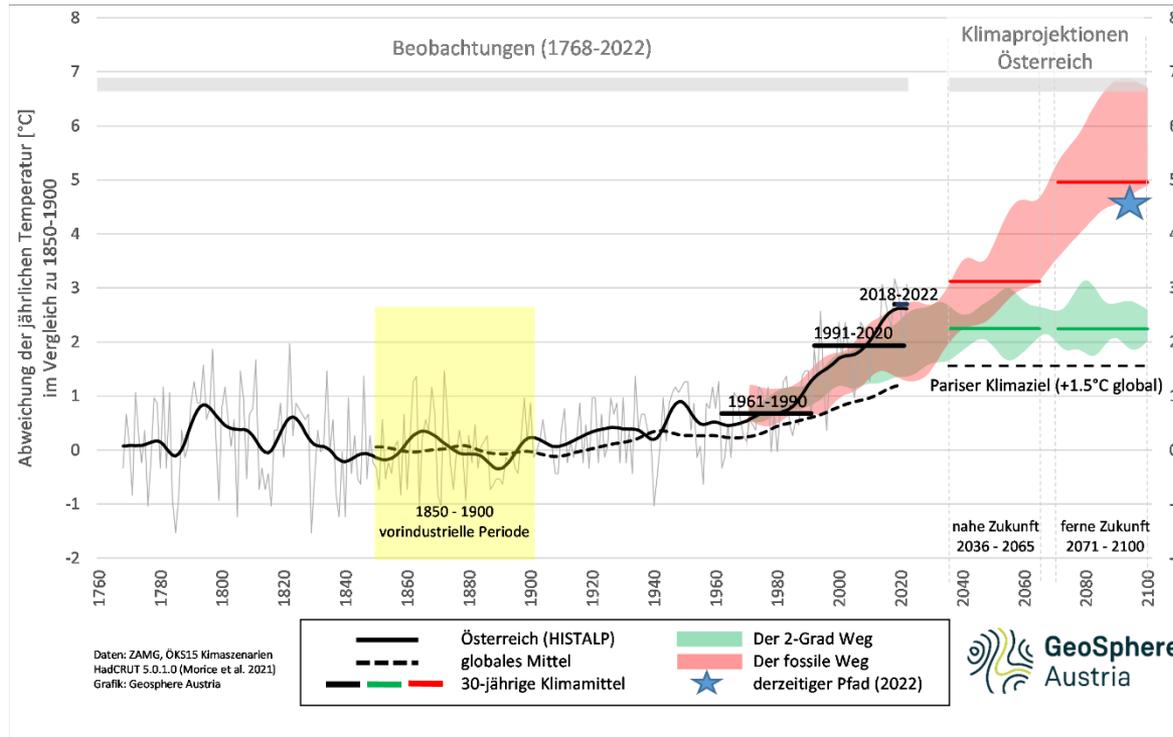


# Kühlung im Wohnbau

Vergleich verschiedener Wärmesenken und  
Abgabesysteme

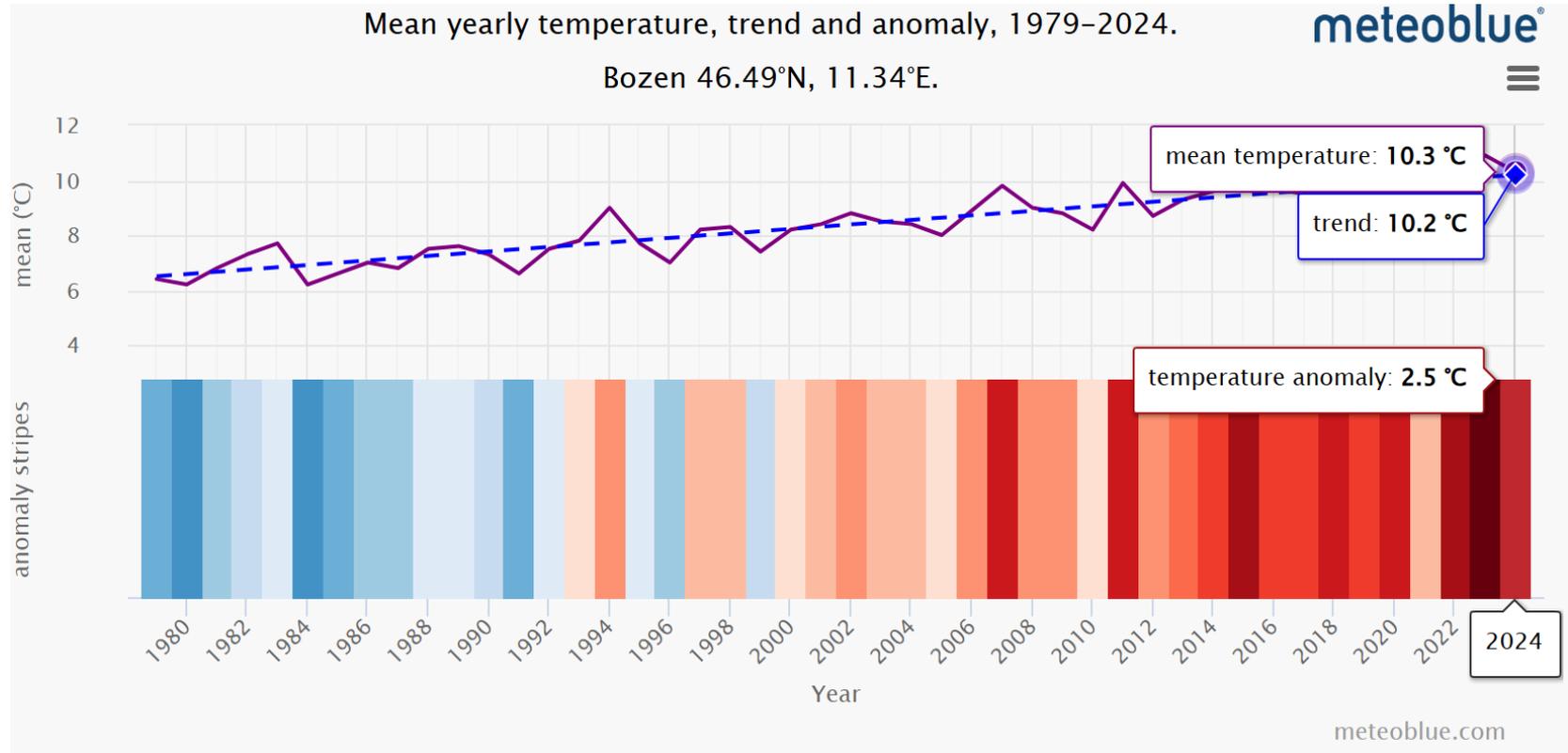
Daniel Heidenthaler | FH Salzburg

# Motivation



Quelle: Geosphere Austria

# Motivation



# Simulationsstudie Kühlung



Referenzgebäude: Mehrfamilienhaus gekoppelte Bauweise aus „OIB 6 Kostenoptimalität“

- Gebäude:
  - 3 Stockwerke
  - Geometrie: 14,84 m x 10,00 m
  - Bauweise: gekuppelt
  - U-Werte: Wand 0,16 W/m<sup>2</sup>K; Dach 0,14 W/m<sup>2</sup>K; Boden: 0,16 W/m<sup>2</sup>K
- Regelung:
  - Lufttemperatur
- Innere Lasten:
  - Personen: 28,3 m<sup>2</sup>/P; IDA ICE Personenmodell; Zeitprofil nach EN 16798-1
  - Geräte: 3 W/m<sup>2</sup>; Zeitprofil nach EN 16798-1
- Simulationszeitraum:
  - 01.05 – 01.10.

# Simulationsstudie Varianten



- Bauweise
  - Leichte Bauweise (Außenwände: Holzriegel, Decken: Holztram)
  - Schwere Bauweise (Außenwände: Hochlochziegel, Decken: Stahlbeton)

Bauteil	U-Wert [W/m²K]	Bauteilstärke [cm]	Material	Schichtstärke [cm]
Bodenplatte	0,16	54,00	Parkett	2,00
			Estrich	6,00
			TSD	2,00
			Schüttung	4,00
			Stahlbeton	20,00
			XPS	20,00
Außenwand Ziegel	0,16	39,80	Normalputzmörtel	1,50
			Ziegel	20,00
			EPS-F	17,3 *
			Edelputzmörtel	1,00
Außenwand Holzriegel	0,16	29,45	Gipskartonplatte	1,25
			Gipskartonplatte	1,25
			Holzriegel bzw. MW	18,00
			OSB	2,50
			EPS-F	5,45 *
			Außenputz	1,00
Oberste Geschoßdecke Stahlbeton	0,14	48,55	XPS	29,55 *
			Stahlbeton	18,00
			Normalputzmörtel	1,00
Oberste Geschoßdecke Holztram	0,14	34,08	XPS	10,08 *
			OSB	2,50
			MW	18,00
			OSB	2,50
			Normalputzmörtel	1,00

\*Die angegebenen Schichtstärken der Dämmung wurden so gewählt, dass der vorgegebene U-Wert eingehalten wurde.

# Simulationsstudie Varianten



- Bauweise
  - Leichte Bauweise (Außenwände: Holzriegel, Decken: Holztram)
  - Schwere Bauweise (Außenwände: Hochlochziegel, Decken: Stahlbeton)
- Soll-Innentemperatur
  - 22°C
  - 24°C
  - 26°C

# Simulationsstudie Varianten



- Bauweise
  - Leichte Bauweise (Außenwände: Holzriegel, Decken: Holztram)
  - Schwere Bauweise (Außenwände: Hochlochziegel, Decken: Stahlbeton)
- Soll-Innentemperatur
  - 22°C
  - 24°C
  - 26°C
- Klimadaten (Salzburg)
  - IWEC2 Typisches Jahr (1999-2011)
  - RCP 4.5 2050 (moderate Entwicklung)
  - RCP 8.5 2050 (Worst-Case Szenario)

		1971-2000		2021-2050			
		Jahreswerte		RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)		RCP8.5 (business-as-usual)	
bis		4,8		+1,9		+2,1	
<b>Mittel</b>		<b>4,6</b>		<b>+1,3</b>		<b>+1,4</b>	
von		4,4		+0,9		+1,0	
		Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
bis		-2,9	12,8	+1,8	+2,3	+2,2	+2,5
<b>Mittel</b>		<b>-3,3</b>	<b>12,5</b>	<b>+1,5</b>	<b>+1,4</b>	<b>+1,5</b>	<b>+1,6</b>
von		-3,7	12,2	+0,8	+1,1	+0,8	+1,1

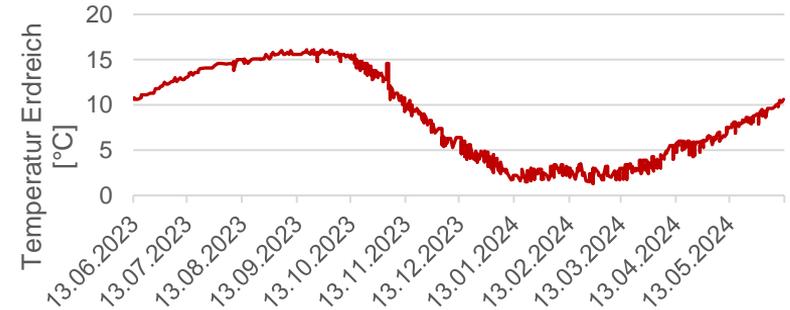
**Winter:** Dezember - Jänner - Februar / **Sommer:** Juni - Juli - August

Quelle: Klimaszenarien für das Bundesland Salzburg bis 2100, Hrsg. Land Salzburg

# Simulationsstudie Varianten



- Bauweise
  - Leichte Bauweise (Außenwände: Holzriegel, Decken: Holztram)
  - Schwere Bauweise (Außenwände: Hochlochziegel, Decken: Stahlbeton)
- Soll-Innentemperatur
  - 22°C
  - 24°C
  - 26°C
- Klimadaten (Salzburg)
  - IWE2 Typisches Jahr (1999-2011)
  - RCP 4.5 (2050)
  - RCP 8.5 (2050)
- Bereitstellungssystem
  - Passive Kühlung - Geothermie
  - Passive Kühlung - Grundwasser (passive Kühlung, konstante Temperatur: 12,6°C – gemessener Jahresmittelwert für Grundwasserkörper 100006 gemäß BML, 2023)
  - Luft/Wasser-Wärmepumpe zentral (aktive Kühlung)
  - Luft/Luft-Anlage dezentral (Split-Gerät mit integrierter Wärmepumpe)



Quelle: wplus, 2024

# Simulationsstudie Varianten



- Passive Maßnahmen:
  - Nachtlüftung (zwischen 06:00-07:30 & 20:30-22:00)
  - Außenliegende Verschattung
  - Nachtlüftung + außenliegende Verschattung
  - Keine passiven Maßnahmen (konstanter hygienischer Mindestluftwechsel  $0,38 \text{ h}^{-1}$ )

# Simulationsstudie Varianten



- Passive Maßnahmen:
  - Nachtlüftung
  - Außenliegende Verschattung
  - Nachtlüftung + außenliegende Verschattung
  - Keine passiven Maßnahmen (konstanter hygienischer Mindestluftwechsel  $0,38 \text{ h}^{-1}$ )
- Abgabesysteme:
  - Flächenkühlung: Bauteilaktivierung Decke
  - Flächenkühlung: Fußboden
  - Radiator
  - Fan-Coil
  - Lüftung (Split-Gerät)

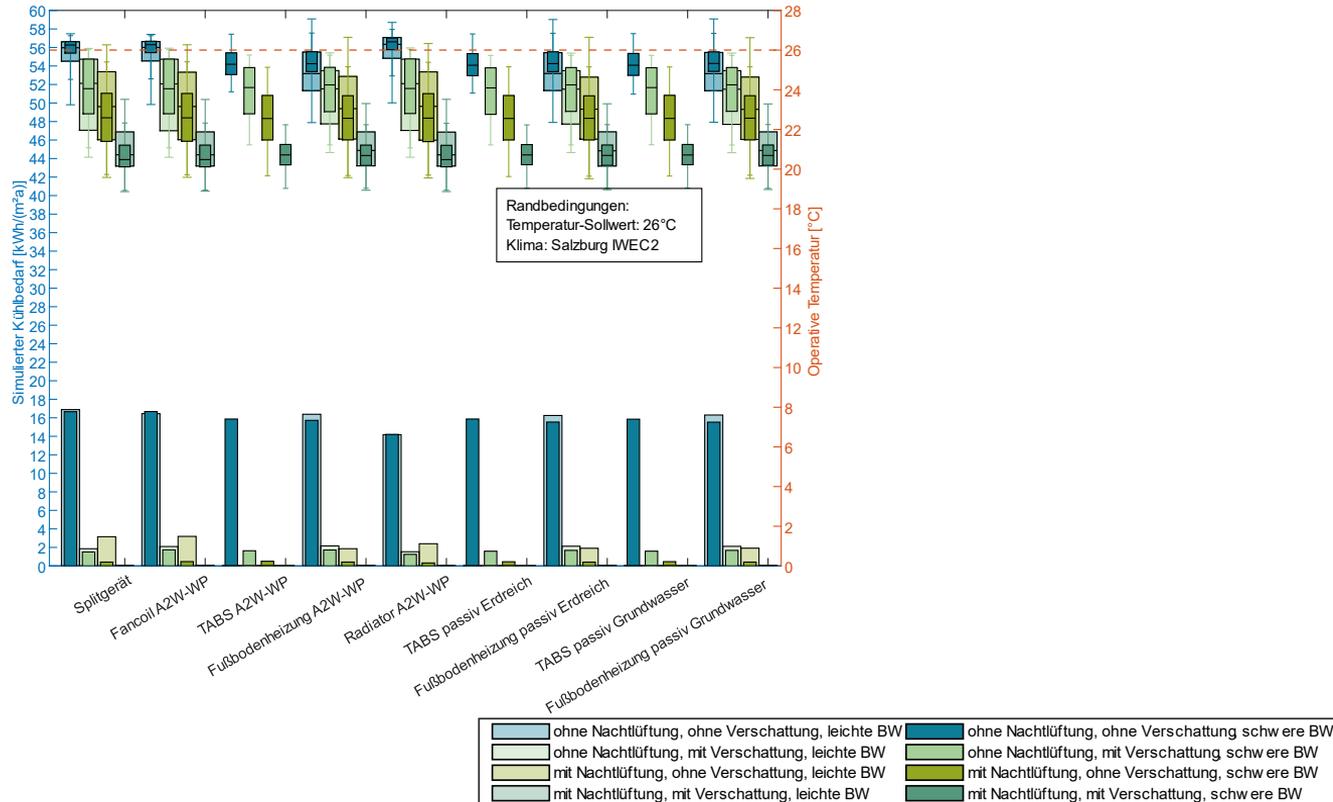
# Simulationsstudie Varianten



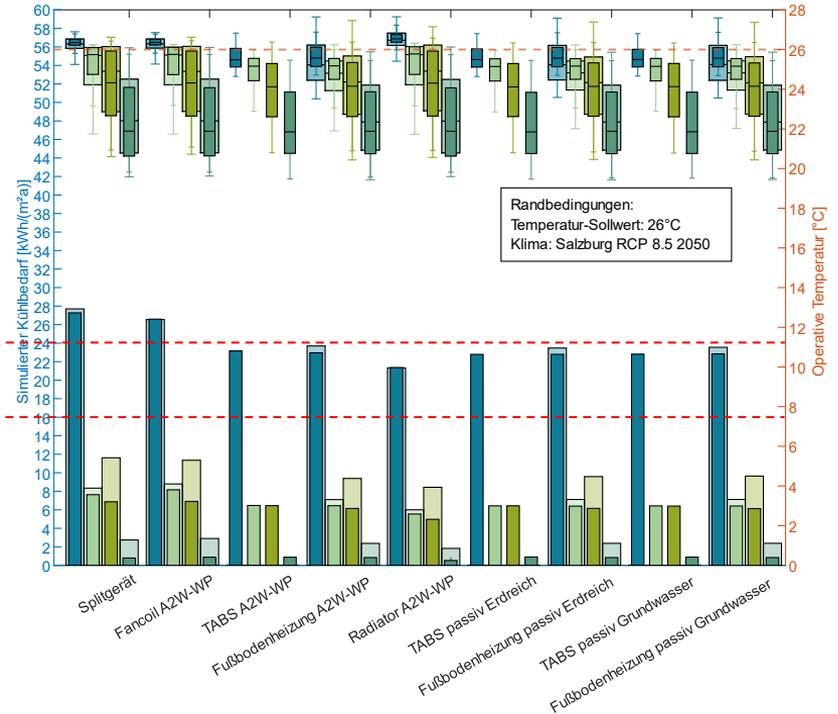
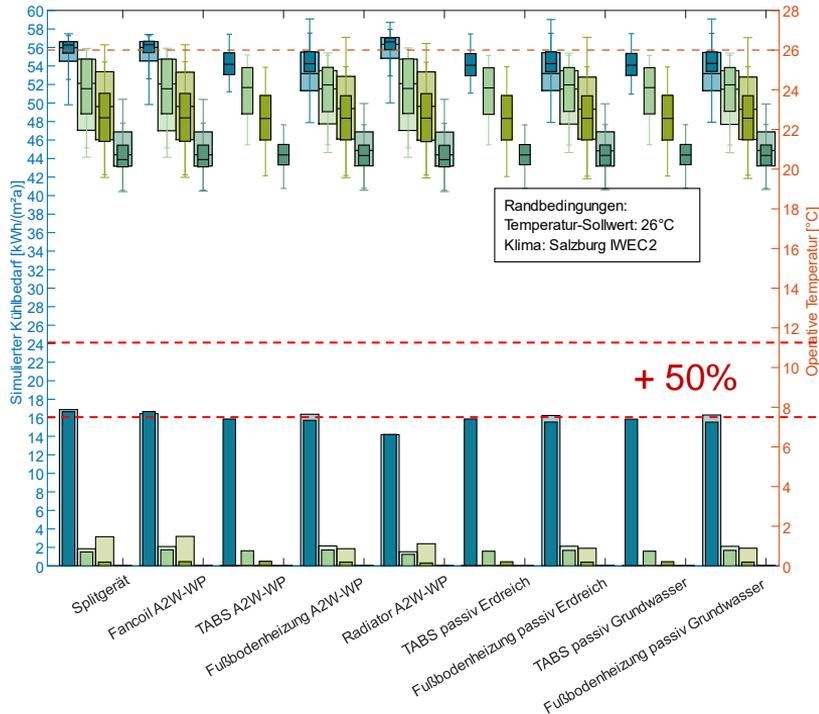
- Passive Maßnahmen:
  - Nachtlüftung
  - Außenliegende Verschattung
  - Nachtlüftung + außenliegende Verschattung
  - Keine passiven Maßnahmen (konstanter hygienischer Mindestluftwechsel  $0,38 \text{ h}^{-1}$ )
- Abgabesysteme:
  - Flächenkühlung: Bauteilaktivierung Decke
  - Flächenkühlung: Fußboden
  - Radiator
  - Fan-Coil
  - Lüftung (Split-Gerät)

 **540 Varianten**

# Ergebnisse - Kühlbedarf

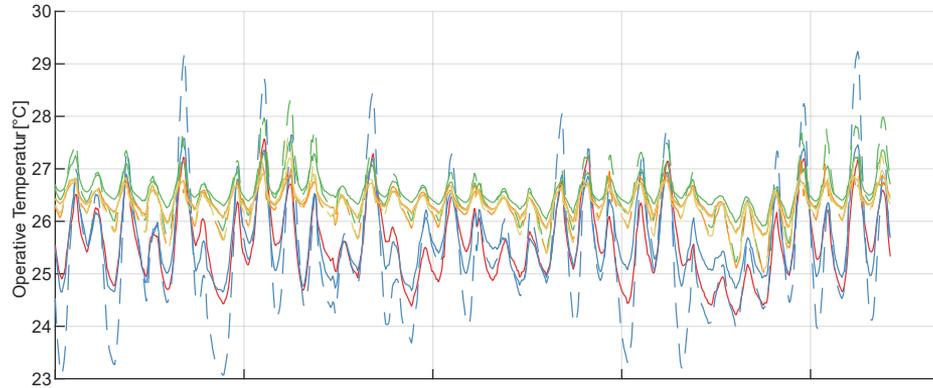


# Ergebnisse - Kühlbedarf



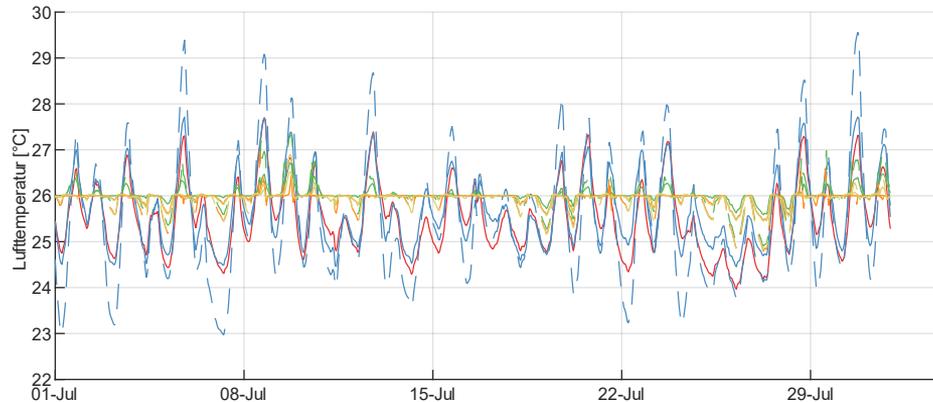
- |  |   |
|--|---|
| ohne Nachtlüftung, ohne Verschattung, leichte BW | ohne Nachtlüftung, ohne Verschattung schwere BW |
| ohne Nachtlüftung, mit Verschattung, leichte BW  | ohne Nachtlüftung, mit Verschattung schwere BW  |
| mit Nachtlüftung, ohne Verschattung, leichte BW  | mit Nachtlüftung, ohne Verschattung, schwere BW |
| mit Nachtlüftung, mit Verschattung, leichte BW   | mit Nachtlüftung, mit Verschattung, schwere BW  |

# Ergebnisse - Temperatur

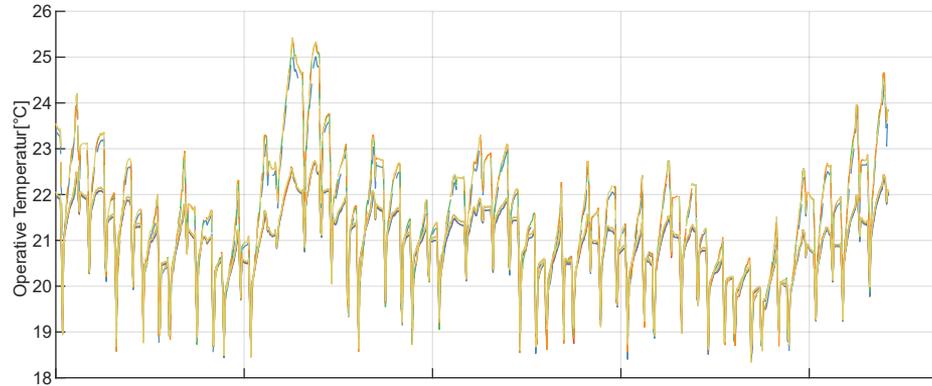


- Fancoil, schwere BW
- Splitgerät, schwere BW
- Radiator, schwere BW
- Fußbodenheizung, schwere BW
- TABS, schwere BW
- Fancoil, leichte BW
- Splitgerät, leichte BW
- Radiator, leichte BW
- Fußbodenheizung, leichte BW

Randbedingungen:  
Temperatur-Sollwert: 26°C  
Klima: Salzburg IVEC2  
Lüftung: keine Nachlüftung  
Verschattung: keine Verschattung

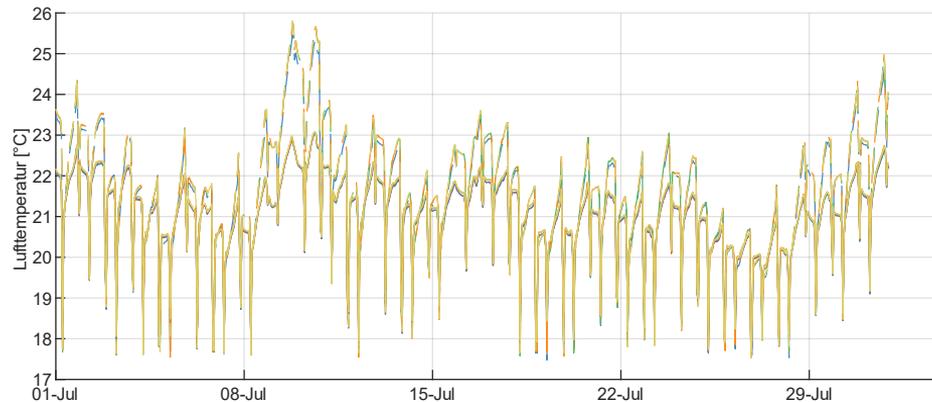


# Ergebnisse - Temperatur

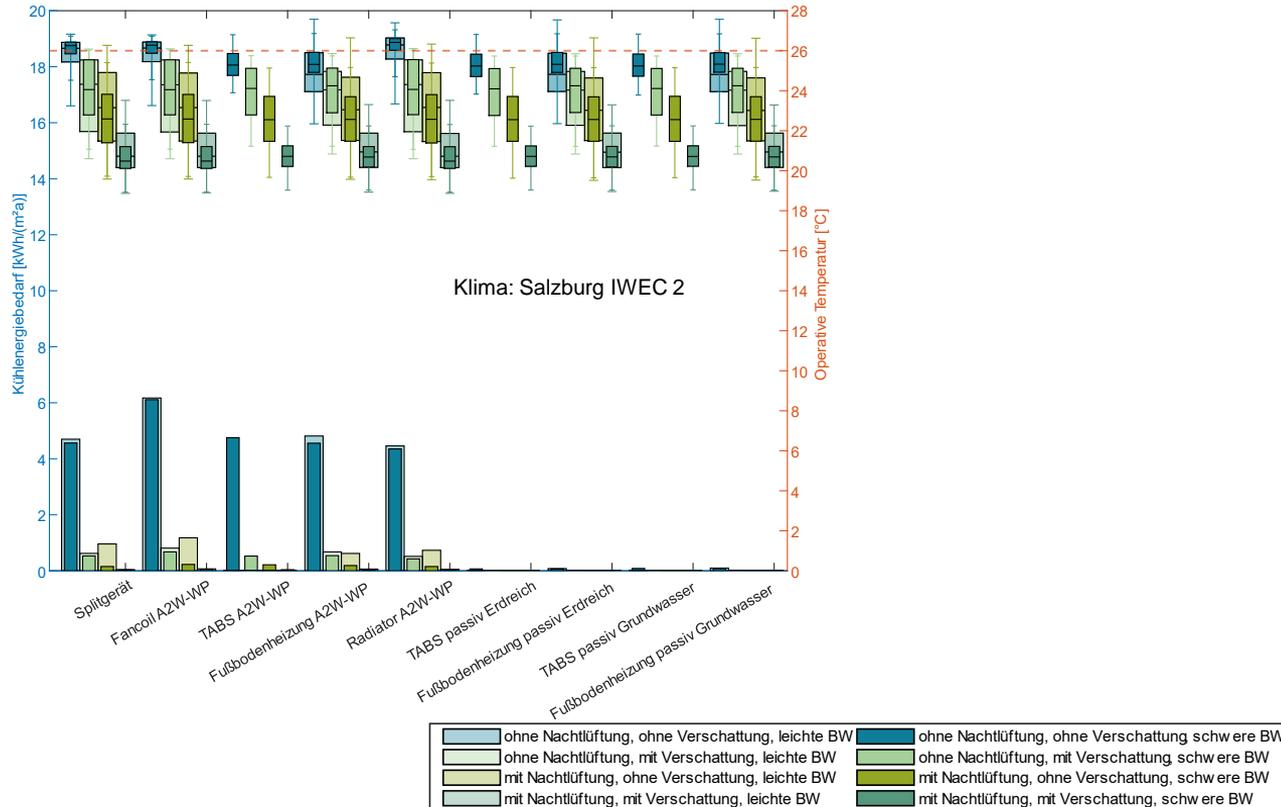


- Fancoil, schwere BW
- Splitgerät, schwere BW
- Radiator, schwere BW
- Fußbodenheizung, schwere BW
- TABS, schwere BW
- Fancoil, leichte BW
- Splitgerät, leichte BW
- Radiator, leichte BW
- Fußbodenheizung, leichte BW

Randbedingungen:  
Temperatur-Sollwert: 26°C  
Klima: Salzburg IWE C2  
Lüftung: mit Nachtlüftung  
Verschattung: mit Verschattung

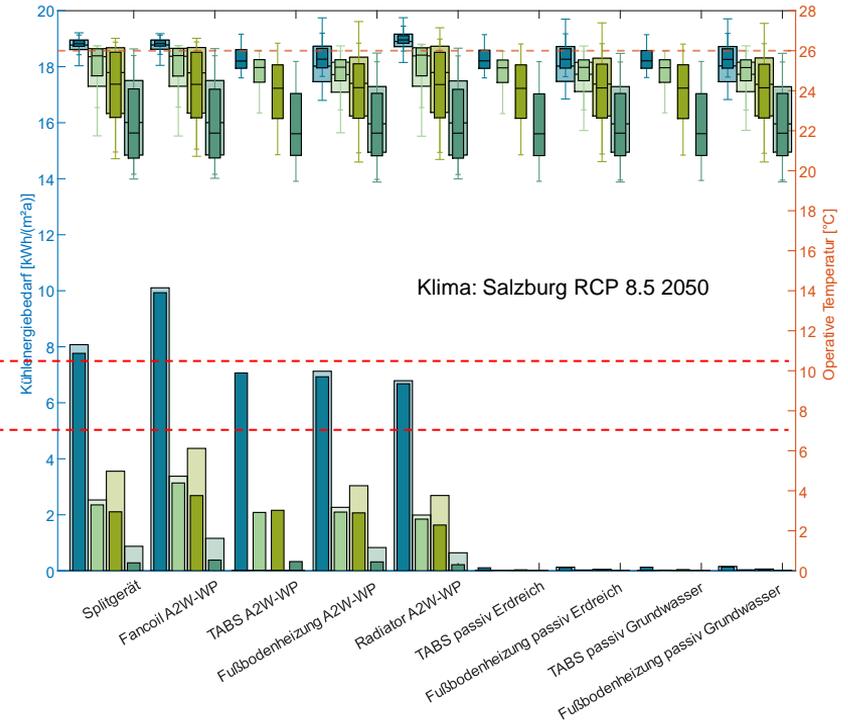
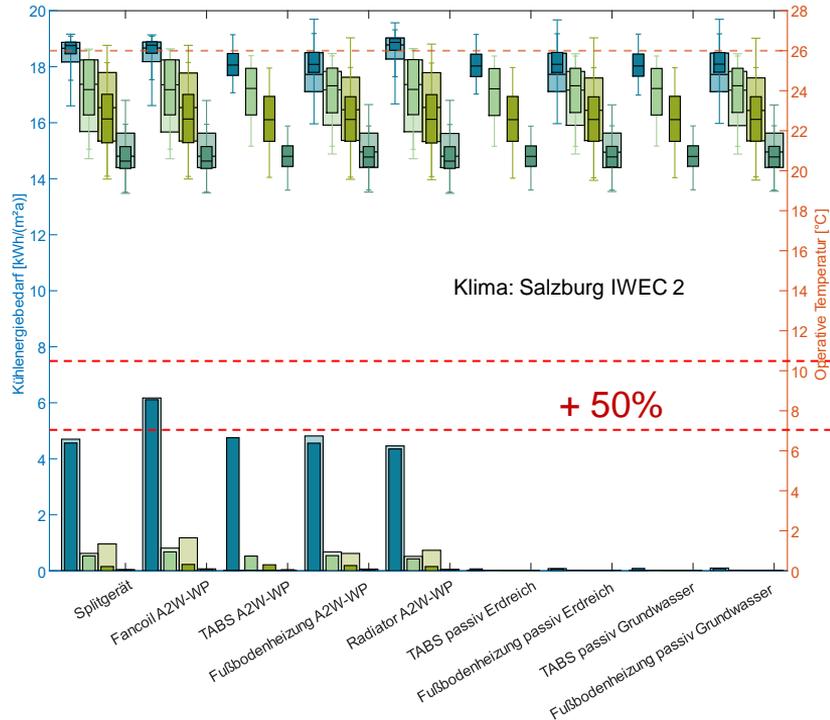


# Ergebnisse - Kühlenergiebedarf



Randbedingungen:  
Temperatur-Sollwert: 26°C

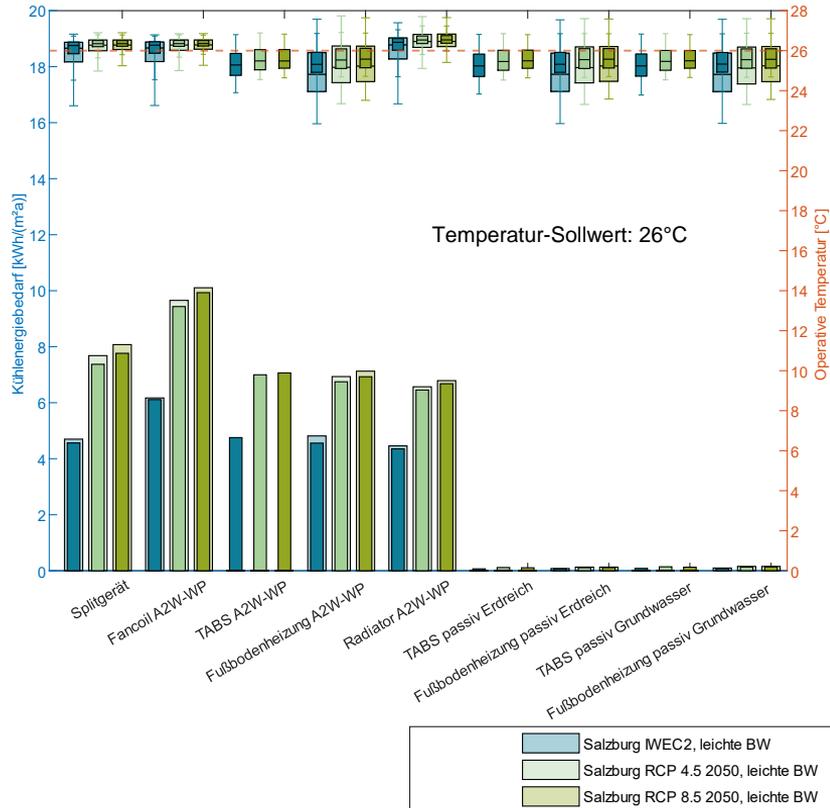
# Ergebnisse - Kühlenergiebedarf



ohne Nachtlüftung, ohne Verschattung, leichte BW	ohne Nachtlüftung, ohne Verschattung schwere BW
ohne Nachtlüftung, mit Verschattung, leichte BW	ohne Nachtlüftung, mit Verschattung schwere BW
mit Nachtlüftung, ohne Verschattung, leichte BW	mit Nachtlüftung, ohne Verschattung, schwere BW
mit Nachtlüftung, mit Verschattung, leichte BW	mit Nachtlüftung, mit Verschattung, schwere BW

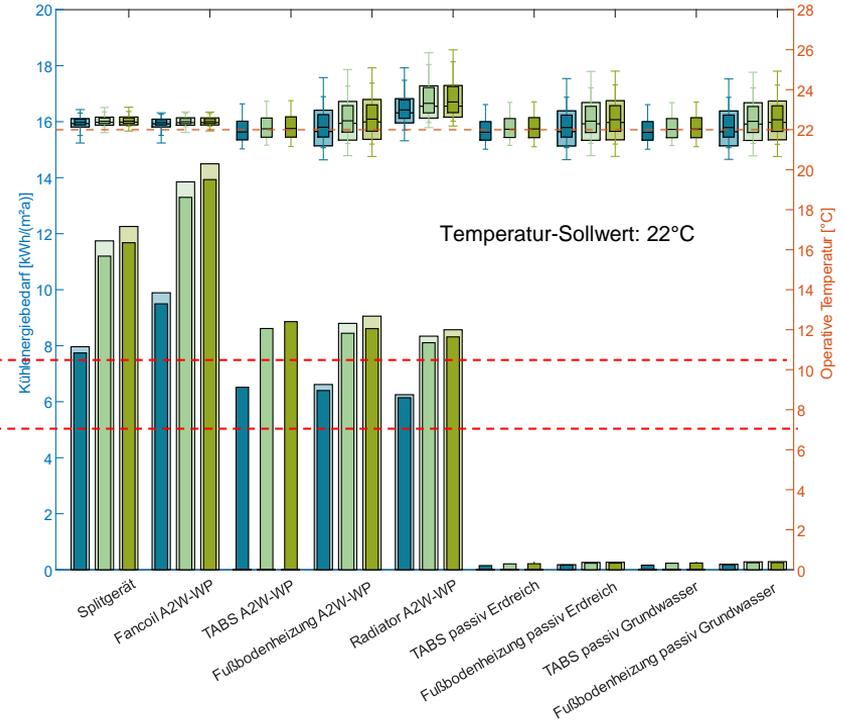
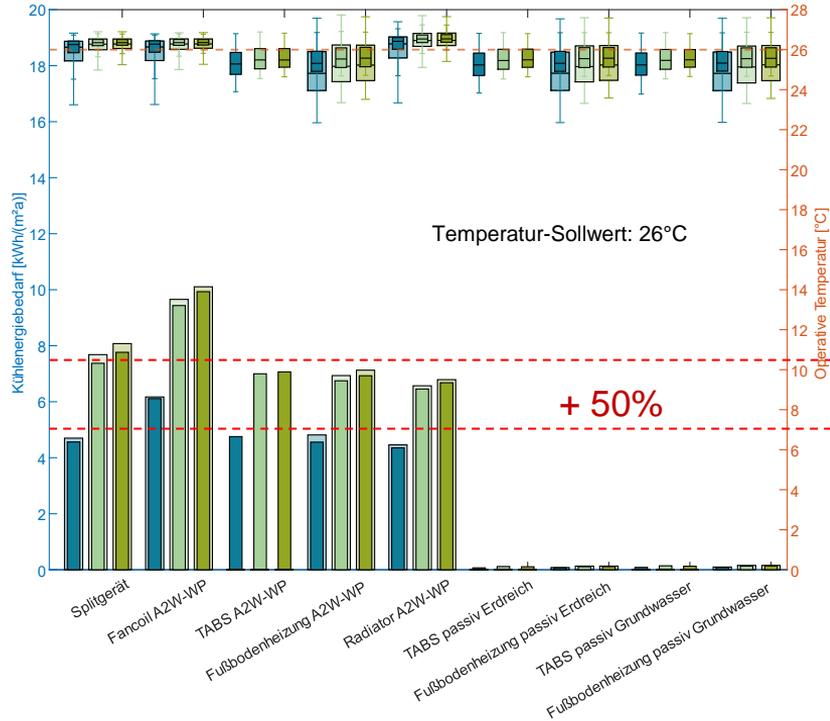
Randbedingungen:  
Temperatur-Sollwert: 26°C

# Ergebnisse - Kühlenergiebedarf



Randbedingungen:  
 Lüftung: keine Nachtlüftung  
 Verschattung: keine Verschattung

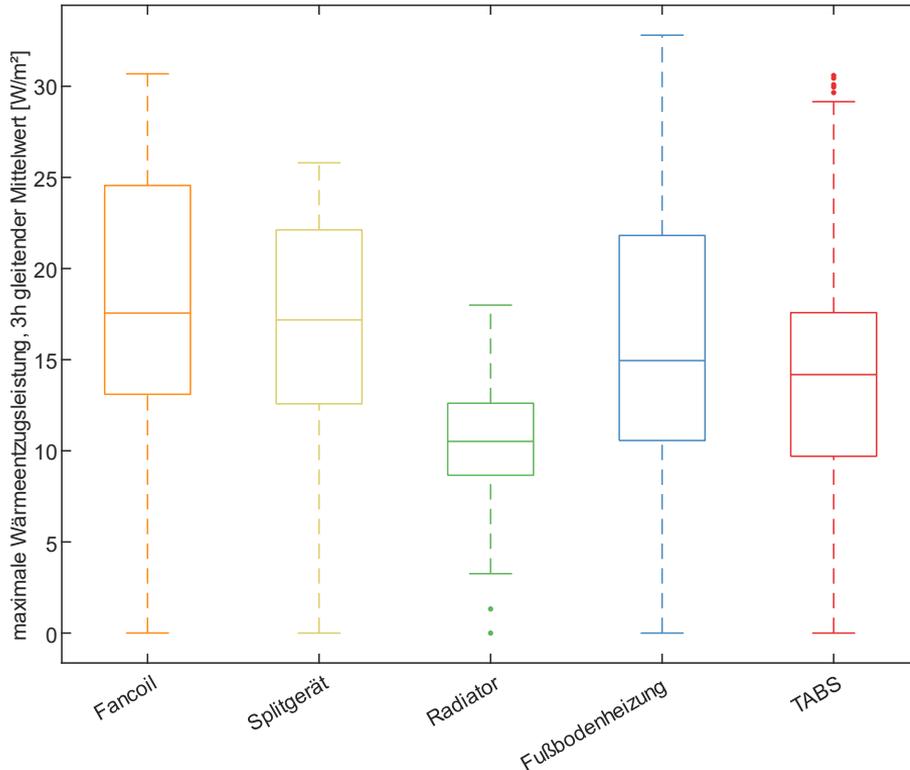
# Ergebnisse - Kühlenergiebedarf



Salzburg WEC2, leichte BW	Salzburg WEC2, schwere BW
Salzburg RCP 4.5 2050, leichte BW	Salzburg RCP 4.5 2050, schwere BW
Salzburg RCP 8.5 2050, leichte BW	Salzburg RCP 8.5 2050, schwere BW

Randbedingungen:  
Lüftung: keine Nachtlüftung  
Verschattung: keine Verschattung

# Ergebnisse - Wärmeentzugsleistung



Wärmeabfuhr (inkl. Latentwärme) durch Luft- und Raumgeräte simuliert, Mittelwerte über 3h

Flächenkühlungen: Vorteil durch sehr große Kühlflächen

Kühlsysteme über die Zuluft: schnelle Reaktion auf Temperaturveränderungen & Ableitung von Wärme

Radiatoren: Auslegung für Heizfall, relativ kleine Kühlflächen & geringe Wärmeentzugsleistung

# Conclusio



- Passive Maßnahmen (Nachtlüftung, Verschattung) haben sehr großen Einfluss, besonders in Kombination mit schwerer Bauweise
- Klimaszenarien stellen (aktuell) sommertaugliche Gebäude zukünftig in Frage
- Passive Kühlung (Geothermie, Grundwasser) eliminiert nahezu in allen Szenarien den Kühlenergiebedarf

# Grazie

Daniel Heidenthaler | FH Salzburg