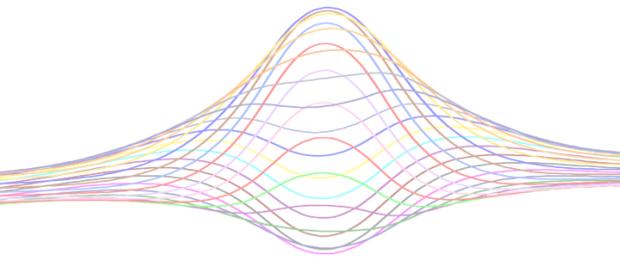


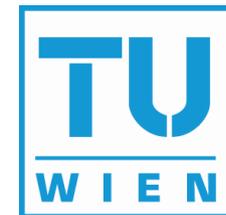
# *Konditionierung und Energiespeicherung im Passivhaus mittels thermischer Aktivierung von Stahlbetondecken*

*Ao. Univ. Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Kreč*

**Büro für Bauphysik  
Schönberg am Kamp**



**Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen  
Institut für Architektur und Entwerfen**



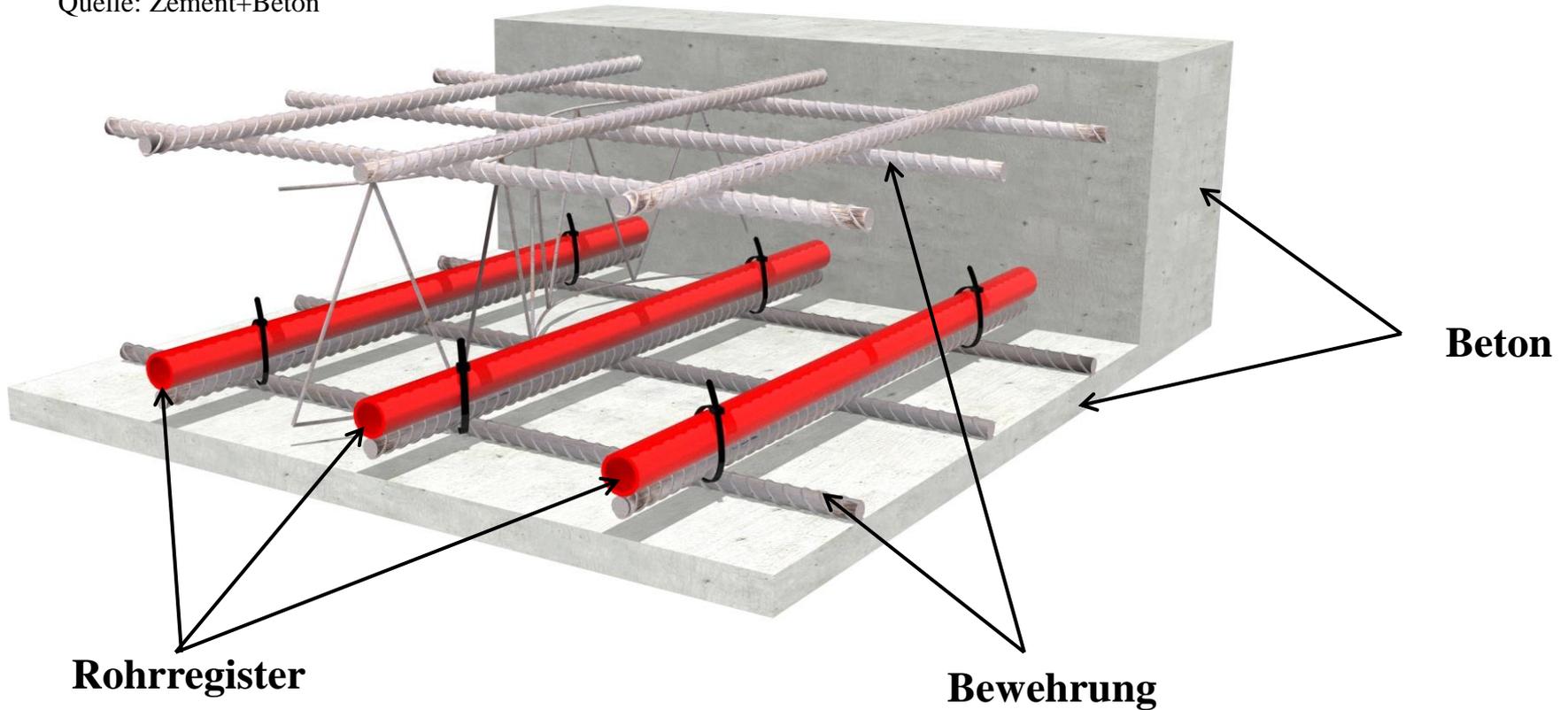
**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN**

**VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY**

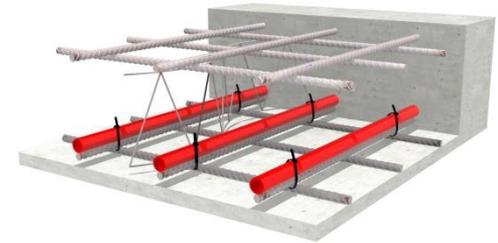
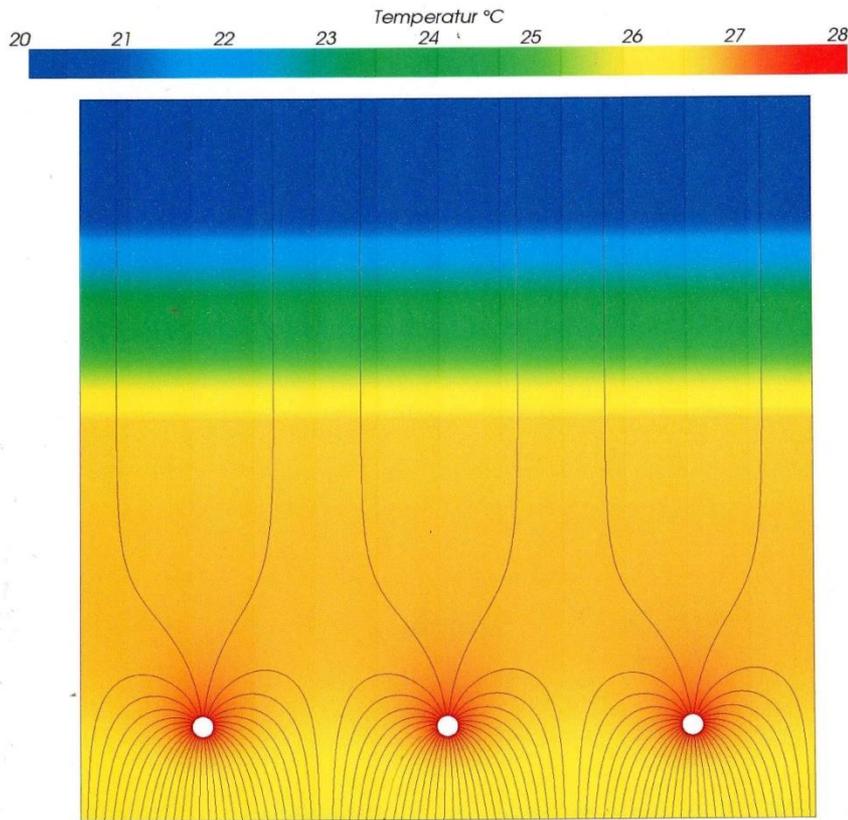
# Bauteilaktivierung der Decke

Prinzipskizze

Quelle: Zement+Betton



# Bauteilaktivierung der Decke



1.) die Betondecke ist nahezu isotherm

2.) der überwiegende Teil der vom Rohrregister abgegebenen Wärme fließt in den Raum unter der Decke

AnTherm V.7.125 2013.10.03 © T.Kornicki www.kornicki.com

## Eigenschaften:

### ➤ **Flächenheizung:**

- Oberflächentemperaturen nahe der Lufttemperatur
- nahezu reine Strahlungsheizung

 hohe thermische Behaglichkeit

### ➤ **Fluidtemperatur:**

- niedrige Temperaturen im Winter ( $< 30,0 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- hohe Temperaturen im Sommer ( $> 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ )

 TBA ist für die Nutzung erneuerbarer Energien bestens geeignet

### ➤ **Regelung:**

- Einregelung nur am Anfang
- Selbstregelungseffekt

 Sehr einfaches, robustes System

**Ziel:** ganzjährige Konditionierung eines Gebäudes **allein** mittels thermischer Aktivierung der Decken unter Wahrung hohen thermischen Komforts

Bedingung in Hinblick auf **thermischen Komfort:**  $|\Theta_s - \Theta_a| \leq 4,0 \text{ K}$

$\Theta_s$  ... Oberflächentemperatur der aktivierten Decke  
 $\Theta_a$  ... Lufttemperatur im Raum



**Winter:** max. Wärmeabgabeleistung  $\leq 26 \text{ W/ m}^2$  Bezugsfläche: **Registerfläche!**  
**Sommer:** max. Wärmeaufnahmeleistung  $\leq 43 \text{ W/ m}^2$



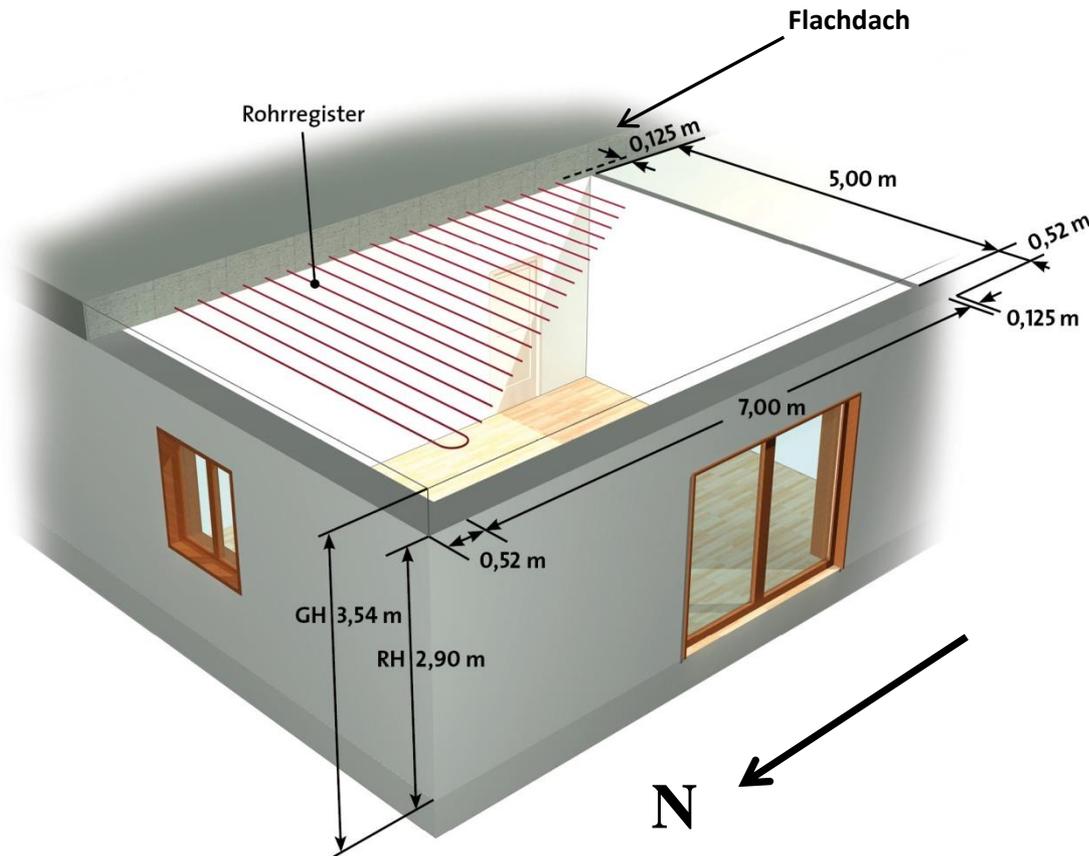
Sofern die ganze Deckenfläche thermisch aktiviert ist, gilt:

**Winter:** Heizlast  $\leq 26 \text{ W/ m}^2$   
**Sommer:** Kühllast  $\leq 43 \text{ W/ m}^2$



**Ein Passivhaus ist für die ganzjährige Konditionierung mittels thermischer Aktivierung der Decken prädestiniert**

# Musterraum



Passivhaus | 3D-Darstellung des Musterraums. © Z+B

Raum im obersten Geschöß eines PH  
Außenwände west- und nordseitig  
**Schwere Bauweise**

## U-Werte:

Außenwand:  $0,10 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

Flachdach: 0,11

Fenster: 0,87

## Fenster:

Solarglas (3-fach):  $U_g=0,70 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$   
 $g=0,60$

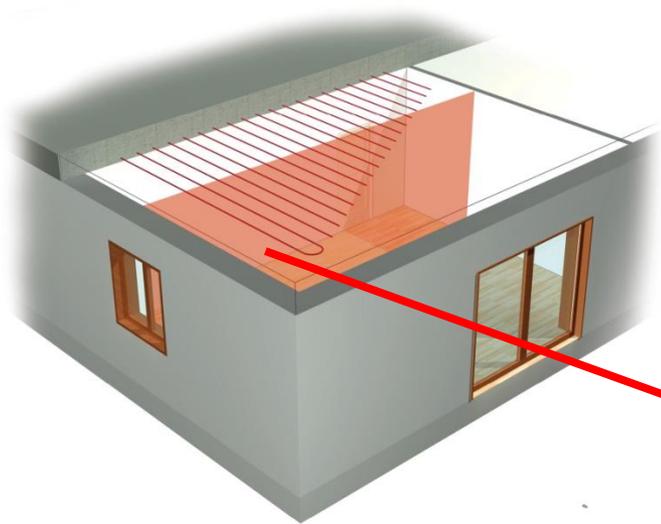
Passivhausrahmen:  $U_f=0,80 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

**Wohnnutzung**

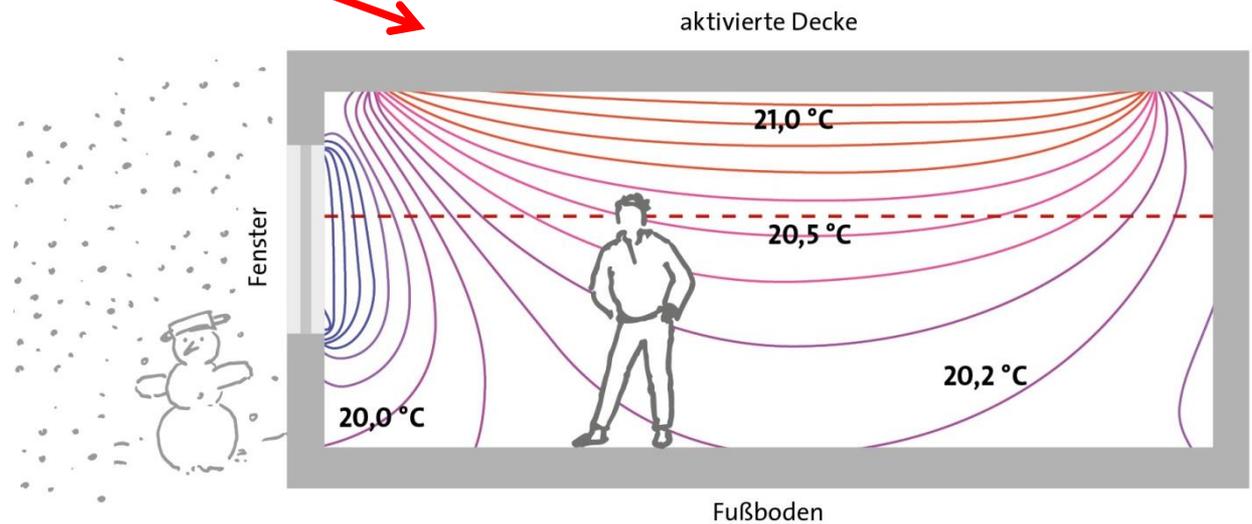
**Lüftungsanlage mit  
Wärmerückgewinnung**

$(\eta_{\text{WRG}} = 0,80)$

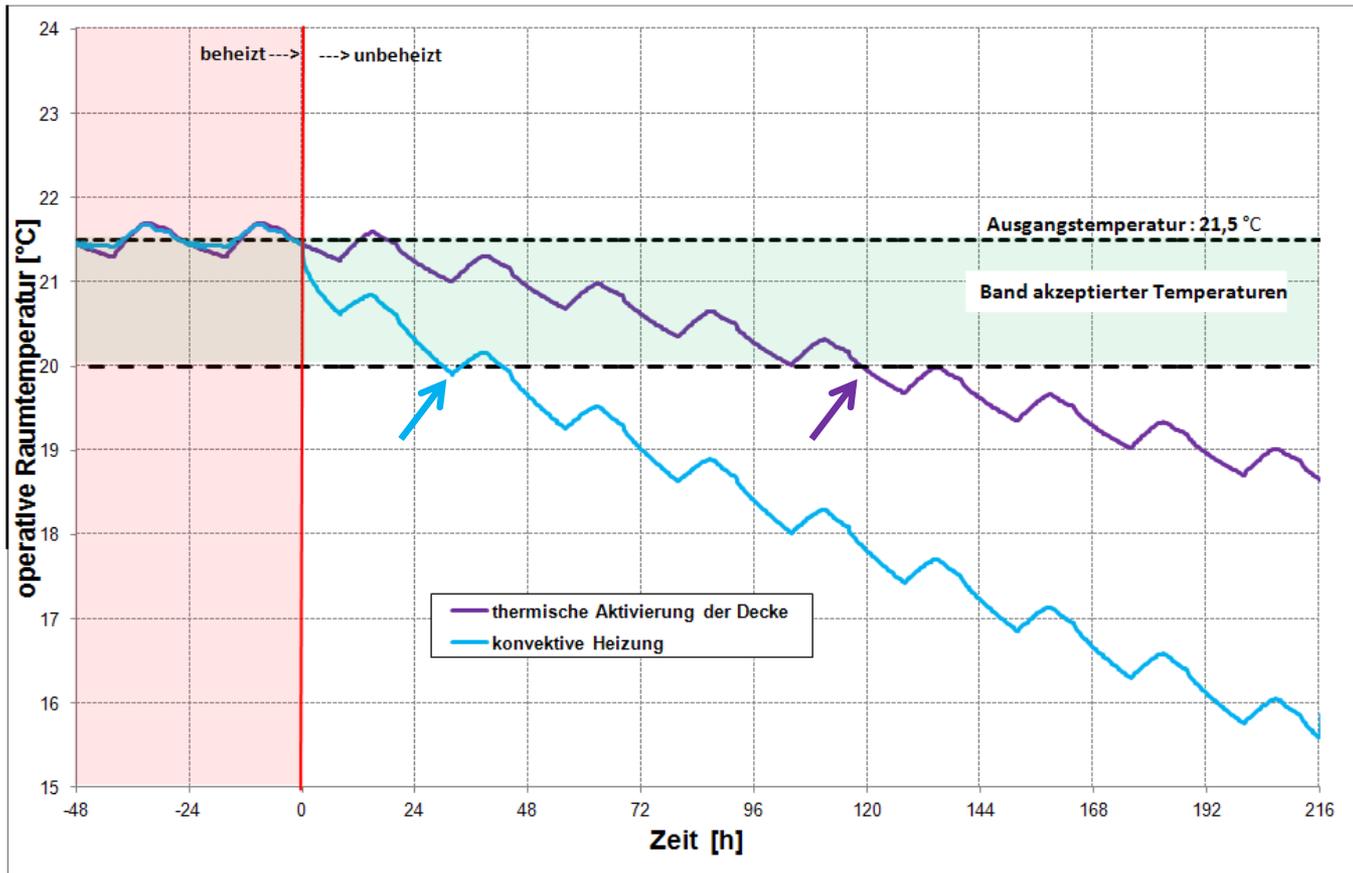
# Temperaturverteilung



**hoher Grad an thermischer Behaglichkeit**



Quelle: Zement+Betton



Wien, Auslegungstag  
(kalt und klar)

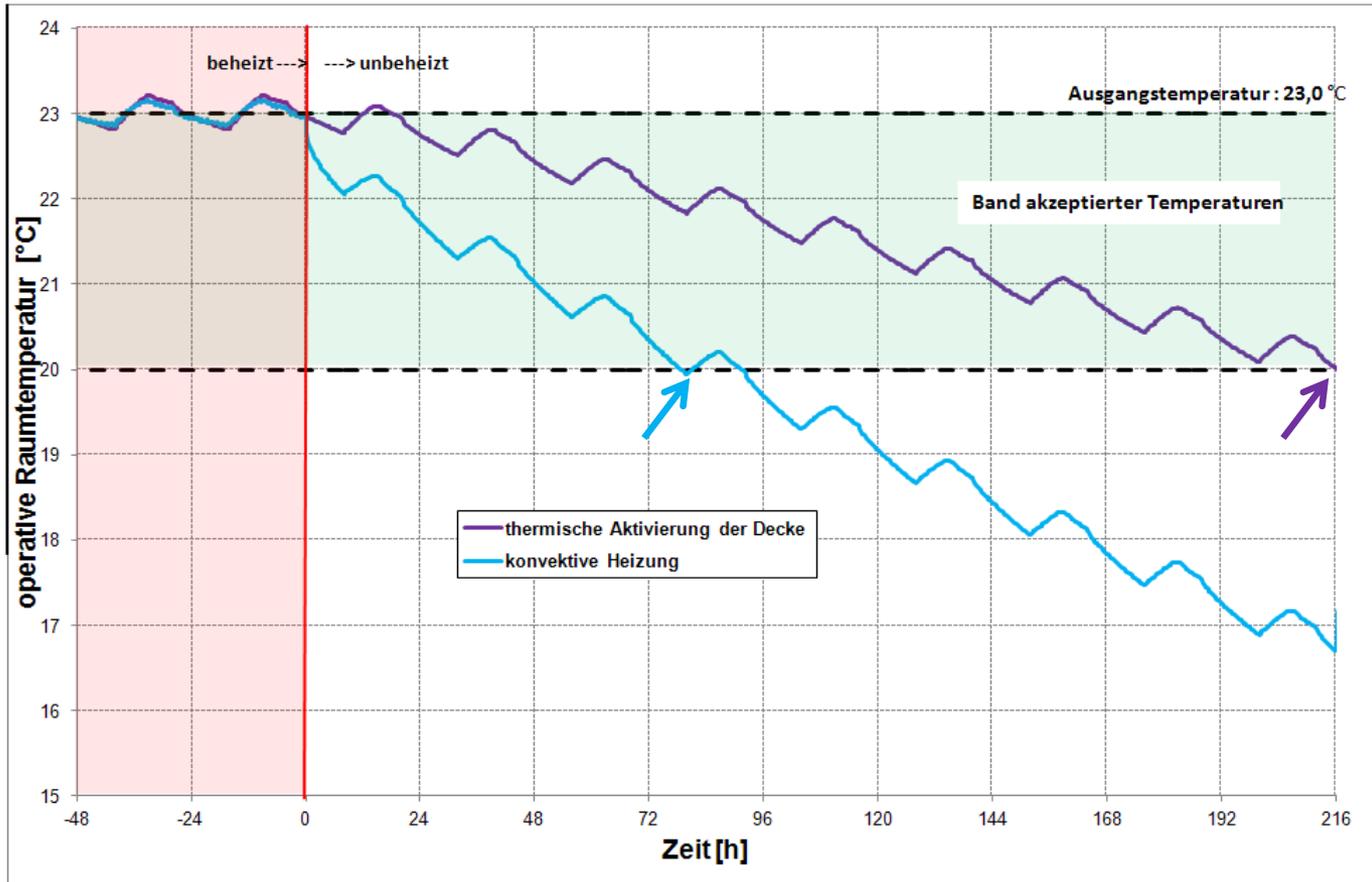
$$\Theta_e = -8,0 \text{ °C} \pm 6,0 \text{ K}$$

**21,5 °C → 20,0 °C**

**Zeit ohne Nachheizbedarf:**

konvektive Heizung: **29 h (ca. 1 Tag)**

thermische Aktivierung der Decke: **119 h (ca. 5 Tage)**



Wien, Auslegungstag  
(kalt und klar)

$$\Theta_e = -8,0 \text{ °C} \pm 6,0 \text{ K}$$

**23,0 °C → 20,0 °C**

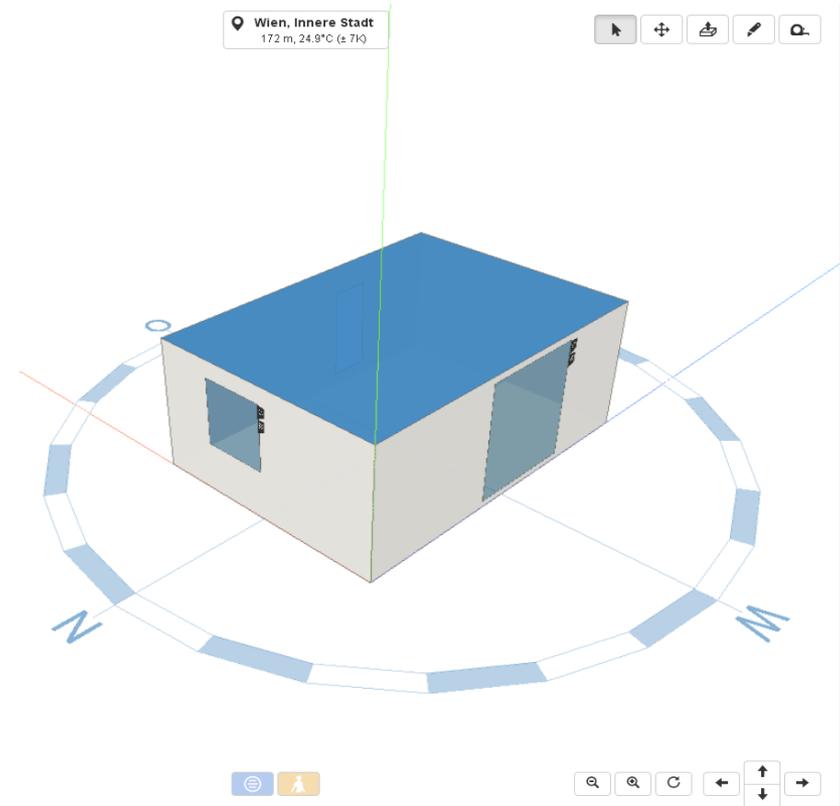
**Zeit ohne Nachheizbedarf:**

konvektive Heizung: **79 h (ca. 3 Tage)**

thermische Aktivierung der Decke: **216 h (ca. 9 Tage)**

## Beheizung im Winter - Zusammenfassung

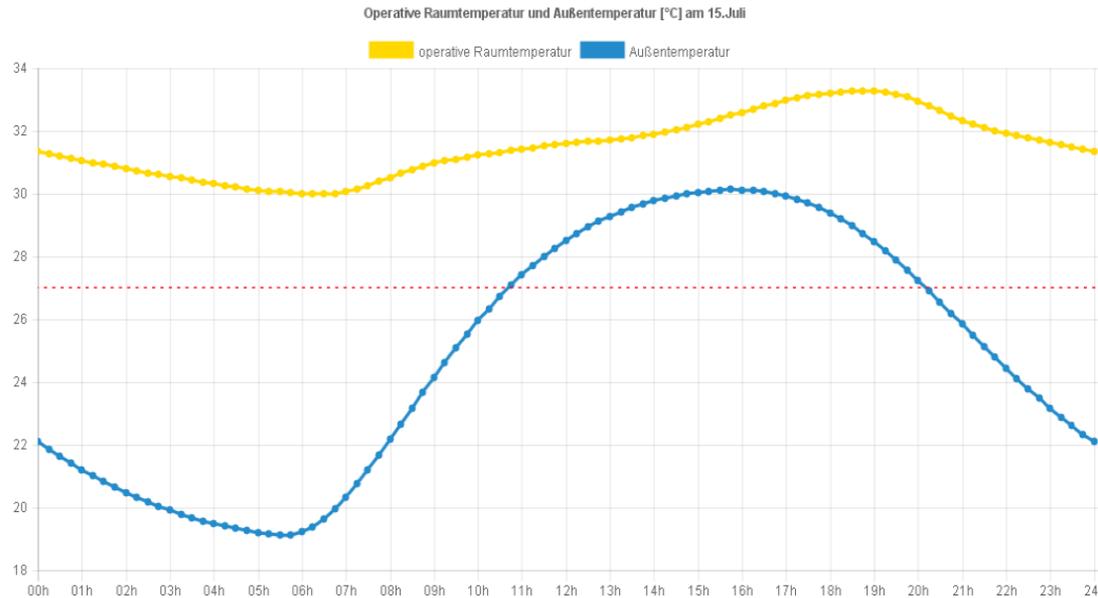
- **alleinige Beheizung** mittels TBA der Decken im Passivhaus problemlos **möglich**
- **hoher thermischer Komfort** durch ausgeglichene Temperaturverteilung
- niedrige Heizmitteltemperaturen begünstigen die **Nutzung erneuerbarer Energien**
- **Speicherung großer Wärmemengen** in den aktivierten Decken ohne Komfortverlust, sofern anstelle einer Solltemperatur ein **Band akzeptierter Temperaturen** tritt
- **Zeiten ohne Wärmezufuhr** bei thermisch aktivierten Decken überbrückbar
- die **Dauer einer Heizungsunterbrechung** hängt von der Breite des Temperaturbands ab und liegt bei Passivhäusern in der Größenordnung von **ca. 1 Woche**



Passivhaus | 3D-Darstellung des Musterraums. ©Z+B

Berechnungsmodell Programmpaket Thesim 3D  
[www.thesim.at](http://www.thesim.at)

**Simulation** des sommerlichen Raumverhaltens nach ÖNorm B8110-3:2012



t [h]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{op}$ [°C]	t [h]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{op}$ [°C]
0:00	22.1	31.3	12:00	28.5	31.6
1:00	21.2	31.1	13:00	29.3	31.7
2:00	20.5	30.8	14:00	29.8	31.9
3:00	19.9	30.5	15:00	30.0	32.2
4:00	19.5	30.3	16:00	30.1	32.6
5:00	19.2	30.1	17:00	29.9	33.0
6:00	19.2	30.0	18:00	29.4	33.2
7:00	20.3	30.1	18:00	29.4	33.2
8:00	22.2	30.5	19:00	28.5	33.3
9:00	24.1	31.0	20:00	27.2	33.0
10:00	25.9	31.2	21:00	25.8	32.3
11:00	27.4	31.4	22:00	24.4	31.9
			23:00	23.2	31.6

## Fall 1:

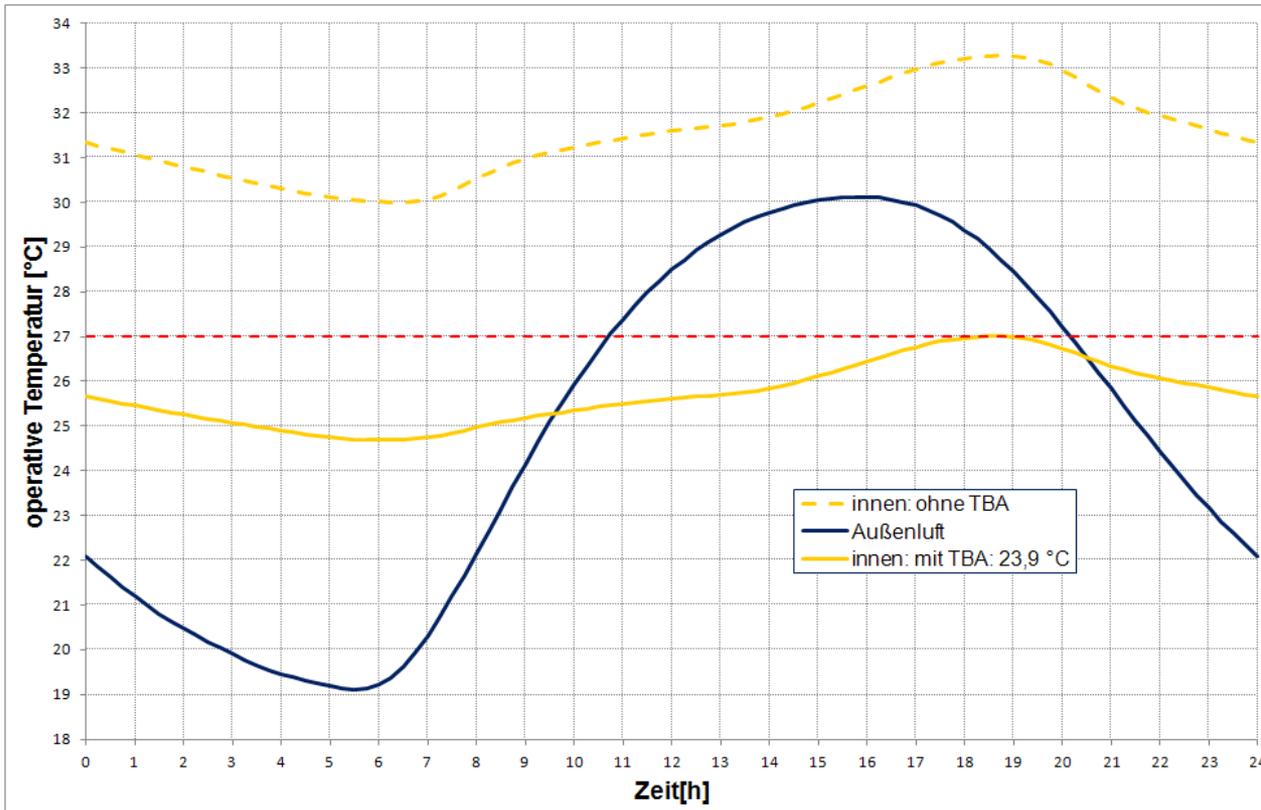
- ohne Jalousien
- verstärkte Nachtlüftung  
gekippete Fenster
- **keine Bauteilaktivierung**



ganztägig  
ausgeprägte  
Überhitzung

Ergebnisdarstellung: Thesim3D

[www.thesim.at](http://www.thesim.at)

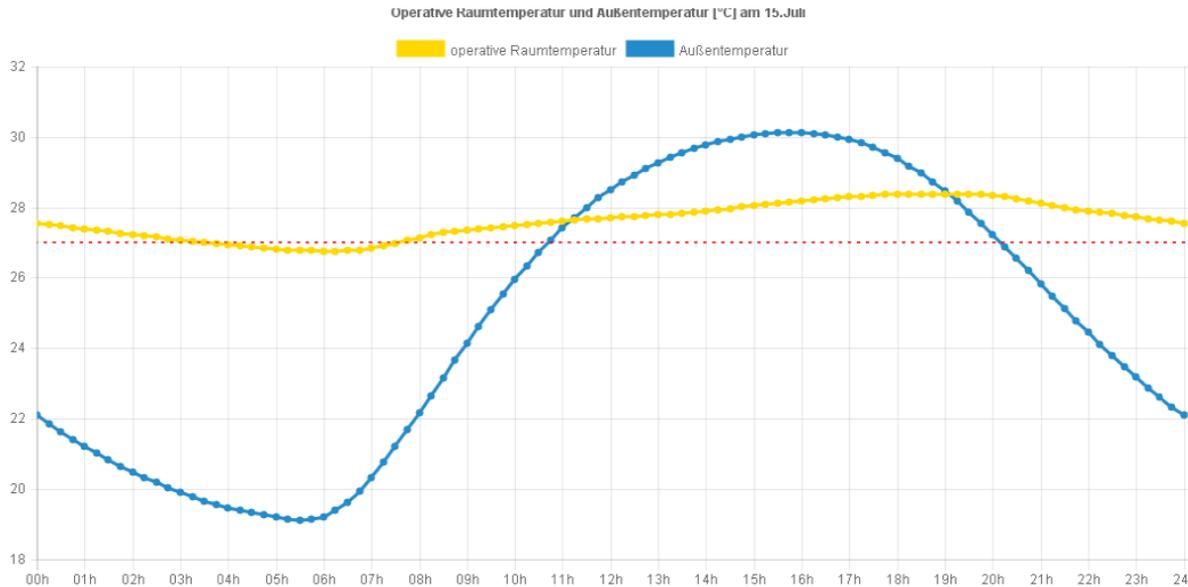


## Fall 1:

- ohne Jalousien
- verstärkte Nachtlüftung  
gekippete Fenster
- mit Bauteilaktivierung



erforderliche Kühlmittel-  
temperatur: **23,9 °C**



## Fall 2:

- **Außenjalousien**  
ganztäglich ( $F_{\bar{\epsilon}} = 0,27$ )
- **verstärkte Nachtlüftung**  
gekippte Fenster
- **keine Bauteilaktivierung**

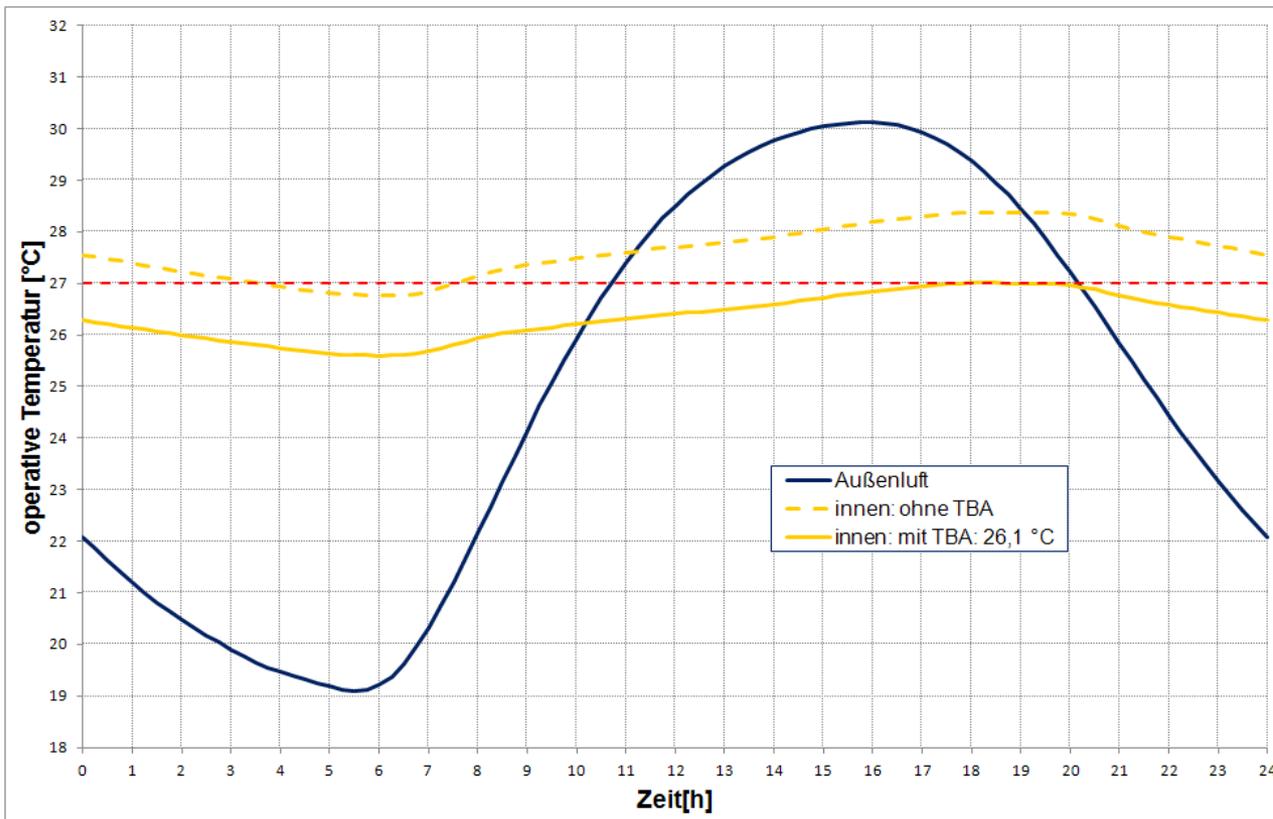


ganztägige  
Überwärmung

t [h]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{op}$ [°C]	t [h]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{op}$ [°C]
0:00	22.1	27.5	12:00	28.5	27.7
1:00	21.2	27.4	13:00	29.3	27.8
2:00	20.5	27.2	14:00	29.8	27.9
3:00	19.9	27.1	15:00	30.0	28.0
4:00	19.5	26.9	16:00	30.1	28.2
5:00	19.2	26.8	17:00	29.9	28.3
6:00	19.2	26.8	18:00	29.4	28.4
7:00	20.3	26.8	19:00	28.5	28.4
8:00	22.2	27.1	20:00	27.2	28.3
9:00	24.1	27.4	21:00	25.8	28.1
10:00	25.9	27.5	22:00	24.4	27.9
11:00	27.4	27.6	23:00	23.2	27.7

Ergebnisdarstellung: Thesim3D

[www.thesim.at](http://www.thesim.at)

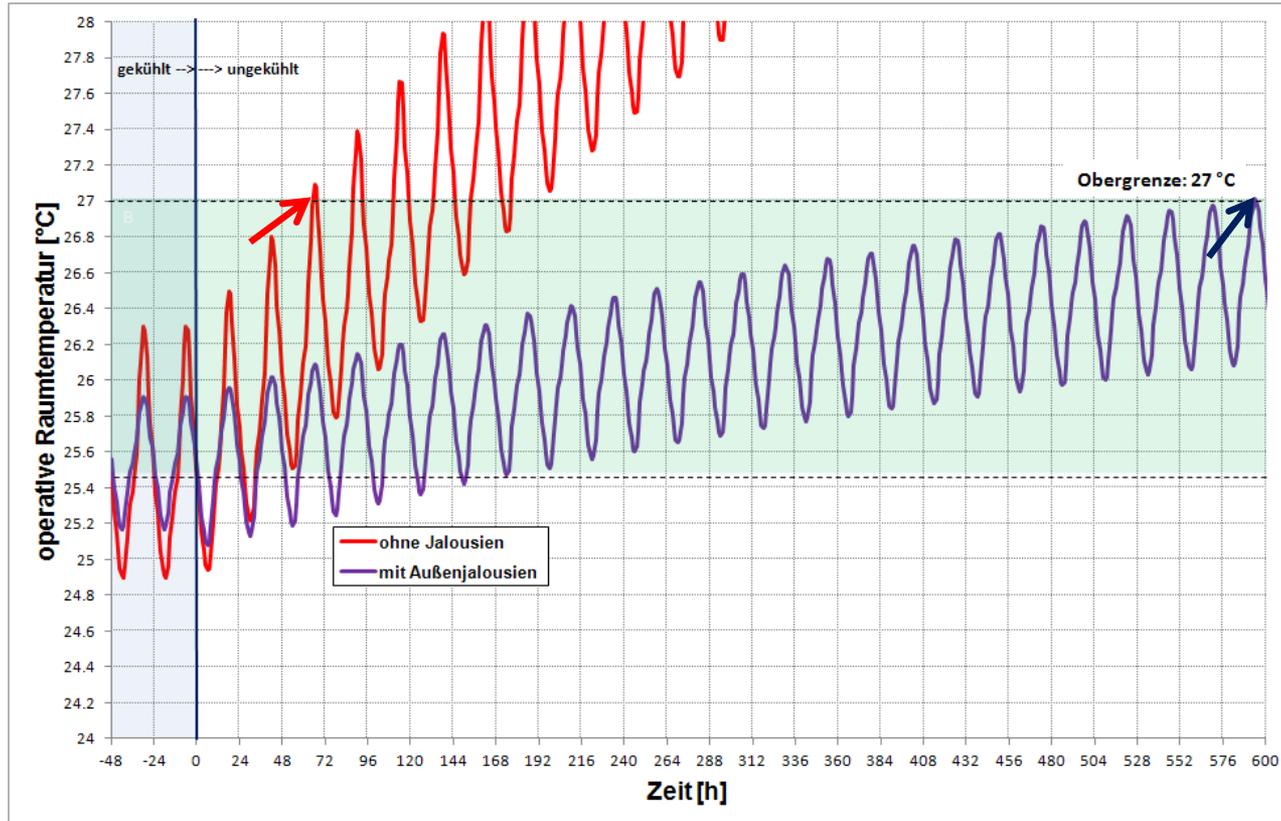


## Fall 2:

- **Außenjalousien**  
ganztäglich ( $F_{\bar{\epsilon}} = 0,27$ )
- **verstärkte Nachtlüftung**  
gekippte Fenster
- **mit Bauteilaktivierung**



erforderliche Kühlmitteltemperatur: **26,1 °C**



**Wien, Innere Stadt**  
 Norm-Sommertag  
 mit reduzierter  
 Tagesschwankung:

$$\Theta_e = 24,9 \text{ °C} \pm 5,5 \text{ K}$$

**25,5°C → 27,0 °C**

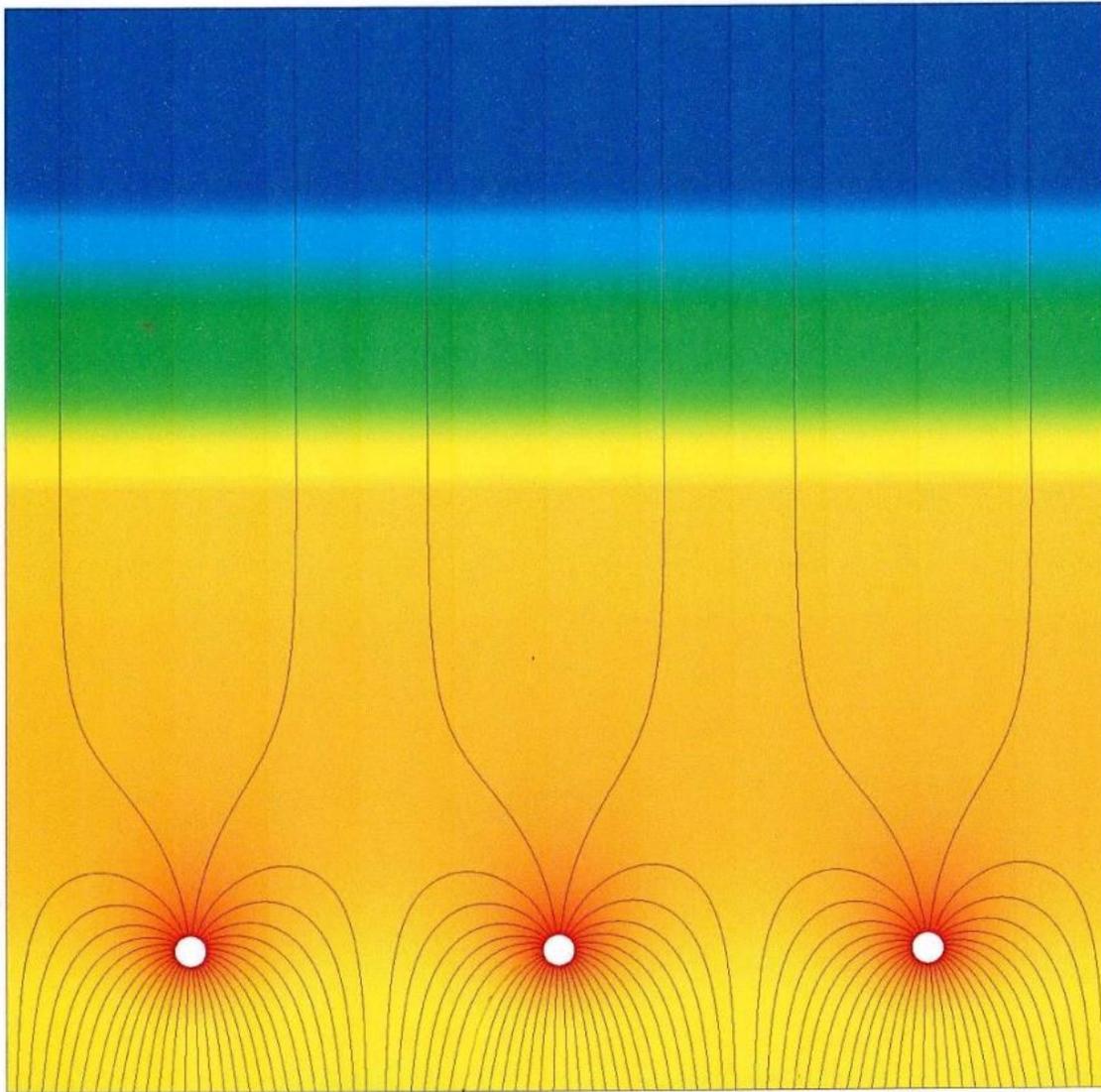
**Zeit ohne Kühlbedarf:**

ohne Jalousien: **66 h (ca. 3 Tage)**

Außenjalousien ganztägig: **594 h (ca. 25 Tage)**

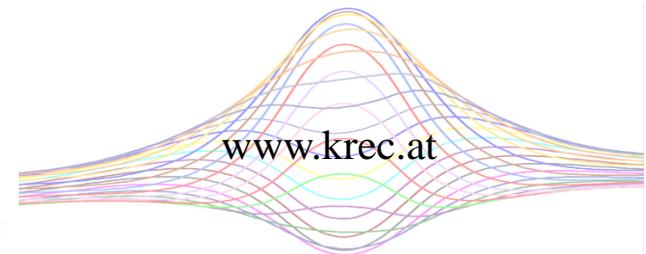
## Kühlung im Sommer - Zusammenfassung

- normgemäße **Sommertauglichkeit** ist bereits heute selbst bei Wohnnutzung oft **nur schwer** zu erreichen
- aufgrund des **Klimawandels** ist zu erwarten, dass hoher thermischer Komfort im Sommer **ohne Kühlung** bereits in nächster Zukunft **nicht mehr erreichbar** sein wird
- **Kühlung** mittels thermisch aktivierter Decken ist hoch effektiv
- hohe Kühlmitteltemperaturen begünstigen **passive Kühlung**
- **Zeiten ohne Wärmeabfuhr** bei thermisch aktivierten Decken überbrückbar
- die **Dauer einer Kühlungsunterbrechung** hängt wesentlich von baulichen Vorkehrungen gegen die Überhitzungsneigung ab und liegt bei Passivhäusern in der Größenordnung von **Wochen**



**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

**Dr. Kreč  
Büro für Bauphysik  
Schönberg am Kamp**



[www.krec.at](http://www.krec.at)