

ISOCELL

Rotationsströmungen in Bauteilen Grundlagen und Auswirkungen

DI(FH) Bernhard Hütteneder

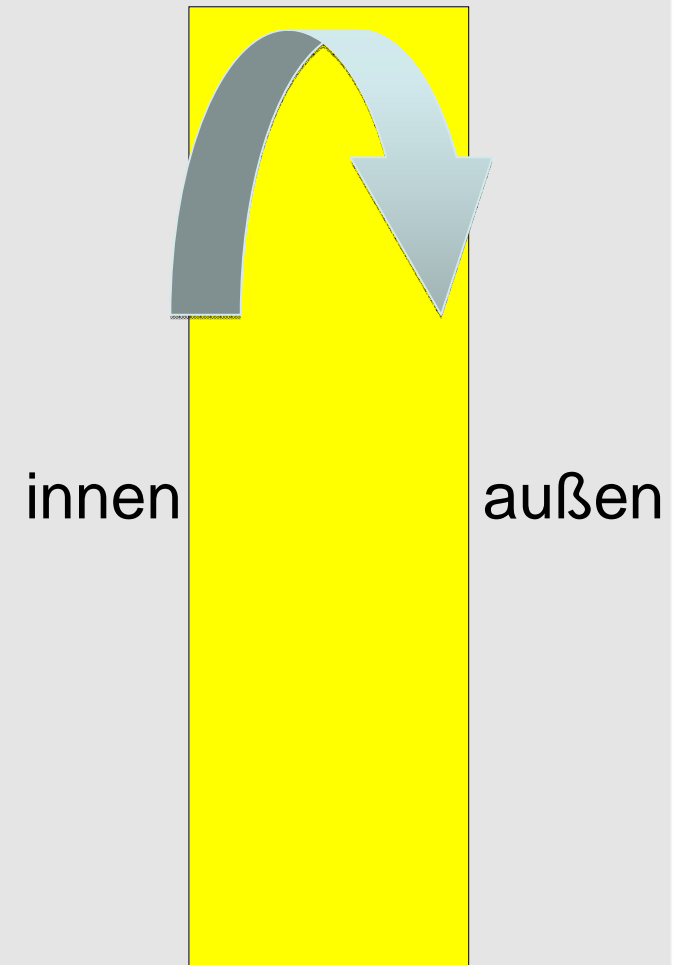


Spezialist für **Luftdichtheit** und **Zellulosedämmung** seit 1992

Was versteht man unter einer Rotationsströmung?

Entstehung bzw. Antriebskräfte

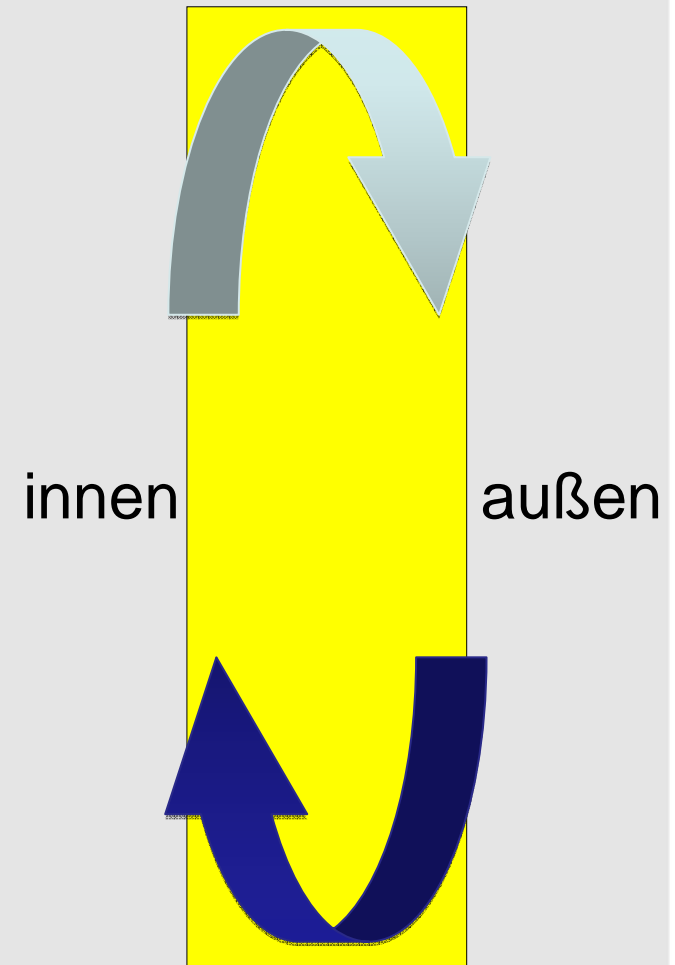
Warme Luft steigt auf und wird im oberen Wandbereich nach außen gedrückt.



Entstehung bzw. Antriebskräfte

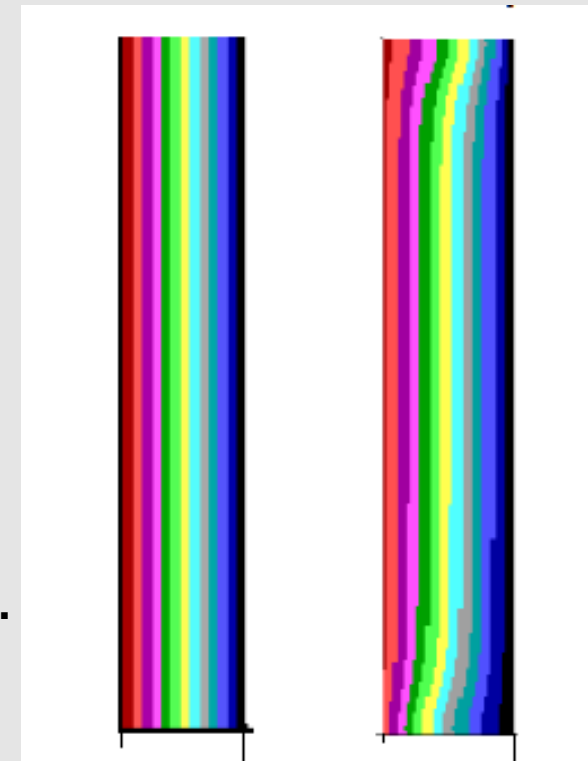
Warme Luft steigt auf und wird im oberen Wandbereich nach außen gedrückt.

Die außenseitig kältere Luft fällt ab und wird im unteren Wandbereich nach innen gedrückt.



Geändertes thermisches Verhalten des Wandbauteils

- Beeinflussung der thermischen Wirksamkeit des Bauteils.
- Reduzierte Oberflächentemperaturen
- „Geänderter“ U- Wert;
Energieausweisberechnung ist daher u.U. falsch.
- Reduzierter Wärmeschutz.



ohne mit
natürlicher Konvektion

Quelle: Dr. Katrin Riesner

Geändertes thermisches Verhalten des Wandbauteils

Beispiele für effektive Dämmleistung:

12 % 200mm Dämmung entspricht nur ca. 175mm → -
(ca. 0,17 W/m²K) (ca. 0,20 W/m²K)

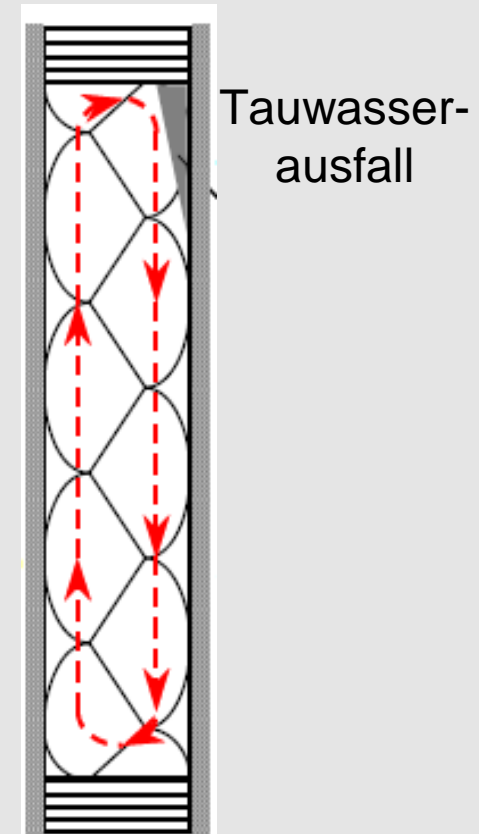
bzw.

17 % 300mm Dämmung entspricht nur ca. 250mm → -
(ca. 0,11 W/m²K) (ca. 0,14 W/m²K)

Quelle: Kokko, E., Ojanen, T. & Salonvaara, M. 1997

Feuchteumverteilung im Gefachbereich

Der an sich unschädliche natürliche Feuchtegehalt einer offenporigen Gefachdämmung wird durch die thermisch angeregte Luftwalze in die obere kalte Ecke gepumpt und fällt dort lokal konzentriert als Tauwasser aus.



Quelle: Dr. Katrin Riesner

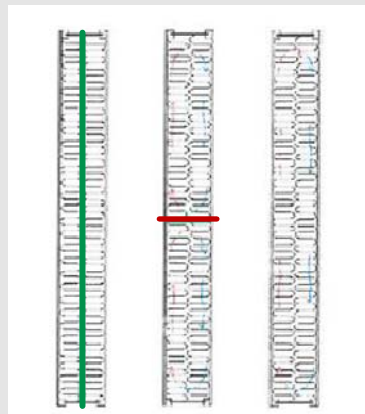
Feuchteumverteilung im Gefachbereich

**Kondensatausfall im
oberen Außeneck einer
Passivhaus- Außenwand
mit Mineralwollgedämmung**



Quelle: SV Dr. Buxbaum; ARCHINVENT.com

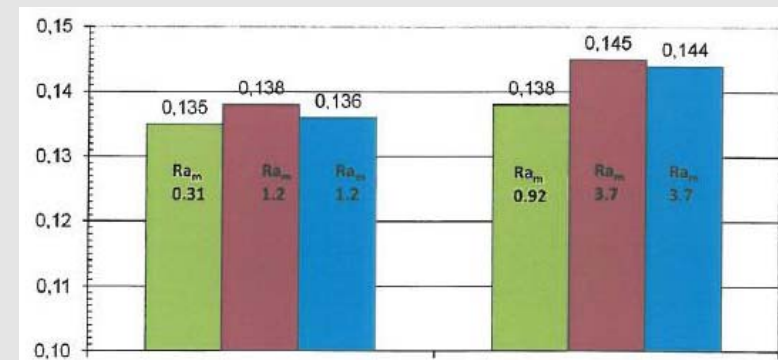
Labormessungen an maßstabsgerechten Wänden:



Vertikale
Konvektionssperre

Horizontale
Konvektionssperre

Keine
Konvektionssperre



Quelle: Bjerkevoll, G.O. 1994

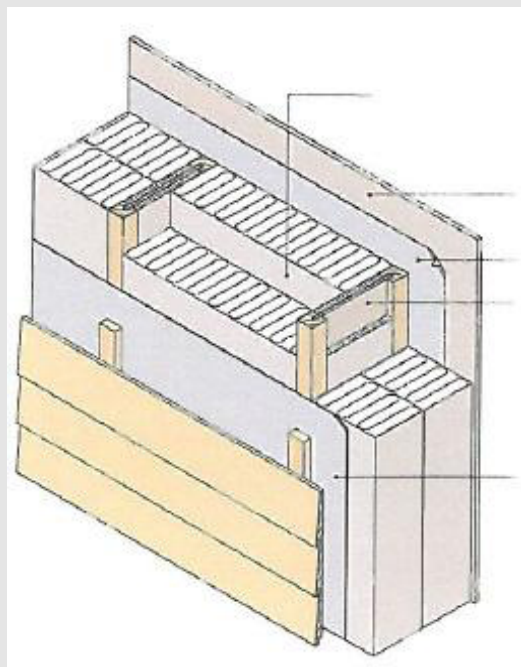
Eine **vertikale Konvektionssperre** in der Mitte der Isolierung verbessert die Leistung der Isolierung und ergibt den niedrigsten U-Wert.

Eine **horizontale Konvektionssperre** führt zu einer erhöhten natürlichen Konvektion und einem wenig höheren U-Wert als ohne Sperre. Obwohl jede der beiden Zellen kleiner ist, ergibt deren Summe aber eine höhere Wärmeverlusterhöhung pro Fläche, als eine größere Konvektionszelle.

SINTEF Empfehlung

**Wandhohlräume > 200 mm Dämmstärke
vertikale Teilung der Isolierung durch Konvektionssperre in zwei Schichten**

**Beispiel: Wandkonstruktion mit 150 mm + 150 mm Mineralwolle
mit Pappe dazwischen als Konvektionssperre**



Trennschicht „Pappe“

Wandbekleidung innen

Dampfbremse

Ständerwerk aus I-Profilen

Fassadenbahn

Quelle: Bjerkevoll, G.O. 1994



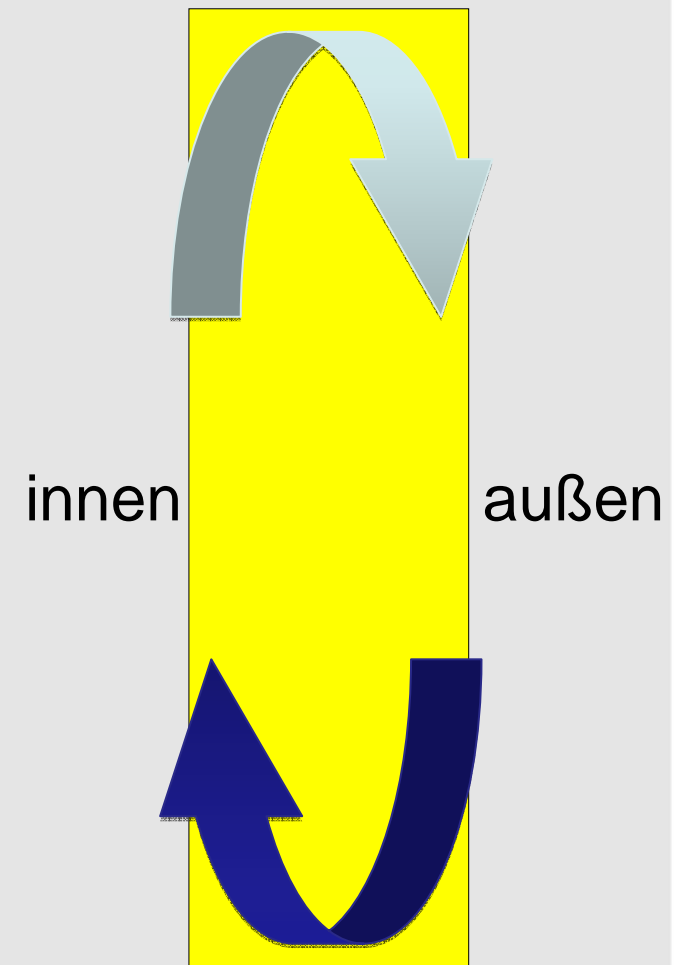
**In-Situ Messungen an realen Wandbauteilen
Nordfassade mit 10 unterschiedlichen Wandaufbauten
(I01-I04 verputzt, I05-10 mit Holzschalung)**

Vergleich Holzleichtbauwand mit 24cm Dämmstärke:

Zellulose-Dämmung
 $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$

Glaswolle-Dämmung
 $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$

Steinwolle-Dämmung
 $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$



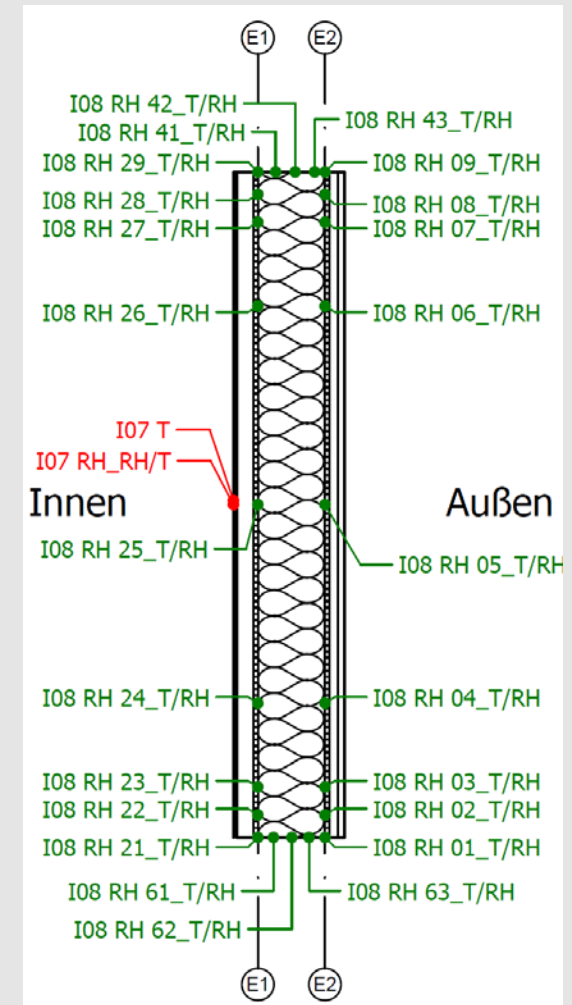
Sensorpositionierung

Jeder Prüfbauteil wurde mit ca. 35 Sensoren ausgestattet.

Zellulose-Dämmung
 $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$

Glaswolle-Dämmung
 $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$

Steinwolle-Dämmung
 $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$



Sensorpositionierung

Aufgrund der Vielzahl der eingebauten Sensoren werden exemplarisch die Messdaten der Wandecken gegenübergestellt.

Zellulose-Dämmung

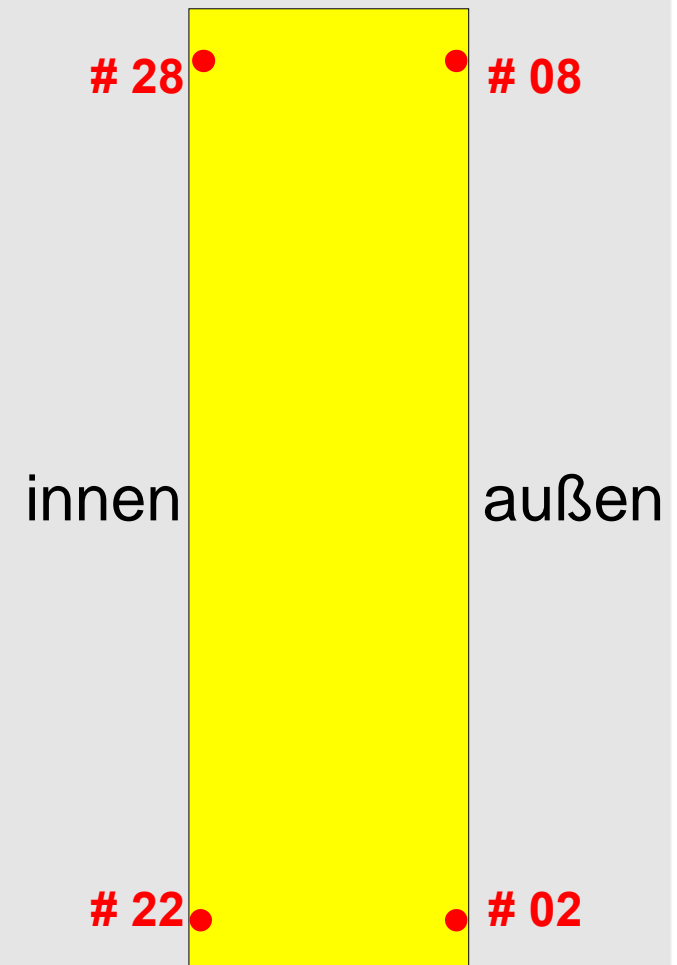
$\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$

Glaswolle-Dämmung

$\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$

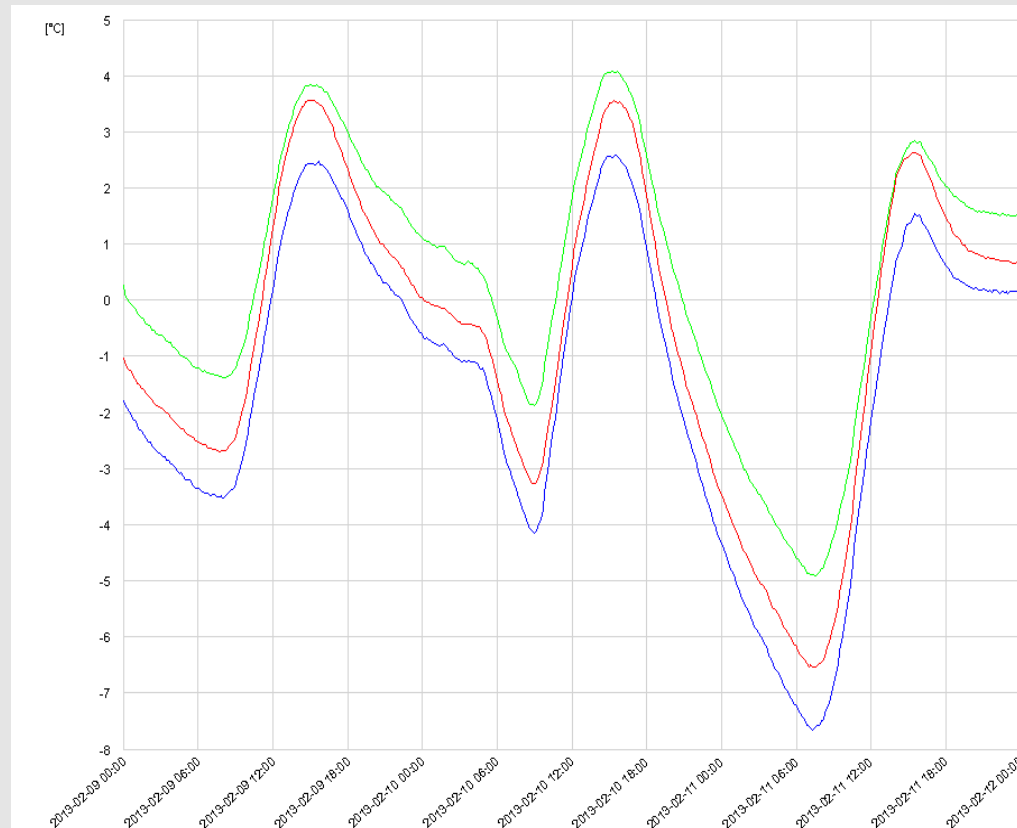
Steinwolle-Dämmung

$\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$

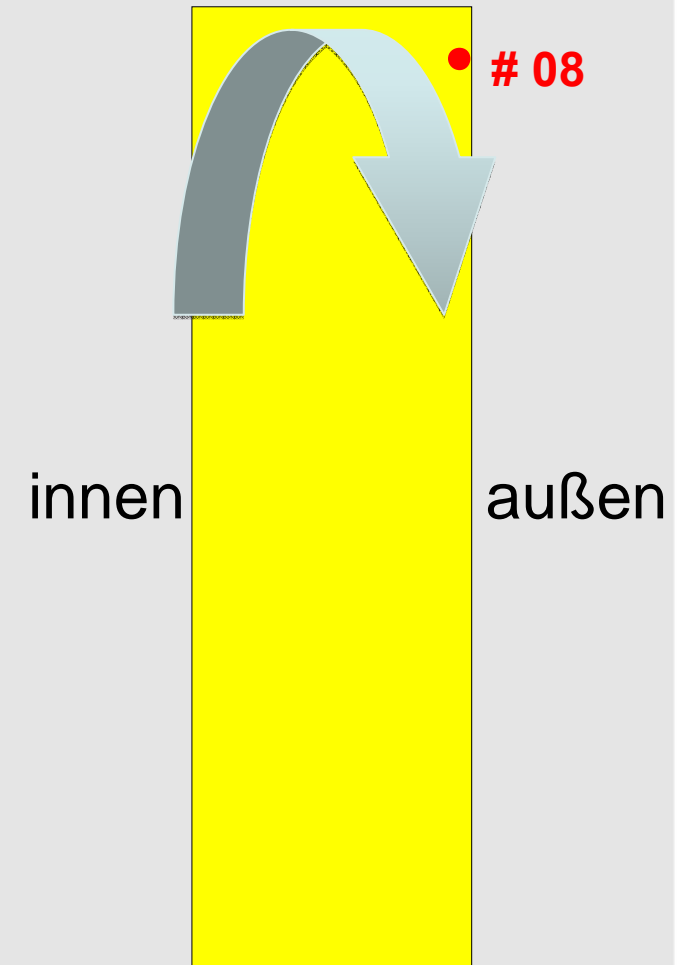


Projekt Rotationsströmungen

Temperatur Wanddecke: **OBEN AUSSEN**

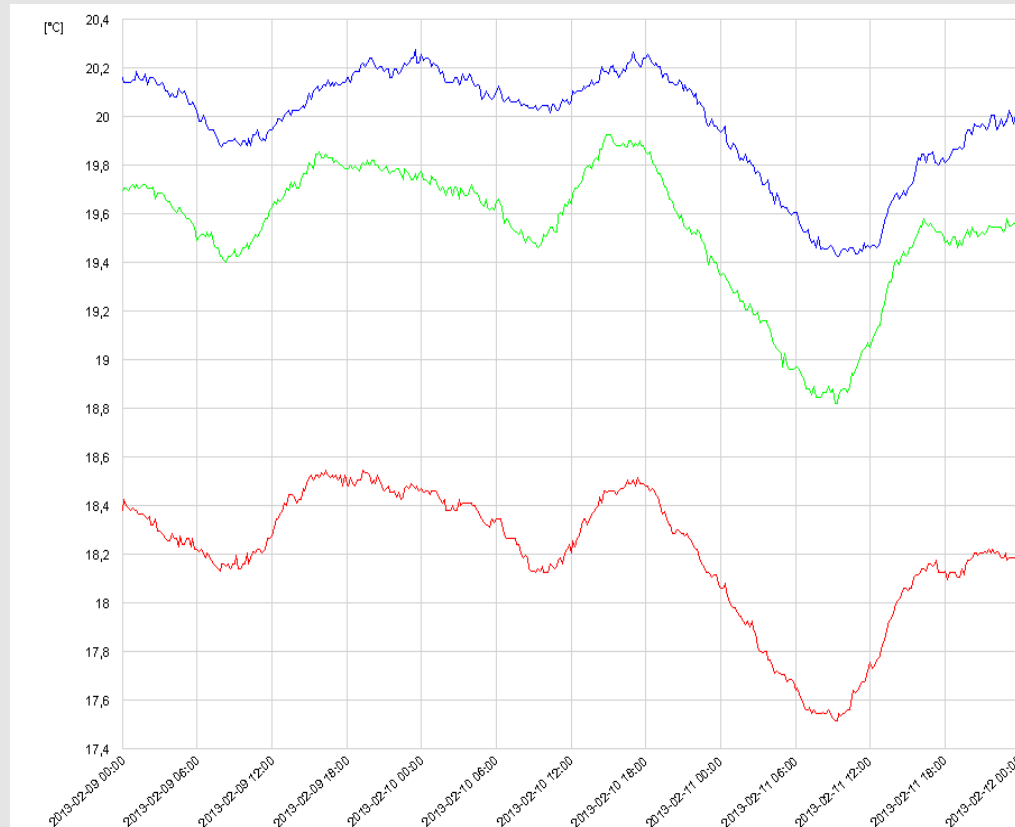


Zellulose **Glaswolle** **Steinwolle**
0,039 **0,034** **0,035**

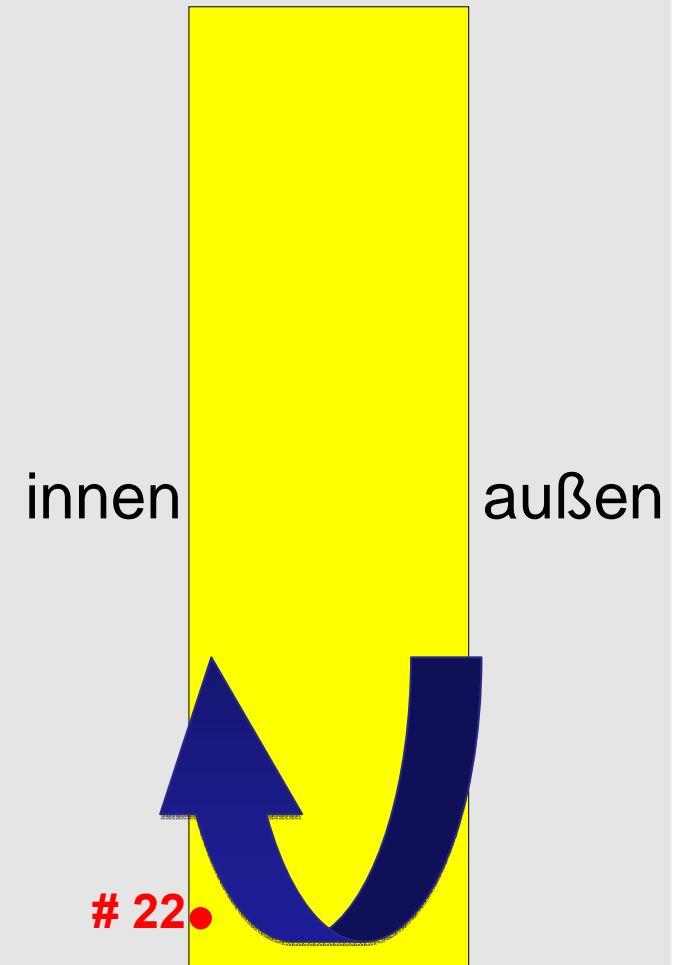


Projekt Rotationsströmungen

Temperatur Wanddecke: **UNTEN INNEN**



Zellulose **Glaswolle** **Steinwolle**
0,039 **0,034** **0,035**

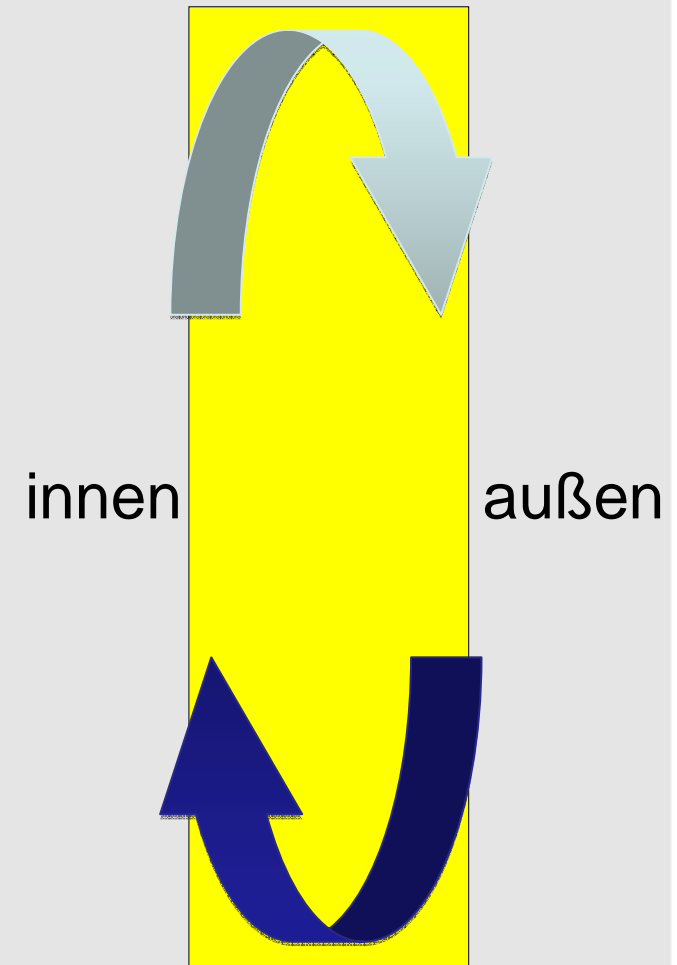


Doppelklimakammer-Vergleich Holzleichtbauwand mit 24cm Dämmstärke:

Zellulose-Dämmung
 $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$

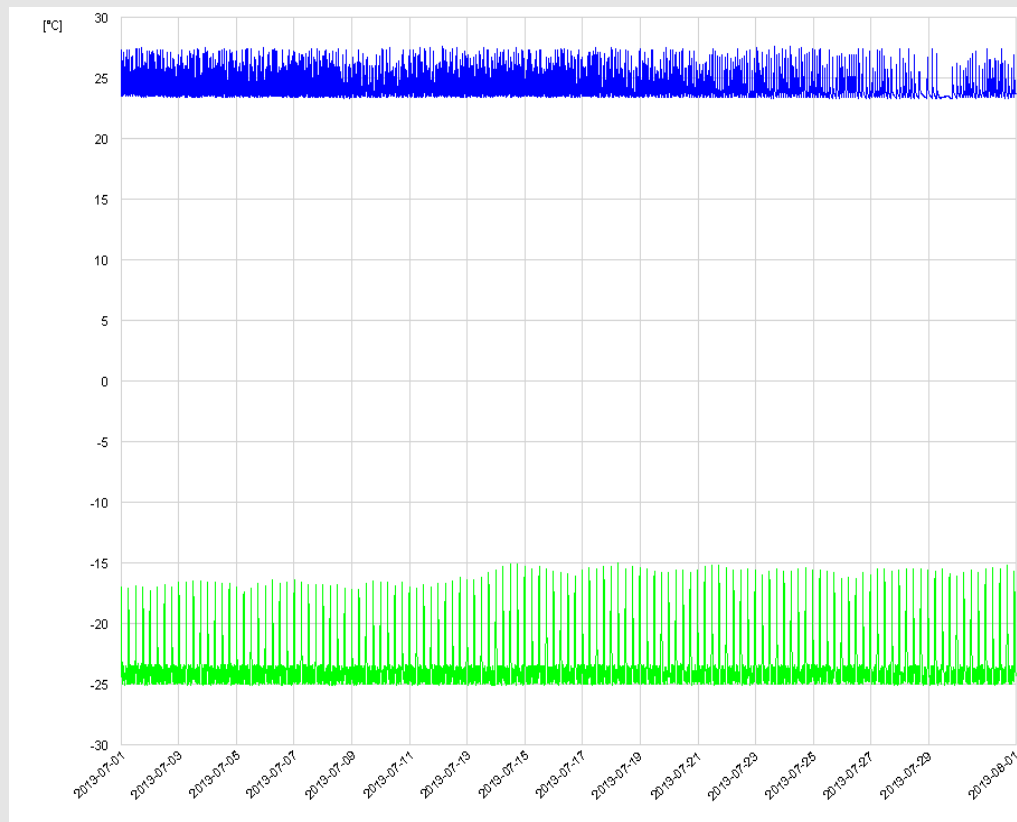
Holzfaser-Dämmung
 $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$

Glaswolle-Dämmung
 $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$



Projekt Rotationsströmungen

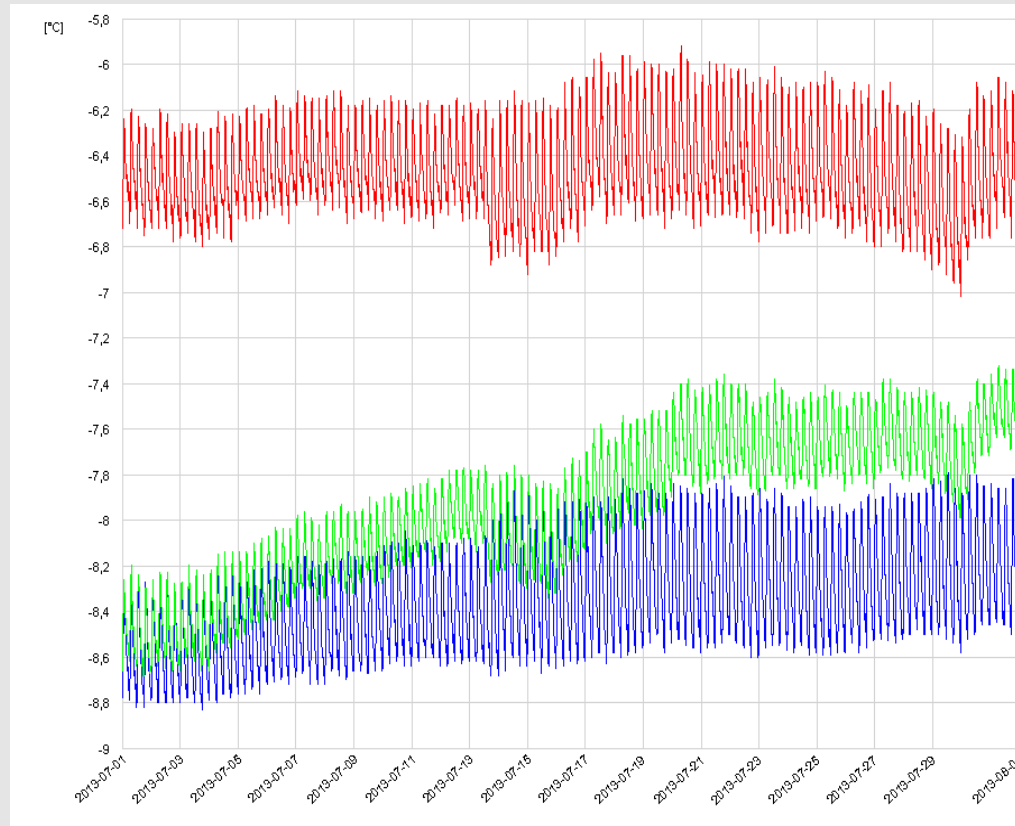
Temperaturverlauf in Warm- und Kältekammer der Doppelklimakammer im Untersuchungszeitraum



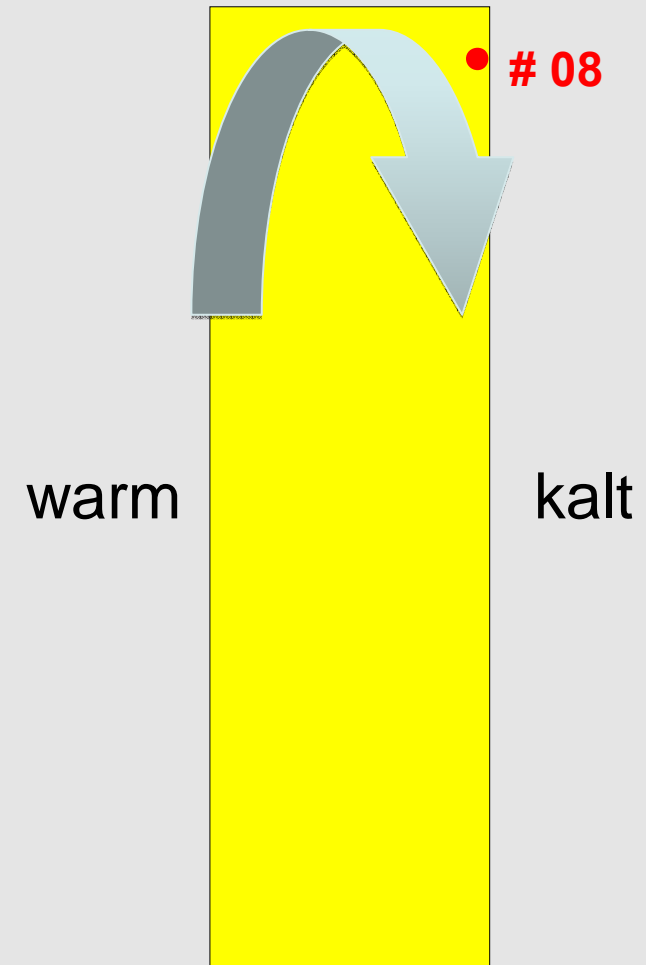
Doppelklimakammer
der FH-Kärnten, Villach

Projekt Rotationsströmungen

Temperatur Wanddecke: **OBEN AUSSEN**

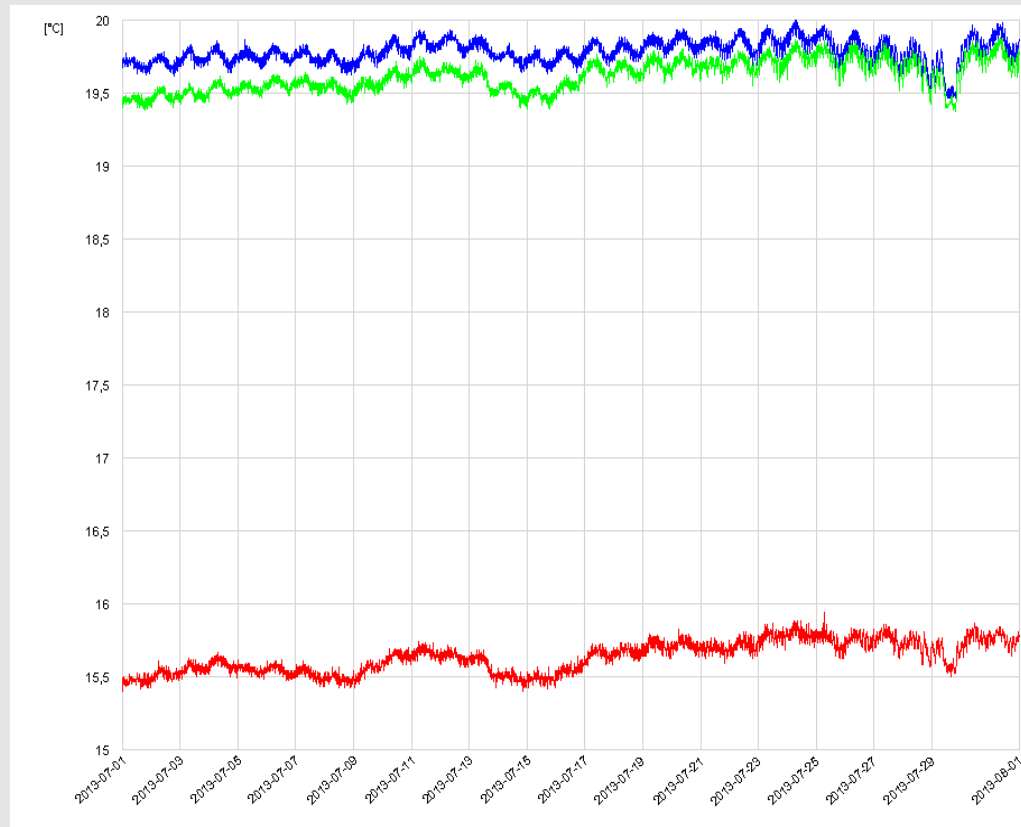


Zellulose 0,039 **Holzfaser** 0,040 **Glaswolle** 0,034



Projekt Rotationsströmungen

Temperatur Wandecke: **UNTEN INNEN**



Zellulose 0,039 **Holzfaser** 0,040 **Glaswolle** 0,034

warm

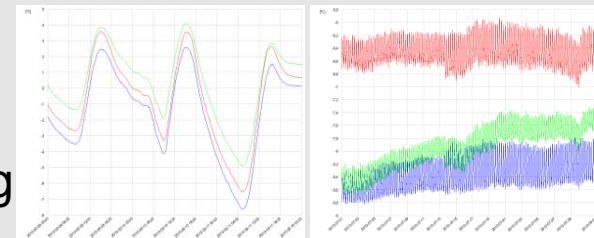
kalt

22 ●

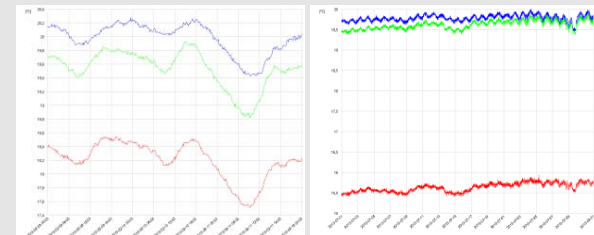


Ergebnis:

Im Falle der Glaswolle ist im oberen Gefachbereich ein erhöhter, nach außen hin gerichteter Wärmetransport infolge Luftströmung erkennbar. Dieser führt raumseitig zu einer Temperaturreduzierung und in der Außenecke zu einer Temperaturerhöhung.



Im unteren Gefachbereich hingegen wird infolge des Kaltluftabfalls die Luftströmung zum Raum hin ausgebildet, sodass raumseitig im Falle der Glaswolle eine Temperaturreduzierung belegbar ist.



Trotz vermeintlich niedriger Wärmeleitfähigkeit zeigt die Glaswolle bei höheren Dämmstärken bei Außenwänden eine schlechtere thermische Wirkung infolge ausgeprägter Rotationsströmungen.

FAZIT?

- Die Ergebnisse bestätigen die Skandinavischen Erkenntnisse und zeigen auch bei so genannten Hochleistungsdämmstoffen mit niedriger Wärmeleitfähigkeit erhöhte Wärmeflüsse. Diese bewirken eine praktisch schlechtere Dämmleistung des Dämmmaterials.
- Die Konsequenz daraus ist, dass bei der energetischen Beurteilung eines Gebäudes entweder zusätzliche Wärmebrückenzuschläge berücksichtigt oder die Wärmeleitfähigkeit im Fall von vertikalen Gefachdämmungen mit einem Zuschlagsmaß erhöht werden müsste um reale U-Werte zu erhalten.
- Strömungsdichte Einblasdämmstoffe zeigen deutlich bessere Ergebnisse.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

