

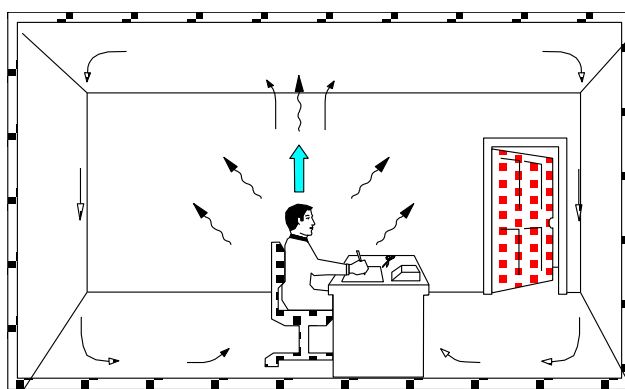


## Thermisches Raumklima – Einflussgrößen und Realisierbarkeit der Anforderungen

Heschl Ch.

3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft,  
Wien, 5. November 2012

## Thermische Behaglichkeit



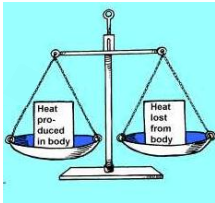
→ Luftbewegung      ~~~~ Wärmeabgabe durch Strahlung  
→ Wärmeabgabe durch Konvektion einschließlich Verdunstung

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Theoretische Grundlage Wärmebilanz des Menschen



$$K = R + C = M - W - E_{dif} - E_{SW} - E_{res} - C_{res}$$

- K Wärmetransport durch die Kleidung
- R Wärmetransport durch Strahlung
- C Wärmetransport durch Konvektion
- M Wärmegeneration im Körper
- W abgeführte mechanische Arbeit
- E<sub>dif</sub> abgeführte latente Wärme durch Wasserdampfdiffusion
- E<sub>SW</sub> abgeführte latente Wärme durch Transpiration
- E<sub>res</sub> abgeführte latente Wärme durch die Atmung
- C<sub>res</sub> abgeführte sensible Wärme durch die Atmung

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Normen und Standards



## Empfehlung

### ISO 7730 etabliert sich für klimatisierte / mechanisch belüftete Räume

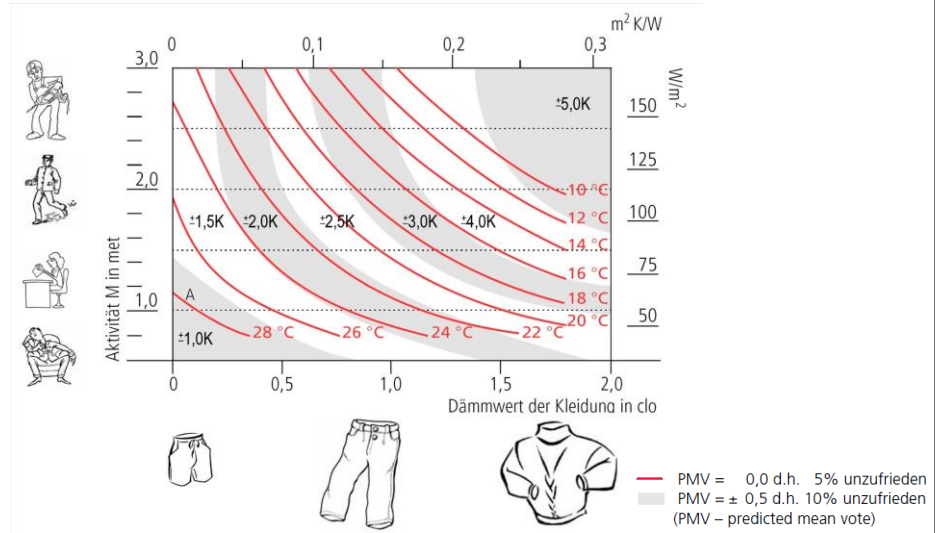
Bezeichnung	PMV	PPD
kalt	-3	99,1
kühl	-2	76,8
Etwas kühl	-1	26,1
neutral	0	5,0
etwas warm	1	26,1
warm	2	76,8
heiß	3	99,1

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Sensitivitätsanalyse ISO 7730



Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumlufte“



# Thermische Behaglichkeit ISO 7730 Einfluss Strahlungstemperatur



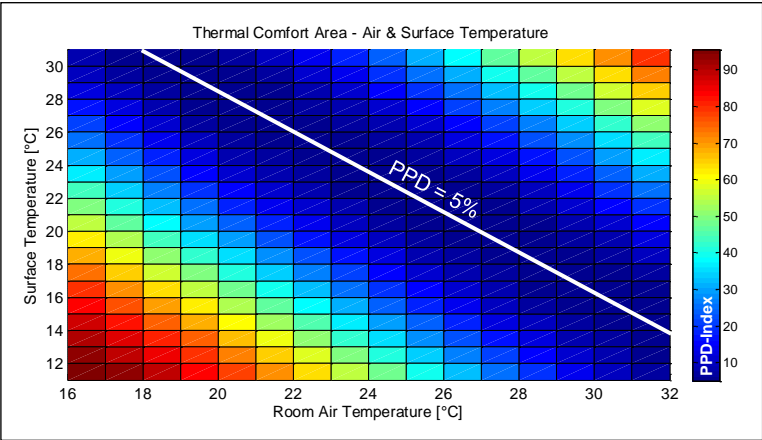
Quelle: www.richter-pr.de

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumlufte“



# Abbildung der Strahlungstemperatur durch die ISO 7730



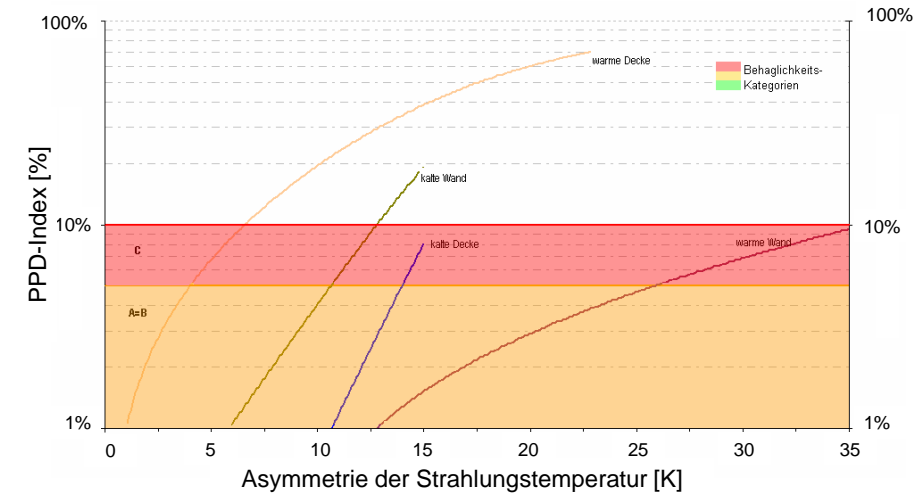
CLO=0.95 Unterhose, Unterhemd mit kurzen Ärmel, Hemd, Hose, Pullover mit V-Ausschnitt, Socken, Schuhe  
 MET=1.0 entspanntes Sitzen,  $\phi=50.0\%$  relative Luftfeuchtigkeit,  $u=0.1$  m/s Luftgeschwindigkeit

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Abbildung der Strahlungsasymmetrien durch die ISO 7730

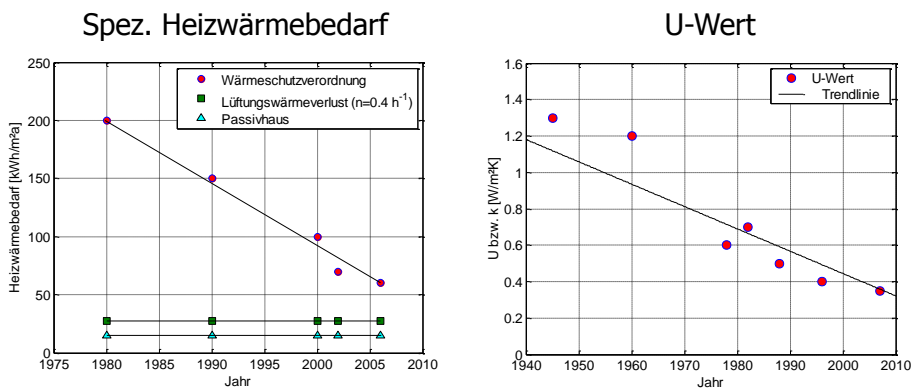


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Einfluss Entwicklung Baustandard auf die Strahlungstemperatur

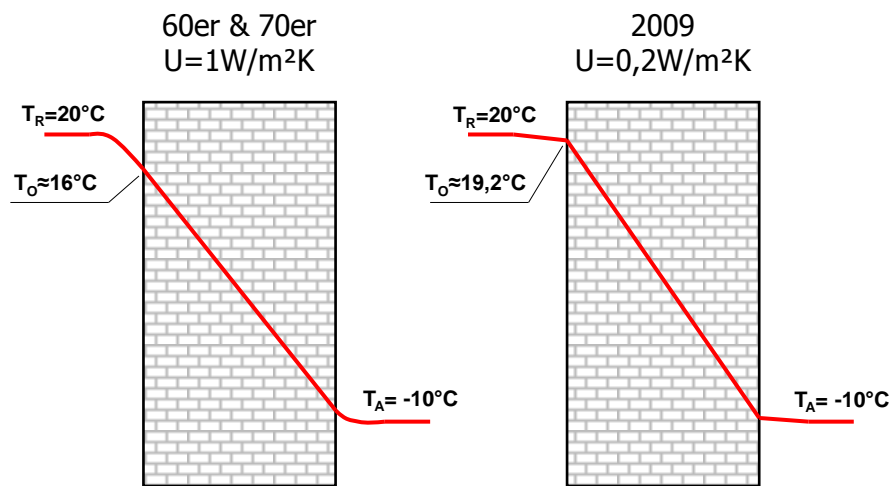


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Einfluss des U-Wertes auf die Temperaturverteilung

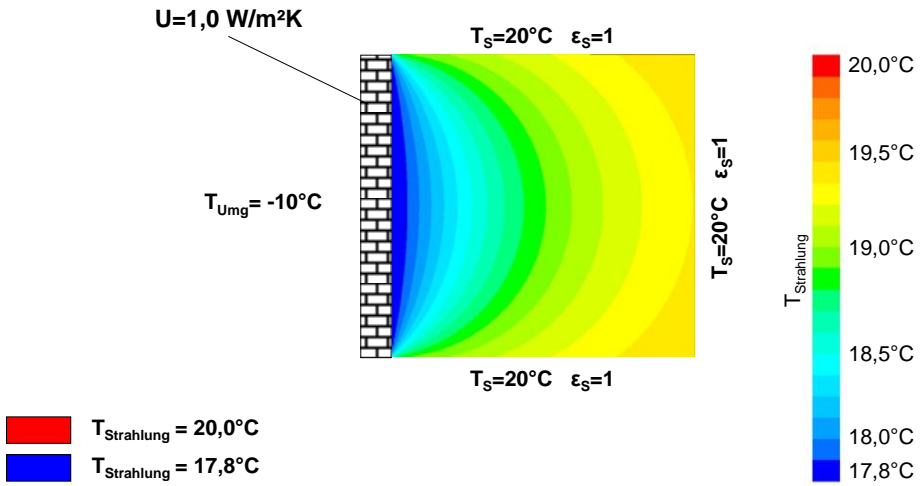


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Einfluss auf die Strahlungstemperatur Baustandard 60er und 70er Jahre

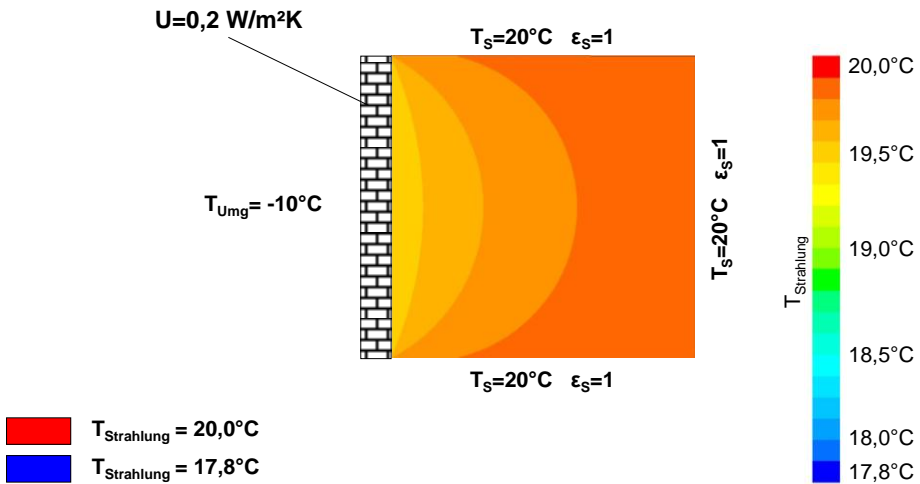


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Einfluss auf die Strahlungstemperatur Baustandard ab 2009



Heschl Ch.

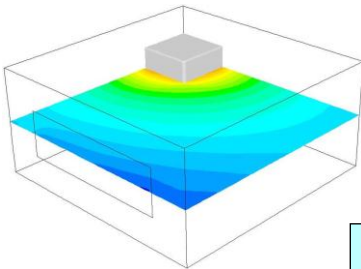
„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Einfluss Bauphysik auf das Heizungssystem Standard 60er und 70er Jahre

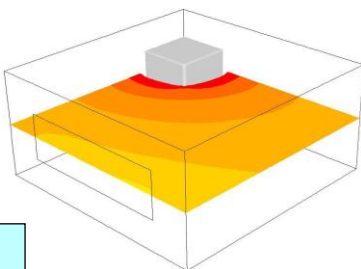


Baustandard 60er/70er



$U_{AW}=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{AF}=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Baustandard 2009



$U_{AW}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{AF}=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

$T_{KO}=50^\circ\text{C}$   
 $T_{AU}=10^\circ\text{C}$



Heschl Ch.

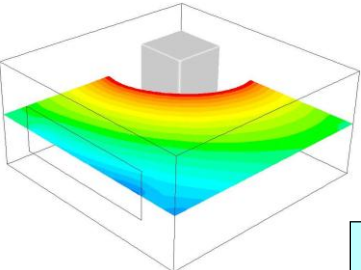
„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Funktionsweise Kachelofen Standard 60er und 70er Jahre

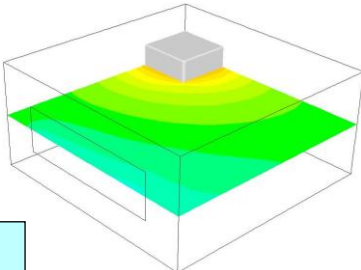


Baustandard 60er/70er



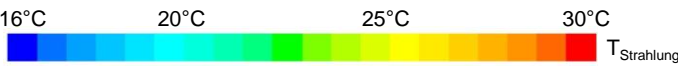
$U_{AW}=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{AF}=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Baustandard 2009



$U_{AW}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{AF}=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

$T_{KO}=30^\circ\text{C}$   
 $T_{AU}=10^\circ\text{C}$



Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Einflussgrößen auf die thermische Behaglichkeit beim Kühlen

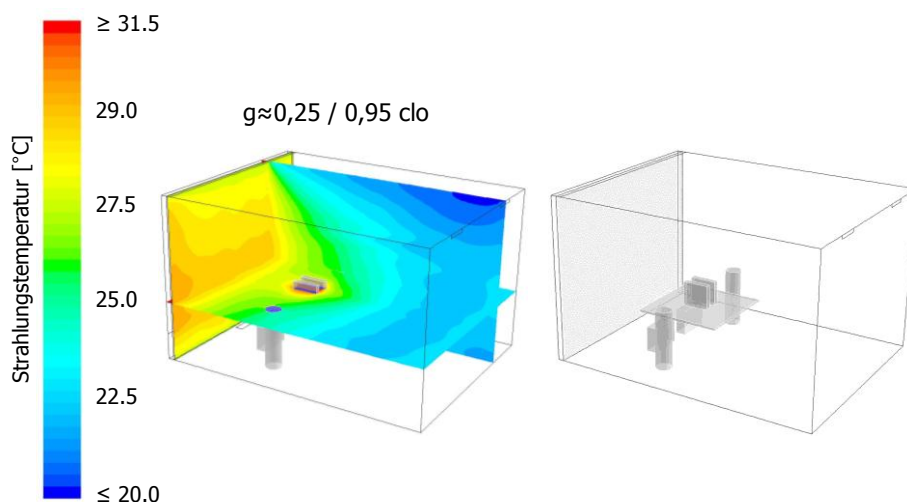


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Thermische Behaglichkeit Einfluss Glasfassade auf Strahlungstemperatur



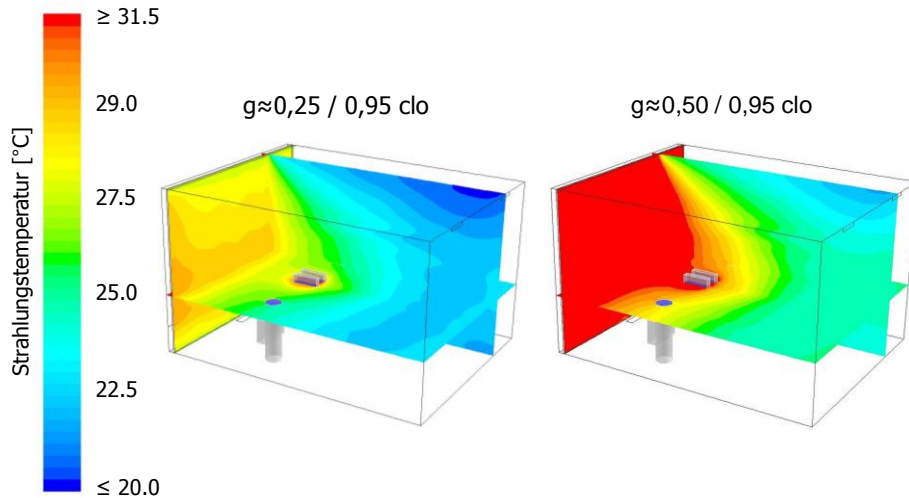
Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“





## Thermische Behaglichkeit - Einfluss Glasfassade Strahlungstemperatur

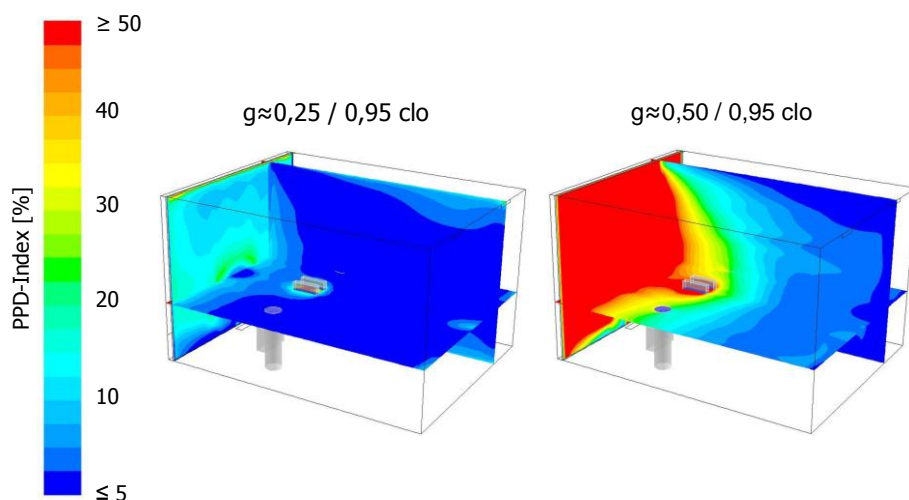


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Thermische Behaglichkeit Einfluss Glasfassade auf Strahlungstemperatur

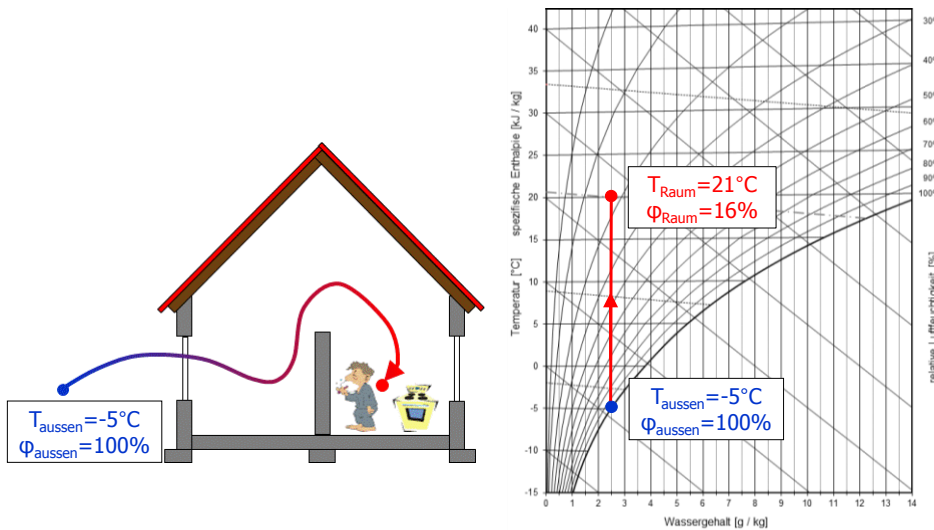


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Einflussgröße Raumluftheuchte

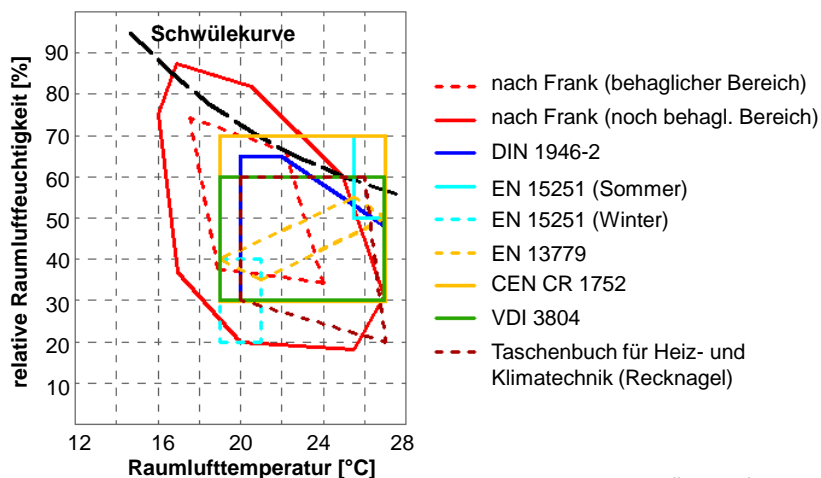


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Anforderungen an die Raumluftheuchte (Fokus Nichtwohngebäude)



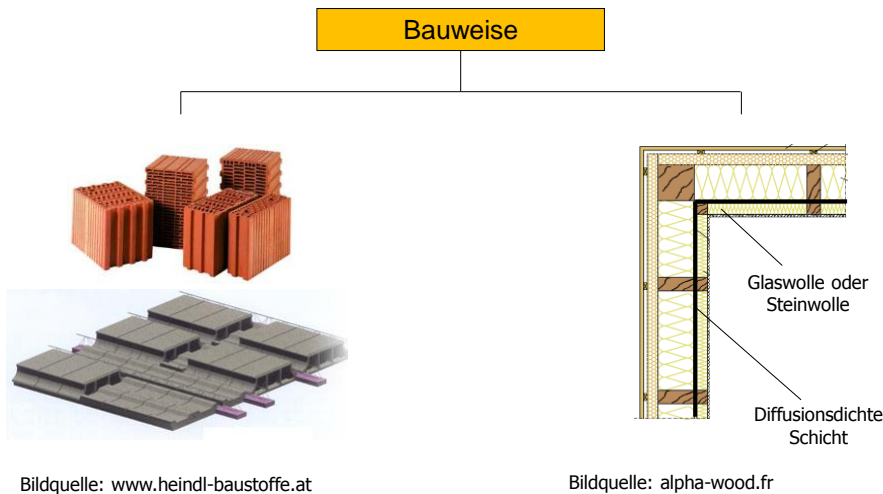
Zusammenstellung nach Hammerl (2009)

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Untersuchung Einfluss Baumaterial & Lüftungsstrategie



Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Parametervariation Wetter / Nutzerverhalten

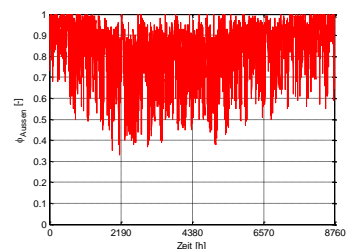
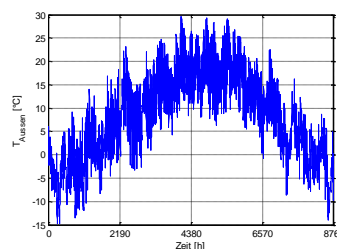


### Wetterdaten

- Außentemperatur
- Außenluftfeuchte

### Nutzerverhalten

- Feuchteproduktion
  - Pflanzen
  - Körperpflege
  - Kochen
- Lüftungsstrategie
  - bedarfsorientiert
  - konstant



Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Parametervariation Wetter / Nutzerverhalten

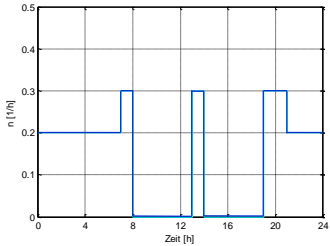
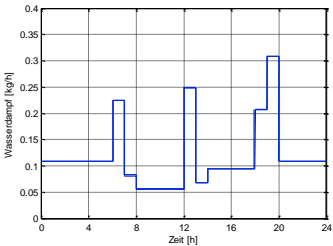


## Wetterdaten

- Außentemperatur
- Außenluftfeuchte

## Nutzerverhalten

- Feuchteproduktion
  - Pflanzen
  - Personen (40g/h)
  - Körperpflege
  - Kochen
- Lüftungsstrategie
  - bedarfsorientiert  $n=n(\text{time})$
  - konstant ( $n=0,2\text{h}^{-1}$ )

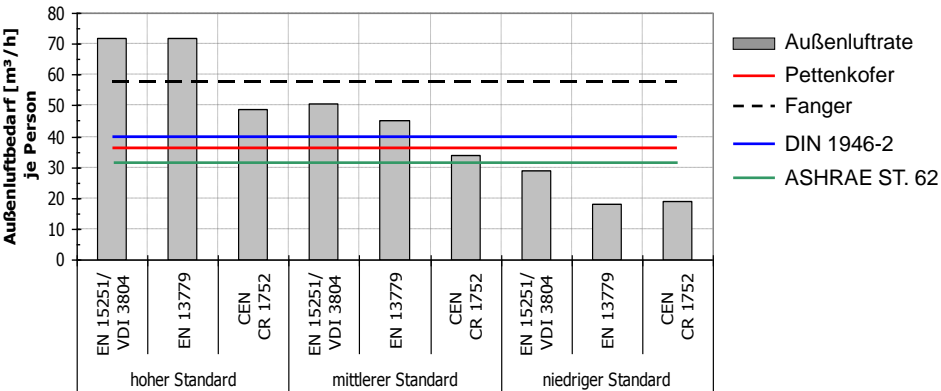


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



# Gegenüberstellung Anforderung Außenluftbedarf



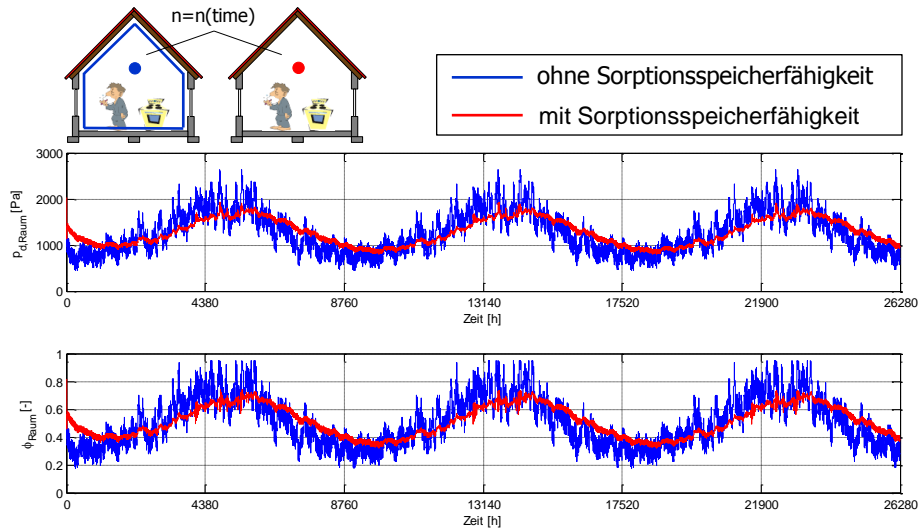
Zusammenstellung nach Hammerl (2009)

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Mittlere Raumfeuchteverteilung Vergleich Baumaterialien

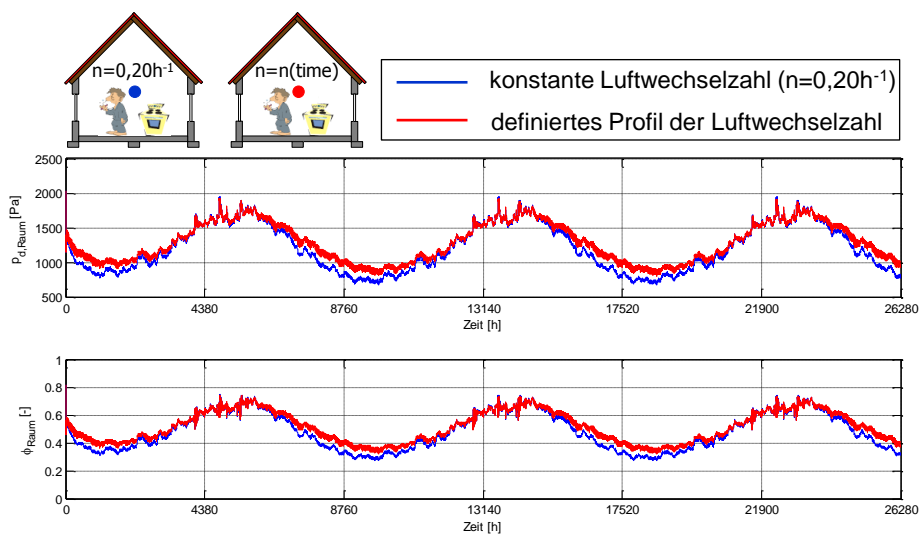


Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Mittlere Raumfeuchteverteilung Vergleich Lüftungsstrategie



Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Zusammenfassung



### ▪ Einflussgrößen thermisches Raumklima

- thermisches Gleichgewicht
- thermodynamische Größen  $T_{AIR}$ ,  $u$ ,  $T_u$ ,  $T_{RAD}$ ,  $M$ ,  $I_{CL}$  und  $\phi$
- Einfluss asymmetrischer Wärmetransport
- standardisierte Bewertung nach ISO 7730

### ▪ Anforderungen

- DIN 1946-2 (durch EN 13779 abgelöst)
- ISO 7730 (etabliert jedoch  $\phi$  geringer Einfluss)
- EN 15251 (Empfehlungen enthalten)
- EN 13779 (u.a. Angabe absolute Feuchte)

### ▪ Realisierbarkeit

- Weiterentwicklung Regelung, Sonnenschutz & Feuchtespeicherung

Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“



## Josef Ressel Zentrum CFD Centre Austria



Heschl Ch.

„3. Innenraumtag - Arbeitskreis Innenraumluft“

