

**OST**

Ostschweizer  
Fachhochschule

# Strom folgt Wärme

**Wie Wärme- und Winterstrombedarf zusammenhängen**

Projektstand November 2024 – Modelle werden laufend verbessert

Dr. Michel Haller, Dr. Krisztina Kelevitz

20. Nov. 2024 – Energie Apéro Chur



INSTITUT FÜR  
SOLARTECHNIK

# Ausgangslage: Anteil Wärme am Energiebedarf der Schweiz

Wie viel Prozent des Schweizer Energieverbrauchs wird für die Wärmeerzeugung verwendet?

im Jahr

50 %

A map of Switzerland is shown, split vertically. The left half is black, and the right half is grey. The text '50 %' is overlaid in large yellow font.

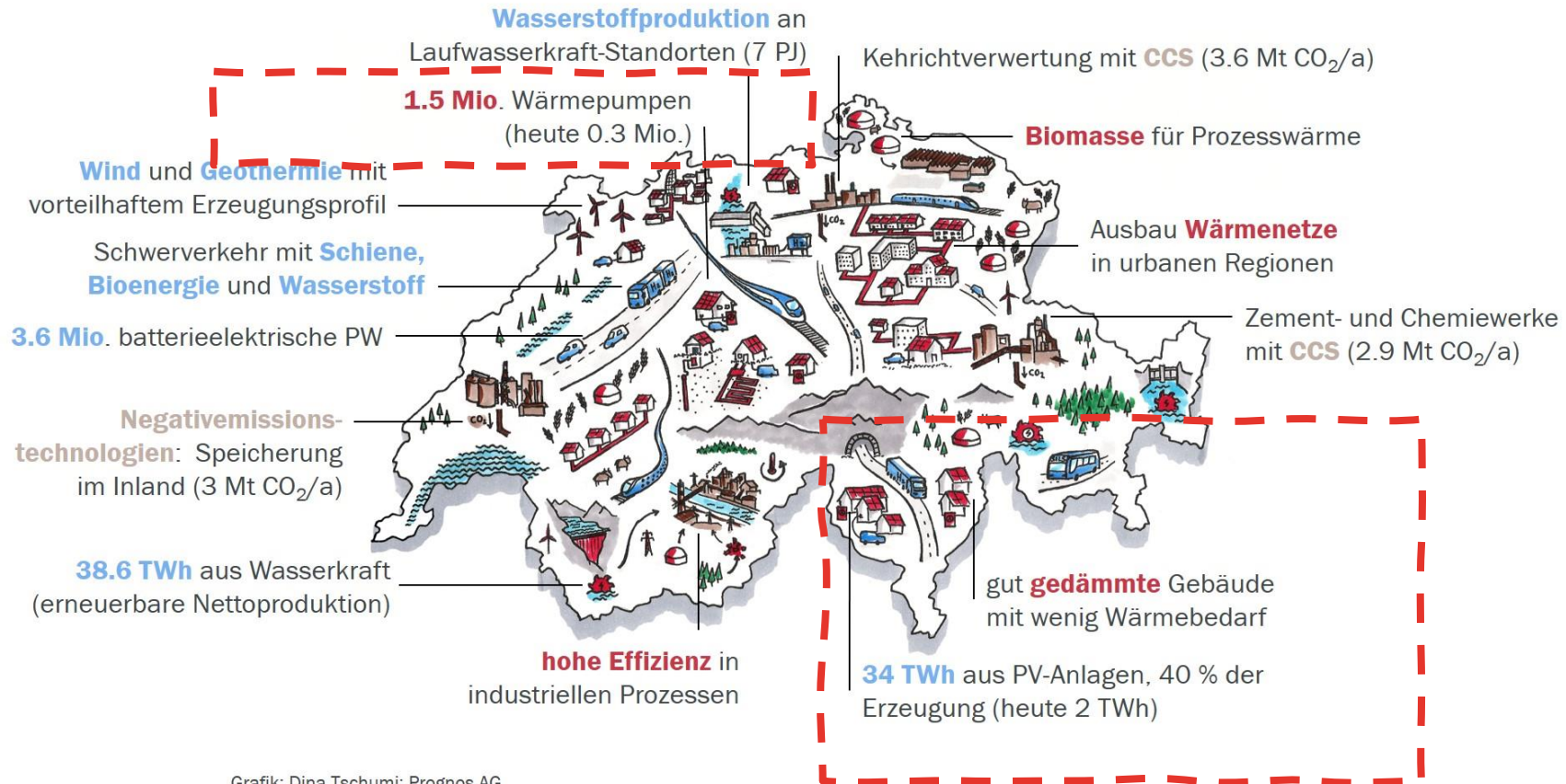
im Januar

66 %

A map of Switzerland is shown, split vertically. The left half is black, and the right half is grey. The text '66 %' is overlaid in large orange font.

# Ausgangslage: Energieperspektiven 2050+ des Bundes

## Zielbild klimaneutrale Schweiz 2050

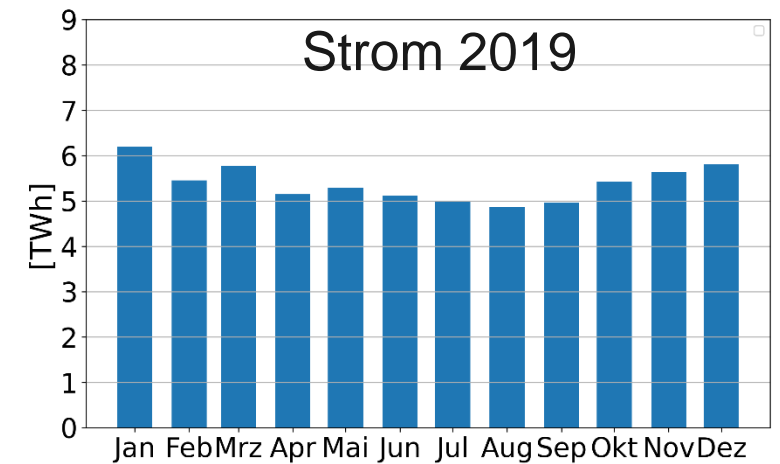
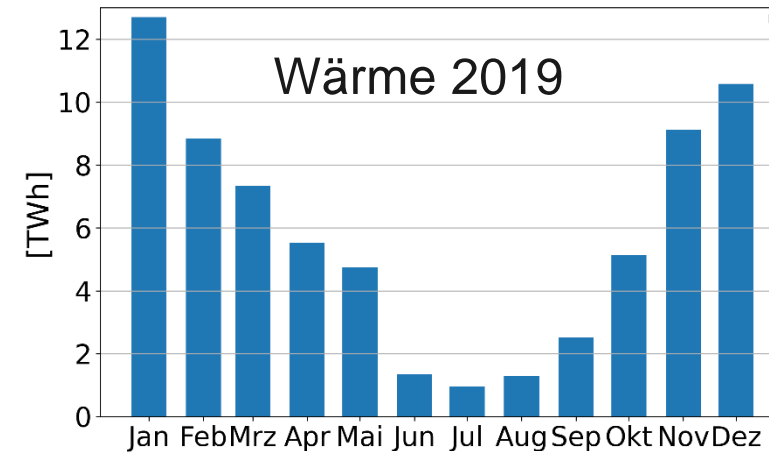


Grafik: Dina Tschumi; Prognos AG

# Die erwarteten Veränderungen:

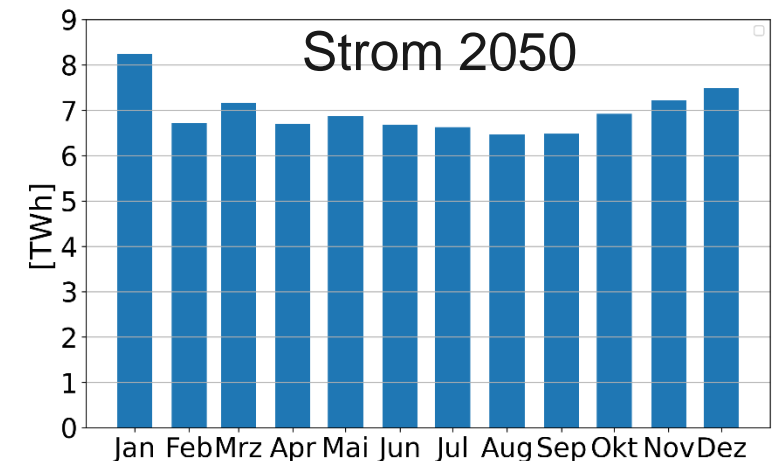
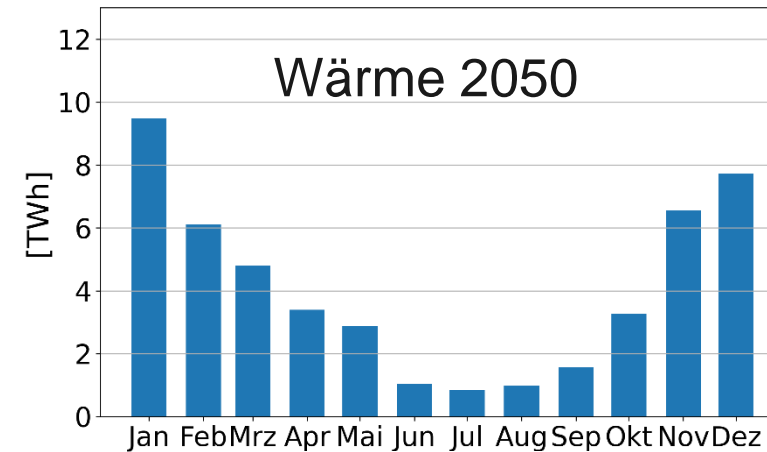
- **Erzeugung**
  - Bis 2050 kein Strom mehr aus AKWs (**-22 TWh**)
  - Zusätzlichen Winterstrom aus Speicher-Wasserkraft, Windstrom (**+2; +1 TWh**)
  - PV-Produktion von heute 6 TWh auf 34 TWh pro Jahr (**+28TWh**)
- **Verbrauch**
  - Wärmesektor weitgehend entkarbonisiert, durch
    - Wärmepumpen
    - Wärmenetze (KVA, Holz, Wärmepumpen, Solar?)
    - Einsparungen durch Wärmedämmung und WRG
  - Mobilität weitgehend elektrifiziert
    - 3.6 Mio batterieelektrische PkW: Strombedarf **+18 TWh<sub>el</sub>/a**

# Jahresprofil des Strom- und Wärmeverbrauchs: 2019



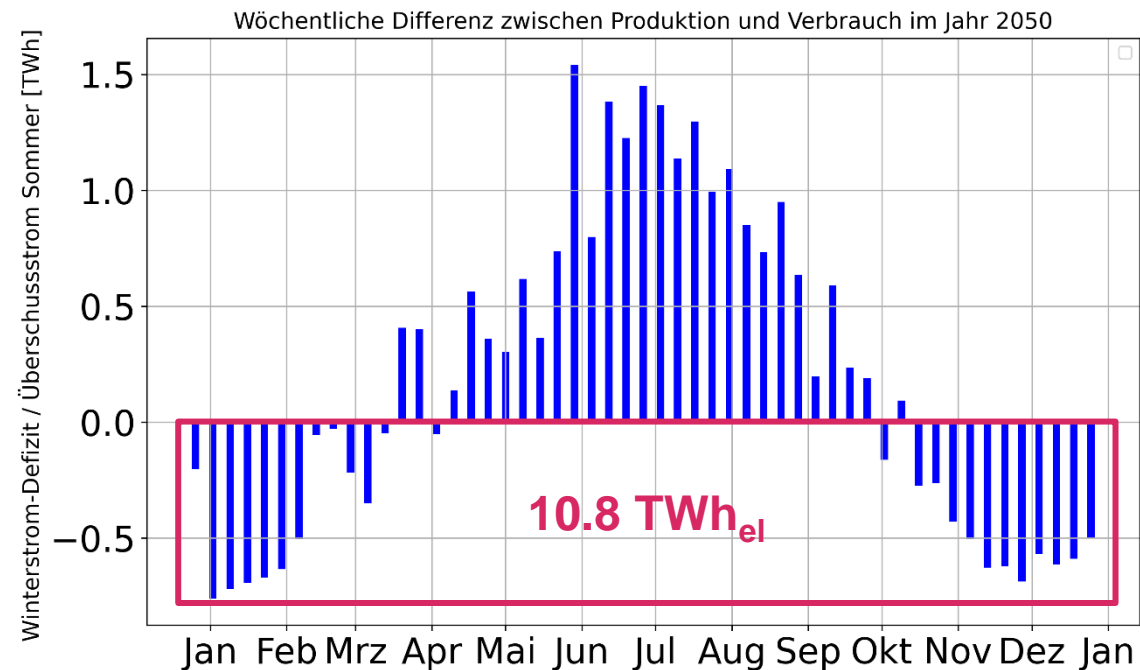
# Jahresprofil des Strom- und Wärmeverbrauchs: 2050

- Simulationstool: **powercheck** – Python-Version: ausgehend von [www.powercheck.ch](http://www.powercheck.ch) zusätzlich Abbildung Gebäudepark nach Klimazonen
- Annahmen aus Energieperspektive:
  - **Renovationsrate** Gebäude (energetisch):
    - **1.1% p.a.**
  - Wärmebedarf von Gebäuden: **Wärmepumpen** (81% of SFH, 59% of MFH) + Fernwärme
    - **80% Luft-Wasser**
    - **20% Sole-Wasser**
  - Keine **Wärmerückgewinnung** aus Warmwasser
  - **Klima von 2019**, keine Reduktion des Wärmebedarfs auf Grund von «Klimaerwärmung»



# Simulation powercheck 2050 Standard (ES 2050+)

- Unsere **Definition «Winter-Defizit»**: Alles, was nicht auf einer **wöchentlichen Basis** ausgeglichen werden kann (durch Pumpspeicher, Batterien, Wärmespeicher, etc.) wird als «saisonalen» Mismatch betrachtet und trägt bei zum Winter-Defizit oder zum «Sommerüberschuss» bei



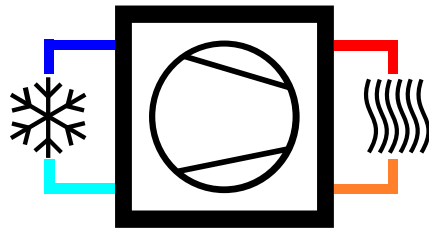
Sommerüberschuss überschätzt weil Zunahme von Kühlbedarf nicht simuliert

# Parameter-Studie, was ist wenn...?

**Renovationsrate\***  
Gebäude (energetisch)  
1.1% - 1.5% - 2.0%



**Anteil Sole-Wasser-  
Wärmepumpen**  
20% - 50% - 80%



**Wärmerückgewinnung  
(WRG) Warmwasser**  
0% - 20% - 50%

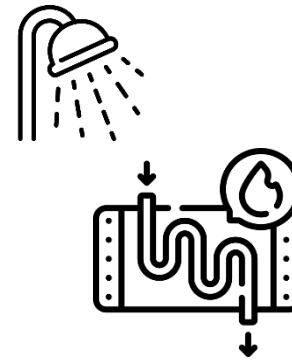


image: Flaticon.com

**Klimaerwärmung  
gegenüber 2019**  
0 - 1 - 2 - 3 °C



image: Flaticon.com

\* Renovation bedeutet auf MuKE Standard von heute, nicht Passivhaus....

# Powercheck: Simulationmatrix

	Simulations code	Zukünftige Renovierungsrate	Wärmerückgewinnung	Sole-Wasser Wärmepumpe	Klimawandel
Basisszenario	B	1.1 %	0 %	20 %	0
Erhöhung der Renovierung	R 1.5	1.5 %	0 %	20 %	0
Erhöhung der Renovierung	R 2	2.0 %	0 %	20 %	0
Erhöhung der Wärmerückgewinnung	WRG 20	1.1 %	20 %	20 %	0
Erhöhung der Wärmerückgewinnung	WRG 50	1.1 %	50 %	20 %	0
Erhöhung der Erdwärme-Wärmepumpe	EW 50	1.1 %	0 %	50 %	0
Erhöhung der Erdwärme-Wärmepumpe	EW 80	1.1 %	0 %	80 %	0
Klimaerwärmung	KE 1	1.1 %	0 %	20 %	1°
Klimaerwärmung	KE 2	1.1 %	0 %	20 %	2°
Klimaerwärmung	KE 3	1.1 %	0 %	20 %	3°
Kombination Mittel 1 - 2 - 3 - 4	Kom 1	1.5 %	20 %	50 %	2°
Kombination Hoch 1 - 2 - 3 - 4	Kom 2	2.0 %	50 %	80 %	3°

} Effekt auf Sommer-Kühlung nicht berücksichtigt

# Heizwärmebedarf 2050

**B** = Basis

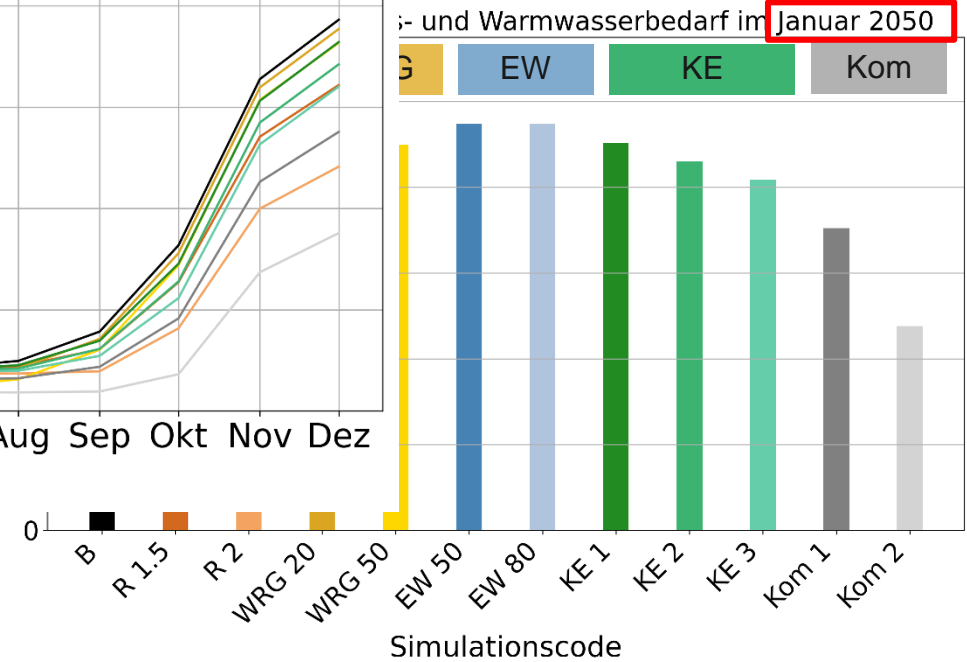
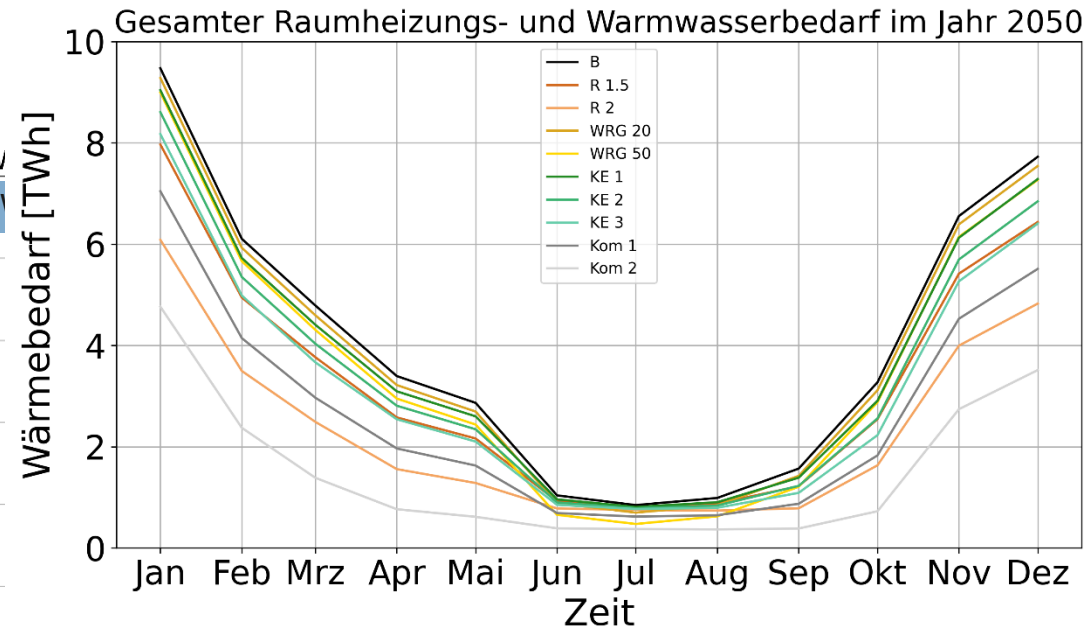
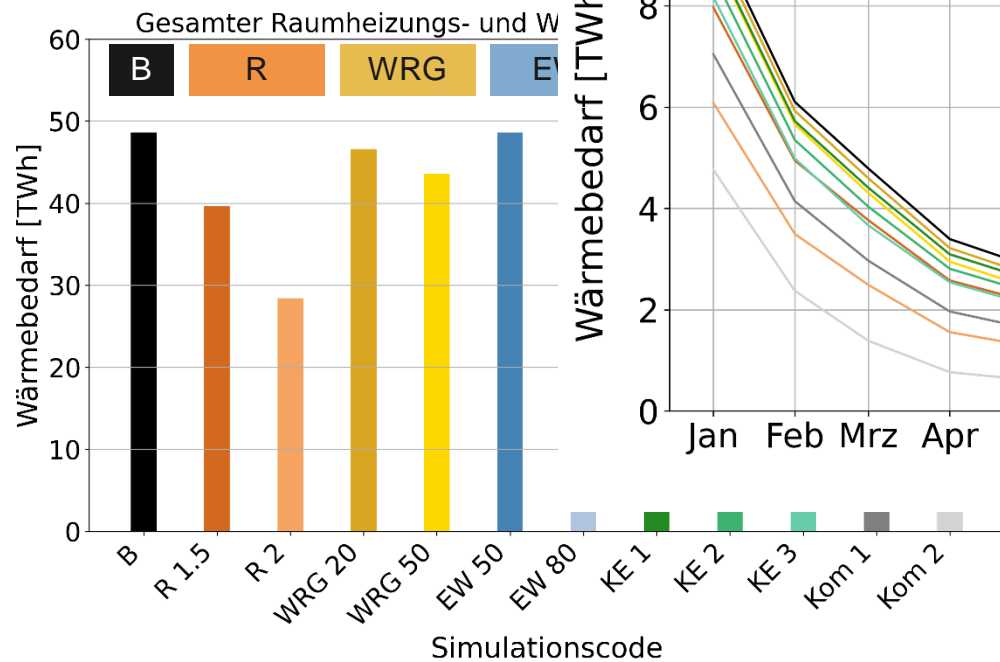
**R** = Renovation Gebäude

**WRG** = Warmwasser-WRG im Gebäude

**EW** = Erdwärme- anstatt Luft-WP

**KE** = Klimaerwärmung

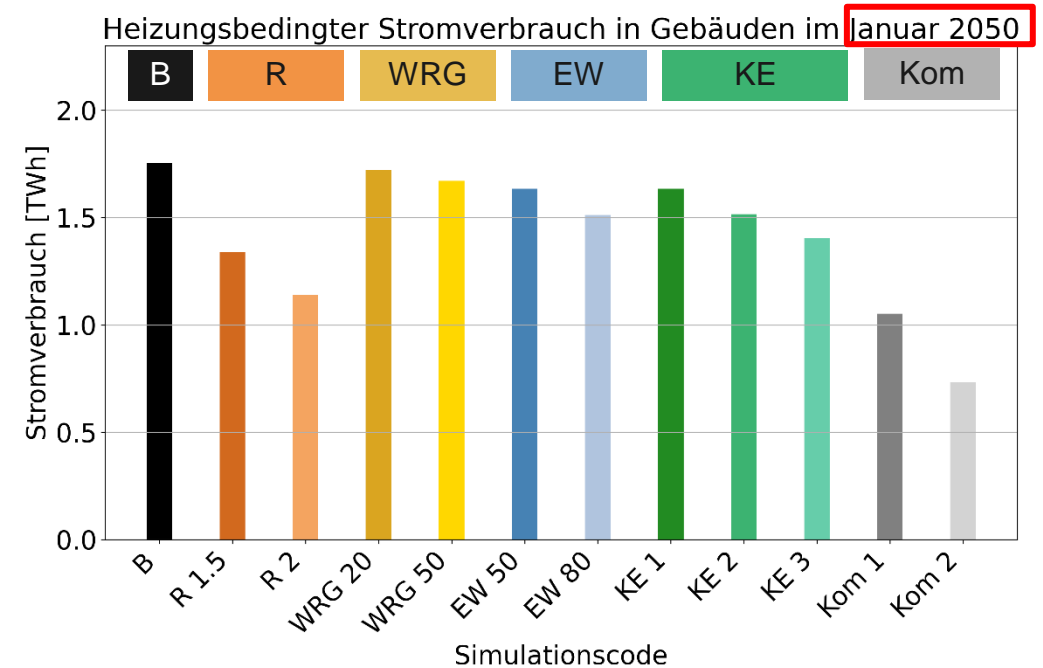
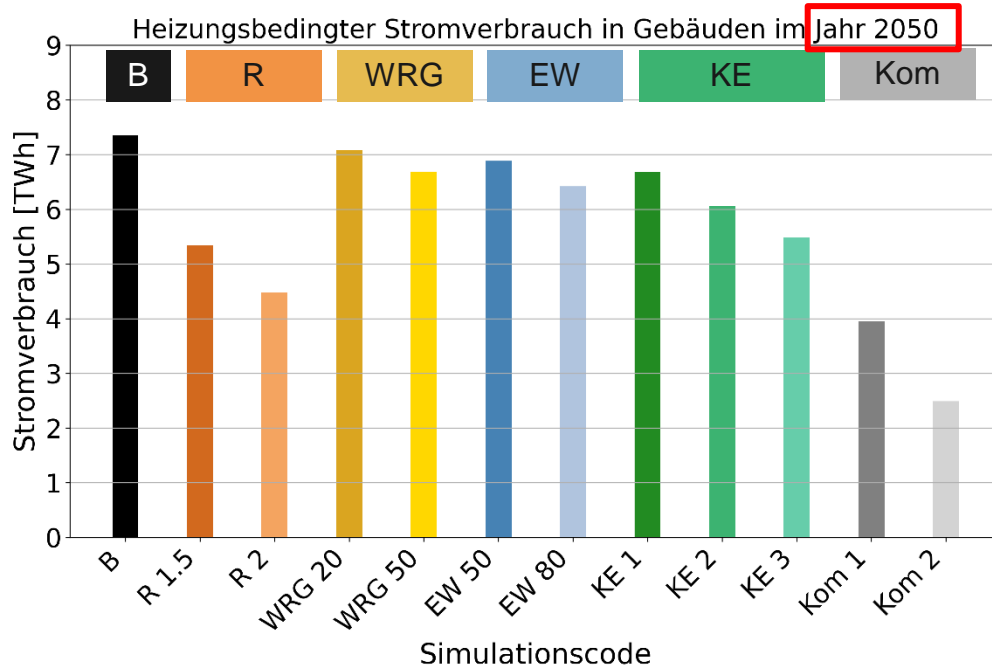
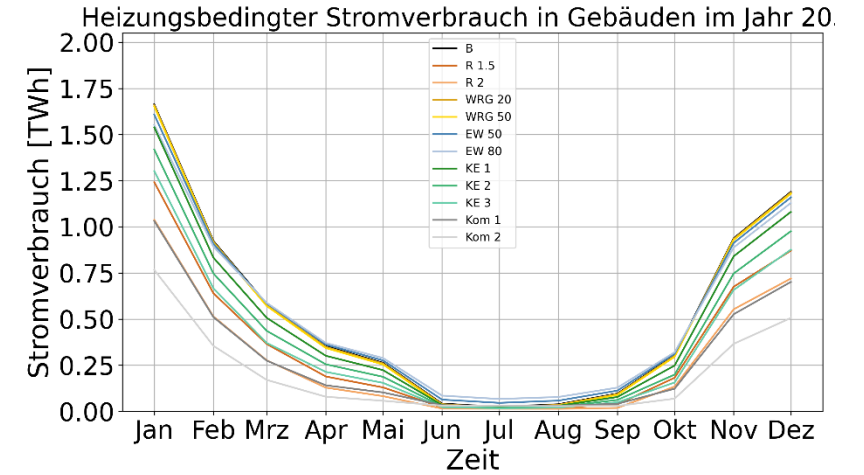
**Kom** = kombinierte Effekte



# Strom für Wärme im Gebäude

Dargestellt in den Balken:

- Basis Haushalte
- Prozesse / Ind+DL
- E-Mobilität
- Warmwasser (WP)
- Raumwärme (WP)
- Fernwärme WP

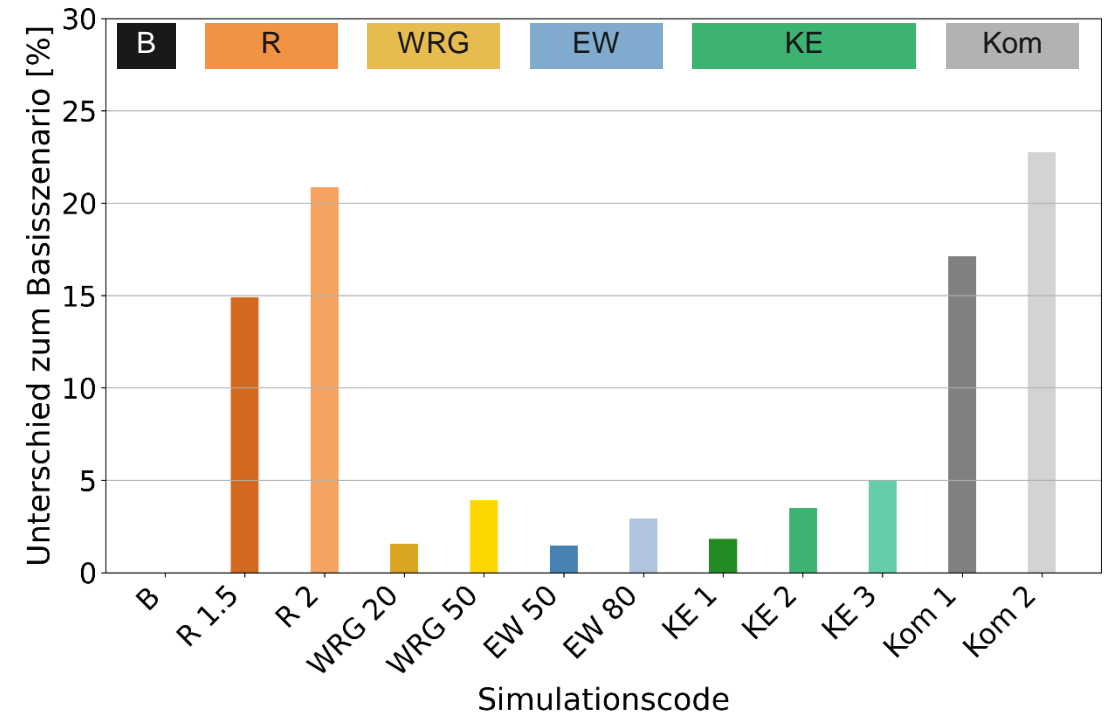
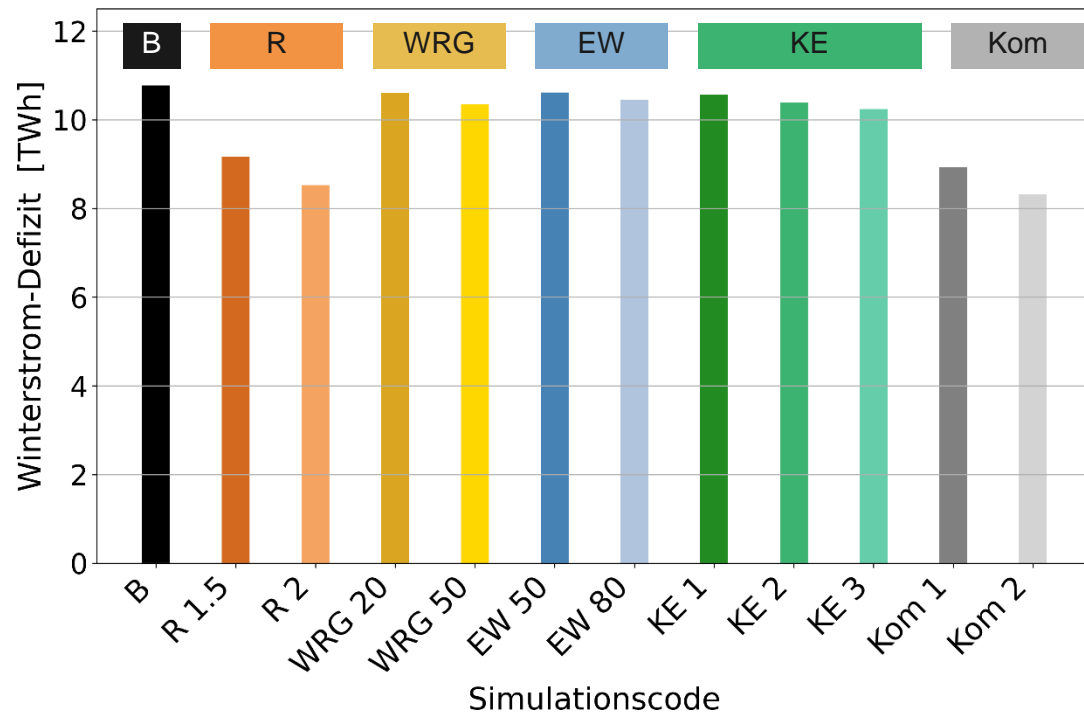


# Einfluss auf Winter-Defizit\*

Dargestellt auf Grund von:

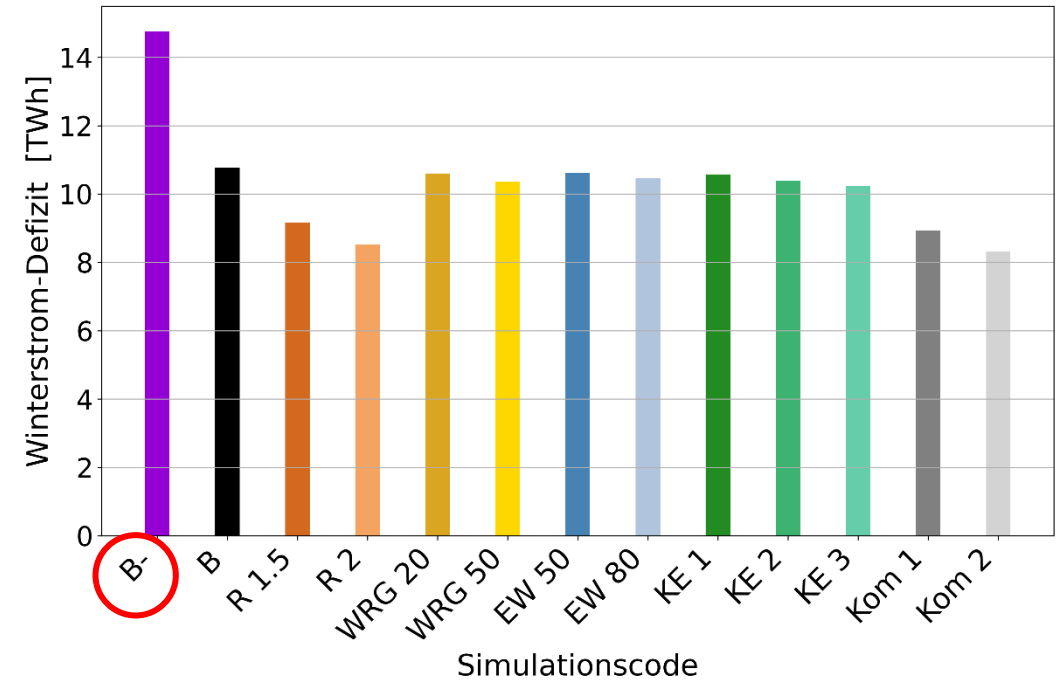
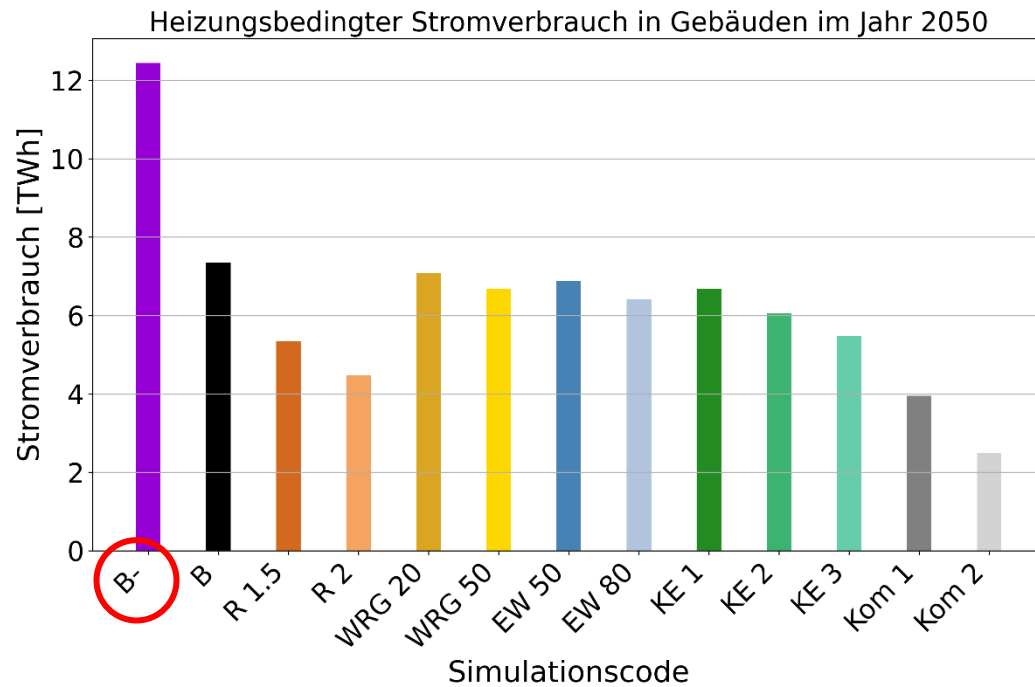
- Basis Haushalte
- Prozesse / Ind+DL
- E-Mobilität
- Warmwasser (WP)
- Raumwärme (WP)
- Fernwärme WP

\* Winter-Defizit definiert wie in Folie 6 dargestellt



# Was ist, wenn die Renovationsrate tiefer ist als “Basis”?

- Angenommene Renovationsrate für Szenario «Basis»: 1.1% p.a.
- Heutige energetische Renovationsrate eher bei 0.5% p.a....



# Schlussfolgerungen (1/2)

- **Energieperspektiven: Derzeit importiert die Schweiz jährlich 200 TWh pro Jahr** an nicht erneuerbaren Energieträgern (Erdölprodukte, Erdgas, Uran, ...), im Jahr 2050 **nach Umsetzung der Energiewende bleiben davon noch etwa 10 TWh** für den Winter übrig «Winter-Defizit»
- Validierung: Mit dem Powercheck-Tool zeigen unsere Simulationen ein Defizit von **10.8 TWh** im Winter im Basisszenario. Dafür gibt es folgende Optionen:
  - Bedarf reduzieren durch Effizienzmassnahmen, zum Beispiel in Gebäuden (siehe Präsentation)
  - Importieren (reduziert nur noch 10 TWh erneuerbaren Strom oder X-fuels, verglichen mit heute 200 TWh nicht erneuerbare)
  - Speichern im eigenen Land: Thermische Speicher, Speicher-Wasserkraft, X-fuels
- Auf Grund der starken saisonalen Ausprägung und des hohen Anteils Wärme am Endenergiebedarf im Januar sind **Veränderungen im Wärmesektor sehr relevant für den Winterstrombedarf** und die sogenannte «Winter-Defizit»

# Schlussfolgerungen (2/2)

- Die grösste Auswirkung hat die **Gebäude-Wärmedämmung**, respektive die (energetische) Sanierungsrate, gefolgt von der Erhöhung des **Anteils von Sole-Wärmepumpen**
- Der kombinierte Effekt von Massnahmen und Klimaerwärmung könnte das **Winter-Defizit um 17% – 23% reduzieren**, von ca. 10.8 TWh/a auf 8.2 TWh/a, dies ohne zusätzliche Erzeugungs- oder Speicherkapazitäten
- **Wird die** für die Energieperspektiven 2050+ im Basisszenario angenommene **Renovationsrate von 1.1% pro Jahr nicht erreicht**, und verbleibt man bei einer tiefen energetischen Renovationsrate von 0.5%, dann **steigt das Winter-Defizit von 10.8 TWh auf 14.4 TWh (+ 25%)**

# Weitere Informationen

- **Projekt- und Veranstaltungs-Infos**
  - [www.spf.ch/peakmetal](http://www.spf.ch/peakmetal) : PeakMetal - Deckung von Winterspitzen durch Strom und Wärme aus «Renewable Metal Fuels»
  - [www.ost.ch/spf/rewax](http://www.ost.ch/spf/rewax) : ReWAX – Reduzierte Wärmepumpenauslegung durch X-to-Energy für Spitzenlastdeckung



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit...

[michel.haller@ost.ch](mailto:michel.haller@ost.ch); [krisztina.kelevitz@ost.ch](mailto:krisztina.kelevitz@ost.ch)

- **Danksagung**
  - BFE Gebäude und Städte (Erweiterung PowerCheck im Projekt PeakMetal)
  - IG PtX: Simulationen Auswirkung Wärme auf Potenzial PtX
  - OST-IET: powercheck (Tool-Entwicklung und Kooperation)