

# Fachgruppe Bauphysik

## **Wohnkomfort**

Stephan Huber  
dipl. Arch. FH/ Energie-Ing. NDS/HTL  
FEZ Fachgruppenleiter Bauphysik

21. November 2018, BPA Zürich

Frank Domschat  
Bauingenieur FH SIA, zert. Experte SEC Nr. 100  
Fachgruppe Bauphysik

13. November 2018, BPA MuttENZ



## Problemstellung

- Behaglichkeitsprobleme im Winter (kalt / trockene Luft)
- Zu warm im Sommer (Überhitzung)
- Schimmelbildung in der Wohnung
- Schimmelbildung an gelagerten Waren (Keller / Nebenräume)

➤ **Bauliche Massnahmen  
und Benutzerverhalten**

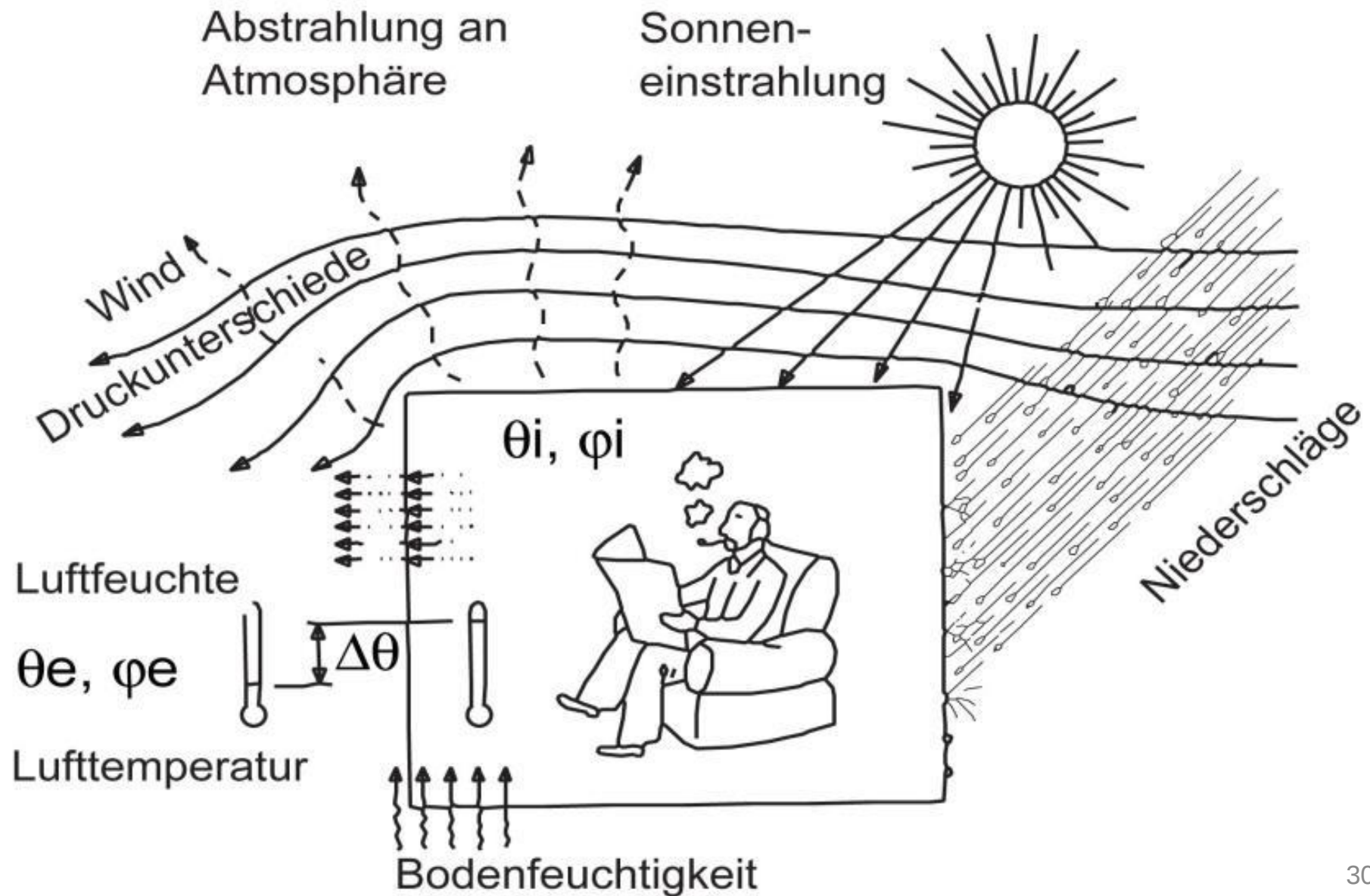
# Themen

- Grundlagen Komfort / Behaglichkeit
- Wärmeschutz im Winter
- Wärmeschutz im Sommer
- Lüftung (→ Merkblatt FEZ)
- Spezielle Räume (Kellerräume → Merkblatt FEZ)

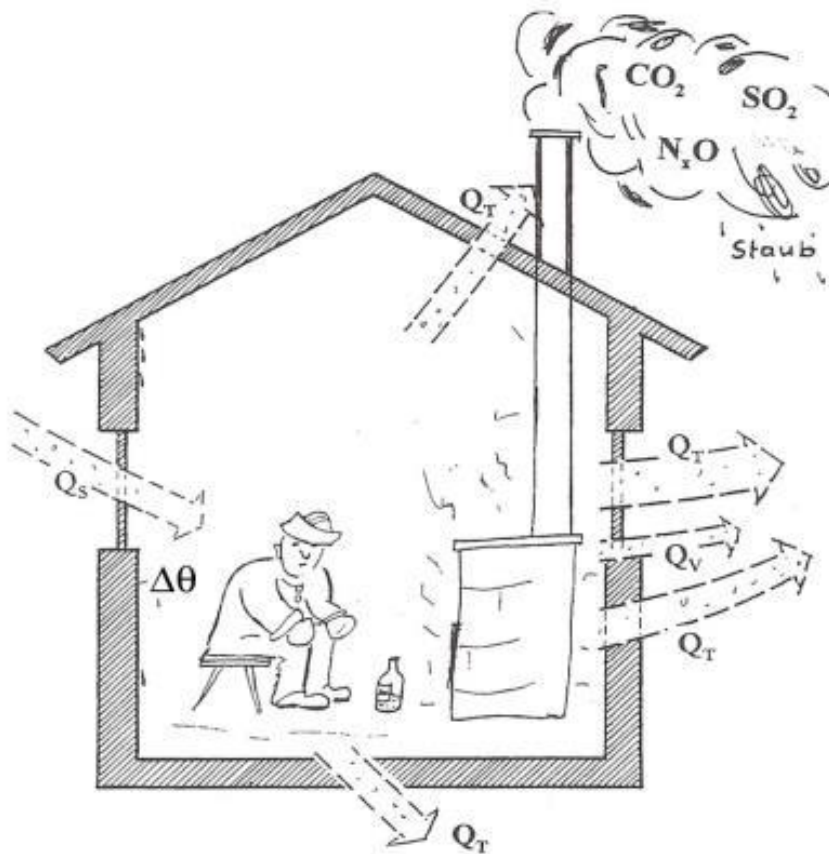
## Klimastationen

| Klimastation                      |    | Zürich | Zürich | St. Moritz | Lugano |
|-----------------------------------|----|--------|--------|------------|--------|
|                                   |    | SMA    | Stadt  |            |        |
| Monats-Mitteltemperatur<br>Januar | °C | -1.1   | +0.1   | -7.3       | +1.9   |
| Jahres-Mitteltemperatur           | °C | +8.5   | +9.8   | +2.0       | +11.8  |
| Mitteltemperatur Heiztage         | °C | +3.8   | +4.3   | +0.9       | +5.5   |
| Heiztage (HT 12)                  | Tg | 229    | 208    | 336        | 182    |

## Aussen- / Innenklima

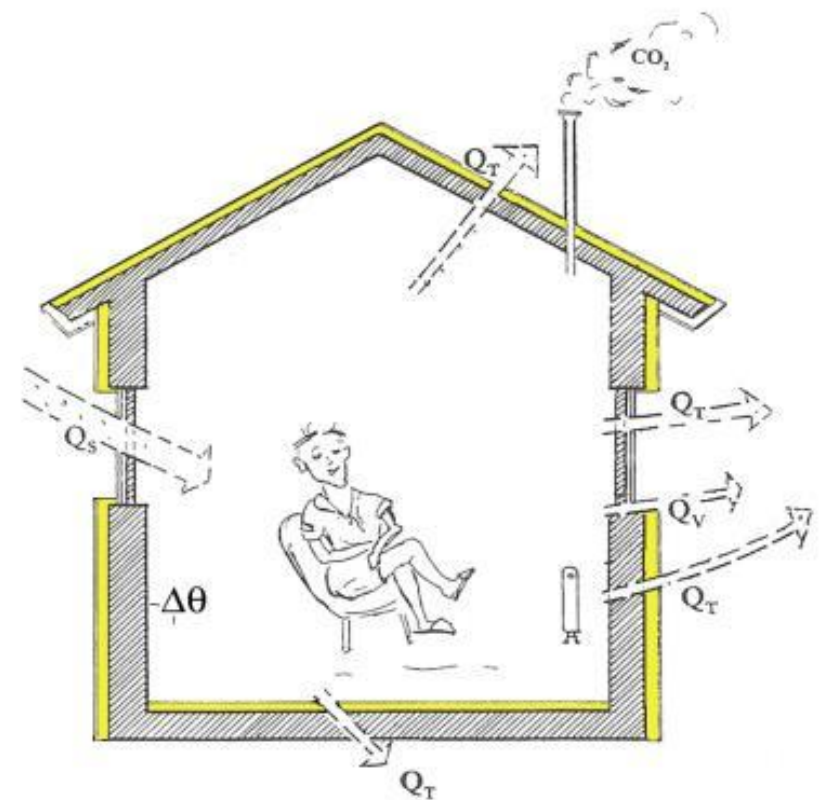
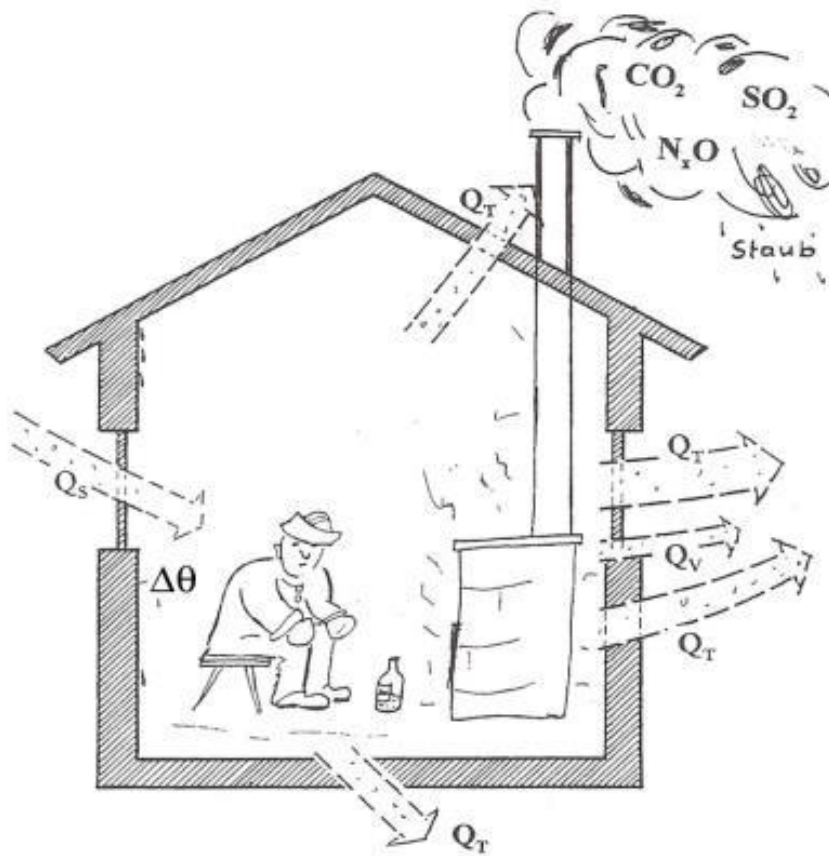


## Innenklima (Raumklima)



Innenraumklima ist von der  
Gebäudehülle und der Gebäudetechnik  
(Heizung, Lüftung) abhängig

## Innenklima (Raumklima)



## Einflüsse auf den Raum

- Raumlufttemperatur
- Mittlere Oberflächentemperatur der umgebenden Flächen
- Mittlere Raumluftfeuchte
- Luftbewegung (Geschwindigkeit, Turbulenz)
- Luftqualität
- Akustik
- Licht
- Farben

## SIA 180

# "Wärme- / Feuchteschutz und Raumklima"

**Räume beheizt, gekühlt oder mechanisch belüftet**

- Lufttemperaturdifferenz  $< 3.3\text{K}$  (0.10 - 1.10m)
- max. Asymmetrie der Strahlungstemperatur 4.5 - 23K
- Fussbodentemperatur 19 – 28 °C
- mittl. Luftgeschwindigkeit  $< 0.15\text{m/s}$  (temperaturabhängig)
- Raumtemperatur 20.5 – 26.5°C

## SIA 180

### "Wärme- / Feuchteschutz und Raumklima"

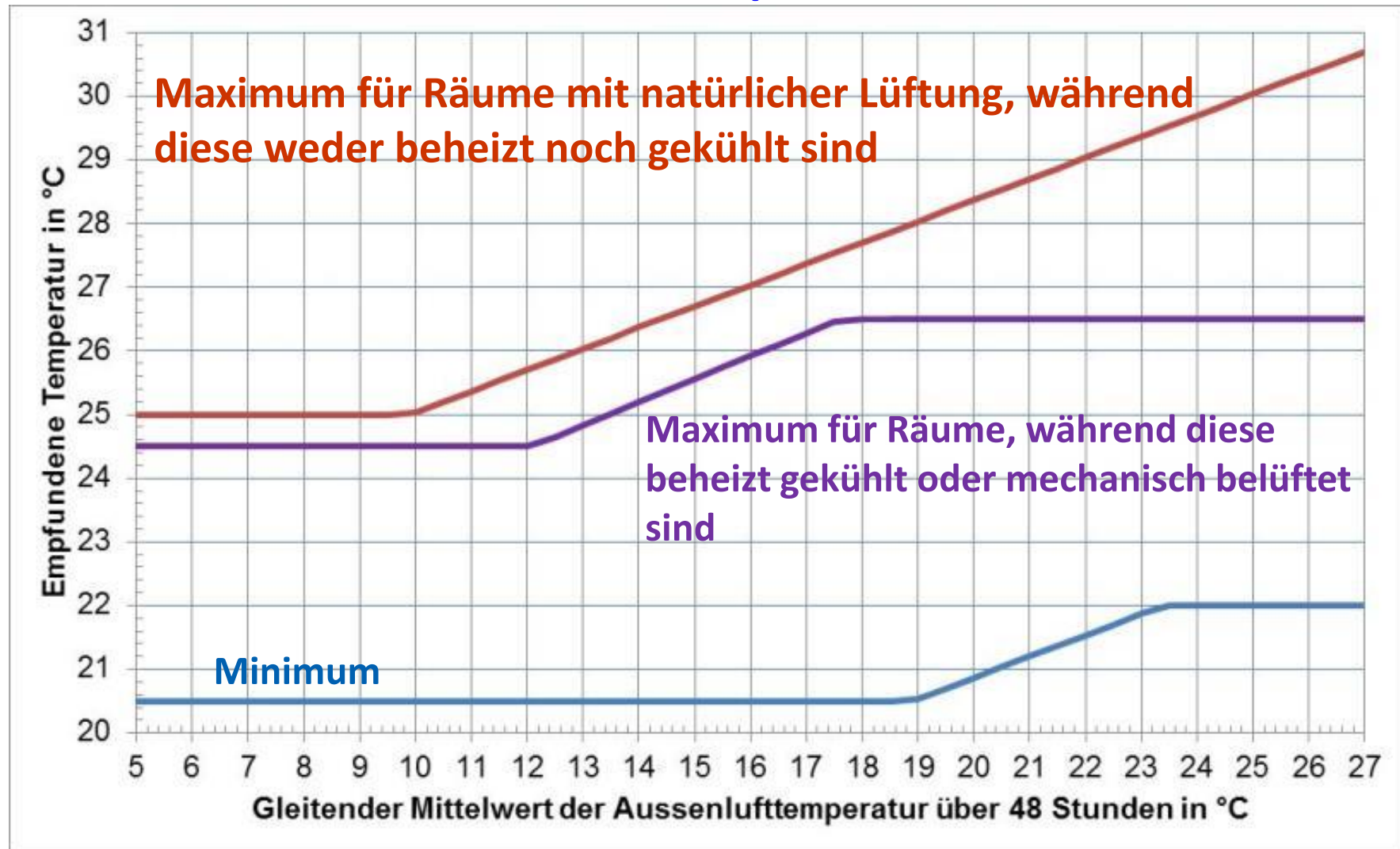
**Räume weder beheizt noch gekühlt, mit natürlicher Lüftung**

- Fussbodentemperatur 19 – 28 °C
- Raumtemperatur 20.5 – 31 °C

➤ Keine weiteren Anforderungen

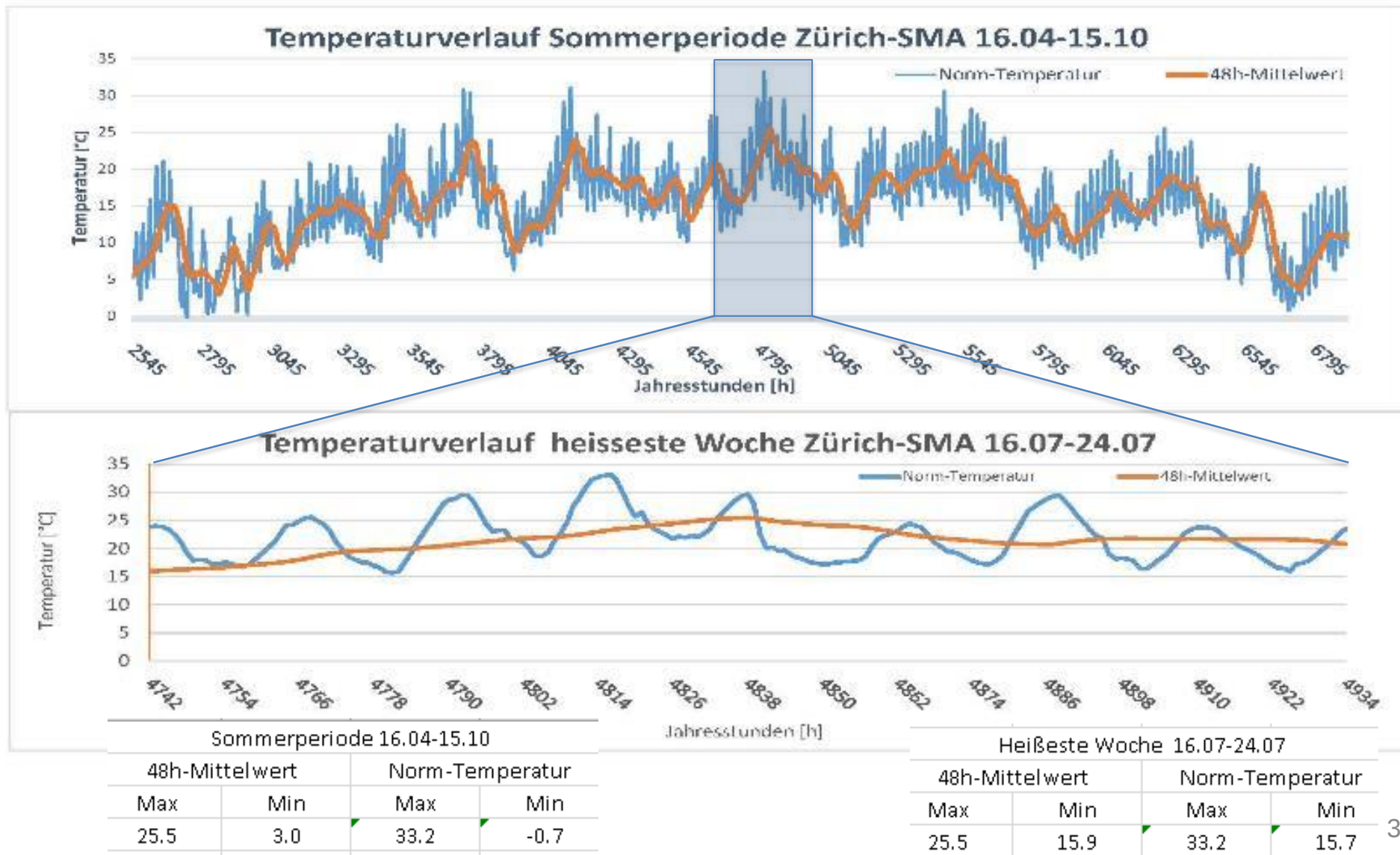
wie bei beheizten  
Räumen

# Raumtemperatur



Quelle Heinrich Huber, Minergie Agentur Bau, SIA 180 Figur 3+4

# Gleitender Mittelwert Aussentemperatur 48h



30.10.2018

# Innenklima

Quelle: SIA MB 2024 (2015)

| Nutzung           | Raumtemperatur |        | Raumluftheuchte |        |
|-------------------|----------------|--------|-----------------|--------|
|                   | Winter         | Sommer | Winter          | Sommer |
| Wohnen / Schlafen | 21°C           | 26°C   | 30%             | 60%    |
| Büro              | 21°C           | 26°C   | 30%             | 60%    |
| Badezimmer        | 21°C           | --     | --              | --     |
| Schule            | 21°C           | 26°C   | 30%             | 60%    |
| Schwimmhalle      | 24°C           | 30°C   | 55%             | 65%    |
| Spital            | 22°C           | 26°C   | 30%             | 60%    |

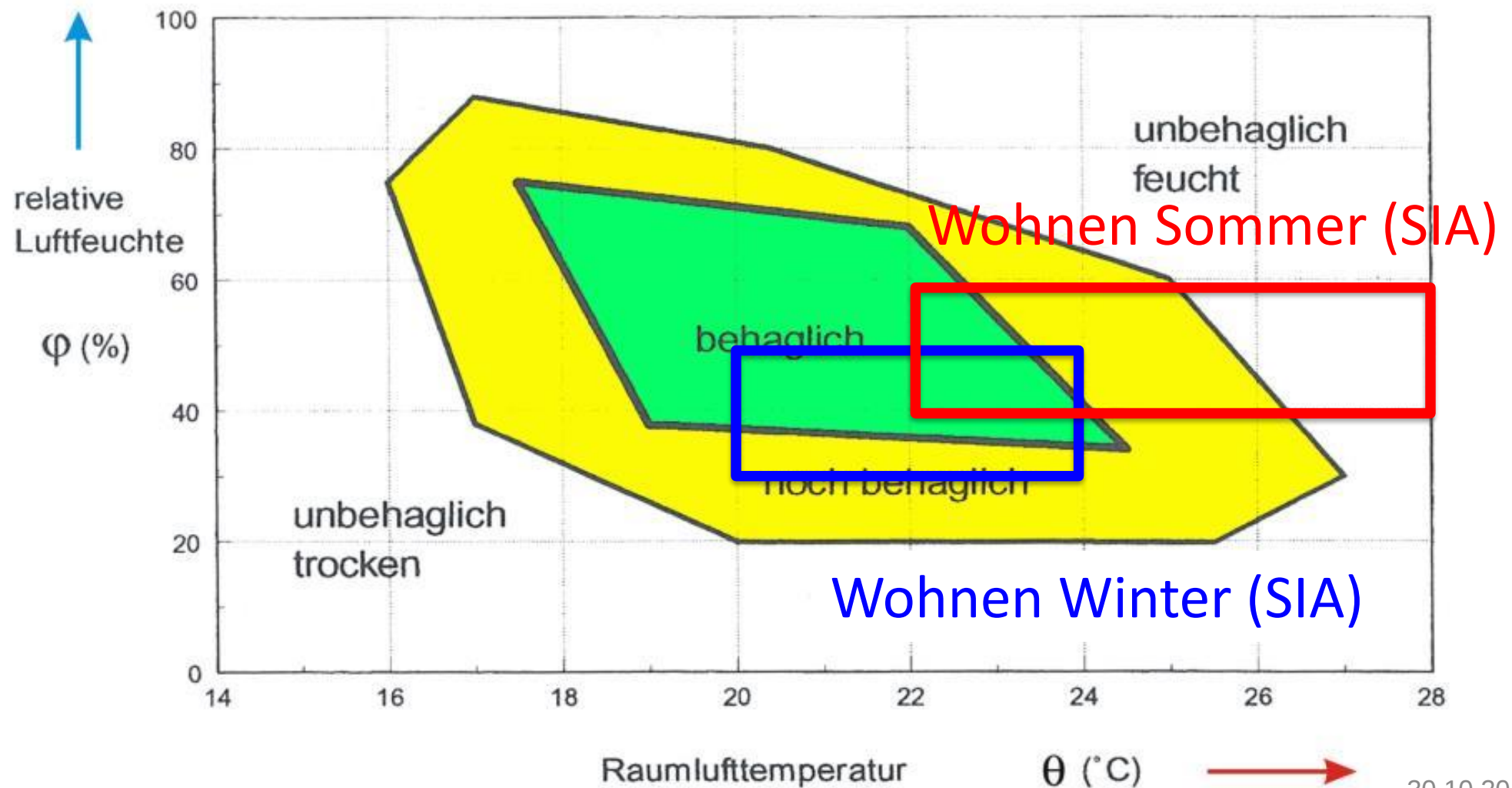
➤ Abweichende Werte für Standardnutzungen für Berechnung Heizwärmebedarf

## Einfluss Mensch

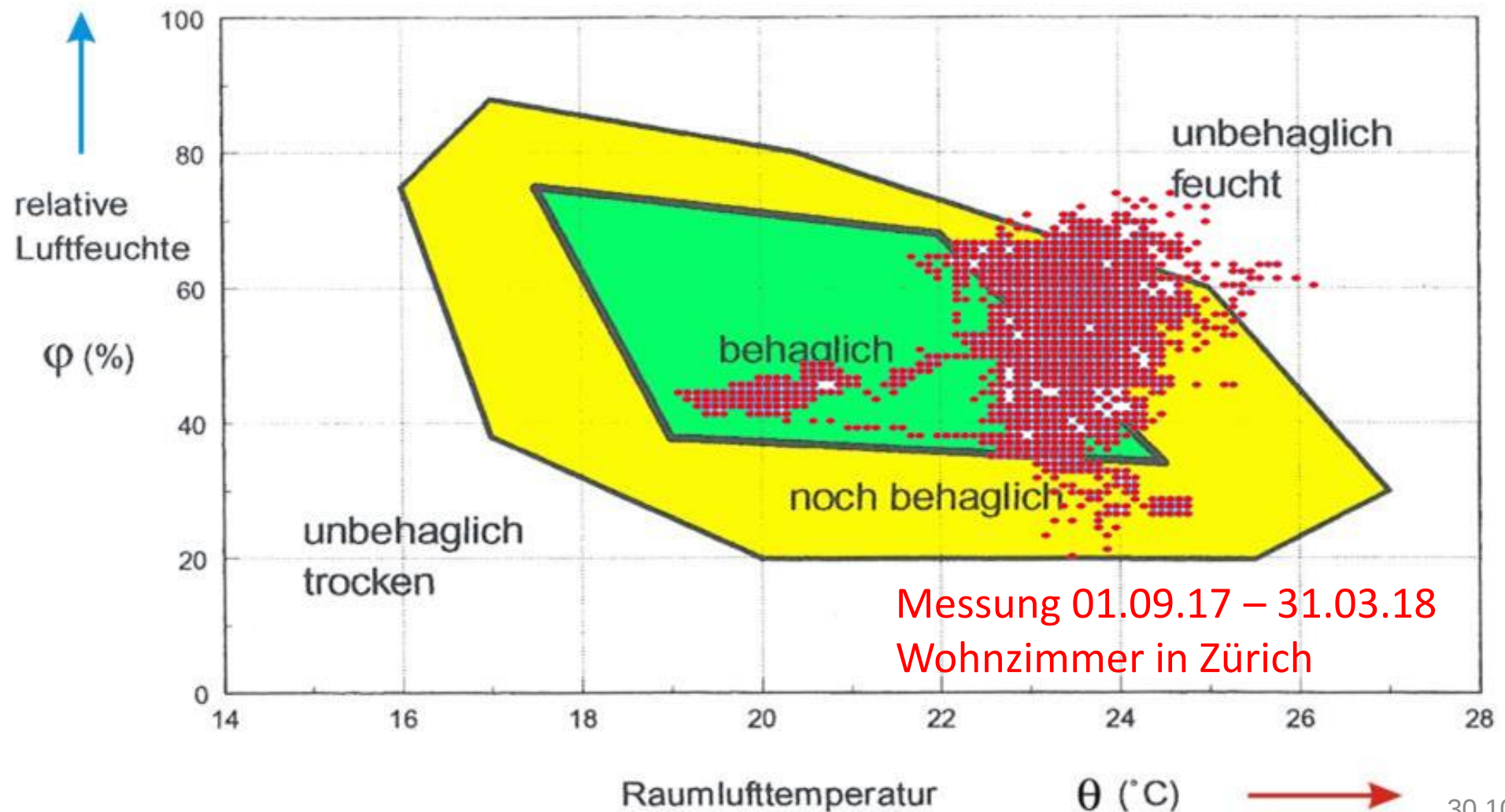
- Tätigkeit
- Bekleidung
- Physiologischer Zustand



## Temperatur / Feuchte



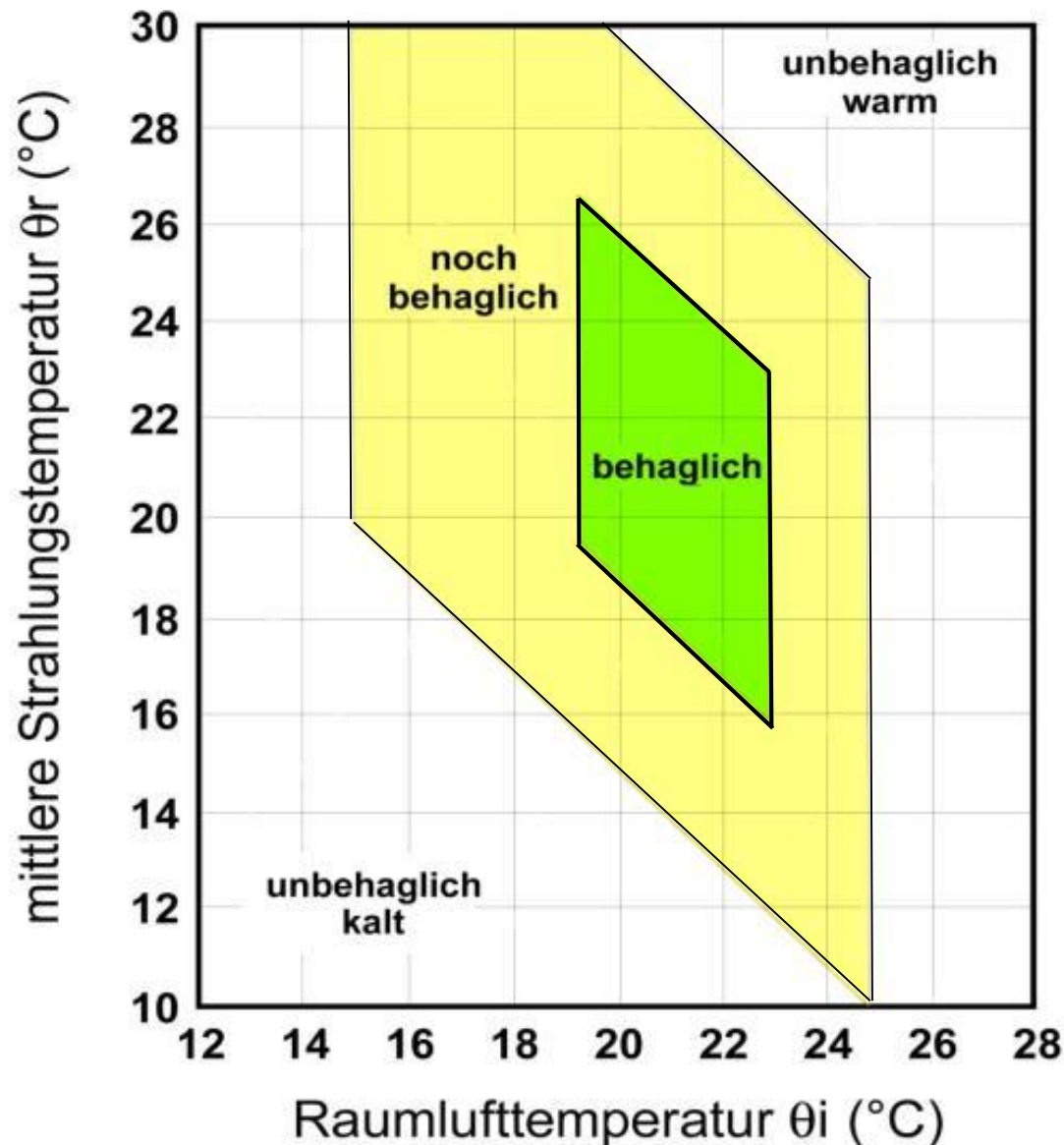
# Temperatur / Feuchte



Messung 01.09.17 – 31.03.18  
Wohnzimmer in Zürich

30.10.2018

# Oberflächentemperatur



Raumtemperatur

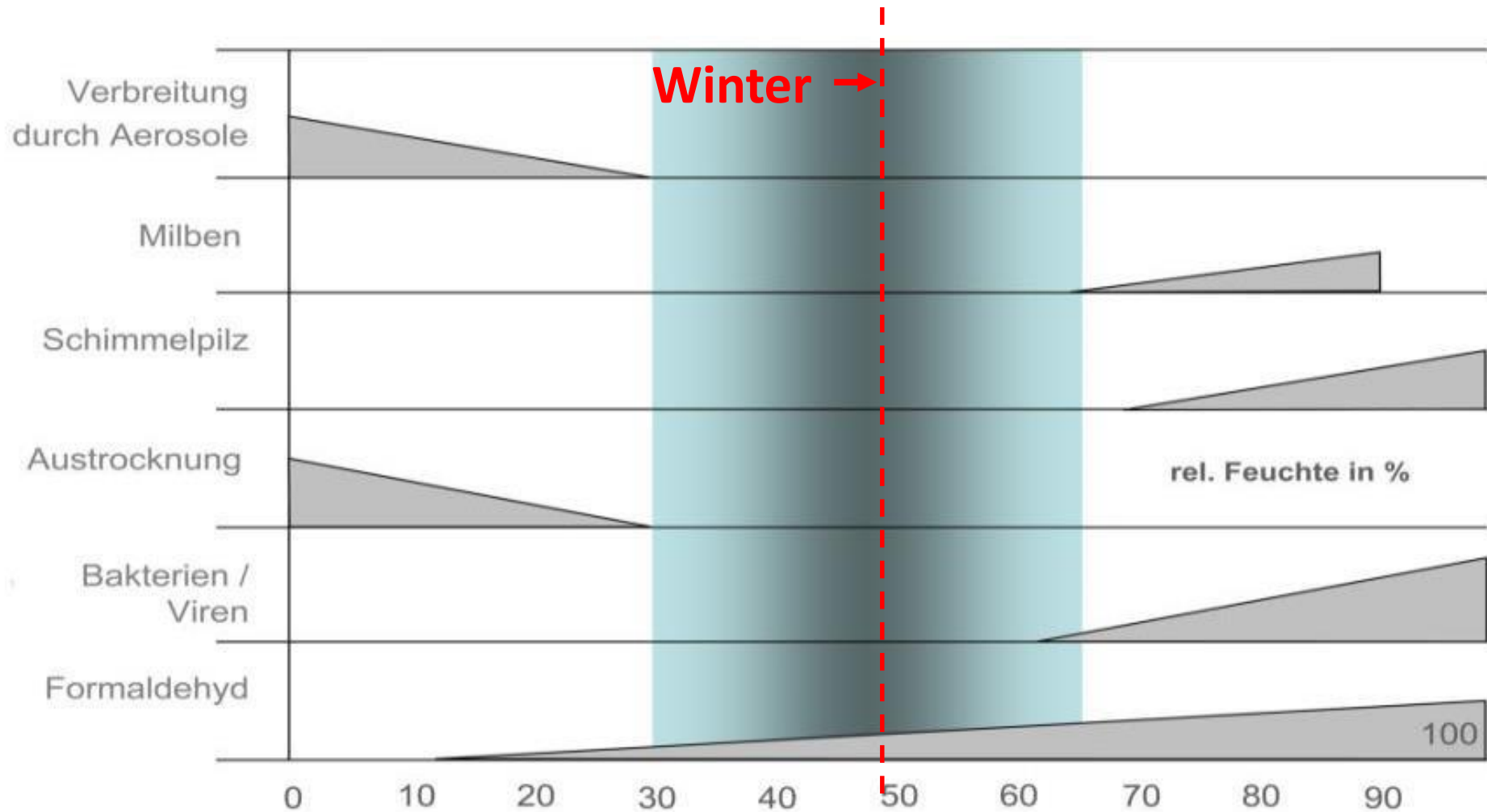
➤ Empfundene Temperatur (operative Temperatur)

$$\theta_o = (\theta_i + \theta_r) / 2$$

Normanforderungen

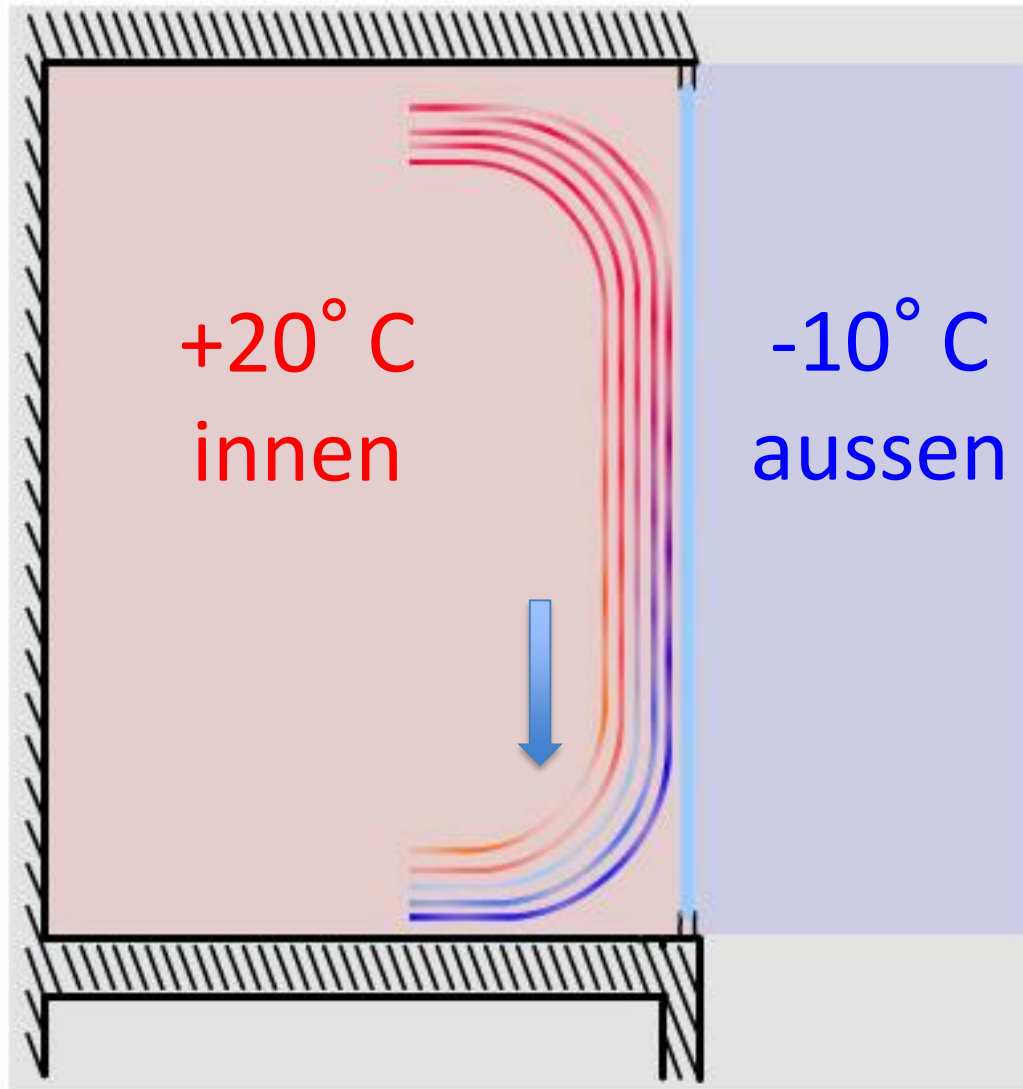
➤ max. 10% Unzufriedene (Zusätzliche wegen Zugluft, Temperatur-Asymetrie und Bodentemperatur)

# Luftfeuchtigkeit



Quelle: R. Lazzarin: Just a drop of water, Carel S.p.A., Ausschnitte in Refrigeration world, June 04 and Sep 04

## Kaltluftabfall



- ~~Nachweis Anhang B4~~  
Berechnung  $U_{\max}$  des Bauteils

### Merkblatt Kaltluftabfall (FEZ)

$U_w < 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fenster einseitig

→ Fensterhöhe bis 3.00 Meter

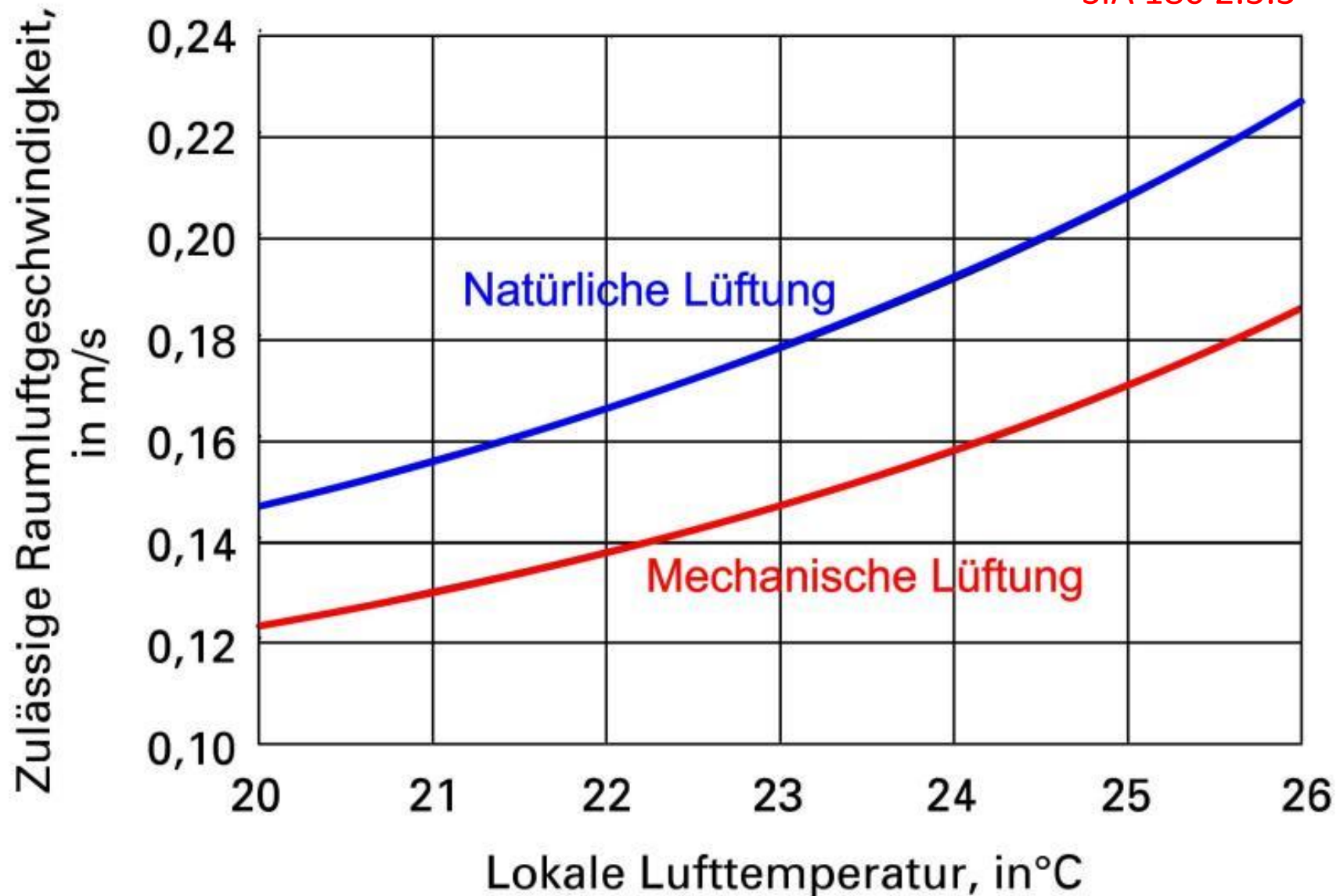
$U_w < 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fenster zweiseitig / über Eck

→ Fensterhöhe bis 2.70 Meter

# Luftströmung

SIA 180 2.3.3



# Wärmeschutz im Sommer

SIA 180

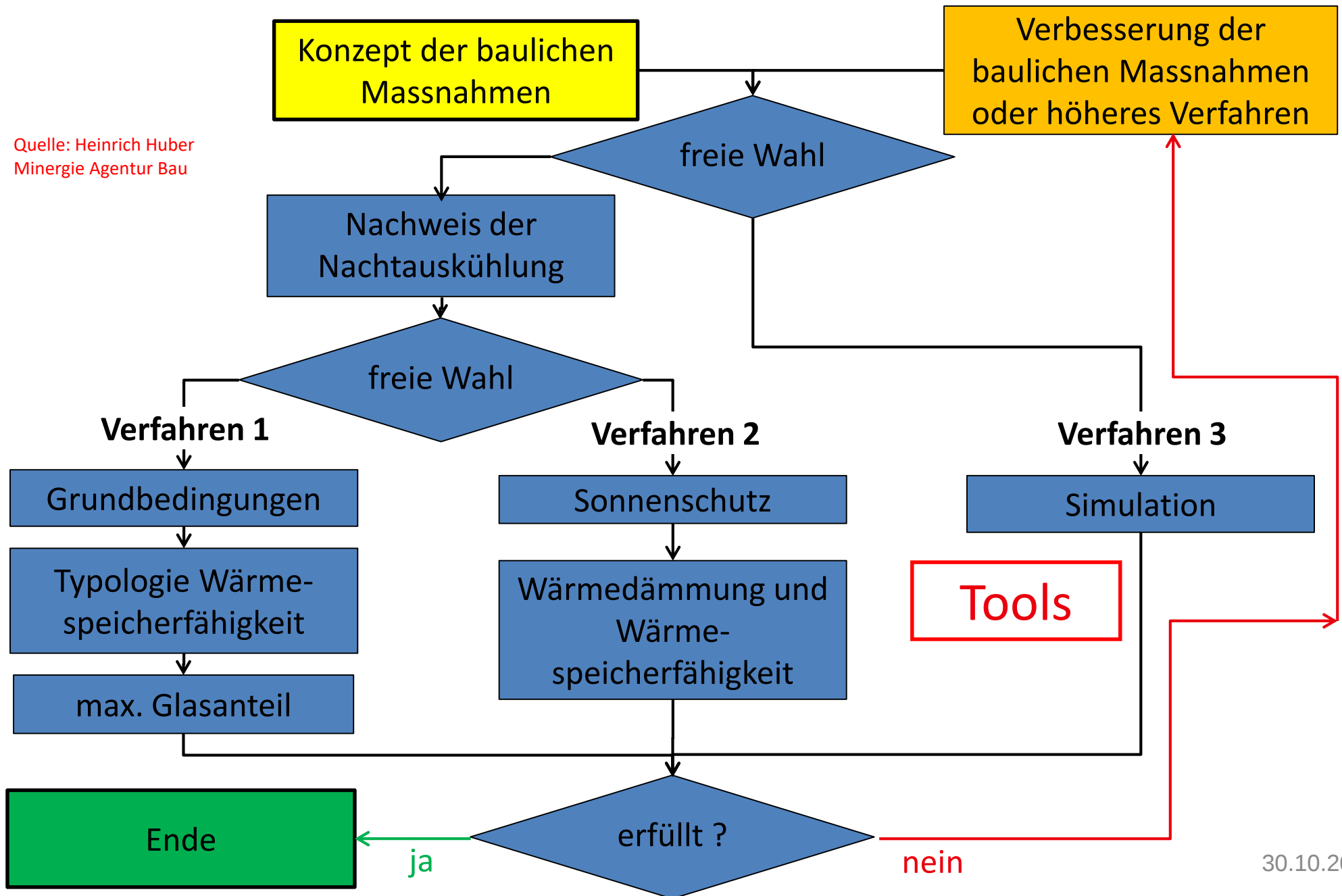
"Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima  
in Gebäuden"

Das Gebäude ist so zu projektieren und auszuführen, dass die Behaglichkeitsanforderungen mit mässigen internen Lasten ohne Kühlung erfüllt sind.

- Bedienung Sonnenschutz
- Bedarfsgerechte natürliche Lüftung ohne aktive Kühlung

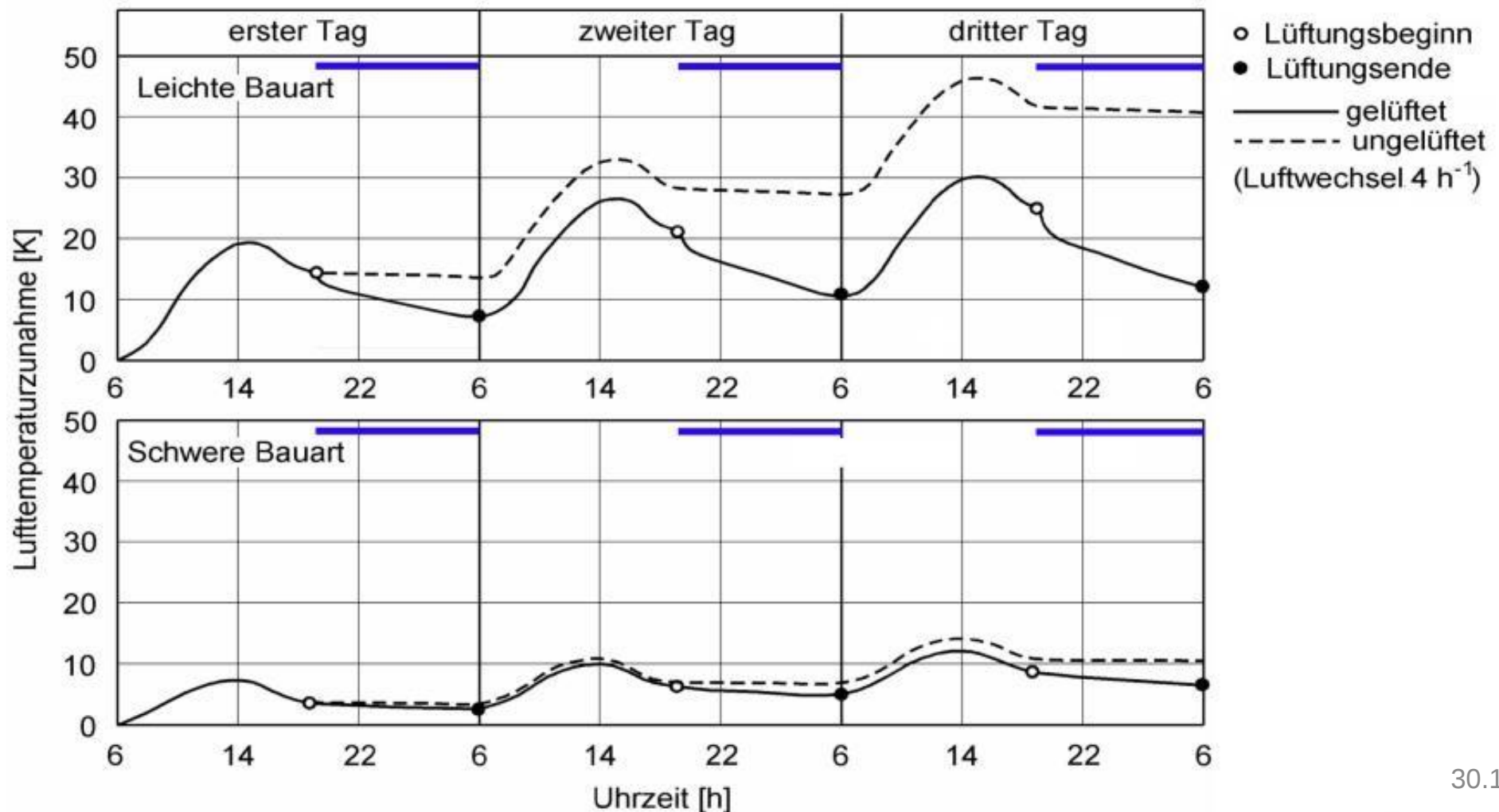
➤ **Gilt auch für gekühlte Gebäude**

Quelle: Heinrich Huber  
Minergie Agentur Bau



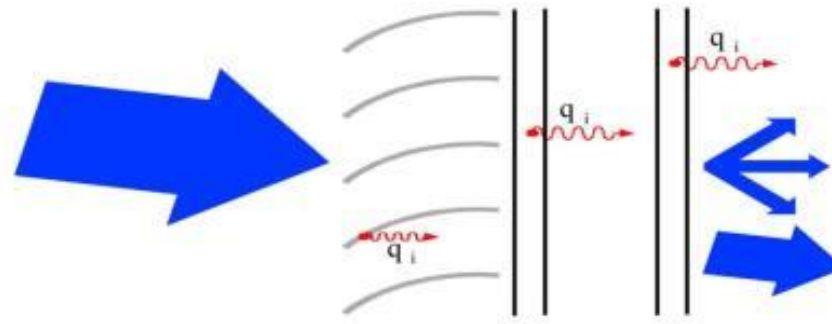
# Sommerlicher Wärmeschutz

## Bauart / Lüftung



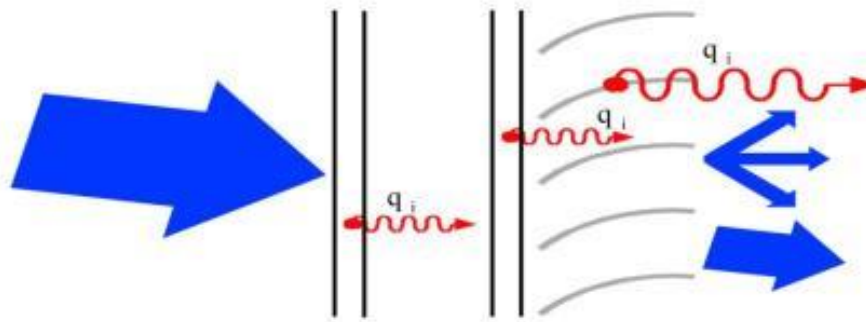
## Sonnenschutz

aussen



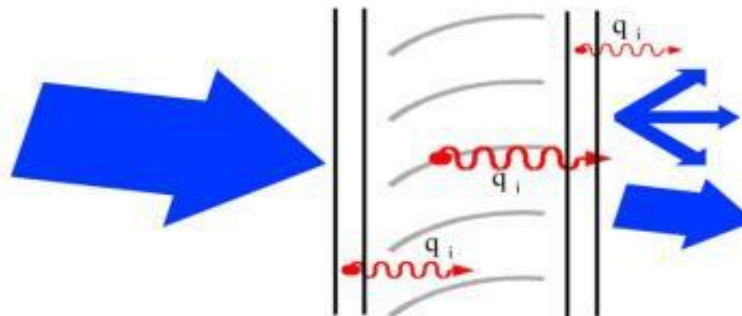
g-Wert 0.10 - 0.20

innen



g-Wert 0.40 - 0.55

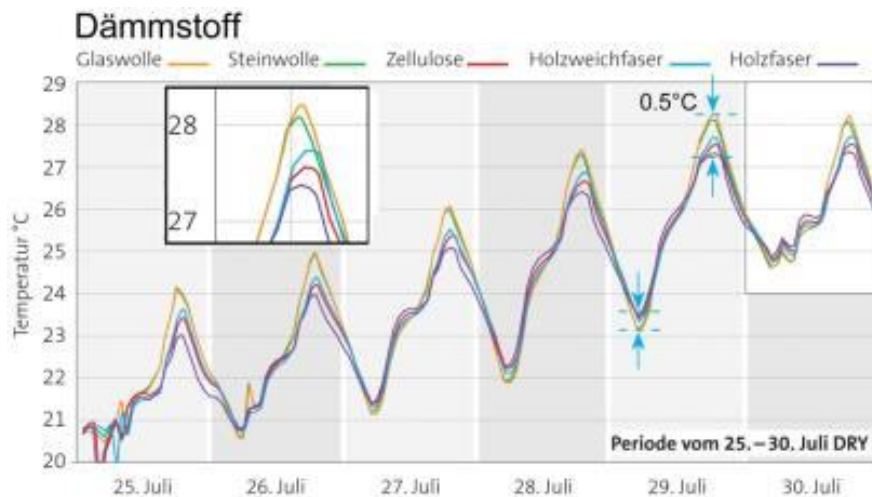
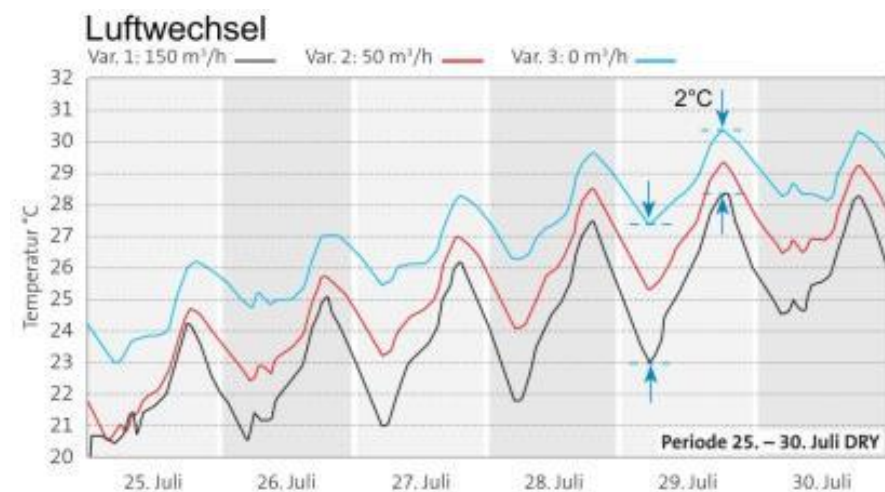
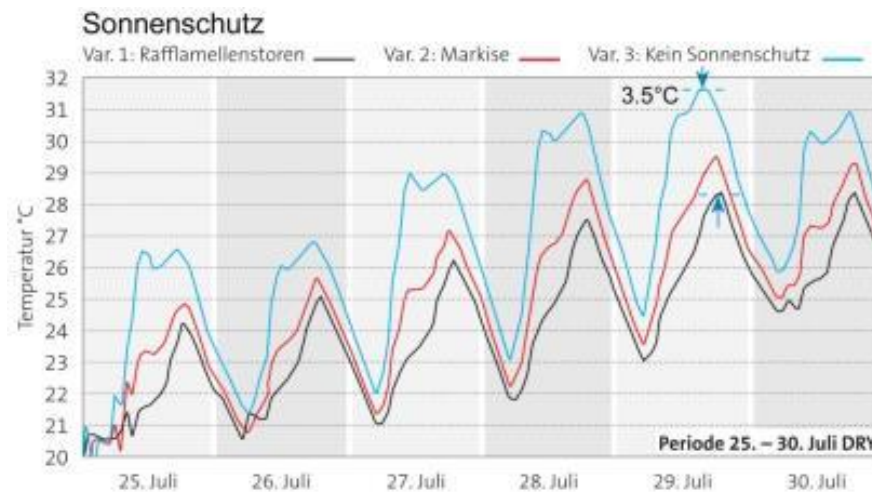
mitte



g-Wert 0.20 - 0.40

# Sommerlicher Wärmeschutz

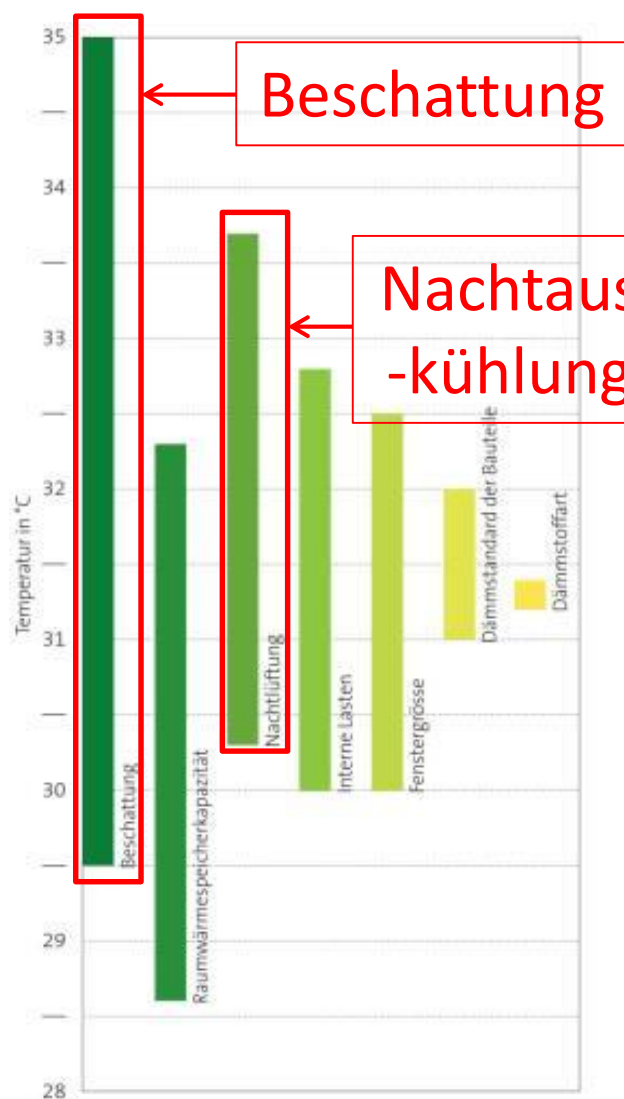
## Einflussgrössen



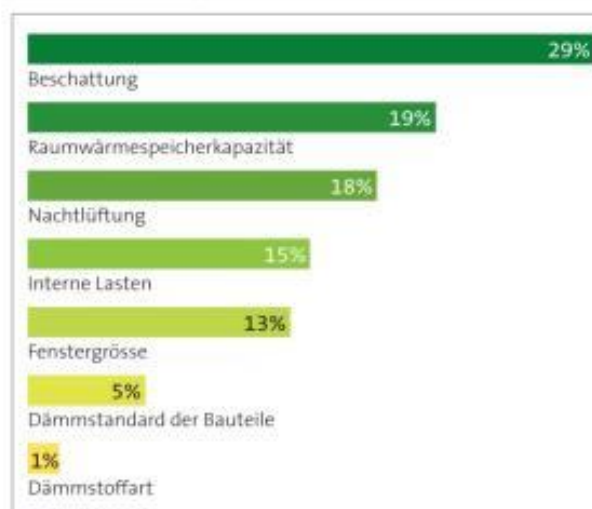
Quelle: Sommerlicher Wärmeschutz von Dachräumen (Empa 2008)

# Sommerlicher Wärmeschutz

## Einflussgrössen



| Einflussfaktor             | Einflussbereich                              |
|----------------------------|----------------------------------------------|
| Fenstergrösse              | 10 – 30% der NGF (Nettogeschossfläche)       |
| Beschattung                | Gesamtenergiedurchlassgrad $g = 0.12 - 0.60$ |
| Interne Lasten             | 5 – 15 [W/m <sup>2</sup> ]                   |
| Nachtlüftung               | Luftwechsel/Stunde: 0 – 3 LW [1/h]           |
| Dämmstandard der Bauteile  | U-Wert 0.30 – 0.10 [W/(m <sup>2</sup> K)]    |
| Raumwärmespeicherkapazität | 65 – 31 [Wh/(m <sup>2</sup> K)]              |
| Dämmstoffart               | Holzfaser – Hanf – Mineralwolle              |



Grobbeurteilung  
nach  
Doku Isover  
«Wärmeschutz im  
Sommer»

# Sommerlicher Wärmeschutz

The image displays three overlapping screenshots of the MINERGIE® software interface, which is used for calculating summer heat protection requirements. The interface is divided into several sections:

- Top Section:** Contains the MINERGIE® logo and project information, including the building name, location, and the user's name.
- Left Panel:** A sidebar with a tree view showing the project structure, including sections for general data, climate data, and calculation results.
- Main Area:** The central part of the interface where data is entered and calculated. It includes:
  - Input Fields:** Numerous fields for entering building parameters such as room volume, window area, and insulation values.
  - Calculation Results:** Tables and charts showing the results of the calculations, including heat gains, losses, and the resulting indoor climate.
  - Charts:** A bar chart at the bottom right shows the distribution of heat gains and losses across different building components.

The software is designed to help users determine the required summer heat protection measures for a building, ensuring compliance with the MINERGIE® standard.

Beurteilung z.B. mit  
neuem Minergie-  
Tool (ab 01.01.2019  
erhältlich)

# Sommerlicher Wärmeschutz

## Grundsätze

- Fensterfläche optimieren
- Optimaler Sonnenschutz
- Wärmespeicherkapazität
- Dämmstandard
- Interne Lasten beachten
- Öffnungen für Nachtauskühlung planen

## Risiken und Probleme beim Wohnen

- Sommer
  - Überhitzung der Wohn- und Schlafräume
- Winter
  - zu tiefe Raumtemperatur
  - zu trockene Luft (Behaglichkeit)
  - Abkühlung der Räume durch zu langes Fensterlüften
  - Schimmelbildung an Aussenwänden und bei Wärmebrücken
  - Schimmelbildung in Räumen mit tieferer Raumtemperatur

## Massnahmen beim Wohnen

- Sommer
  - Sonnenschutz korrekt bedient (frühzeitig herunterlassen)
  - Nachtauskühlung mit Fensterlüftung
- Winter
  - Heizungsregelung korrekt eingestellt (Regeleinrichtung)
  - Abluftmenge der Personenbelegung angepasst
  - Abluftsystem / Lüftung prüfen (Papiertest)
  - Möbel an Aussenwände mit Abstand
  - Abkühlung der Räume durch zu langes Fensterlüften

# Zusammenfassung

- Behaglichkeit im Winter
- Trockene Luft im Winter
- Überhitzung im Sommer
- Schimmelbildung in der Wohnung
- Schimmelbildung in Kellerräumen
- Lüftungsverhalten

