

# **Thermische Gebäude- und Anlagensimulation**

## **Aktueller Stand der Untersuchungen**

**Dr.-Ing. Thomas Hartmann**  
**Dr.-Ing. Clemens Felsmann**



**Institut für Technische  
Gebäudeausrüstung Dresden**  
Forschung und Anwendung GmbH

# Gliederung

1. Aufgabenstellung
2. Werkzeuge Simulation
3. Randbedingungen Simulation
4. Ausgewählte Ergebnisse
5. Fazit / Ausblick

# Aufgabenstellung

- Bewertung der energetischen Effizienz der Schulsanierung Olbersdorf auf Basis von Simulationsrechnungen
- Optimierung der Sanierung durch Variantenuntersuchungen
  - zweckmäßige Bemessung der Anlagenkomponenten
  - Festlegung einer energetisch effizienten Regelstrategie
  - Optimierung des Anlagenbetriebs
- Sommerliche und winterliche Verhältnisse unter besonderer Berücksichtigung von
  - Lüftungskonzept und Heizungsanlage
  - Verschattung und Tageslichtlenkung
  - hochwärmedämmender Außenfassade
  - Nutzung

# Werkzeuge Simulation

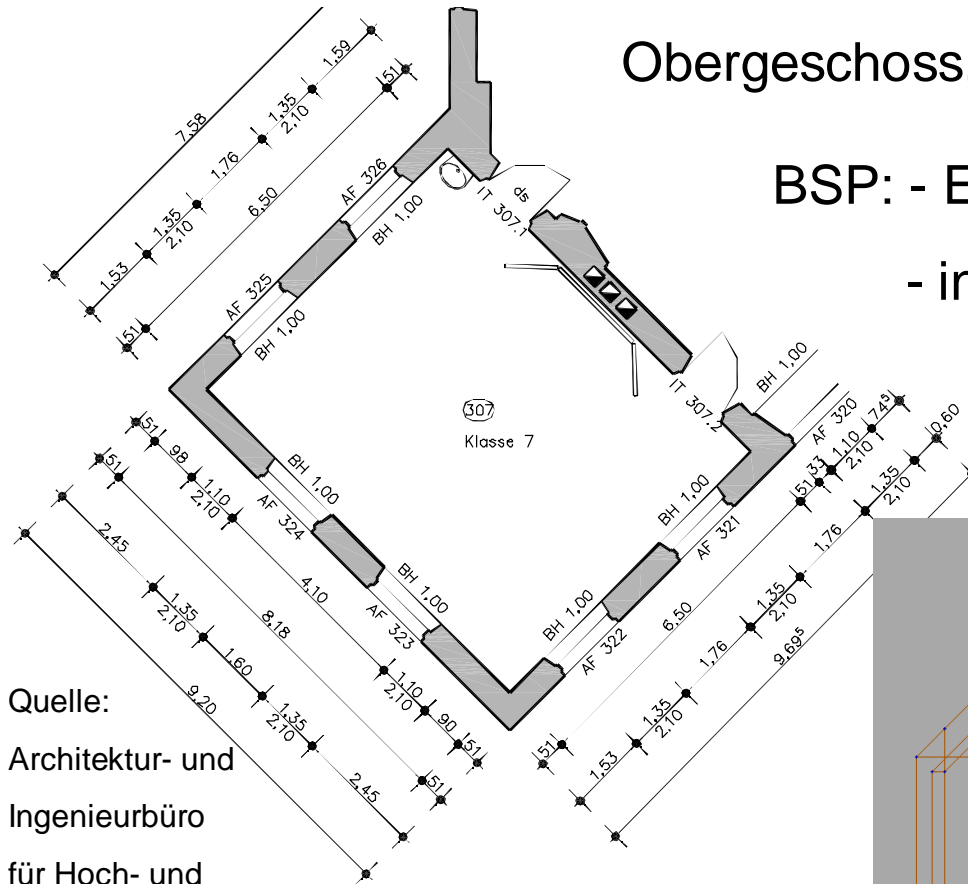
- spezielle TRNSYS-Umgebung  
(validierter Forschungscode)
- geometrisches Raummodell
- dynamische Bilanzierung der Solarstrahlung  
(in Abhängigkeit vom Sonnenstand)
- Berücksichtigung zusätzlicher Funktionalitäten
  - Zuluftfenster
  - Grenzschichtströmung
  - PCM
  - elektrochrome Verglasung
  - Lichtschacht
  - ...

# Randbedingungen Simulation - Gebäude

- Ausgewählte Räume (Eckraum Obergeschoss, Standardraum Obergeschoss, Standardraum Dachgeschoss)

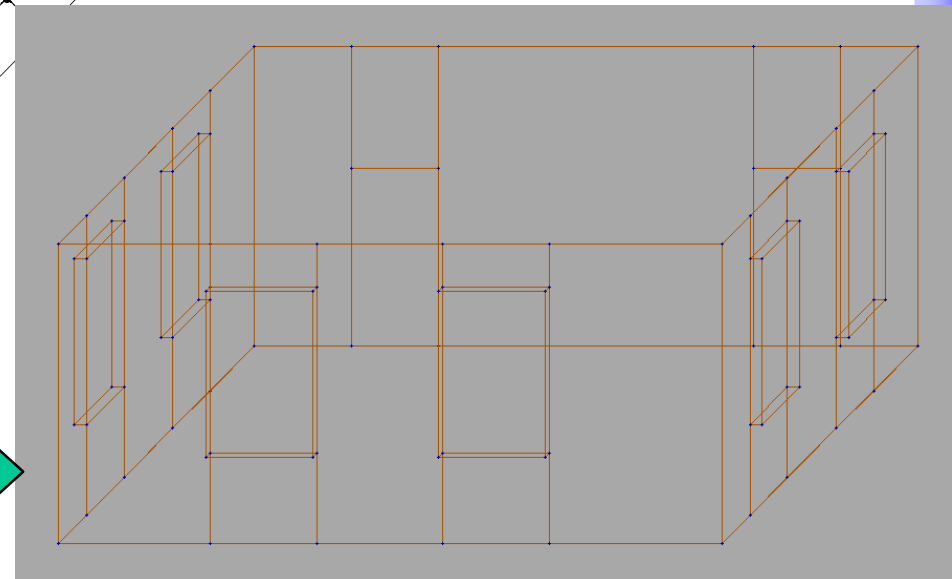
BSP: - Eckraum

- in 2 Ausrichtungen (WNO ; SWN)



Quelle:  
Architektur- und  
Ingenieurbüro  
für Hoch- und  
Tiefbau Zittau GmbH

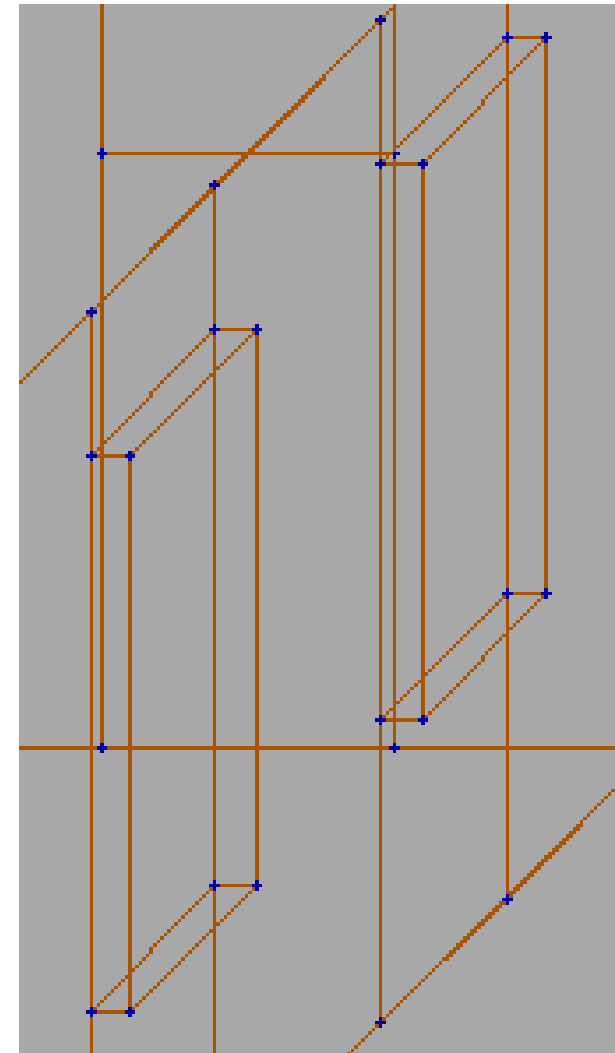
3-D Modell



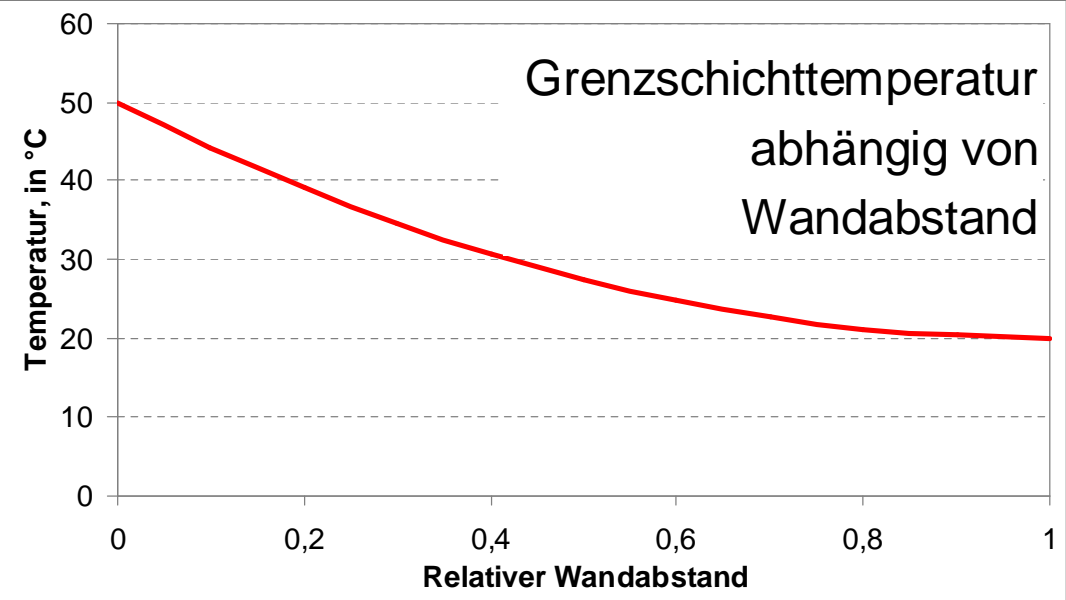
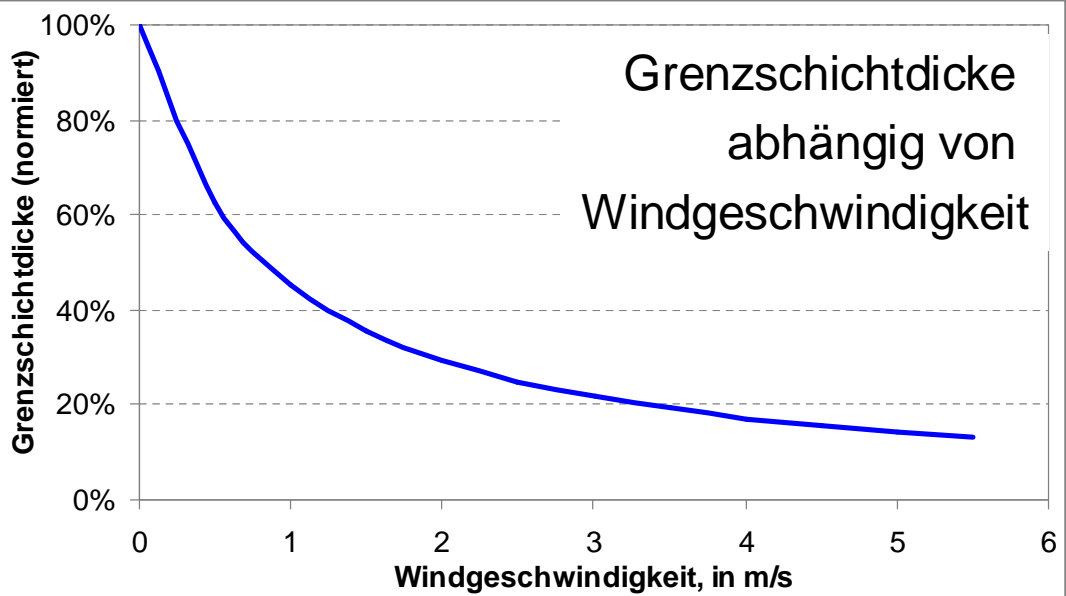
## Randbedingungen Simulation - Zuluftfenster

- Zuluft aus Fassadengrenzschicht
- Zuluft gleichmäßig über alle Fenster
- Temperaturerhöhung der Zuluft im Zwischenraum
- Elektrochrome Verglasung und Lichtlenkeinrichtungen

- **jedes Fenster als separate thermische Zone modelliert**
- **Nachweis der thermischen Auswirkungen (Sommer & Winter)**

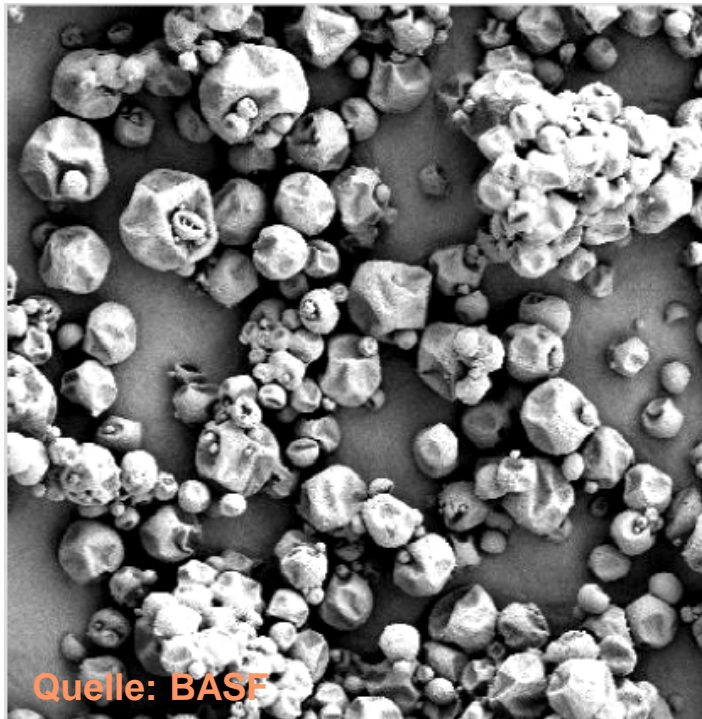


# Randbedingungen Simulation - Fassadengrenzschicht

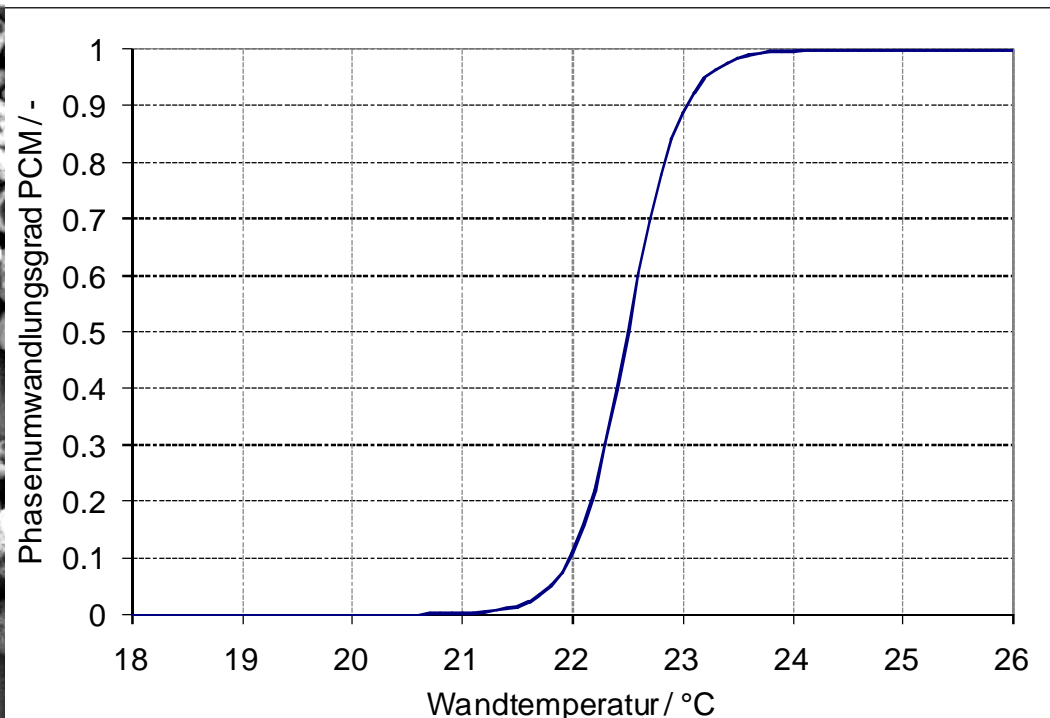


# Randbedingungen Simulation - PCM

- Verbesserung Wärmeschutz / Wärmespeicherung
  - Kastenfenster mit 2x Wärmeschutzverglasung  $U_{FE}: 1,5 \rightarrow 1,5 + 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Außenwandwärmedämmung mit VIP und PU  $U_{AW}: 1,36 \rightarrow 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Deckenwärmedämmung (DG)  $U_{DE}: 0,34 \rightarrow 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Innenwandspeicherung mit PCM (DG)  $U_{IW}: 1,72 \rightarrow 1,69 \text{ W/m}^2\text{K}$



Quelle: BASF





## Randbedingungen Simulation - Nutzung

- Unterricht Mo – Fr (7:30 - 16:00 Uhr)
- Anwesenheit
  - in Unterrichtsstunden (45 Minuten): 17 Pers./Klassenzimmer
  - in Pausen (10 bis 25 Minuten): keine Personen
- Ferienzeiten 20. Juli - 20. August und 23. Dezember - 02. Januar
- Solltemperatur (operativ): 20°C
- Personen (temperaturabhängig nach VDI 2078) und Kunstlicht (aus Beleuchtungskonzept) als innere Wärmequellen
- Fenster durchgehend geschlossen

## Randbedingungen Simulation - Anlagentechnik

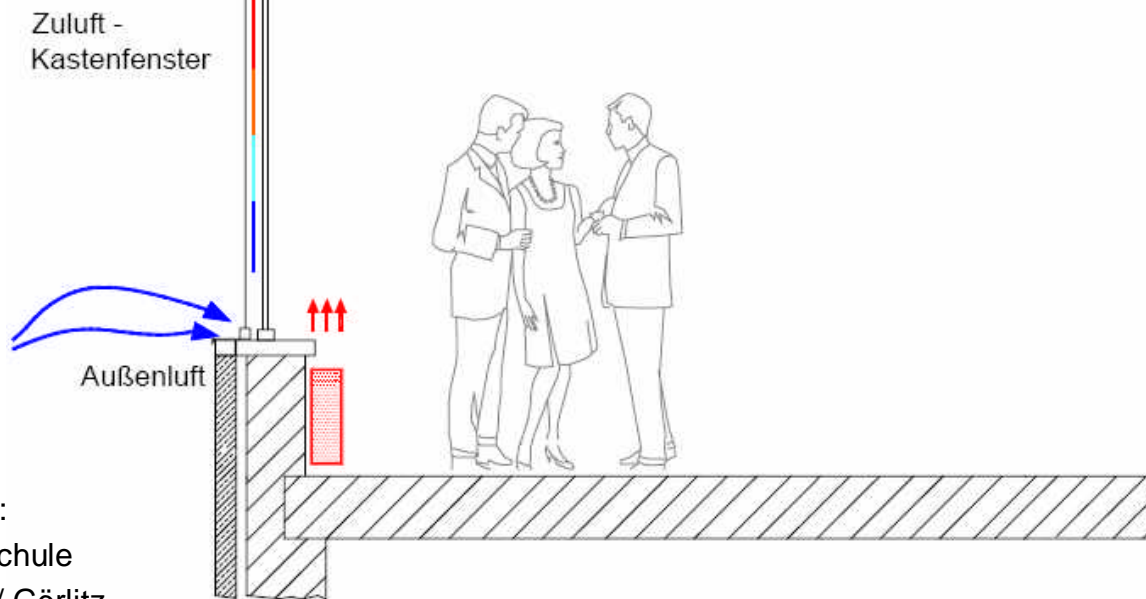
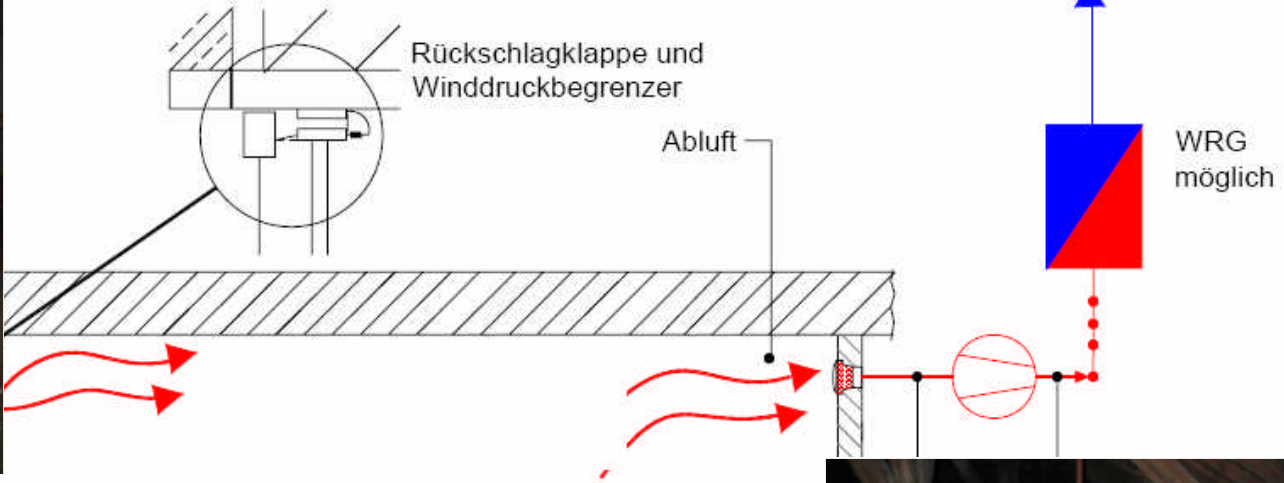
### ➤ Heizung

- in Klassenzimmern freie Heizflächen unter den Fenstern
- Dimensionierung nach Systemtemperaturen und Regelstrategie (Leistungsreserve für Schnellaufheizung?)

### ➤ Lüftung

- bedarfsgeführte Abluftanlage (maximal 300 m<sup>3</sup>/h je Klassenzimmer)
- mögliche Führungsgrößen: Raumluftfeuchte, CO<sub>2</sub>-Konzentration, Außenlufttemperatur, Zeit)
- an Schultagen Sommerbetrieb ganztägig (Nachtlüftung) und Winterbetrieb 6:30 - 17:00 Uhr (Energieeffizienz)
- Zuluftführung mit Kastenfenstern über Fassade
- Abluftführung mit vorhandenen Schächten zum Dachboden

# Randbedingungen Simulation - Anlagentechnik



Quelle:  
Hochschule  
Zittau / Görlitz

## Randbedingungen Simulation - Beleuchtung

- Reduzierung der solaren Wärmelasten durch
  - Innenfenster Normalglas
  - Außenfenster Oberlicht (ca. 1/3) Normalglas ( $\tau_{\text{vis}}=0,67$ )
  - Außenfenster unten (ca. 2/3) elektrochrome Verglasung ( $\tau_{\text{vis}}=0,48/0,12$ )
- Verbesserung der Tageslichtnutzung durch
  - Lichtlenklamellen
  - Lichtschächte

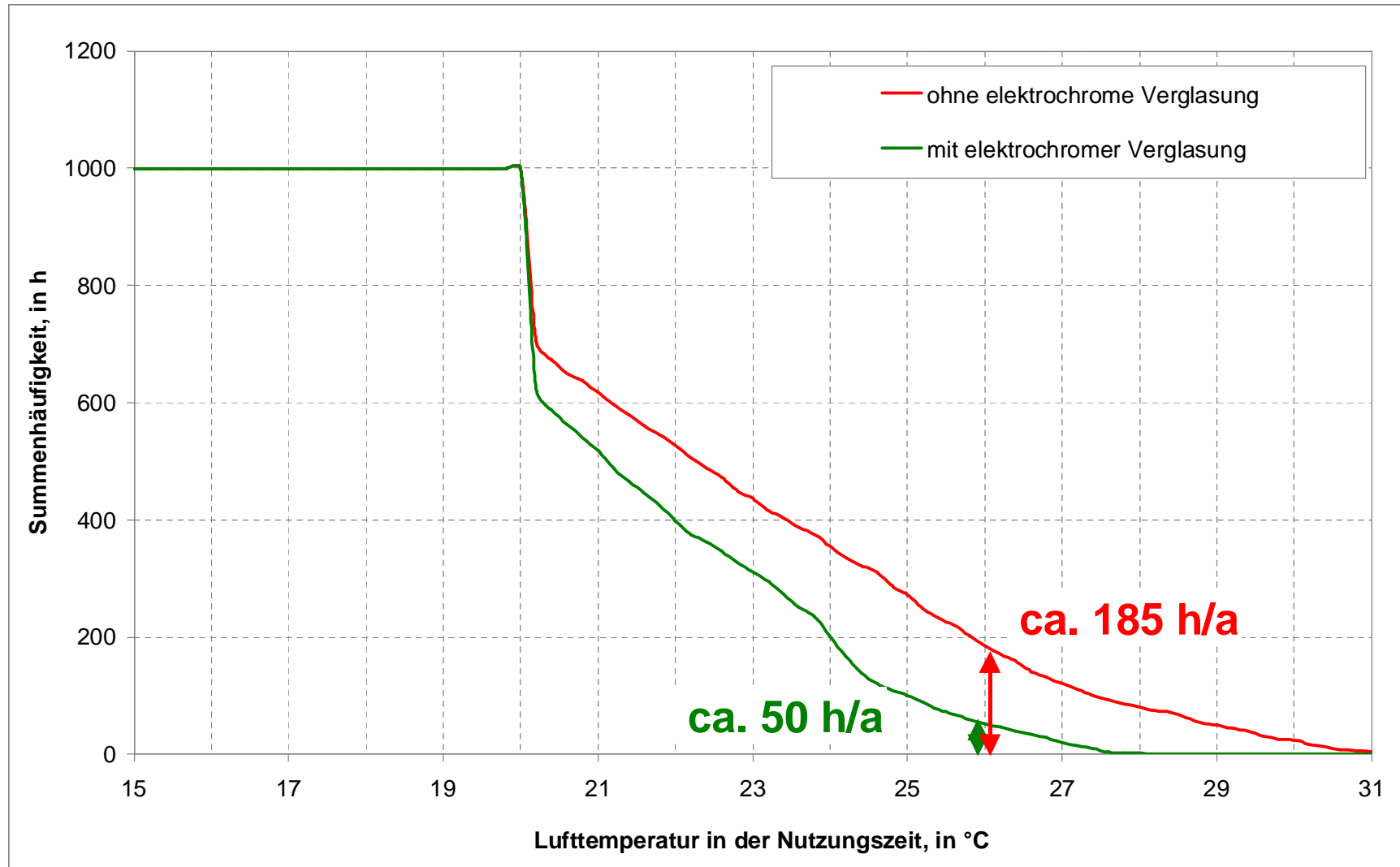
- Grenzwerte der Globalstrahlung für Ein-/Ausschalten Kunstlicht

Raum	Fenster Normalglas	Fenster elektrochrom	
		hell	dunkel
307 / 317	89 W/m <sup>2</sup>	109 W/m <sup>2</sup>	187 W/m <sup>2</sup>
309	265 W/m <sup>2</sup>	366 W/m <sup>2</sup>	1248 W/m <sup>2</sup>
404	509 W/m <sup>2</sup>	654 W/m <sup>2</sup>	1165 W/m <sup>2</sup>

- Kunstlicht mit Wärmelast 10 W/m<sup>2</sup>

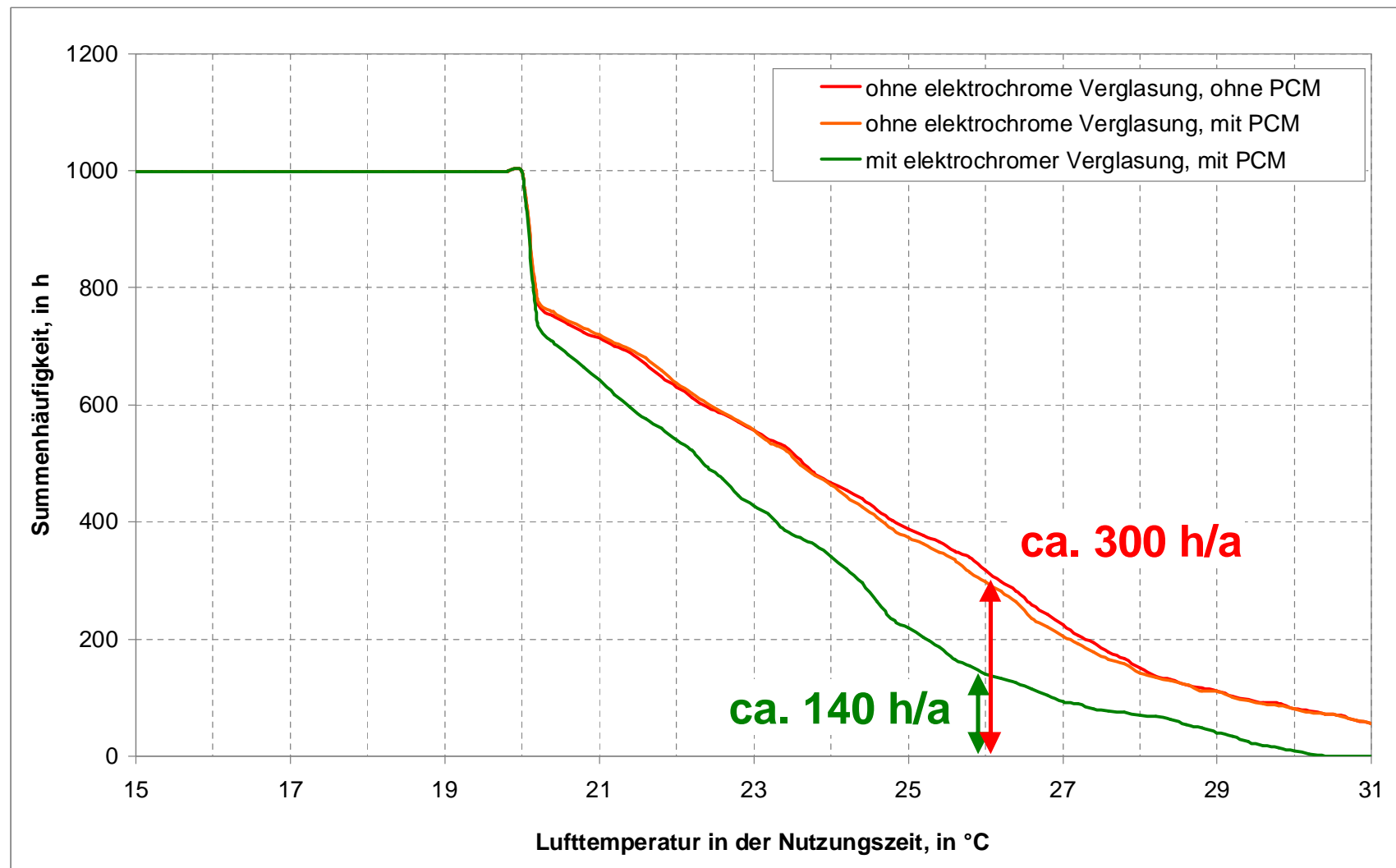
# Ausgewählte Ergebnisse - Sommerbetrieb

## ➤ Raumlufthtemperaturen im Obergeschoss (Raum 317)



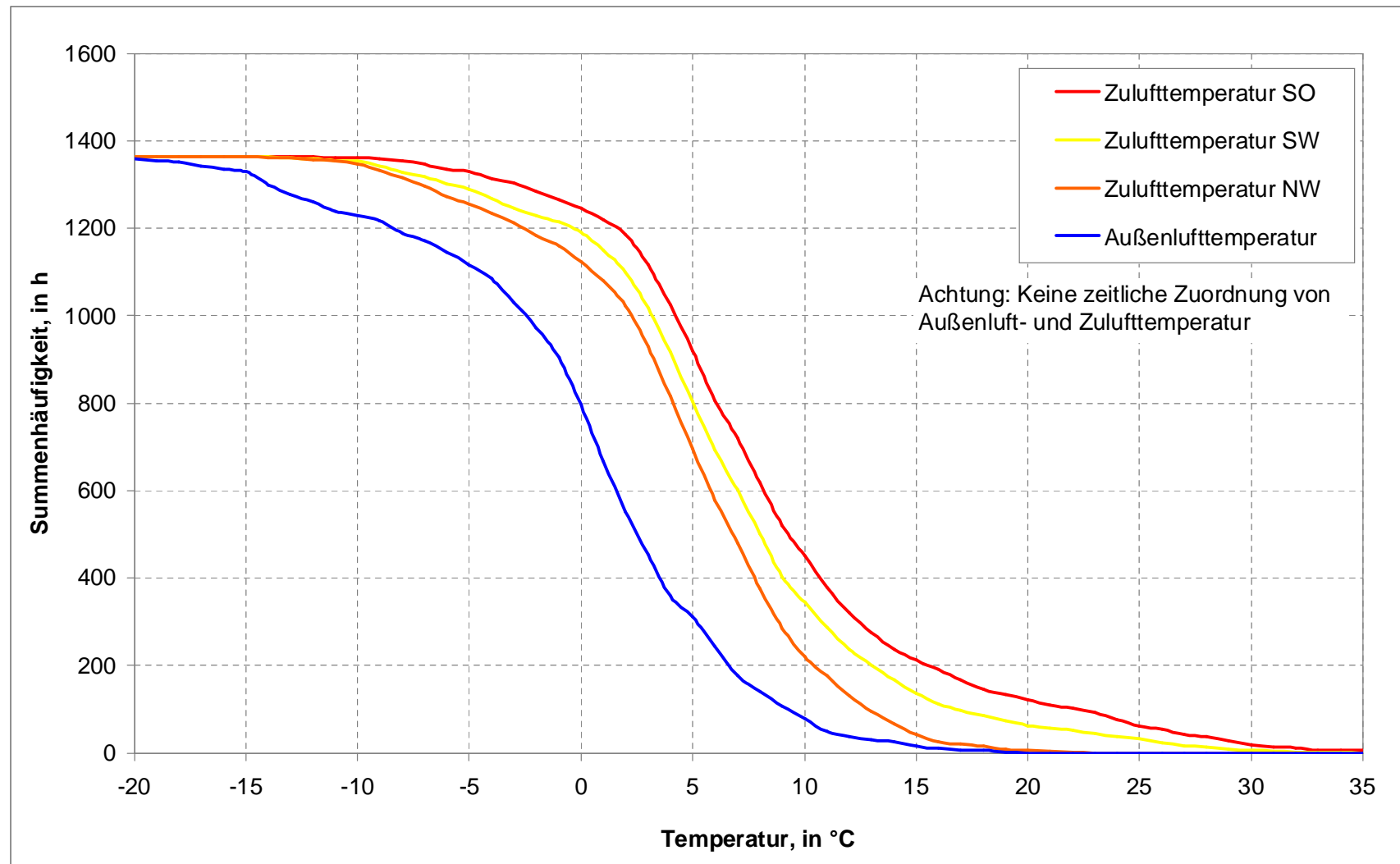
# Ausgewählte Ergebnisse - Sommerbetrieb

## ➤ Raumlufthtemperaturen im Dachgeschoss (Raum 404)



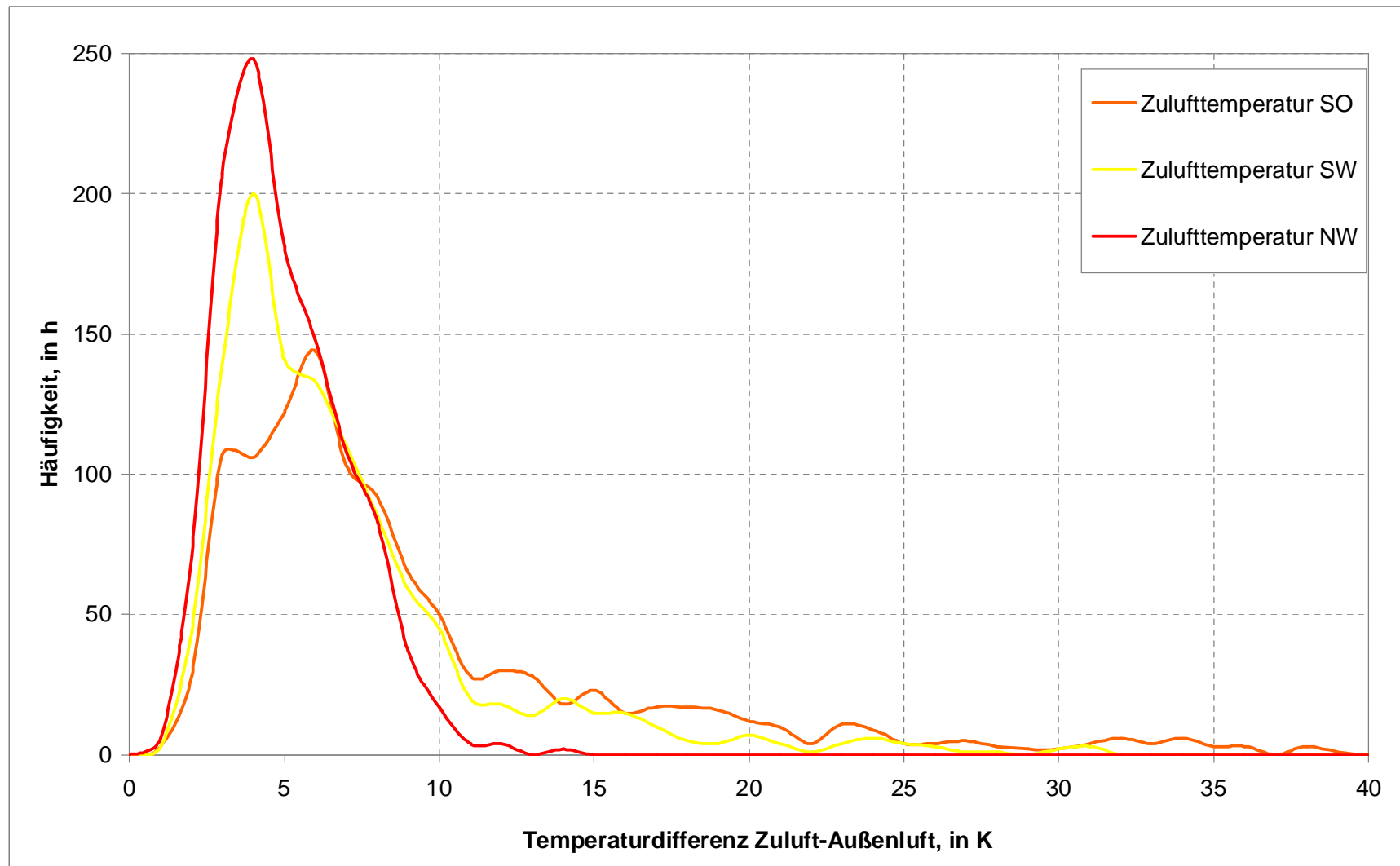
# Ausgewählte Ergebnisse - Winterbetrieb

## ➤ Zulufttemperaturen im Obergeschoss (Raum 317)



# Ausgewählte Ergebnisse - Winterbetrieb

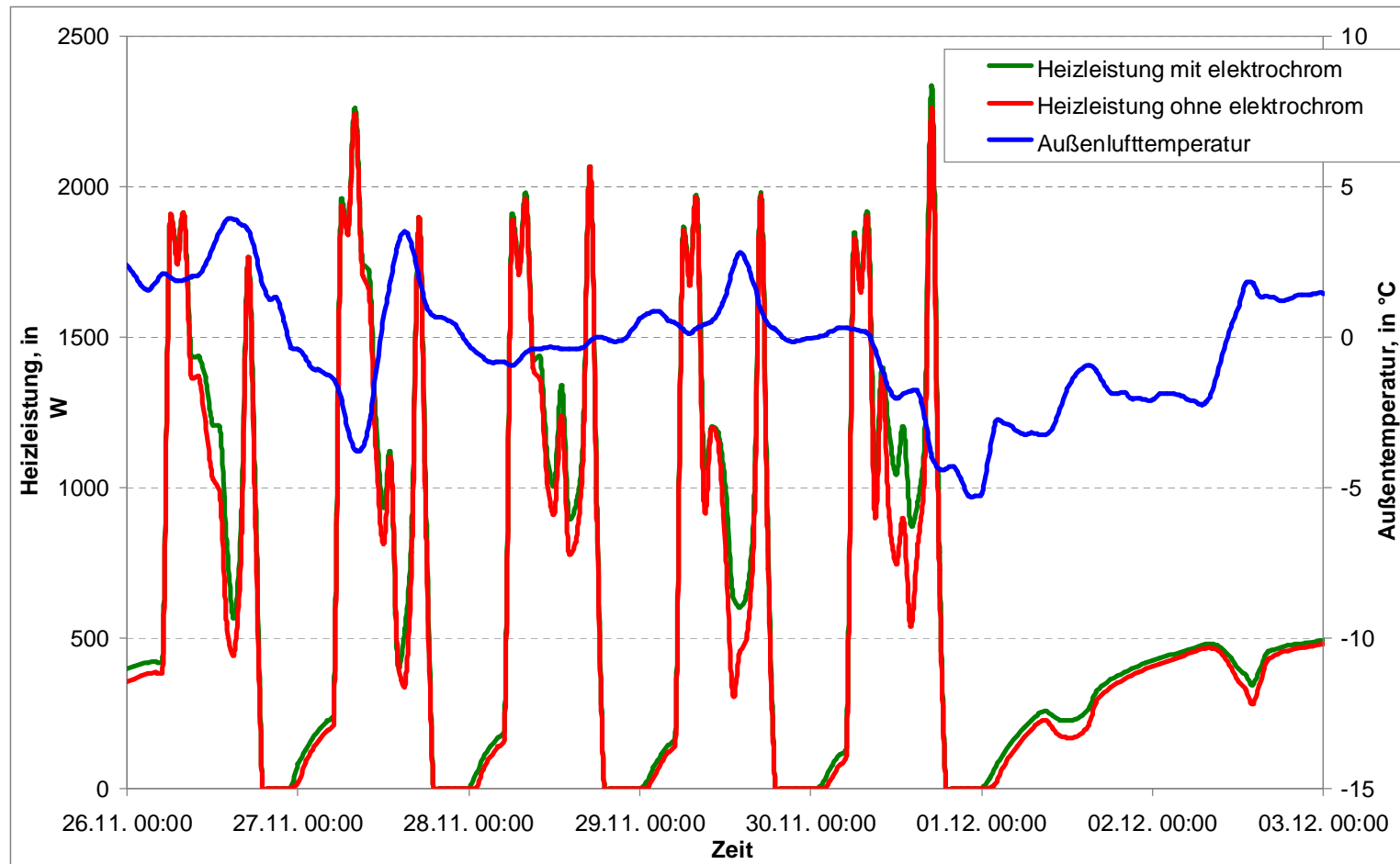
## ➤ Temperaturdifferenz Zuluftfenster im Obergeschoss (Raum 317)





# Ausgewählte Ergebnisse - Winterbetrieb

- Heizlast und Heizwärmebedarf im Obergeschoss (Raum 317)



## Fazit / Ausblick

1. Elektrochrome Verglasung reduziert sommerliche Überschreitungshäufigkeit hoher Raumlufttemperaturen deutlich (trotz erhöhten Kunstlichtbedarfs). Empfehlenswert ist Kombination mit Nachtlüftung.
2. Passive Nutzung von PCM mit kleinen Speichermassen führt zu vergleichsweise geringen Effekten, Verbesserung durch aktive Nutzung (z. B. Kapillarrohrmatten in Kombination mit Wärmesenke Erdreich oder Wasser) möglich.
3. Zuluftfenster (Fassadengrenzschicht beachten!) reduzieren Lüftungswärmeverluste durch Luftvorwärmung in der Heizperiode (überwiegend  $\Delta\theta$  ca. 5K)
4. Weitere Untersuchungen zu
  - energetischen Effekten (elektrochrom, PCM, Zuluftfenster, ...)
  - optimierten Betrieb Lüftung (Nachtlüftung, Nichtnutzungszeiten, ...)
  - Heizung (Aufheizreserve, Systemtemperaturen, ...)
  - Beleuchtung (elektrochrom, Tageslichtnutzung, ...)