeben, hat so gut wie keine Bedeutung.“

„...“

Versuchsgebäude



- Ausrichtung Süd
- Versuchszeitraum von 1. Juli- 30. September 2007
- Juli und August mit einer erzwungenen Nachtlüftung von 23 bis 5 Uhr
- September ohne Lüftung
- Regelq. U-Wert 0,20 W/(m²K)
- Mittlerer U-Wert 0,24 W/(m²K)



Dämmmaterialien

Mineralfaserdämmung

- Wärmeleitfähigkeit $\lambda(R)$:
0,035-0,040 W/(m·K)
- spez. Wärmespeicherkapazität c:
840-1.000 J/(kg·K)
- Rohdichte ρ
20-200 kg/m³

Holzfaserdämmung

- Wärmeleitfähigkeit $\lambda(R)$:
0,040-0,055 W/(m·K)
- spez. Wärmespeicherkapazität c:
2000-2100 J/(kg·K)
- Rohdichte ρ
150-190 kg/m³
(Aufdachdämmung)
40-55 kg/m³
(Zwischensparrendämmung)

Wärmespeicherkapazität C

Berechnet aus dem Produkt der Rohdichte, der spez. Wärmekapazität und der Bauteildicke

Mineralfaserdämmung

- Dämmstoff

$$C = 2,27 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

- über den Gesamtquerschnitt

$$C = 68,14 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

Holzfaserdämmung

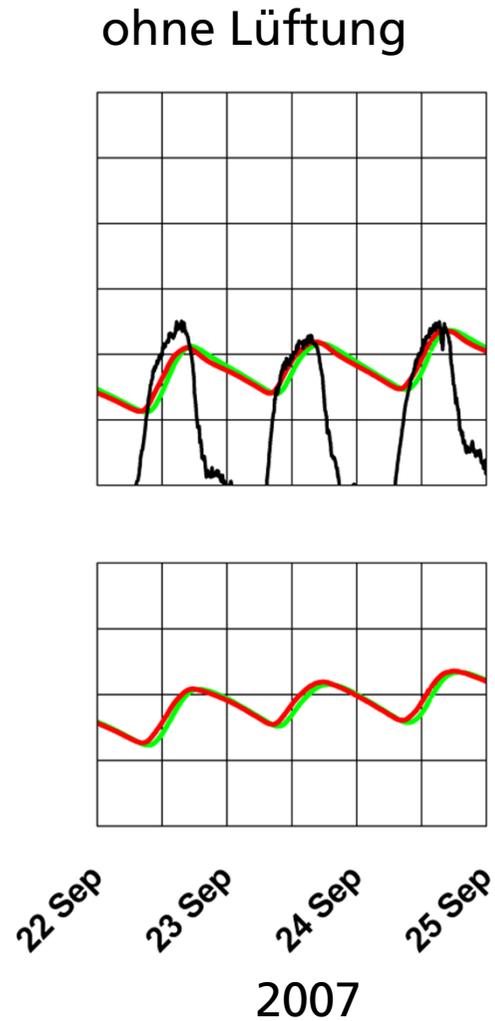
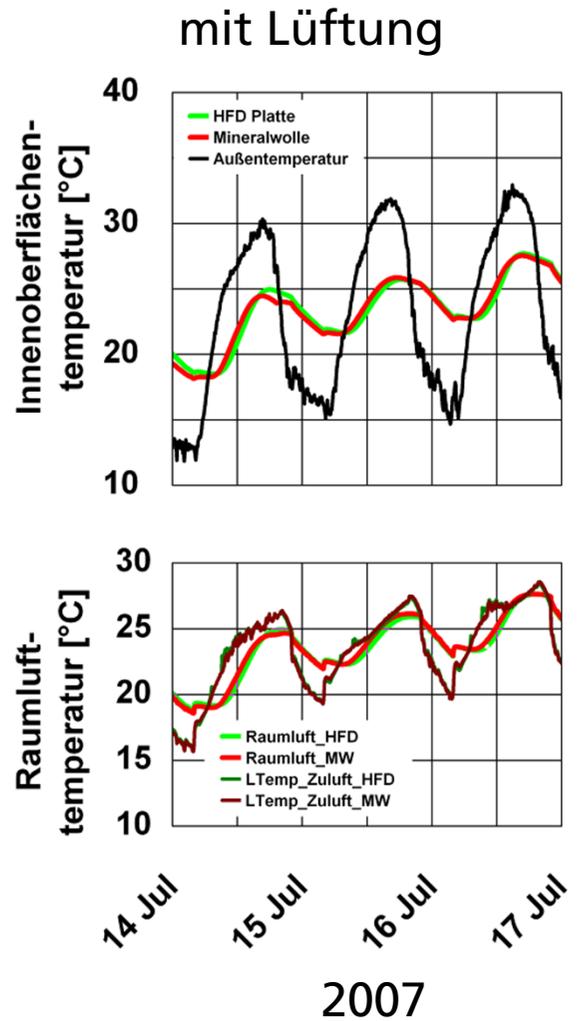
- Dämmstoff

$$C = 24,57 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

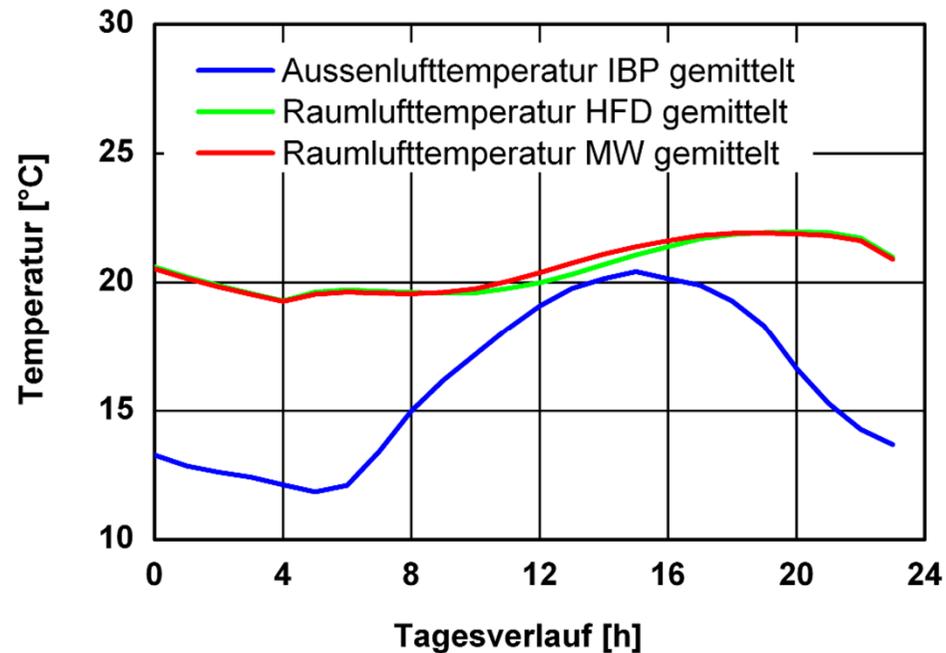
- über den Gesamtquerschnitt

$$C = 88,08 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

Messergebnisse



Messergebnisse



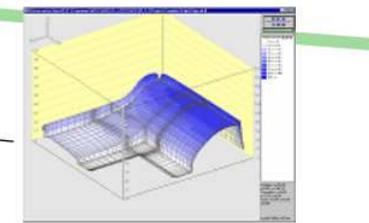
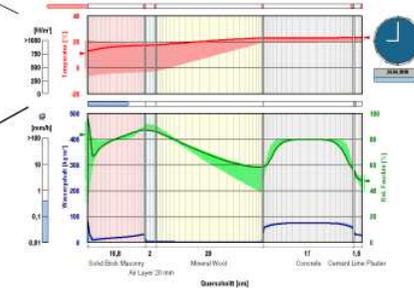
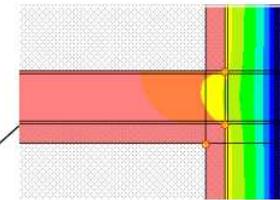
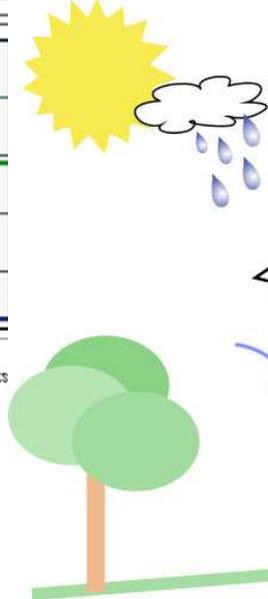
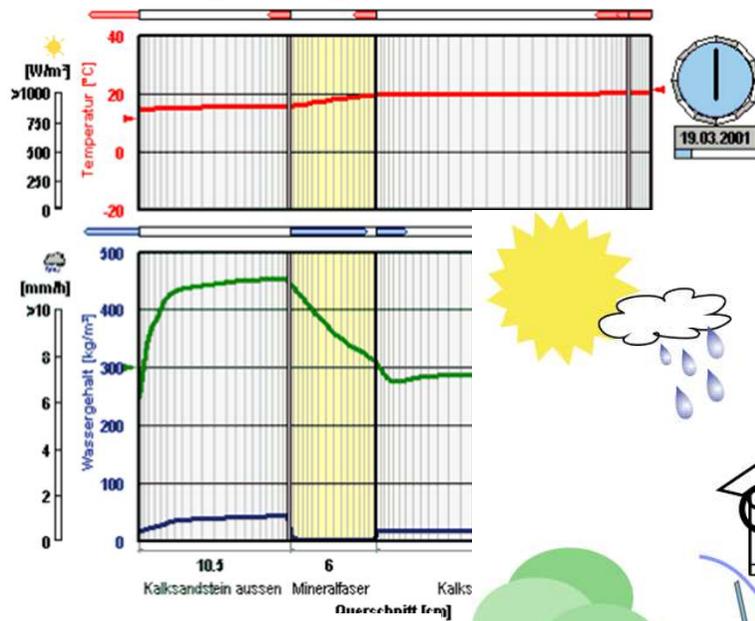
Tagesverlauf der gemessenen Temperatur gemittelt über die Monate Juli und August 2007

Hygrothermische Gebäudesimulation

Klimaort: Holzkirchen

berechnetes zweischaliges Mauerwerk aus Kalksandstein

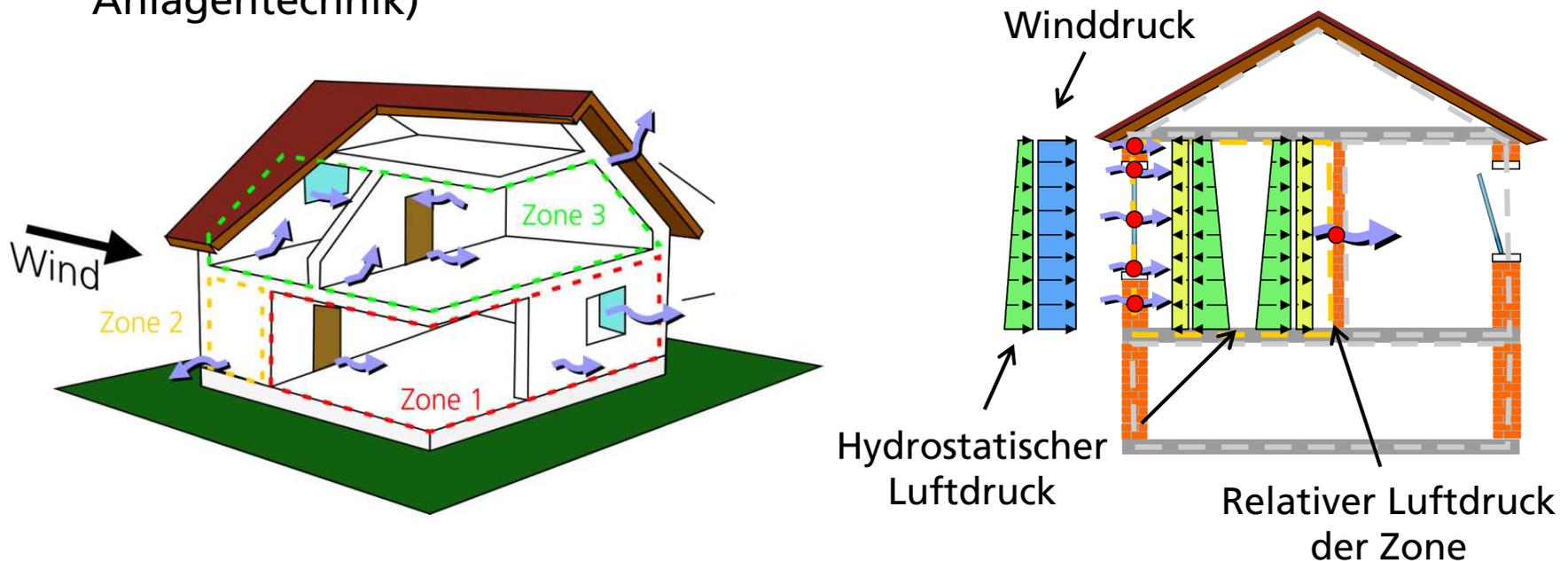
WUFI®



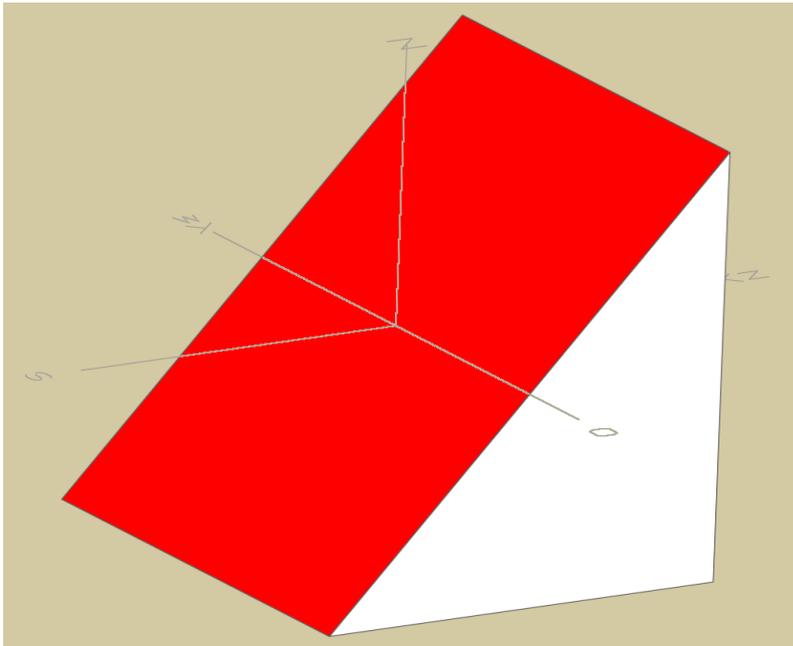
- Wetter
- Innere Lasten
- Sollwerte
- Anlagentechnik
- Lüftung

Multi-Zonen Gebäudemodell

- Realistische Simulation aller hygrothermischen Vorgänge am und im Gebäude
- Interaktion verschiedener Zonen im Gebäude (Lüftung, Nutzung, Anlagentechnik)



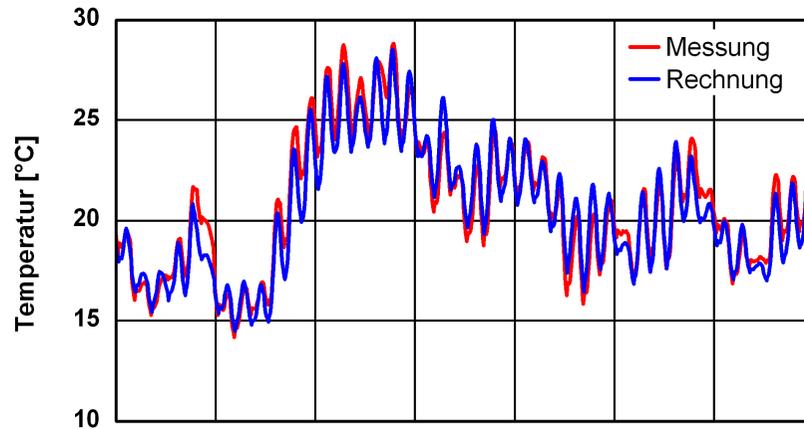
Validierung des Simulationsprogramms



- Erstellung eines Modells im Simulationsprogramm WUFI® Plus
- Klimadaten des Jahres 2007 von der Wetterstation des IBP als äußere Randbedingung
- Gemessene Temperaturen in den angrenzenden Räumen als weitere Randbedingungen

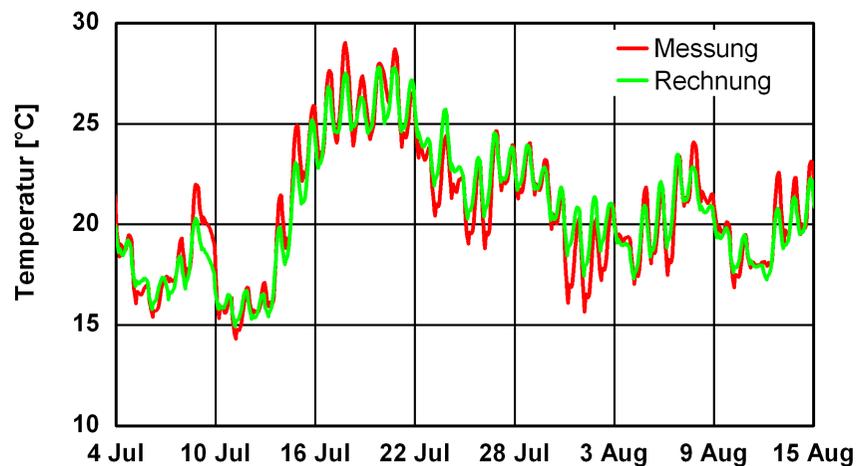
Ergebnisse der Validierungsrechnung

Mineralwolle



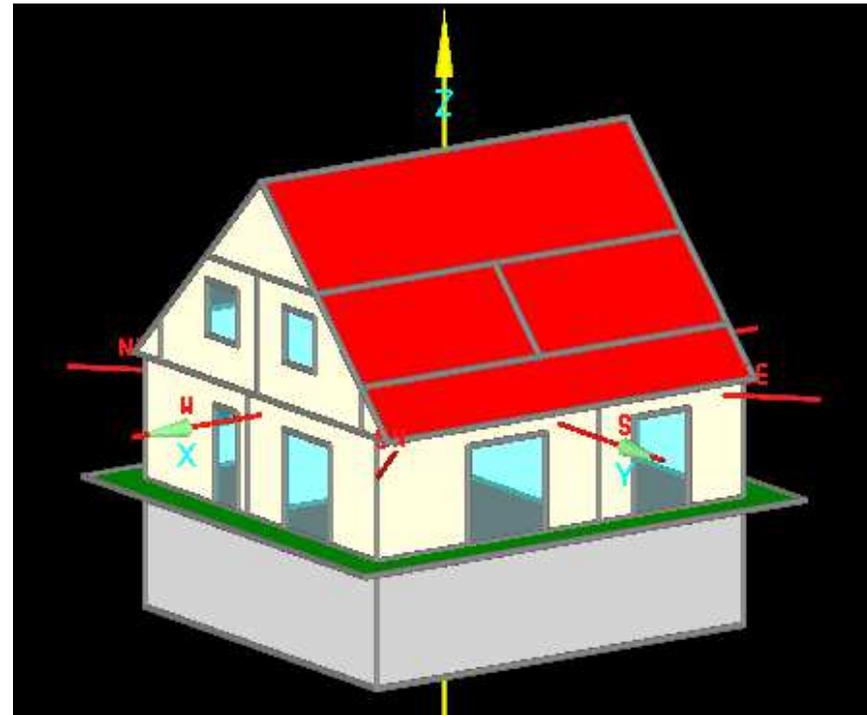
- Validierung
- Modell kann verwendet werden, da die Realität vernünftig abgebildet wird

HFD Platte



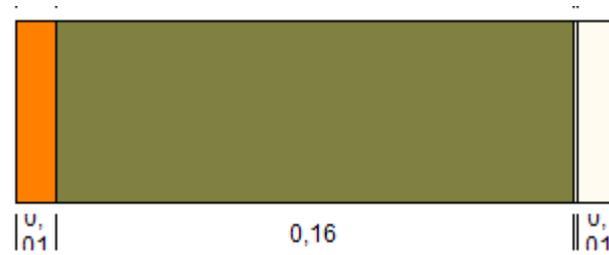
Simulationsstudie – Übertragung auf reales Gebäude

- Reales Gebäude
- 11 Zonen (10 beheizt, 1 Dachraum)
- Luftwechsel $0,5 \text{ h}^{-1}$
- Nutzungsprofil je Zone
- Bauteile nach
 - Altbaustandard
 - U-Wand: $0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - U-Dach: $0,51 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - EnEV
 - U-Wand: $0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - U-Dach: $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

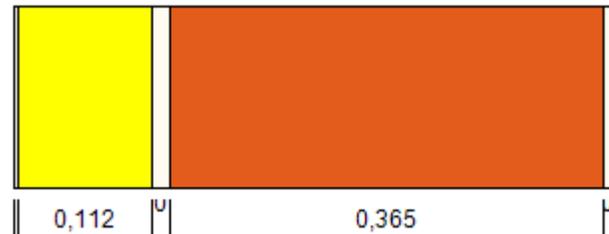


Bewertete Räume und Aufbauten

Leichtbau:



Massivbau:



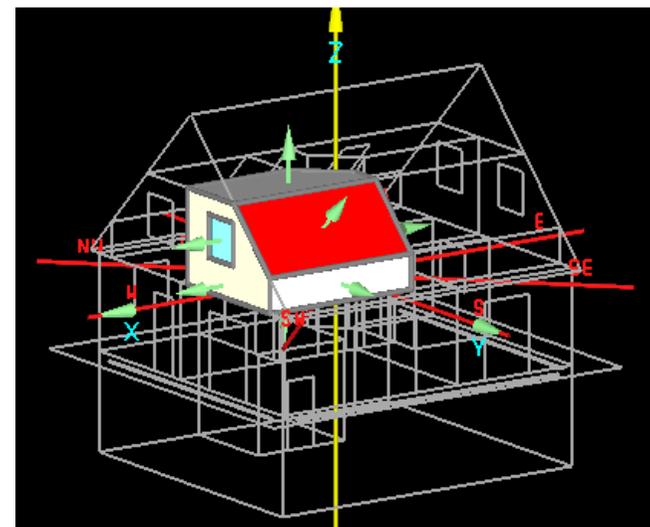
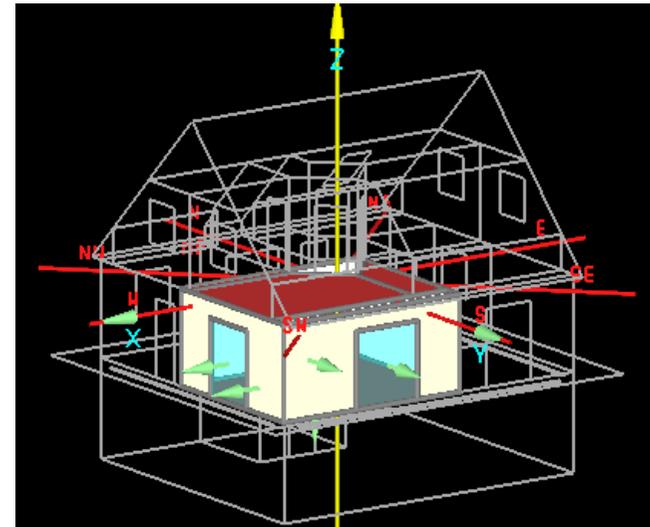
Fenster:

U-Wert = $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

$g = 0,6$ (+ Verschattung)

Bewertung:

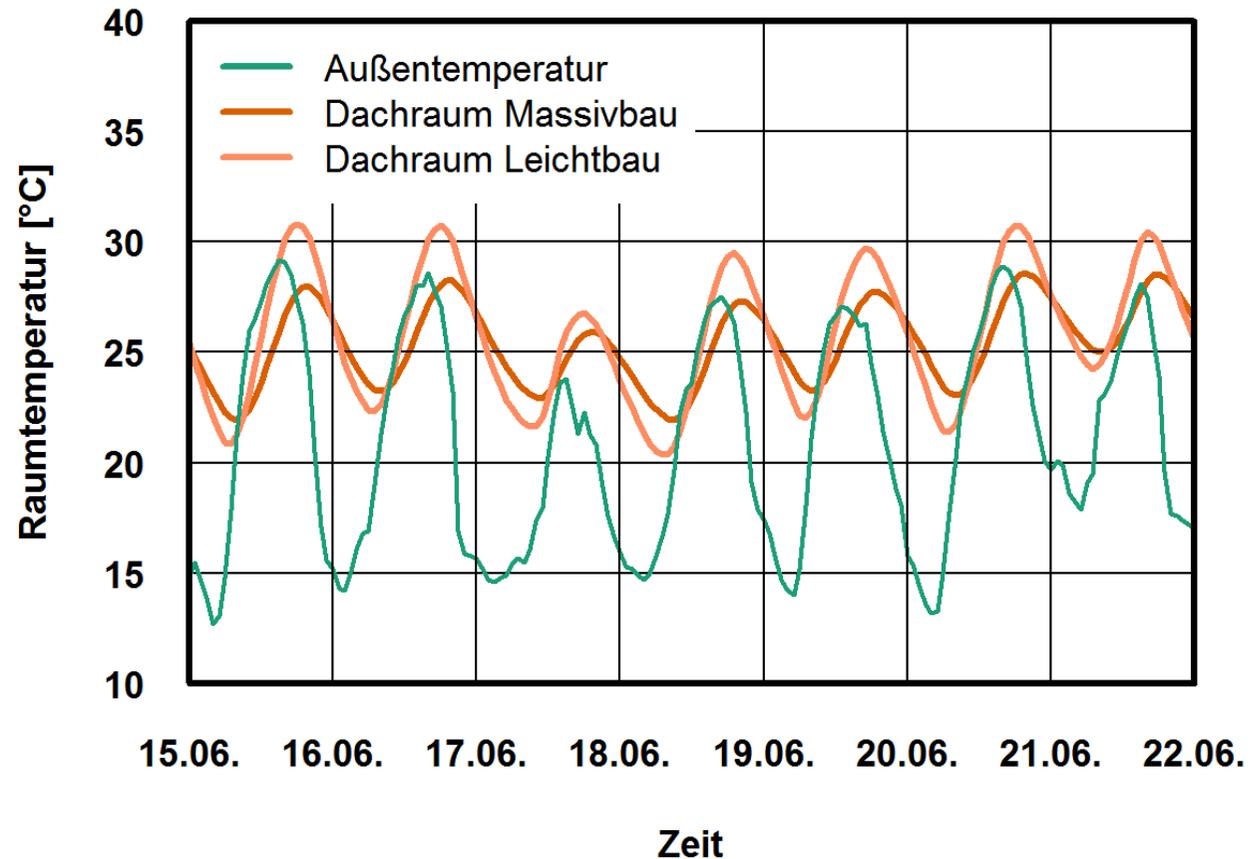
Süd-West orientierte Räume (Wohnzimmer, Kinderzimmer) und Dachboden



Temperaturen im Dachraum

Dachraum im Altbau

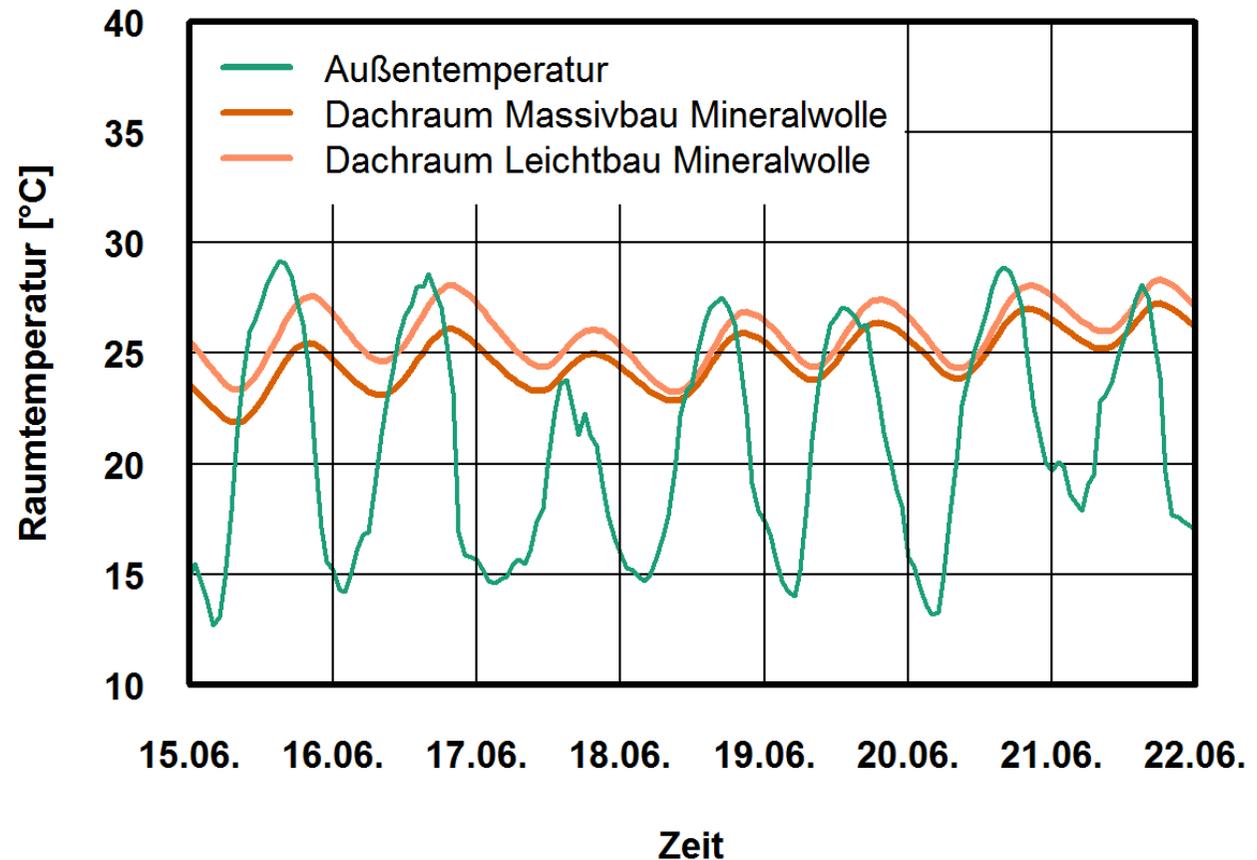
- Hohe tägliche Schwankungen, aber Amplitudendämpfung
- Geringe Phasenverschiebung



Temperaturen im Dachraum

Dachraum gedämmt
Vergleich Massivbau
und Leichtbau mit
Glaswolle

- Amplituden-
dämpfung und
Phasen-
verschiebung
annähernd gleich
- Etwas höhere
Temperatur im
Leichtbau

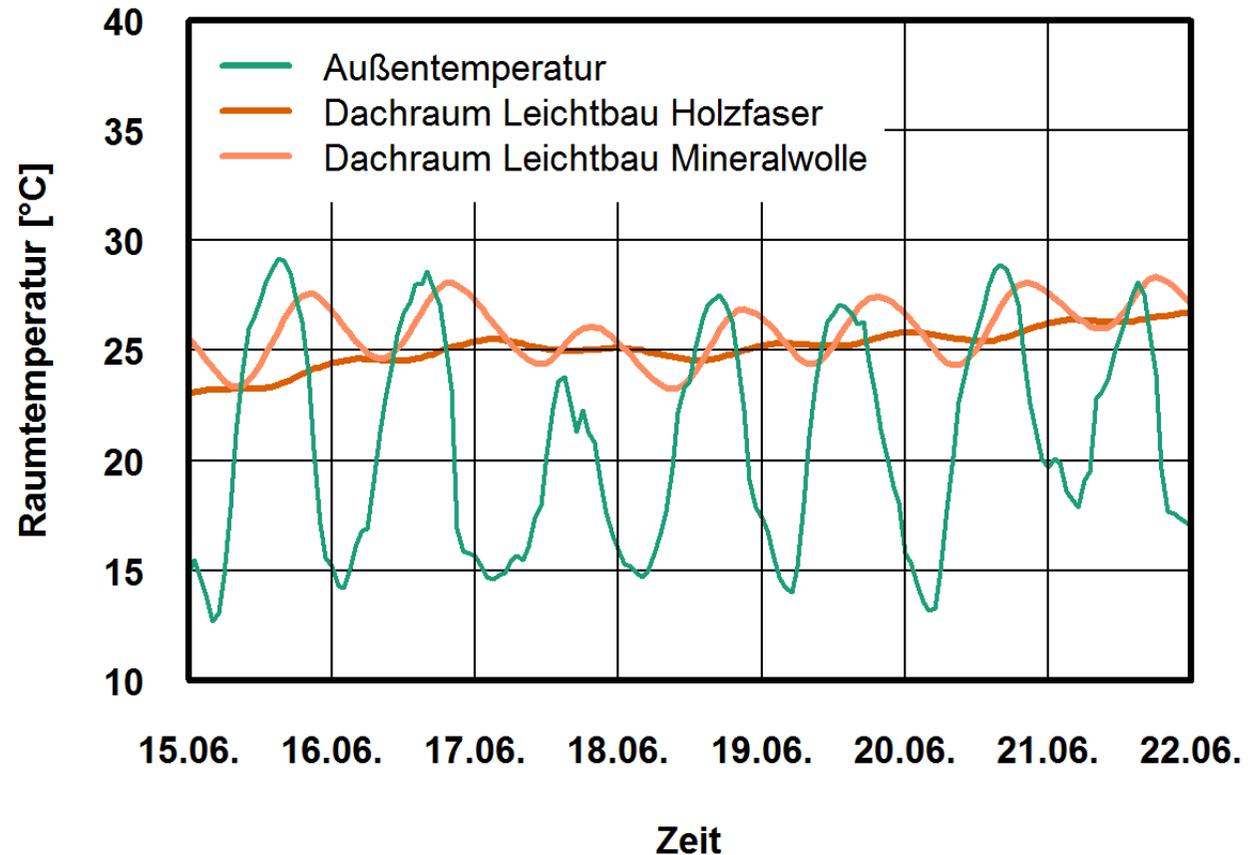


Temperaturen im Dachraum

Dachraum gedämmt

Vergleich
Dämmstoffe im
Leichtbau

- Reduktion der täglichen Schwankung mit höherer Wärmespeicherung im Dämmstoff
- Langsameres An- und Absteigen der Raumtemperatur

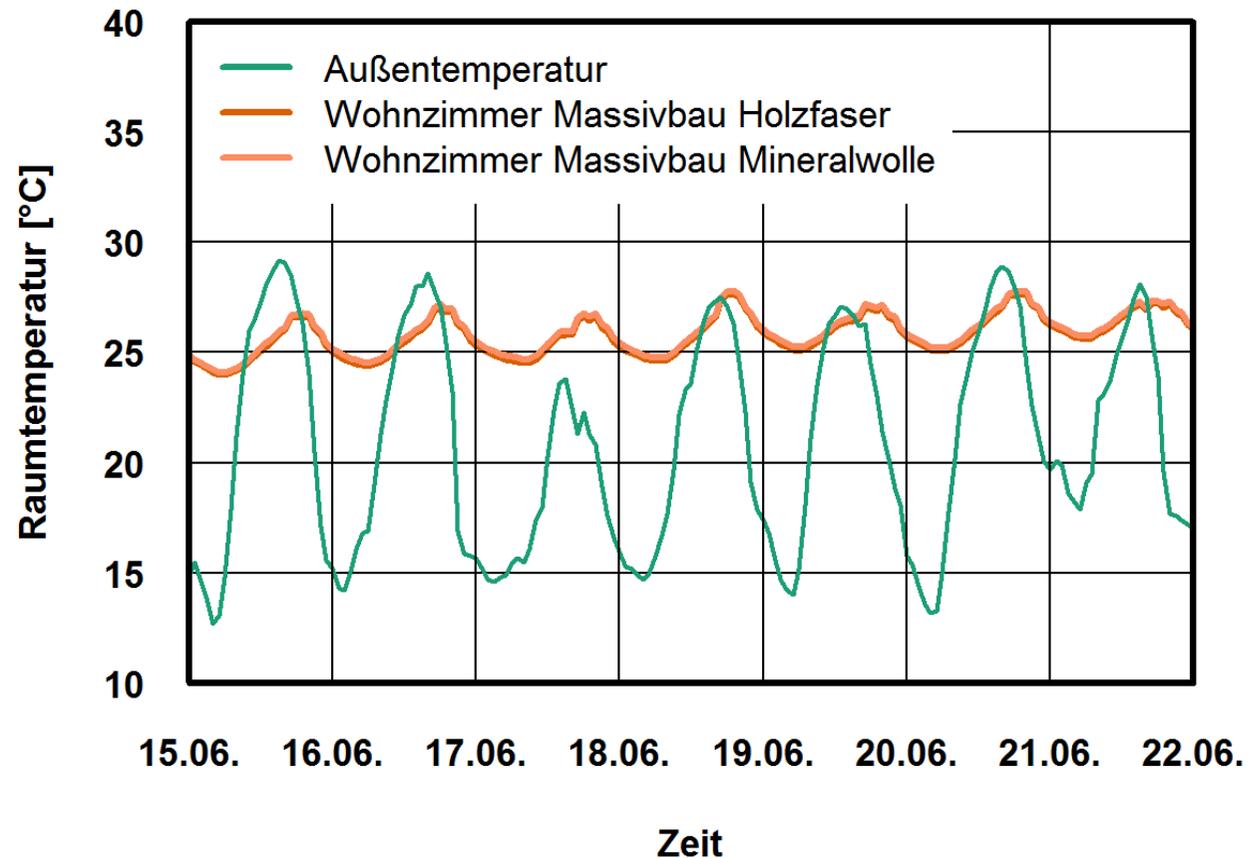


Temperaturen in anderen Räumen

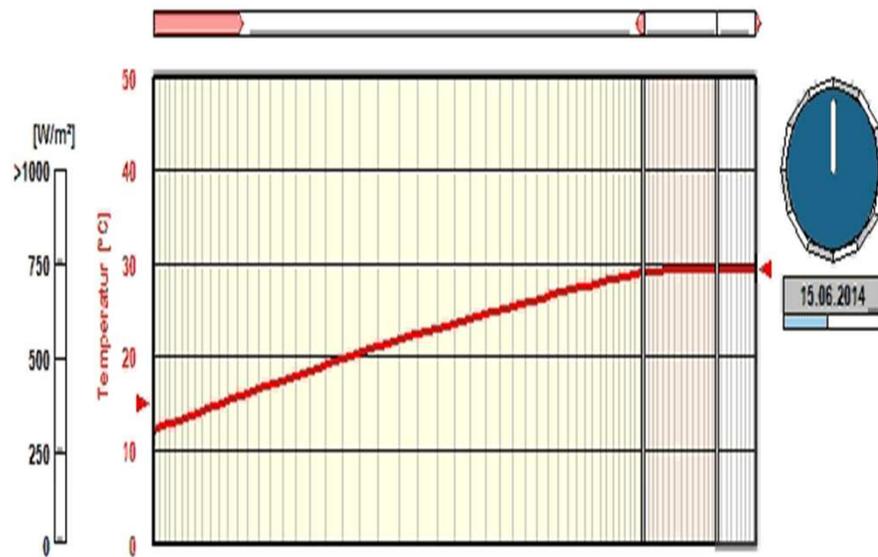
Wohnzimmer
gedämmt

Vergleich
Dämmstoffe im
Massivbau

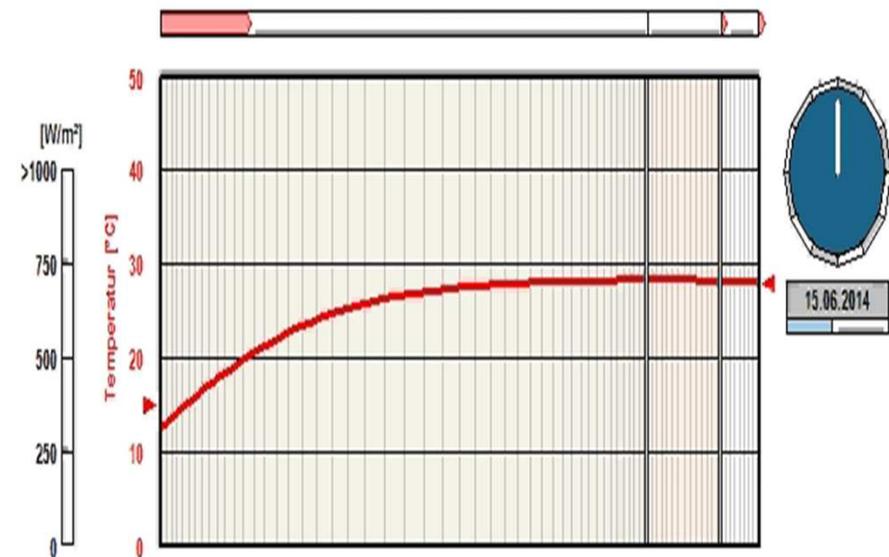
- Sehr ähnlicher
Raumtem-
peraturverlauf
- Kaum ein
Einfluss des
Dämmstoffs



Visualisierung der Temperaturen im Bauteil



Mineralwolle



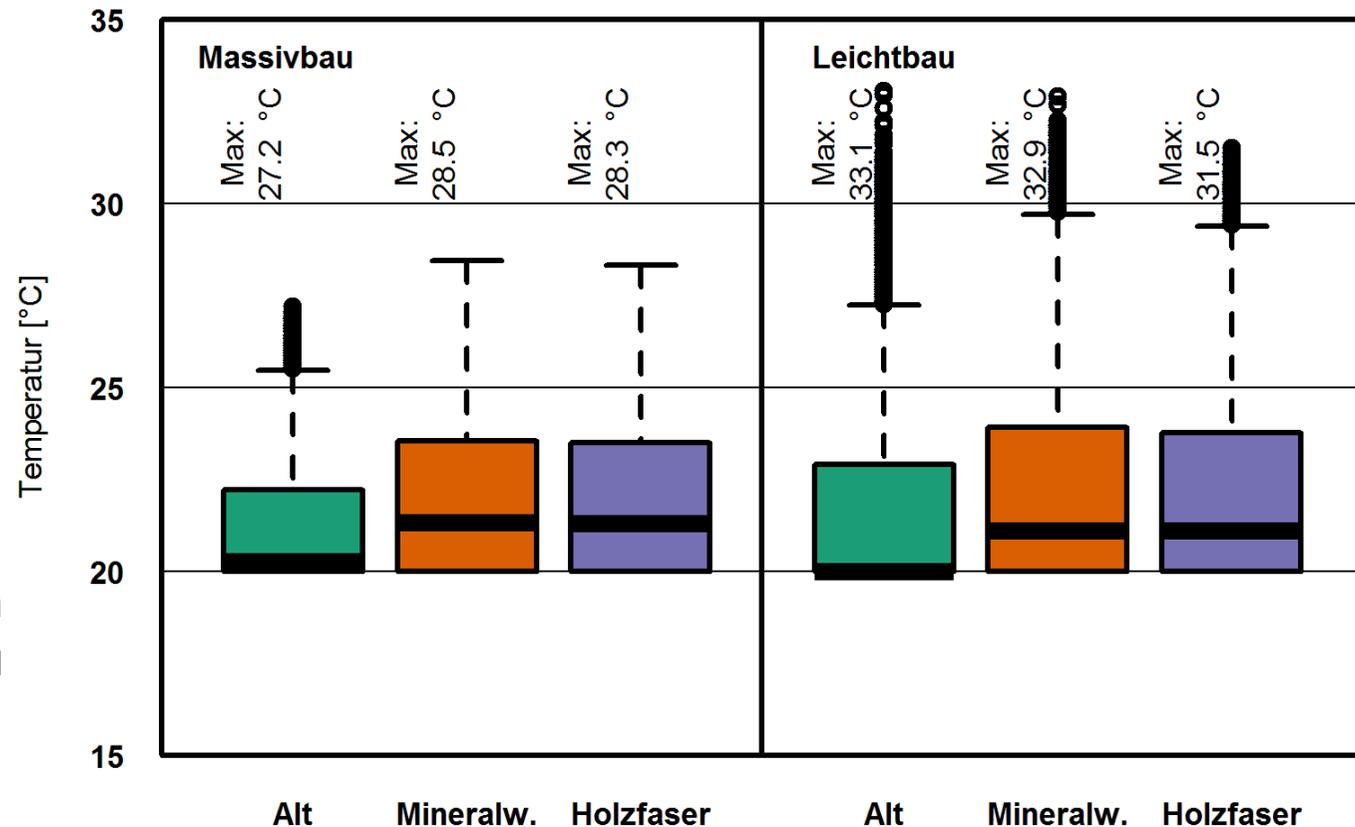
Holzfaser

- Höhere Schwankungsbreiten im Bauteil
- Amplitudendämpfung unabhängig von Wärmespeicherkapazität hoch

Ergebnisse: Maximaltemperaturen

Temperaturverteilung im Wohnzimmer

- Dämmstoffart hat kaum Einfluss im Massivbau
- Temperaturreduktion im Leichtbau (max 1.4 K)



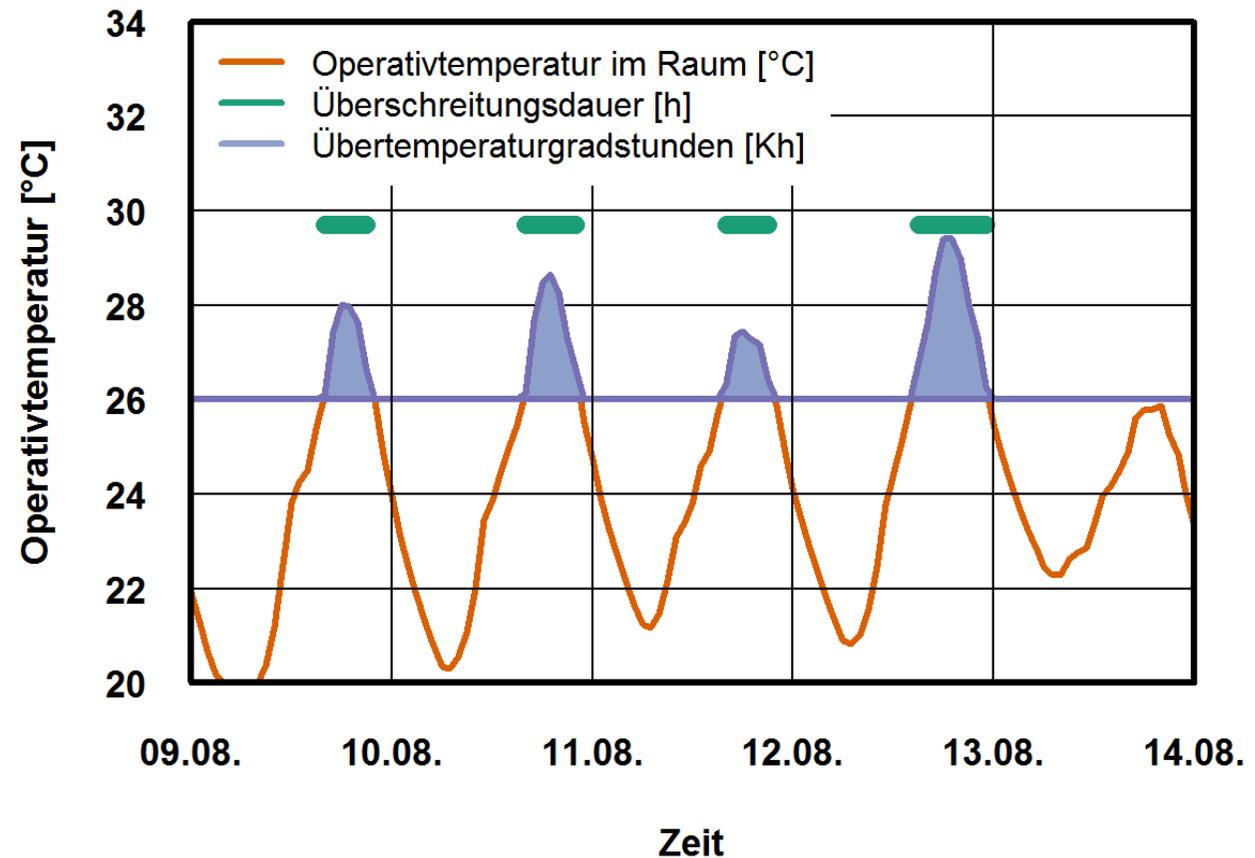
Bewertung nach DIN 4108-2

Alt:

- Überschreitungsdauer

Neu:

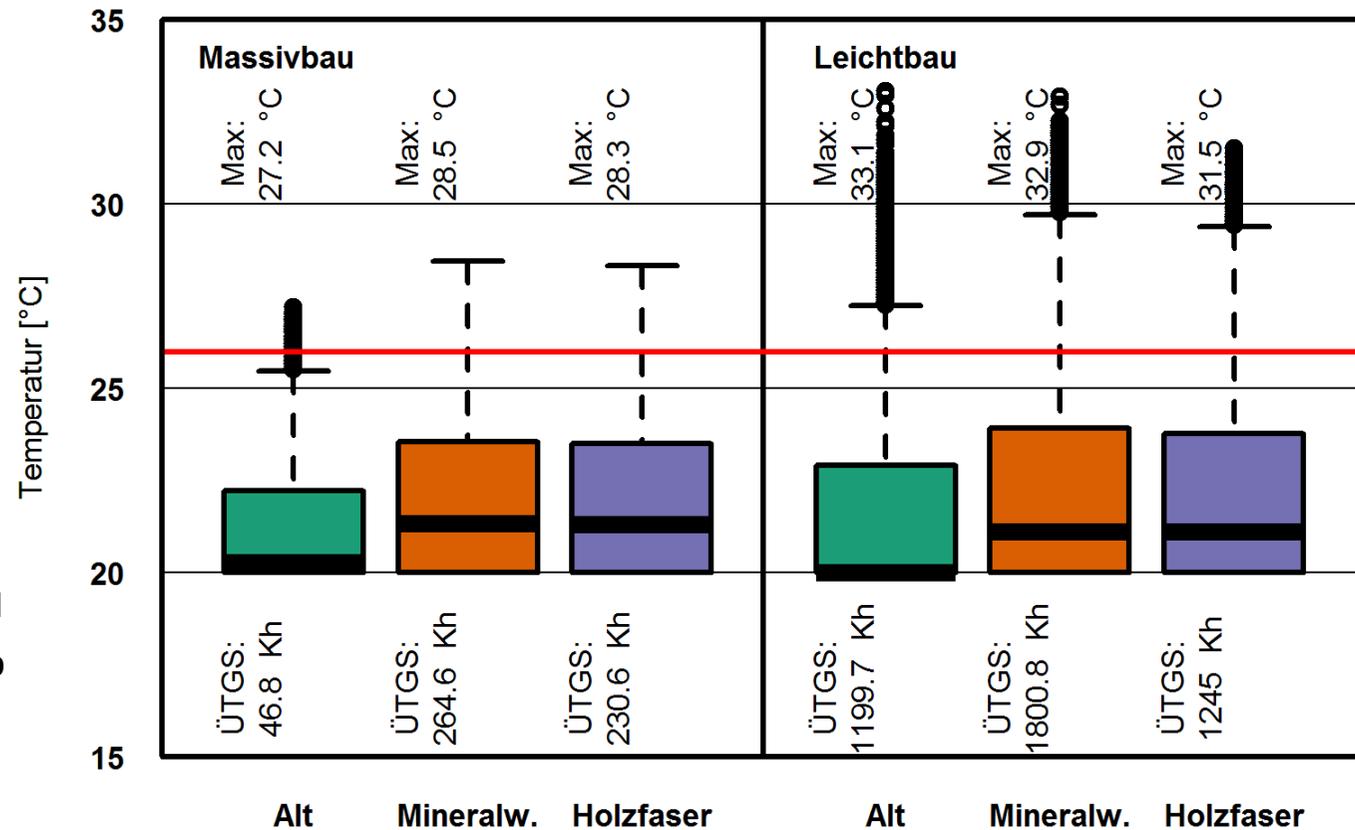
- Übertemperaturgradstunden bezogen auf die Operativtemperatur



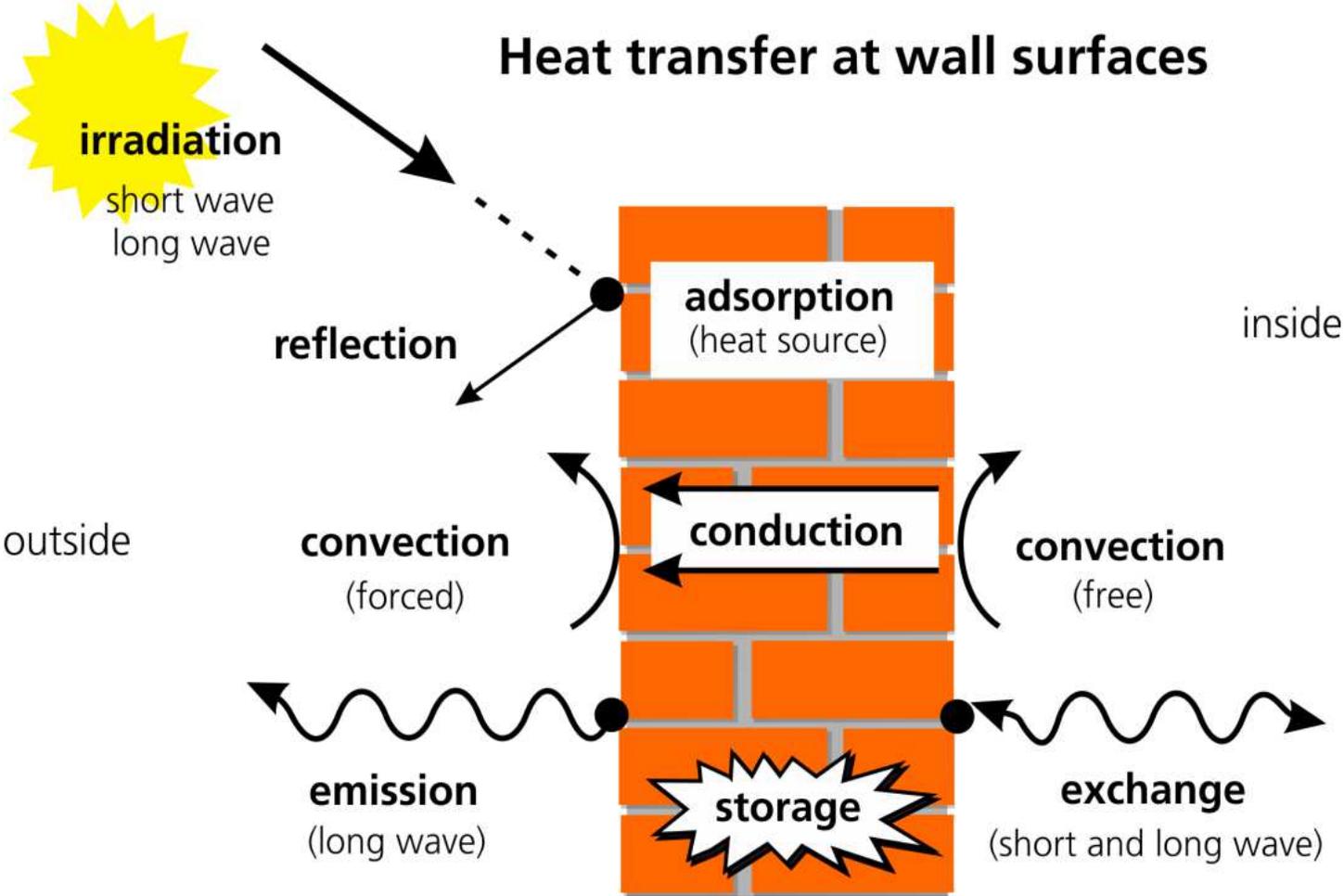
Ergebnisse: Übertemperaturgradstunden

Übertemperaturgradstunden im Wohnzimmer

- Dämmstoffart hat kaum Einfluss im Massivbau
- Im Leichtbau bis über 30% Reduktion



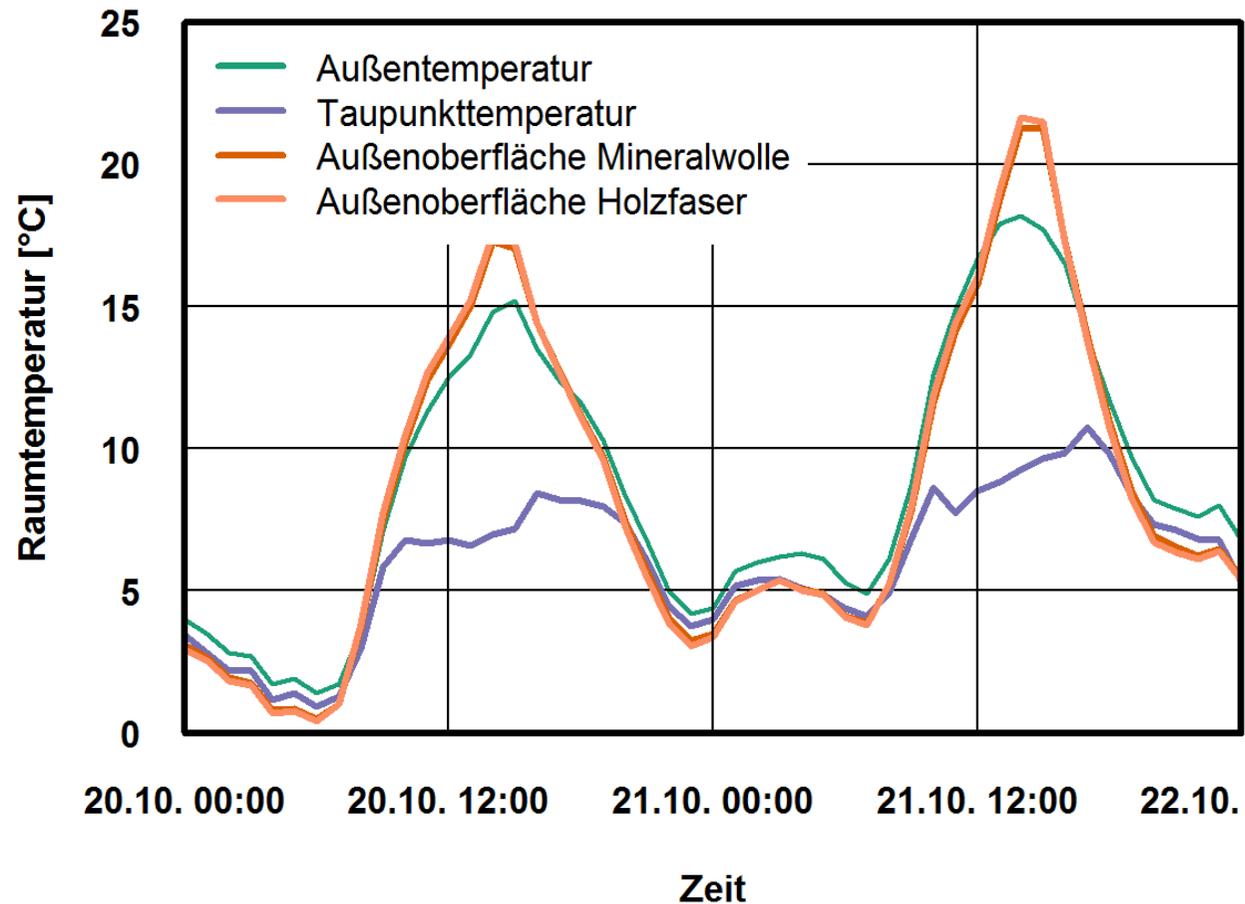
Wärmetransport und -speicherung an einer Wand



Oberflächentemperaturerhöhung

Oberflächentemperaturen
Westwand
Badezimmer

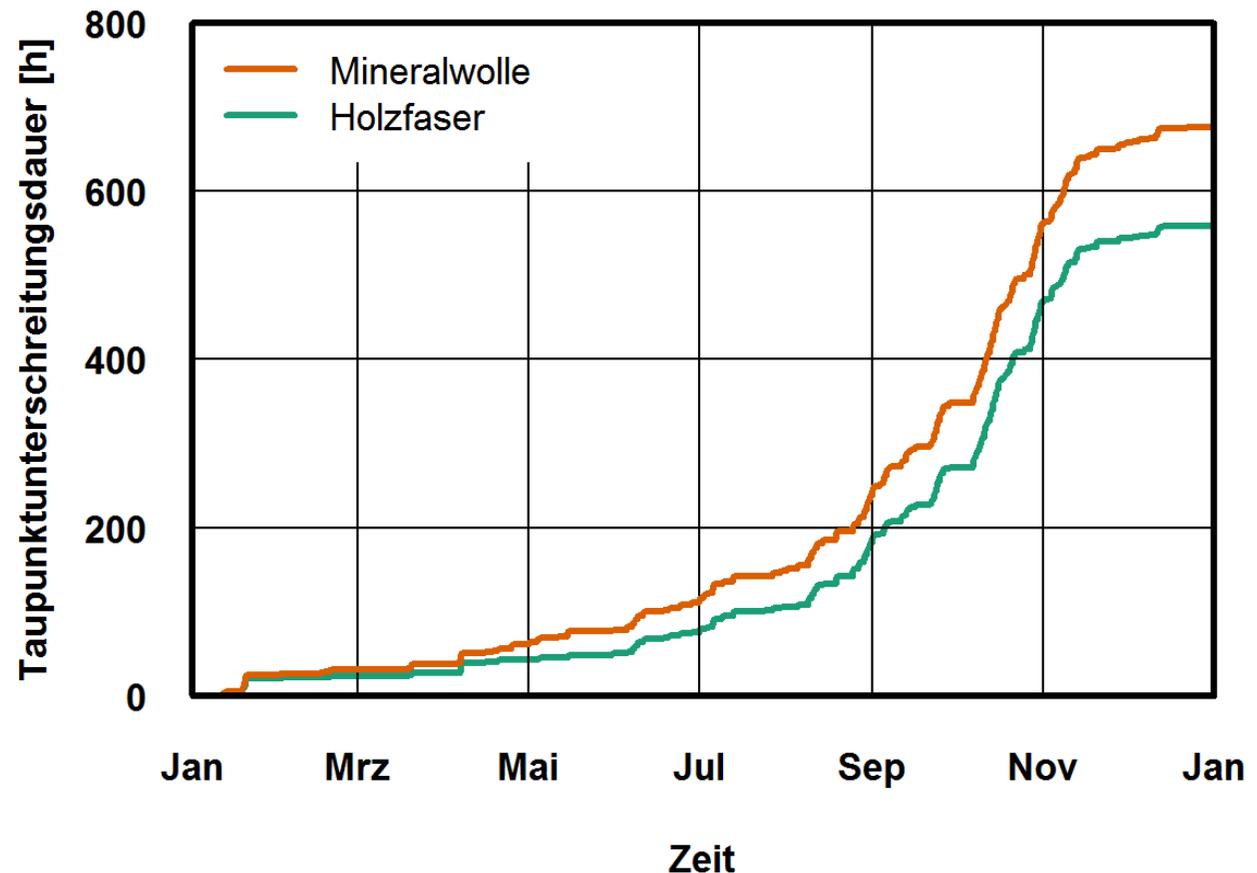
- Geringfügig veränderte Temperaturverläufe
- Weniger Taupunktunterschreitungsstunden



Taupunktunterschreitung

Aufsummierte
Taupunkt-
unterschrei-
tungsdauer
Westwand
Badezimmer

→ Längere
Taupunkt-
unterschreitungen
bei geringerer
Wärmespei-
cherung
Dämmstoff



Vor- und Nachteile

Vorteile:

- Geringere Temperaturschwankungen im Leichtbau
- Übertemperaturgradstunden können im Leichtbau verringert werden
- Taupunktunterschreitungsstunden an der Außenoberfläche werden verringert

Nachteile:

- Geringfügig langsamere Temperaturabsenkung nach Hitzeperiode

Aber:

Bei Einsatz im realen Gebäudebetrieb hat die Wärmespeicherfähigkeit des Dämmstoffs kaum Einfluss auf das Gebäudeverhalten (außer Taupunktunterschreitung Außenoberfläche).

Die Wärmespeicherfähigkeit der anderen Baustoffe überwiegt.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Bei sehr hohem Dämmstoffanteil in den Außenbauteilen Effekt sichtbar
 - Mit heutigen Dämmstoffstärken kaum Unterschiede in Temperaturamplitudendämpfung und Phasenverschiebung
 - Effekte sind im Leichtbau höher als im Massivbau
 - Zum sommerlichen Wärmeschutz sind weitere Strategien notwendig (Lüftung, Verschattung, ...)
- Die Wärmespeicherfähigkeit des Dämmstoffs spielt für die Behaglichkeit und das energetische Gebäudeverhalten eine untergeordnete Rolle

Vor- und Nachteile wärmespeichernder Dämmsysteme

Messeforum „Innovative Dämm- und Baustoffe“ – Messe Heim+Handwerk
Florian Antretter – München – 28. November 2014

Auf Wissen bauen

