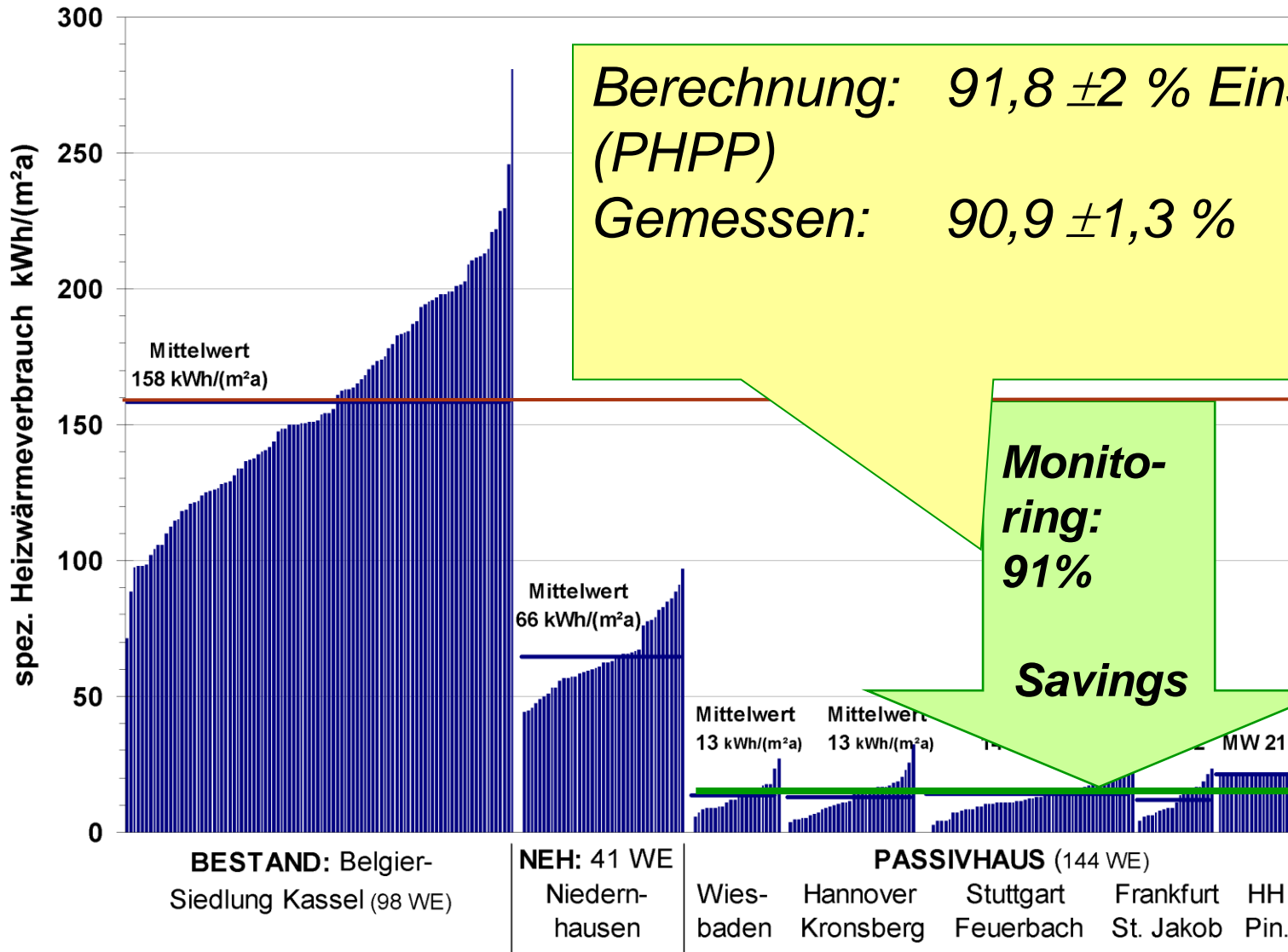


# Die Performance von Passivhäusern



# 2 Passivhaus – Betriebserfahrungen



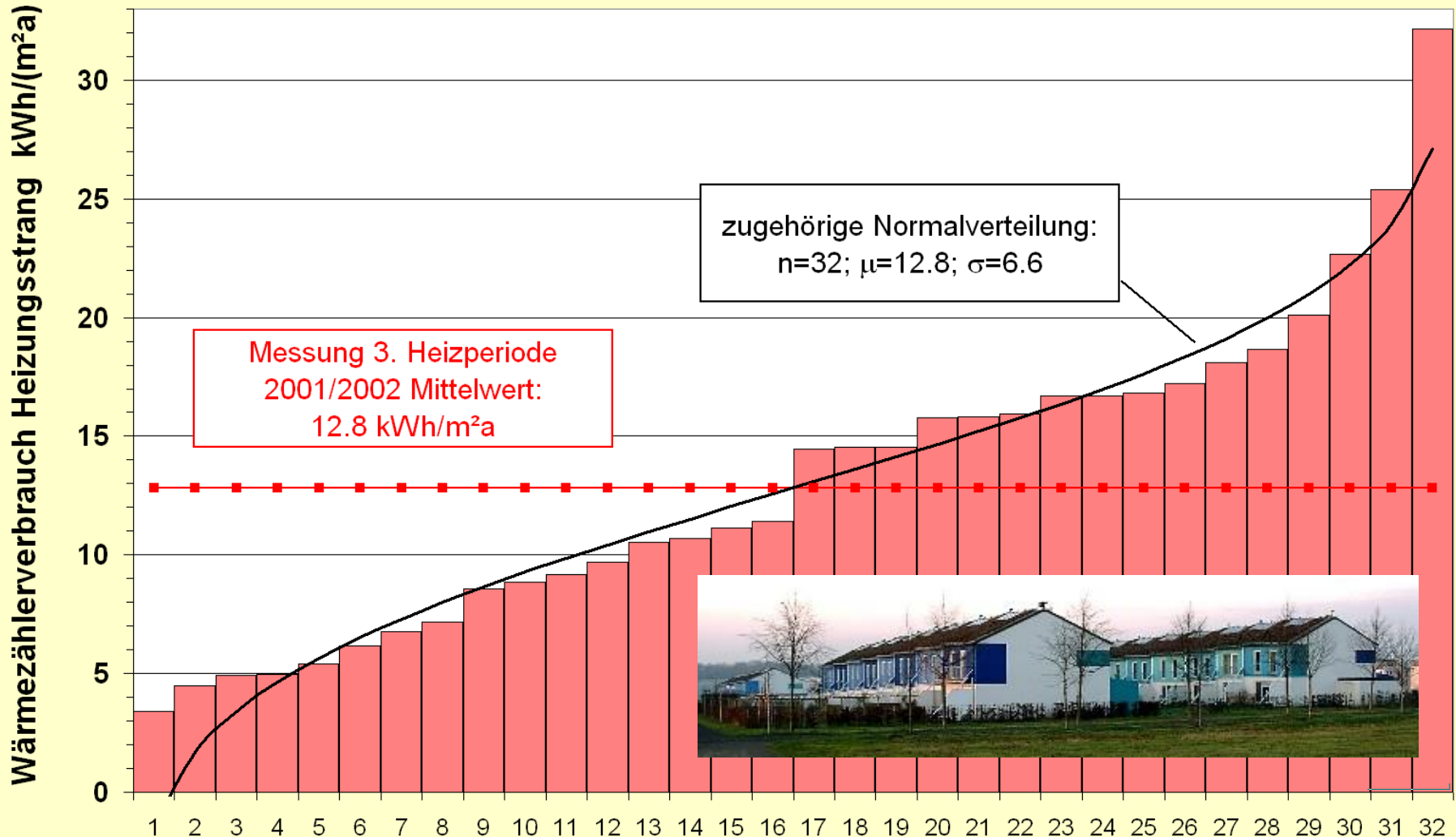
Berechnung:  $91,8 \pm 2$  % Einsparung (PHPP)

Gemessen:  $90,9 \pm 1,3$  %

Monitoring:  
91%

Savings

# Messergebnisse Passivhaus-Siedlung Hannover Kronsberg (32 WE)



**Genauigkeit des Mittelwertes:**  
 $\pm 6.6 / 32^{1/2} \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) = \pm 1.2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

**Streuung der Einzelwerte:**  
 $\pm 6.6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) = 18.8\% \cdot 35.1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

**Zuluftheizung, Fernwärme**

**Bezug: Wohnfläche**

# Passivhaus – Langzeiterfahrungen



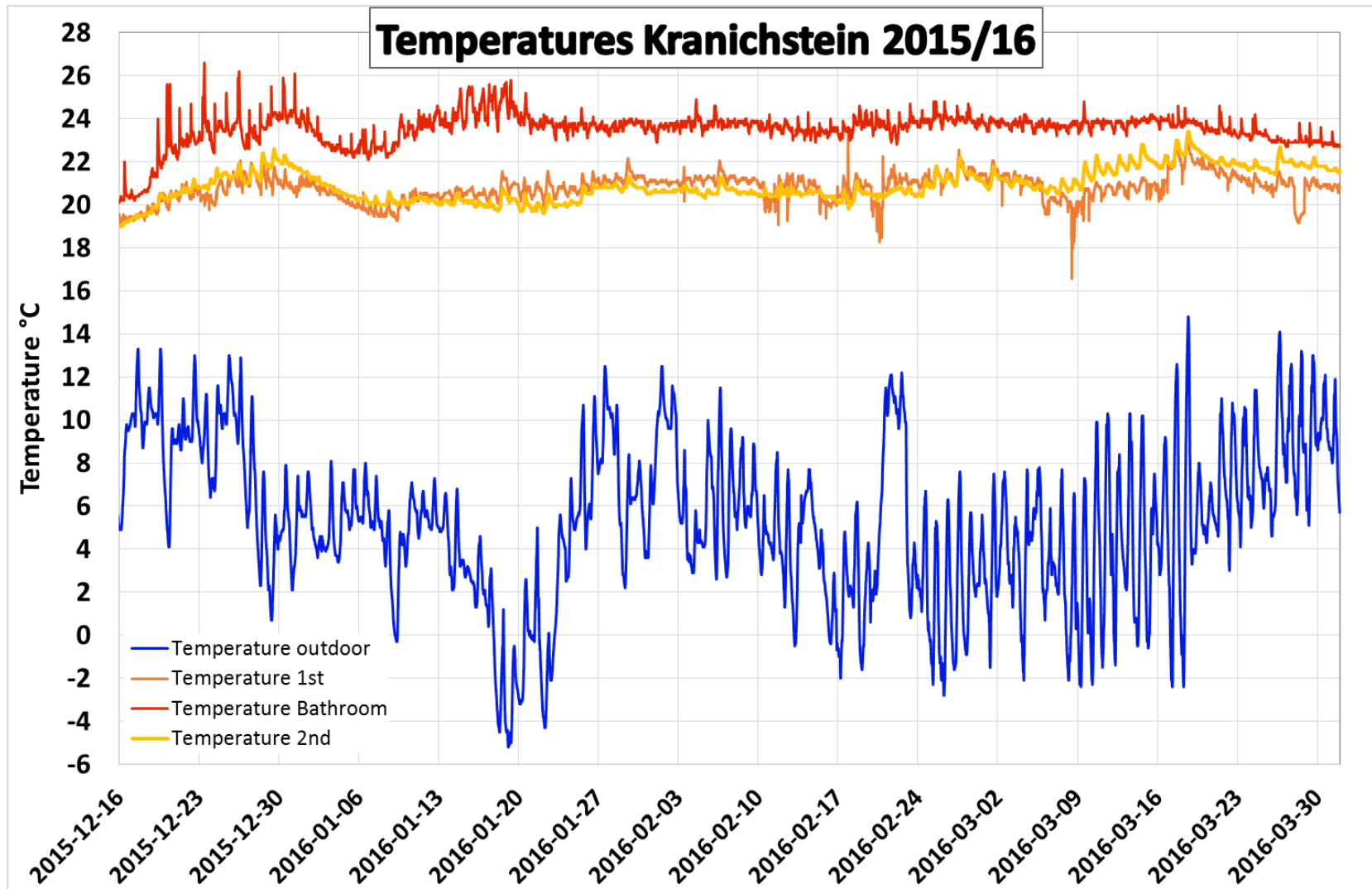
Untersuchungen nach 25 Jahren Nutzung Passivhaus  
*Health check after 25 yrs of occupation*



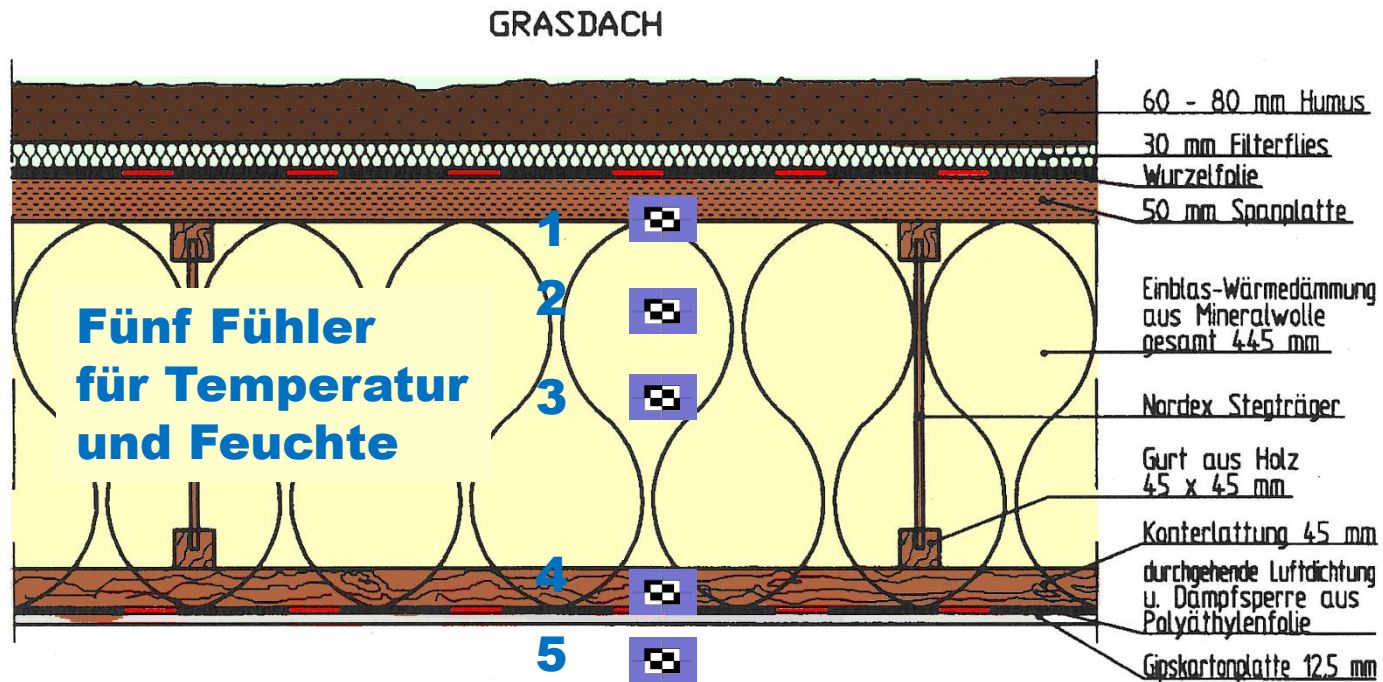
# Heizung ein Vierteljahrhundert Messwerte



# Komfort ein Vierteljahrhundert Messwerte

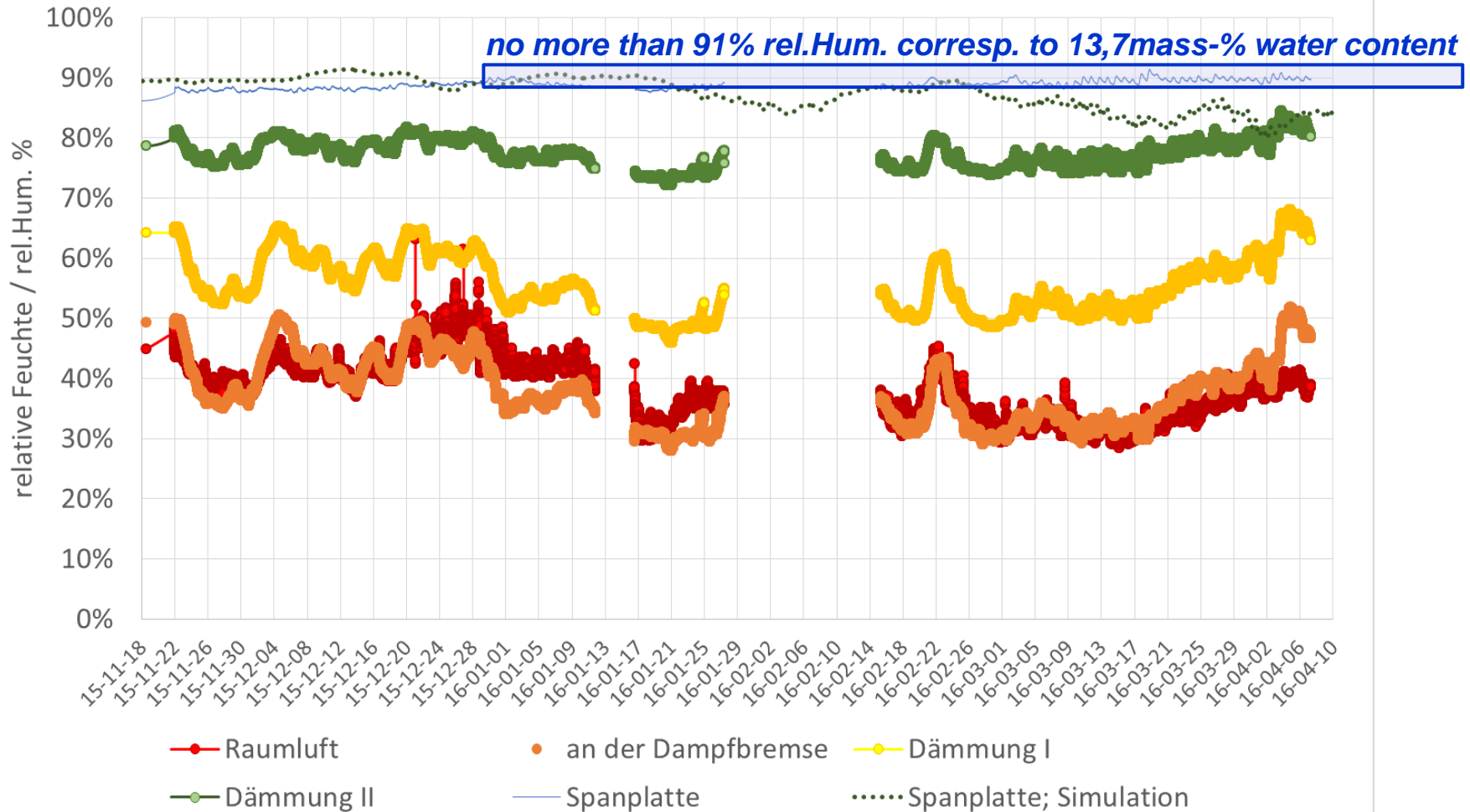


# 445 mm Mineralwolledämmung: Grasdachaufbau als Warmdach im Passivhaus Kranichstein



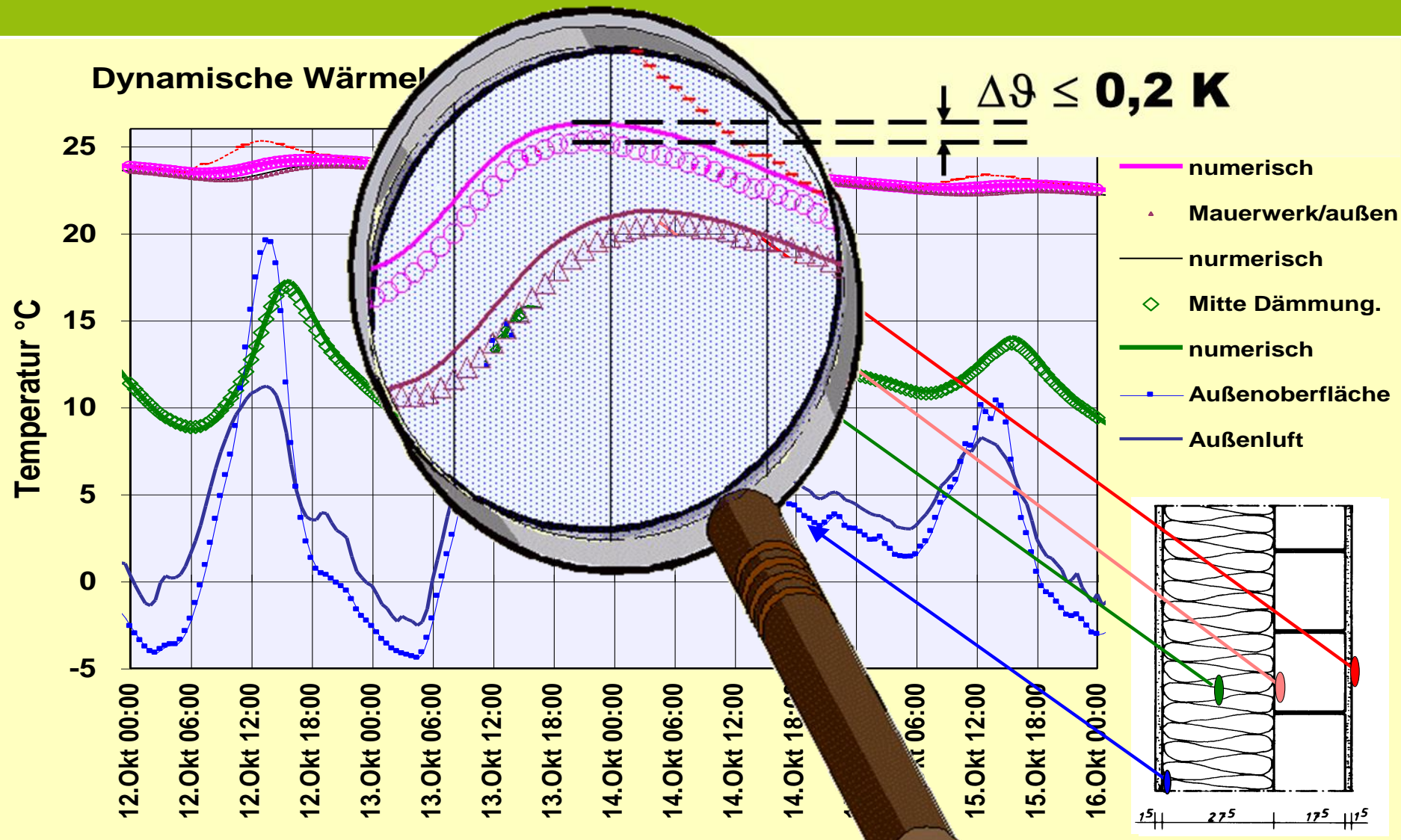
# 445 mm Mineralwollgedämmung: Grasdachaufbau als Warmdach im Passivhaus Kranichstein

rel. Feuchte Dachaufbau / rel. Hum. roof Kranichstein





# 275 mm Wärmedämmverbundsystem auf Kalksandstein: Massivwandaufbau im Passivhaus Kranichstein



# 275 mm Wärmedämmverbundsystem auf Kalksandstein: Massivwandaufbau im Passivhaus Kranichstein

- Rohdichte 14,92(17) kg/m<sup>3</sup> ✓
- Druckfestigkeit EPS ( $\sigma_{10}$  59 kPa) ✓
- Wärmeleitfähigkeit EPS  
0,0412(12) W/(mK) ✓
- Dynamische Steifigkeit EPS
- Feuchtegehalt EPS  
überall < 0,5 Masse-Prozent ✓



# 275 mm Wärmedämmverbundsystem auf Kalksandstein: Massivwandaufbau im Passivhaus Kranichstein



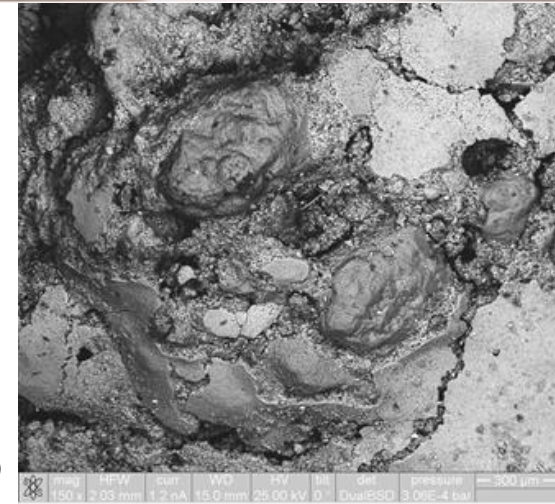
*Mineralische Putzschicht mit Armierungsgewebe*

*und Schwalbenschwanz-Nuten*

*Eindruck: „Betonplatte“*

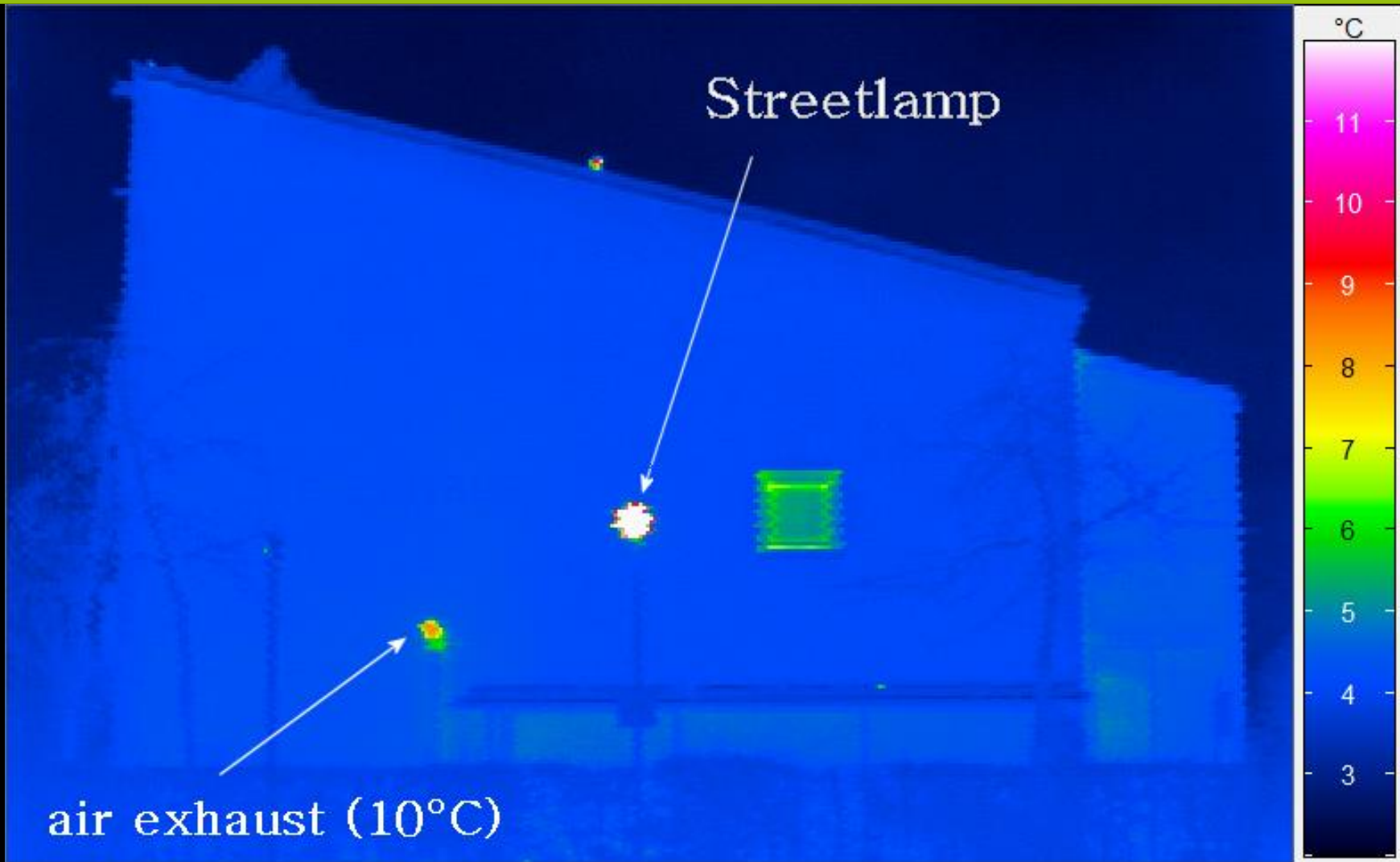
*Druckfestigkeit 5,3 (1,3) N/mm<sup>2</sup>*

*REM Aufnahme /Foto*

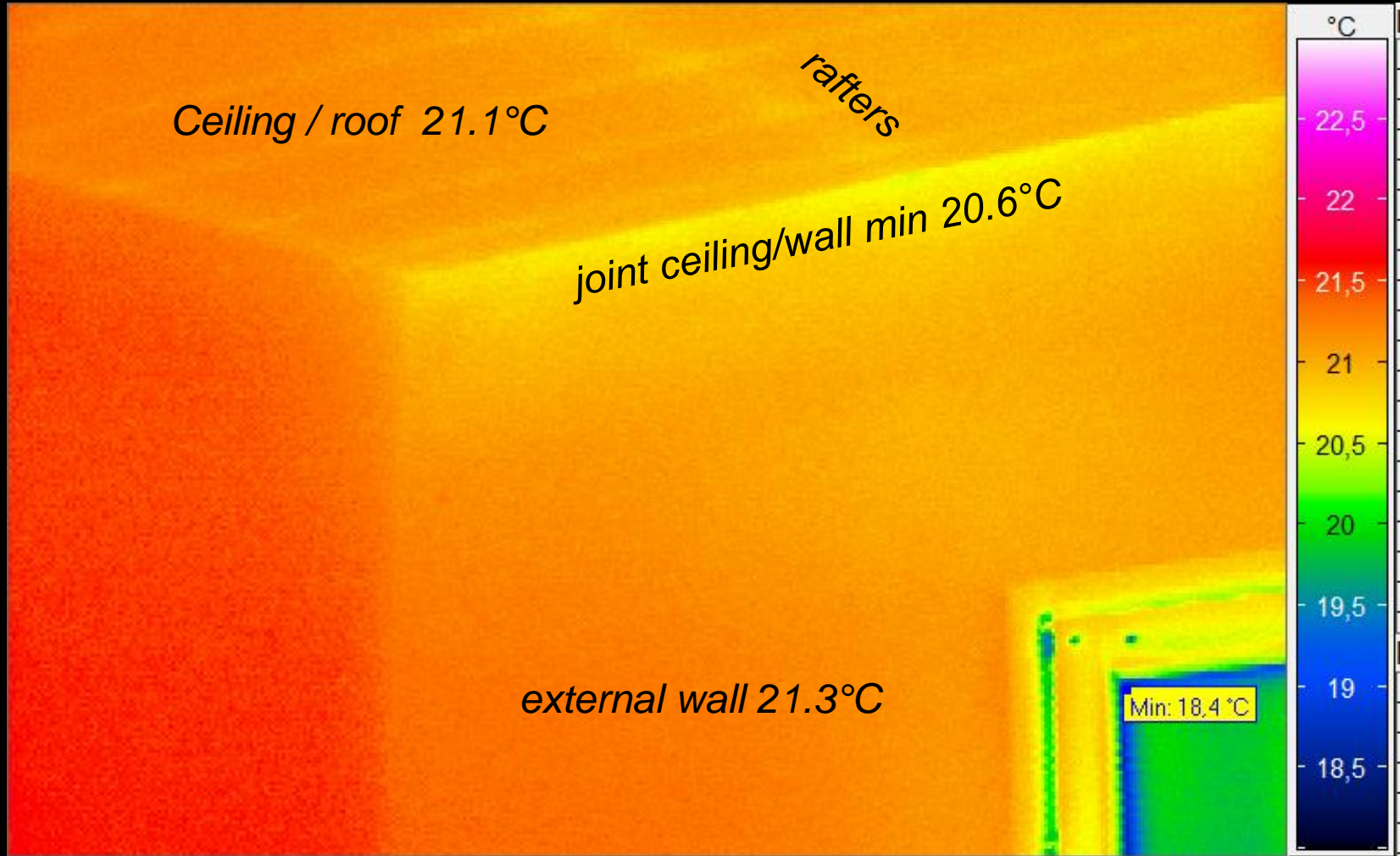


**„Gemäß dem super Zustand des Systems sollten weitere 25 Jahre kein Problem darstellen.“ Prof. Andreas Saxer; material sciences, UIBK**

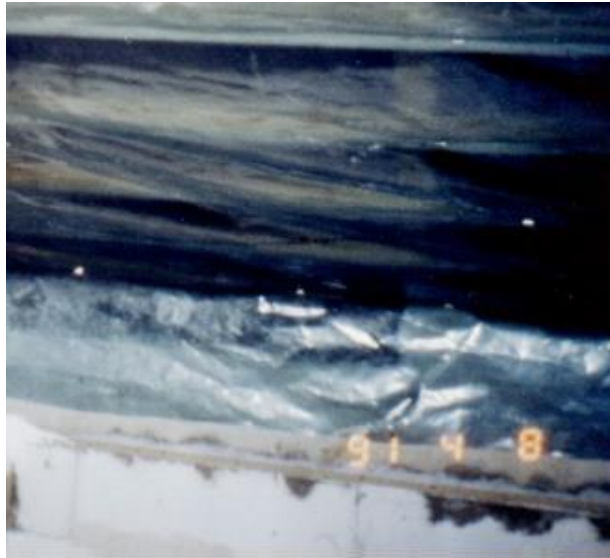
# Wärmebrückenfreie Konstruktion ... dauerhaft



# Wärmebrückenfreie Konstruktion ... dauerhaft



# Luftdichtheit: dauerhaft



Roof: PE-film

wall: gipsum-plaster

**JOINT: film overlapping,  
covered by gipsum**

1



**Fixing with  
plaster base**

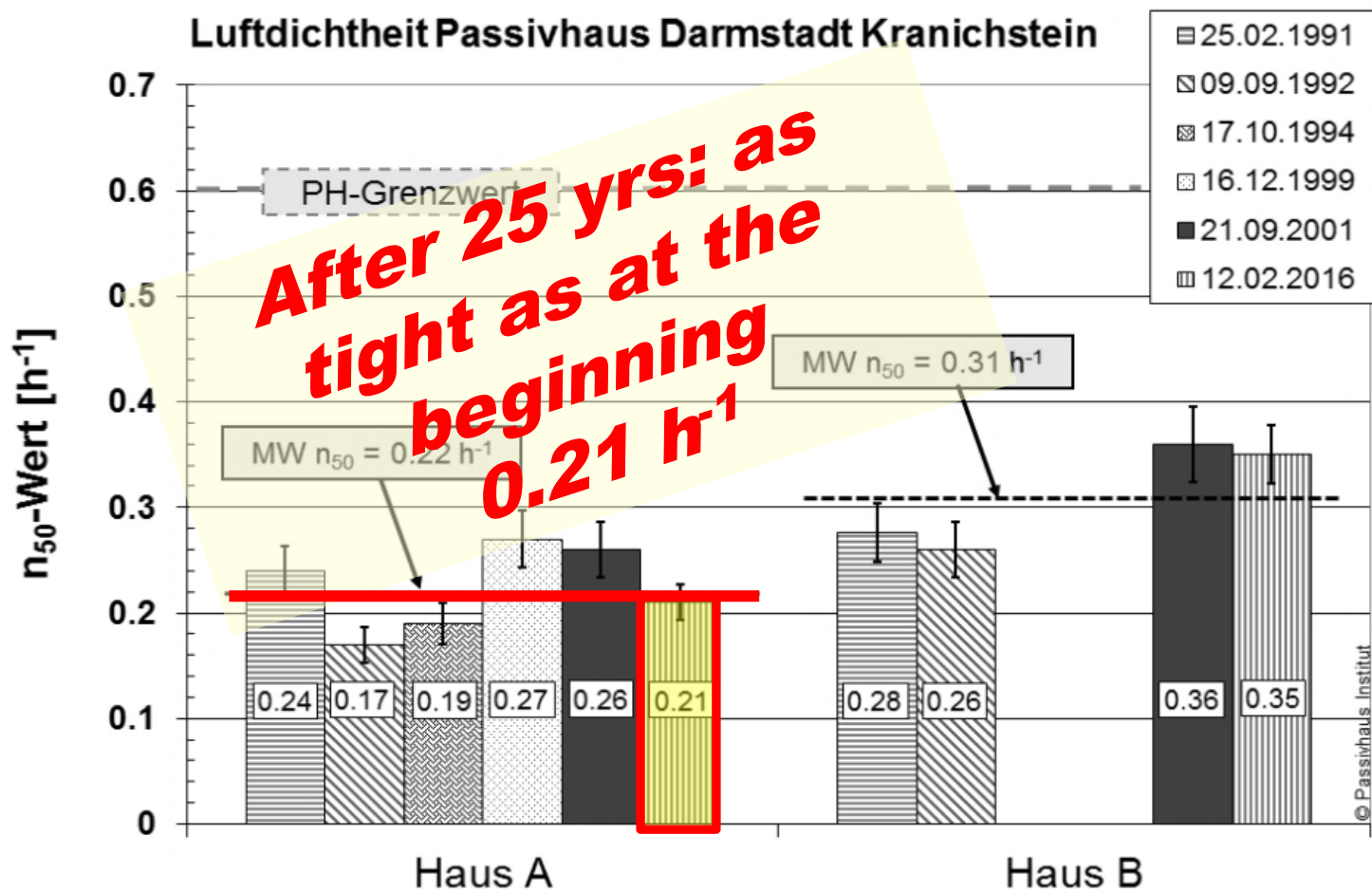
2



**3  
covered with  
plaster  
(longer humid)**

3

# Luftdichtheit: nach 25 Jahren

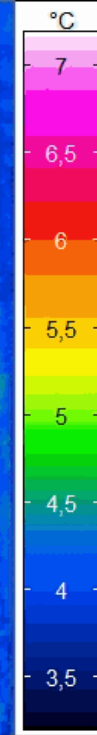
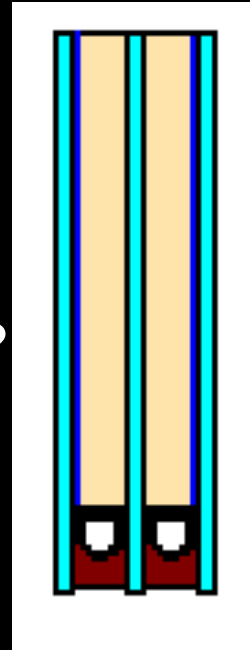


# Energie effiziente Fenster – 25 Jahre und mehr?

*Window panes have higher losses (U some 0,8 W/m<sup>2</sup>K)) than the insulated wall*

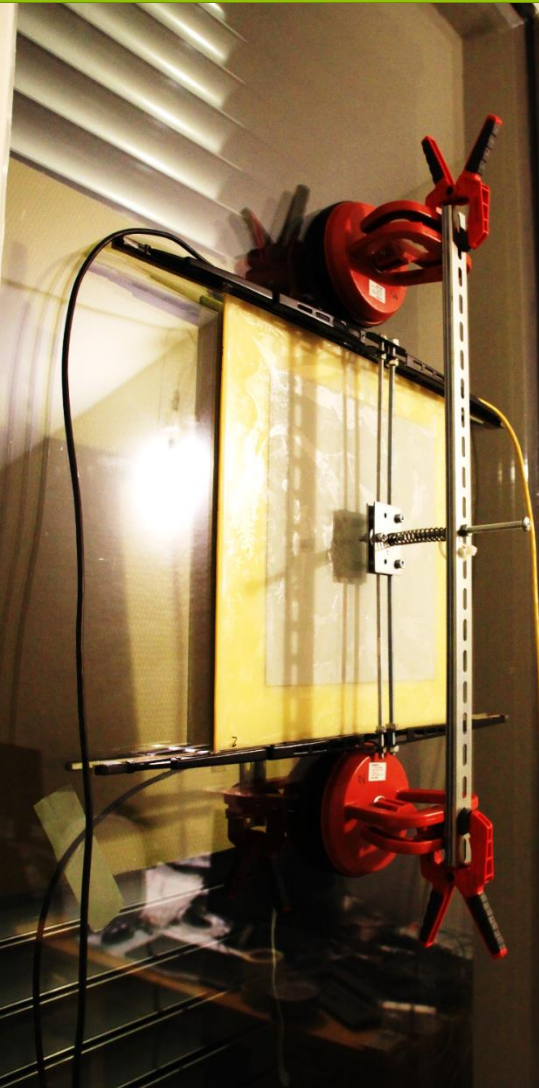
*Gas losses?*

*Spacer performance?*





# Dreischeiben Wärmeschutzverglasung: Gasverluste nach 25 Jahren?



*Custom made heat flow meter*

*Six  $U_g$  measured on site:*

$$U_g = 0,78(5) \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

*(Maximal value 0,97 W/(m<sup>2</sup>K))*

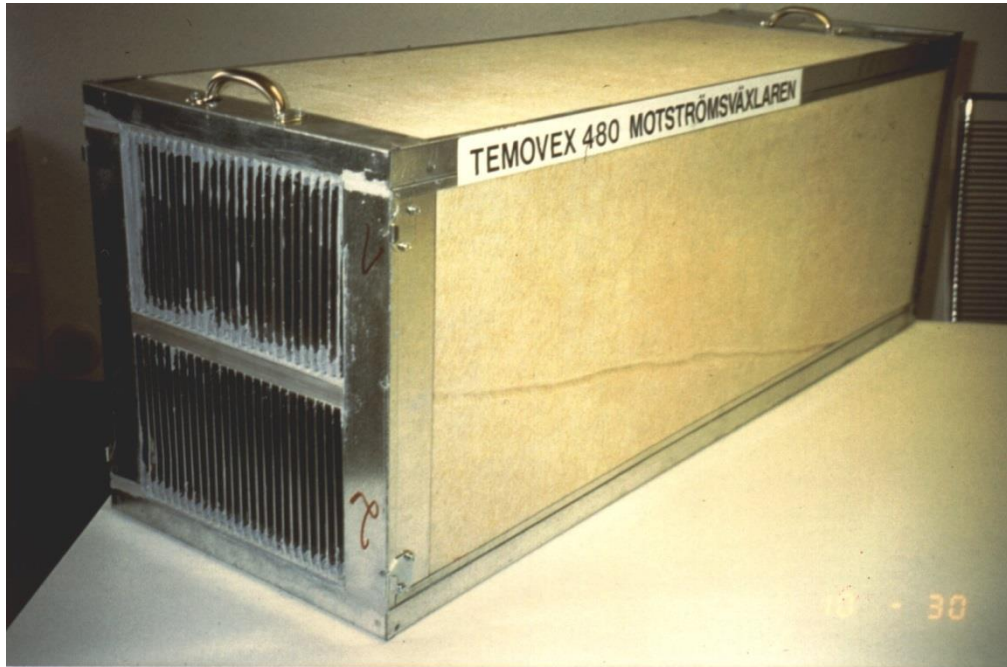
*Gas loss in av. lower than 0,25(10)%/a*

*In some cases (15%) 1,2(2)%/a*

***Result: with exceptions negligible gas loss;  
Life expectancy for triple-low-e: 40 yrs***

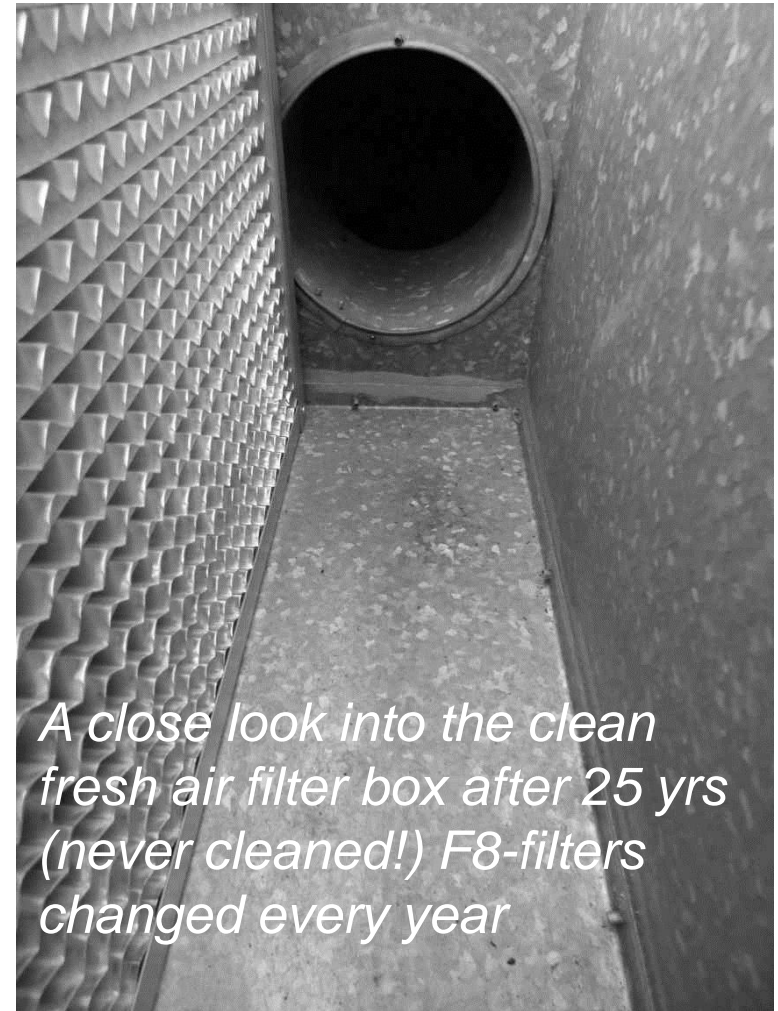
# Balancierte Lüftung...

## hygienisch, hohe Innenluftqualität, effizient, dauerhaft



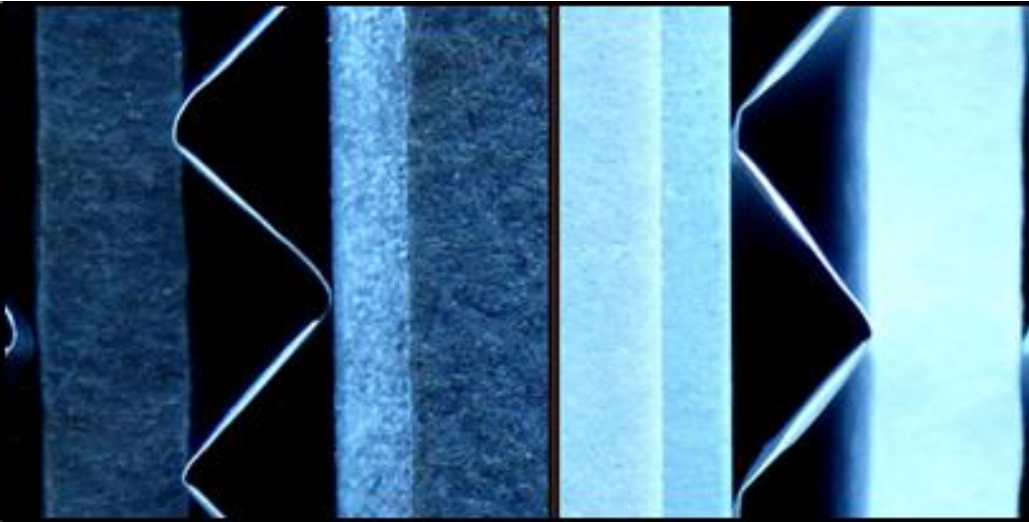
*Heat exchanger from the TEMOVEX heat recovery system. Running 25 yrs:*

- *still tight*
- *still highly efficient*
- *still clean*



*A close look into the clean fresh air filter box after 25 yrs (never cleaned!) F8-filters changed every year*

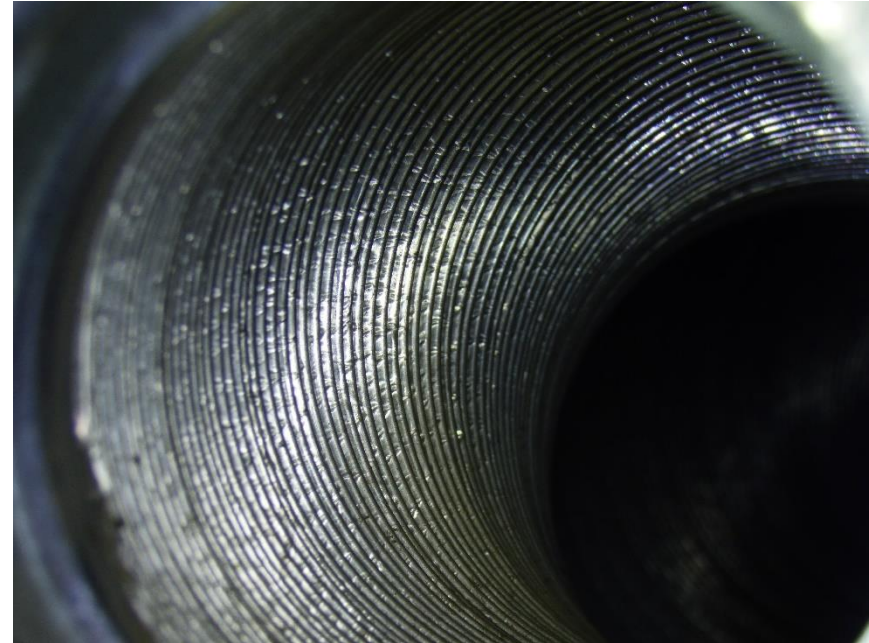
# Zulufttrakt: Hygiene: Dank F8-Filter sauber wie vor 25 Jahren



*after 1 year*

*new*

*The F8-Filter keeps the major part of all dust outside the system. Part of the dust are carbon particles and partially burned fuel – this is why the filter becomes black.*

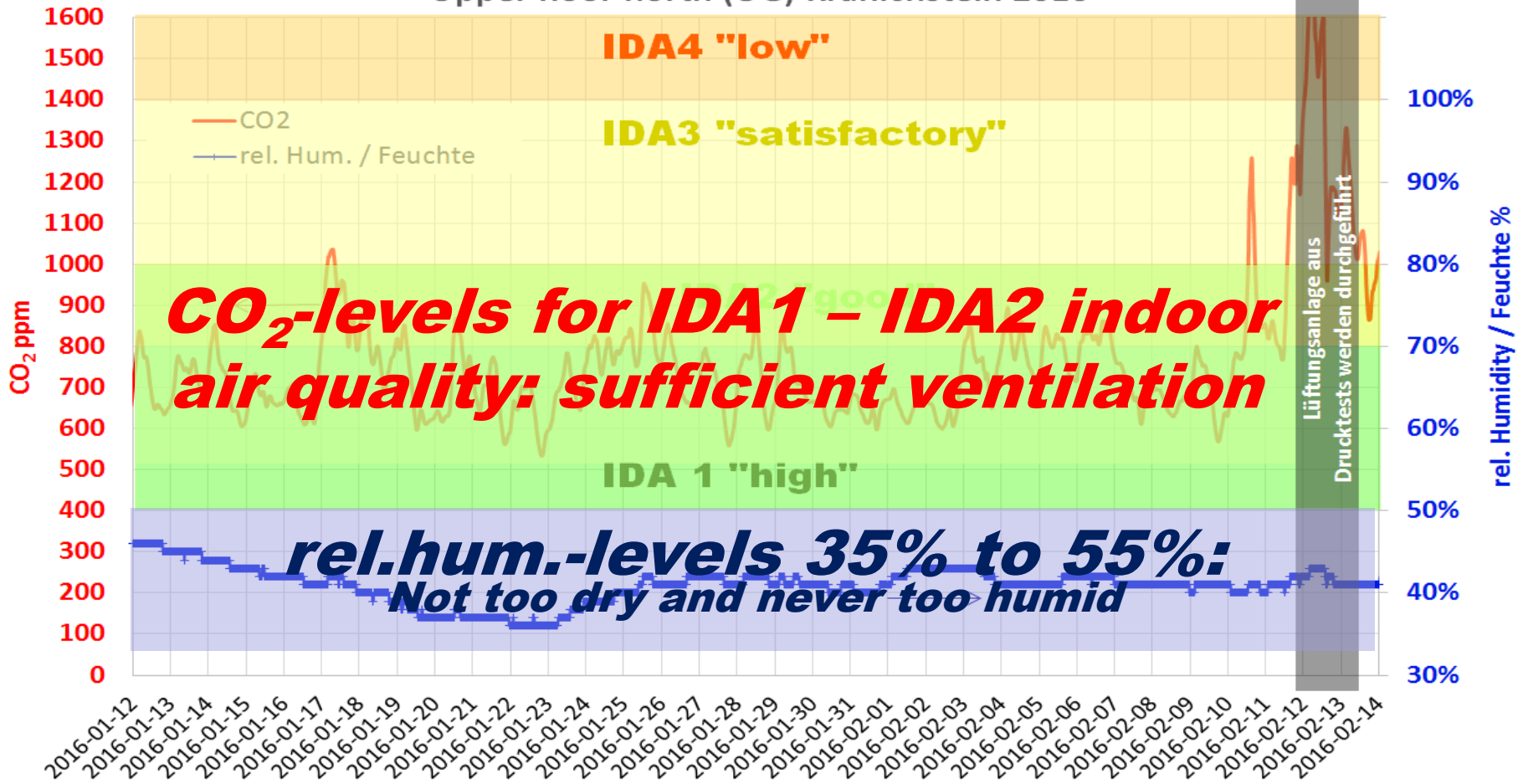


*Supply air duct (silencer) – which has never been cleaned in 25 yrs and as still super-clean – as is the whole fresh air/supply air duct system; because of the F8 filter*

# Innenluftqualität

## Dauermessung CO<sub>2</sub> und Feuchte – in der Regel IDA2

Upper floor north (OG) Kranichstein 2016



# Innenluftqualität

## Messkampagnen: Pilzsporen / spore count

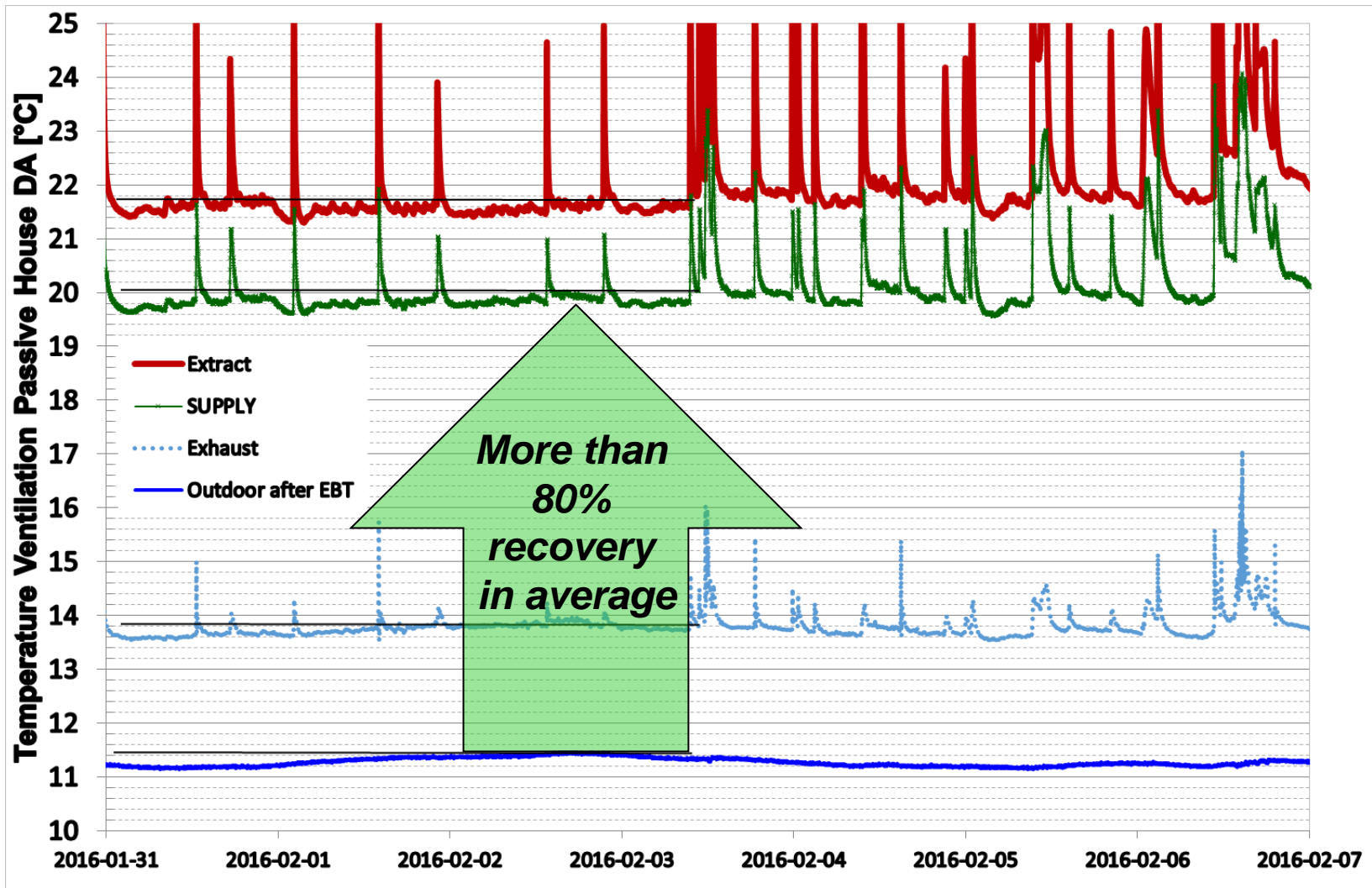
*(almost) no CFU's in the fresh/supply-air*

*Indoor spore count: much less than outdoor*

*filters: no spores detected*

**Excellent indoor air quality IAQ**  
**... after 25 yrs no degradation**

# Effizienz Lüftung: Dauermessung Frisch-/Zu-/Ab- und Fortluft; WBG > 80%



# Zustand WR-Gerät und -Anlage

1) stabil 2) dicht 3) sauber 4) ...nochmal 25 a 5) Ventilator 20 a

**The system is:**


**1) undamaged: where is no special strain on any part except the ventilators**

**2) airtight**

**3) clean; also ducts are clean and undamaged**

**... all will last another 25 yrs. (LCC 50 a)**

**Except: The ventilators will have to be exchanged every 20 yrs.**



**More than  
80%  
recovery  
in average**