



Das Gebäude als Energieschwamm - Strom rein - Wärme raus

Alexander Thür <alexander.thuer@uibk.ac.at>

Gegründet im Jahr 1669, ist die Universität Innsbruck heute mit mehr als 28.000 Studierenden und über 4.500 Mitarbeitenden die größte und wichtigste Forschungs- und Bildungseinrichtung in Westösterreich. **Alle weiteren Informationen finden Sie im Internet unter: www.uibk.ac.at.**

Das Gebäude als Energieschwamm

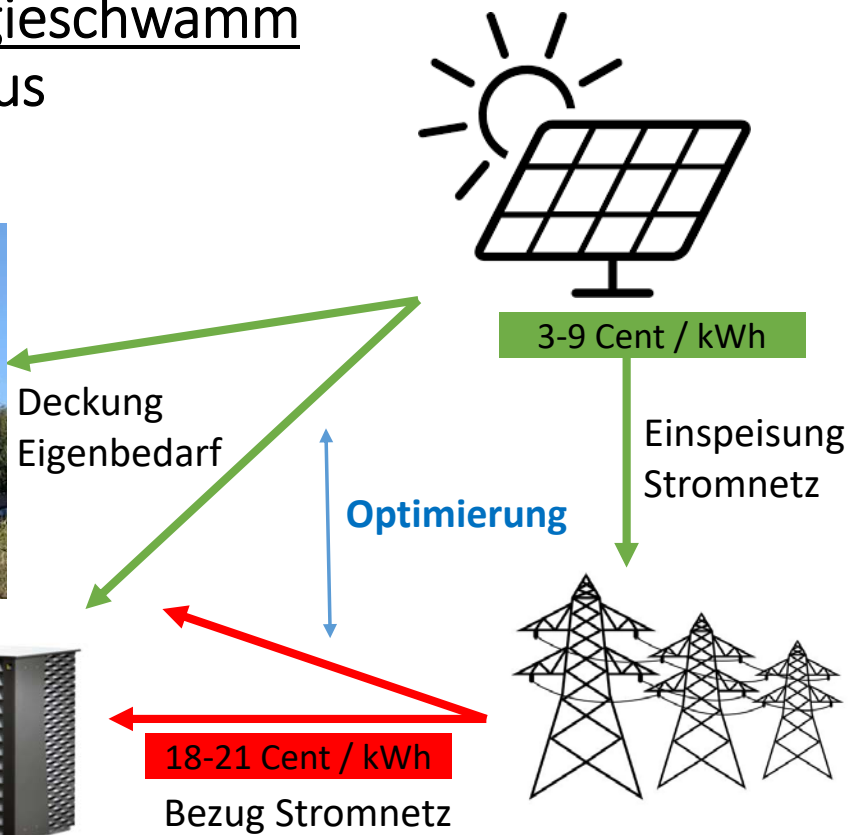
Strom rein - Wärme raus

(FFG 861764)



Quelle: Privat

Raumheizung und
Warmwasser



Projektleitung:

Universität Innsbruck (UIBK)

AB Energieeffizientes Bauen



Projektpartner:

Technische Universität Graz, Institut für
Wärmetechnik (IWT)



iDM

Energiesysteme GmbH (IDM)



Pink GmbH Energie- und Speichertechnik
(Pink)



Grazer ENERGIEAgentur GmbH (GEA)



Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



Stadt der Zukunft ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Es wird im Auftrag des BMVIT von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik ÖGUT abgewickelt.

Möglichkeiten der thermischen Batterie:

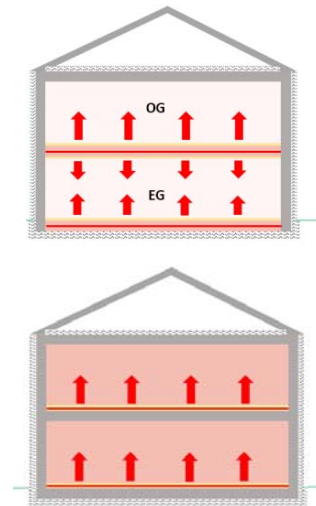
» Strategie der Gebäudeüberwärmung:

- Kontrollierte Erhöhung der Raumtemperatur bis zu Grenzwert z.B. 24°C
- Wärmeenergie wird in Gebäudemasse und Raumluft gespeichert und zu späterem Zeitpunkt wieder abgegeben

» Theoretische Überlegungen zur Speicherkapazität im Gebäude

$$Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta\theta$$

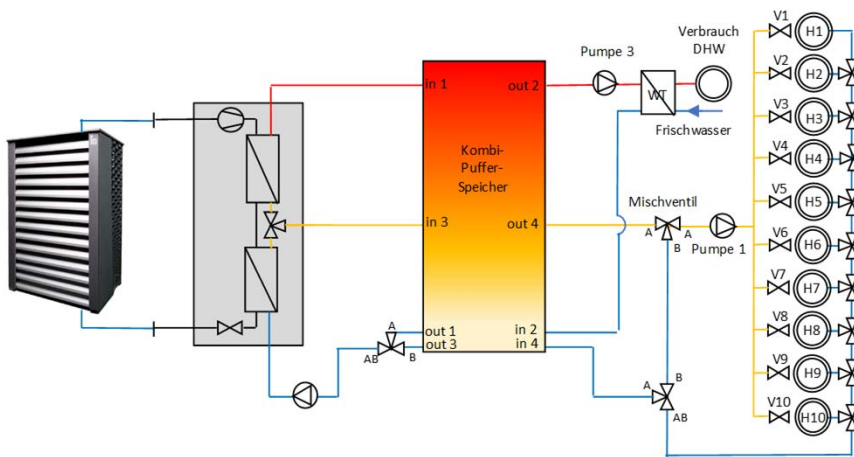
Gebäude als Thermische Batterie



Wasserspeicher als Thermische Batterie



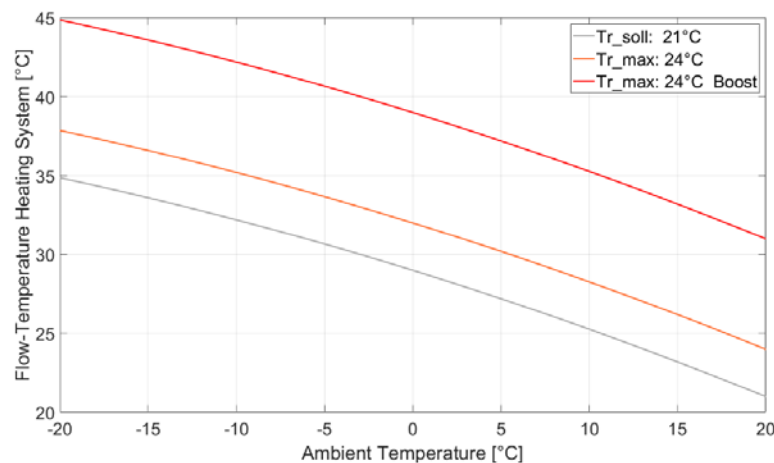
| volumenbezogene Wärmekapazität $c \cdot \rho$ | | Bauteilvolumen V | $\Delta\theta$ | Wärmemenge Q |
|---|---------------------|--------------------------------|----------------|----------------|
| Luft | 0,0034 [kWh / m³ K] | Raumluft, 70 m² x 2,3 m x 2 | +5K | 0,51 [kWh] |
| Estrich | 0,556 [kWh / m³ K] | Heizestrich 70 m² x 0,08 m x 2 | +5K | 31,12 [kWh] |
| Beton | 0,667 [kWh / m³ K] | Betondecke 70 m² x 0,2 m x 2 | +5K | 93,38 [kWh] |
| Wasser | 1,163 [kWh / m³ K] | Warmwasserspeicher 800l | +40K | 37,22 [kWh] |



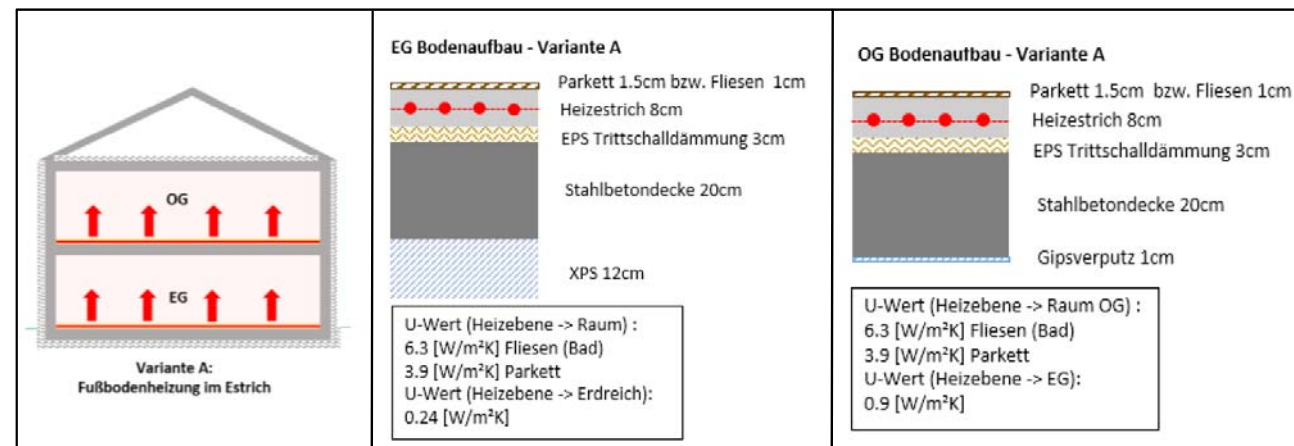
Heizsaison: Oktober - März

Standardregelung: Raum-Soll-Temp.: 21°C

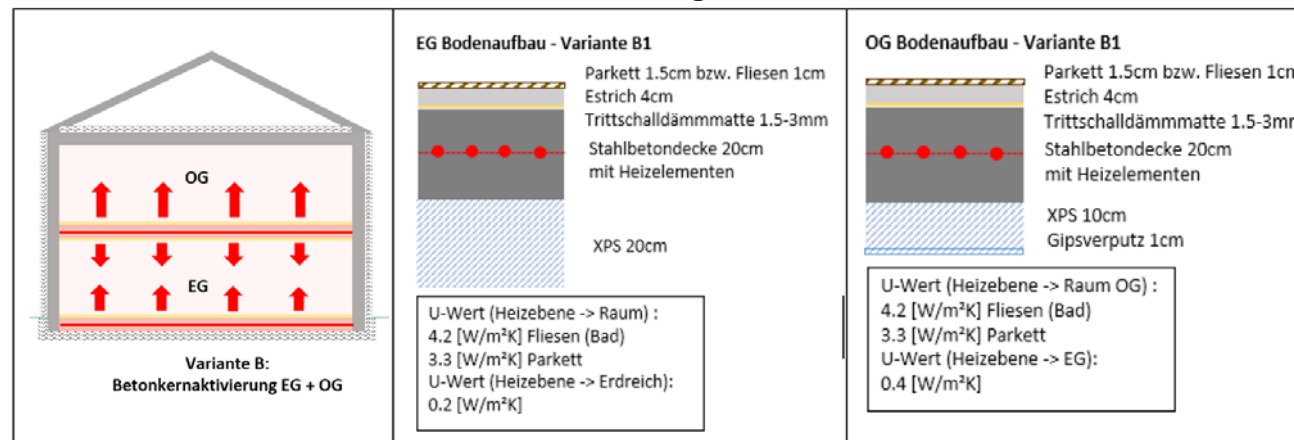
Bei PV-Überschuss: Raum-Max-Temp.: 24°C



Fußbodenheizung in 8 cm Estrich



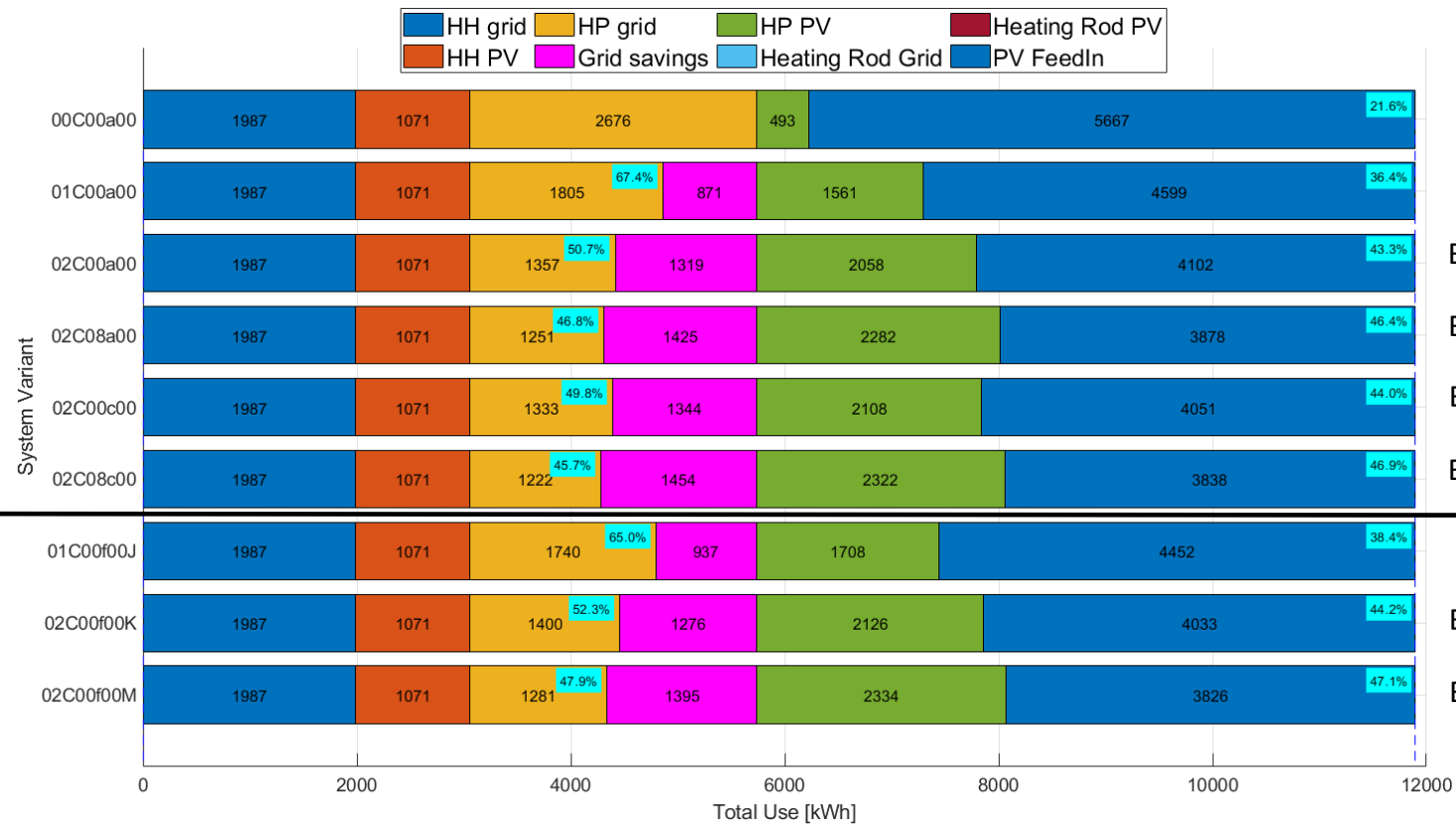
Betonkernaktivierung in 20 cm Beton



Bei PV-Überschuss: Kompressorleistung = PV-Überschuss bis Max

Strombilanz

40m² PV Anlage (5,2 kWp) Fußbodenheizung 080/160 / Betonkernaktivierung 200 +3K / +10K



FuBo 080

TES 800 / FuBo 080

BUI + TES / FuBo 080 + 3K

BUI + TES / FuBo 080 +10K

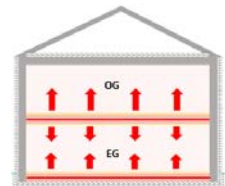
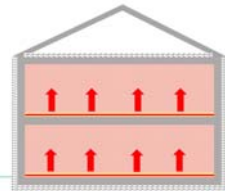
BUI + TES / FuBo 160 + 3K

BUI + TES / FuBo 160 + 10K

TES 800 / BTA 200

BUI + TES / BTA 200 + 3K

BUI + TES / BTA 200 + 10K



Haushalt

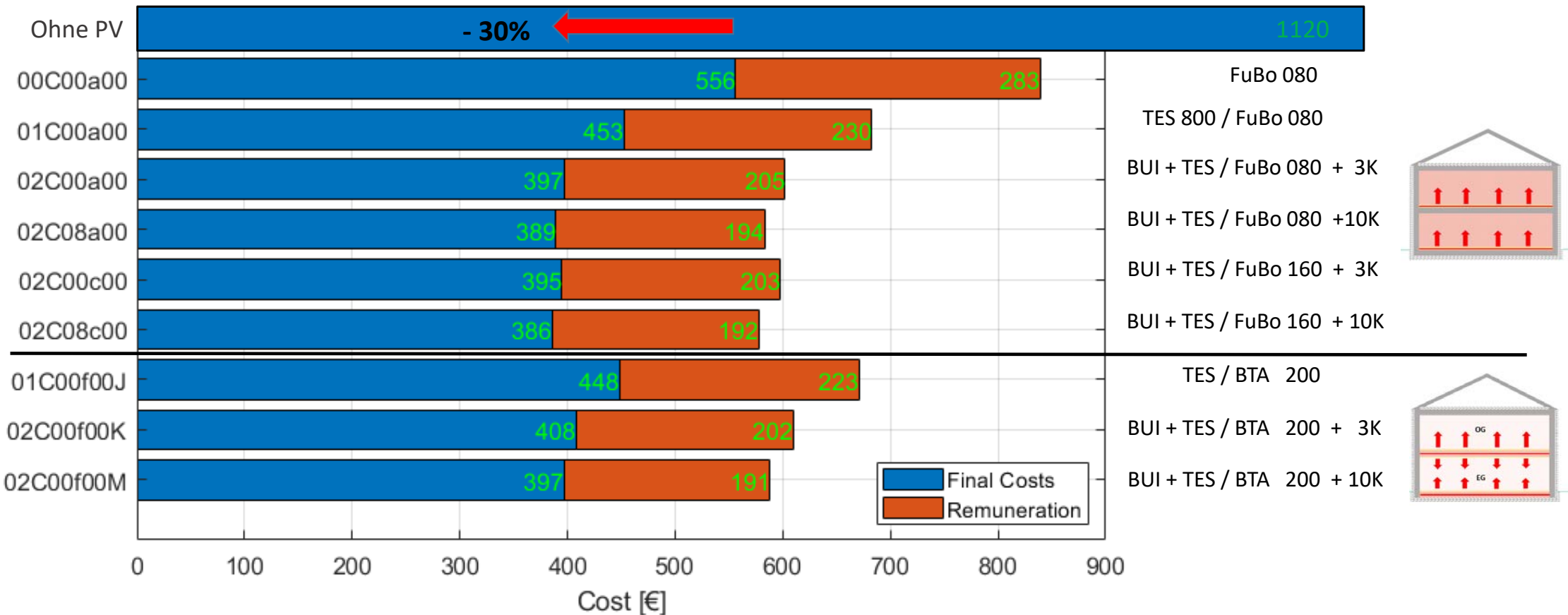
Wärmepumpe

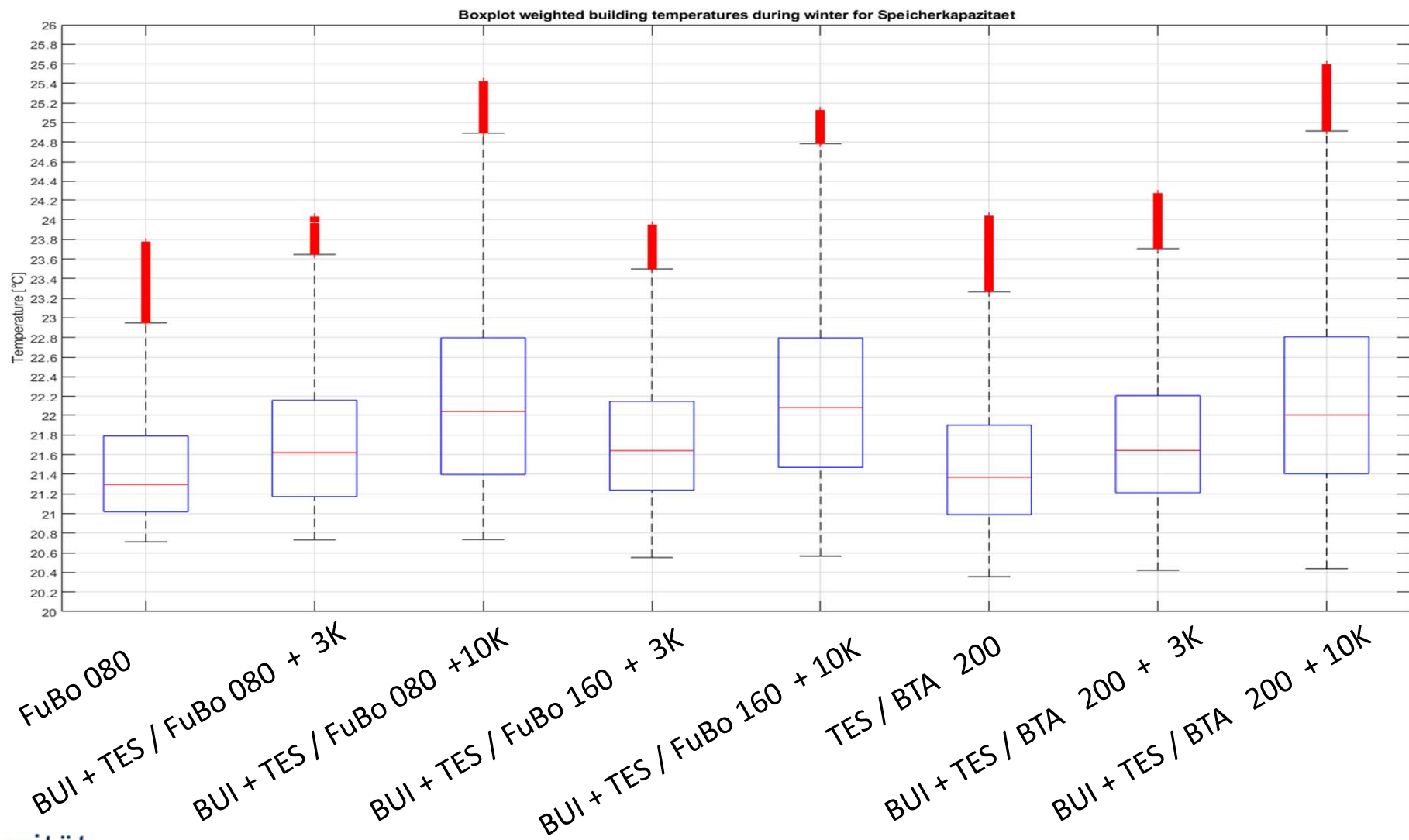
PV Einspeisung

Betriebskosten für Haushaltstrom und Wärmepumpe

40m² PV-Anlage (5,2 kWp)

Betriebskosten = Kosten Netzstrom: 0,18€/kWh minus Vergütung Einspeisung: 0,05€/kWh

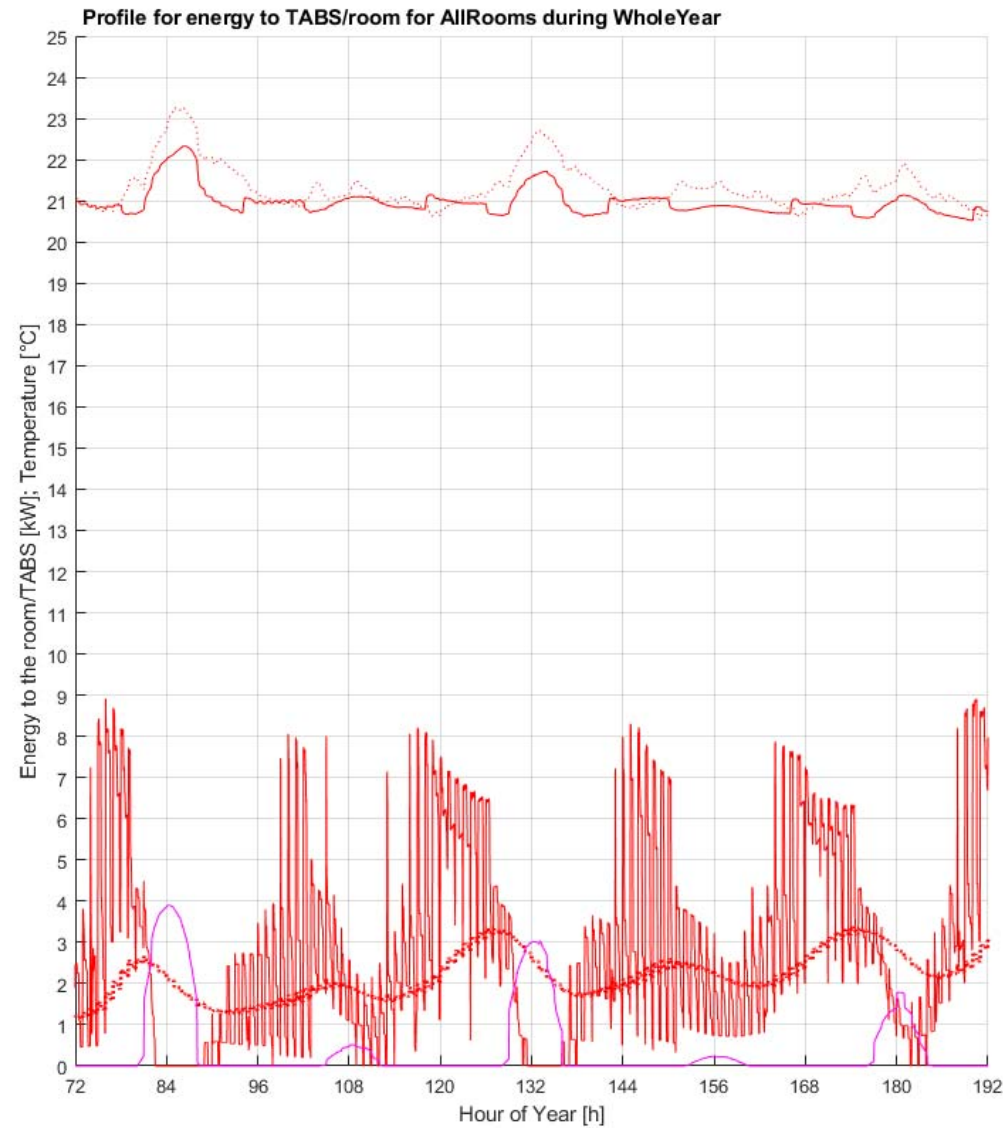




Simulationsdaten
vom 4.1.-8.1.

Referenz
Standardregelung

Heizkreisvolumenstrom-
regelung: Ventilöffnungsdauer
im 1-Std Intervall



Raumlufttemperatur:
... Wohn-Ess-Raum im EG
- Eltern im OG

Heizleistung Gesamt:
— in Heizkreis
... an Raumluft

PV-Erzeugung

Simulationsdaten
vom 4.1.-8.1.

Referenz
Standardregelung

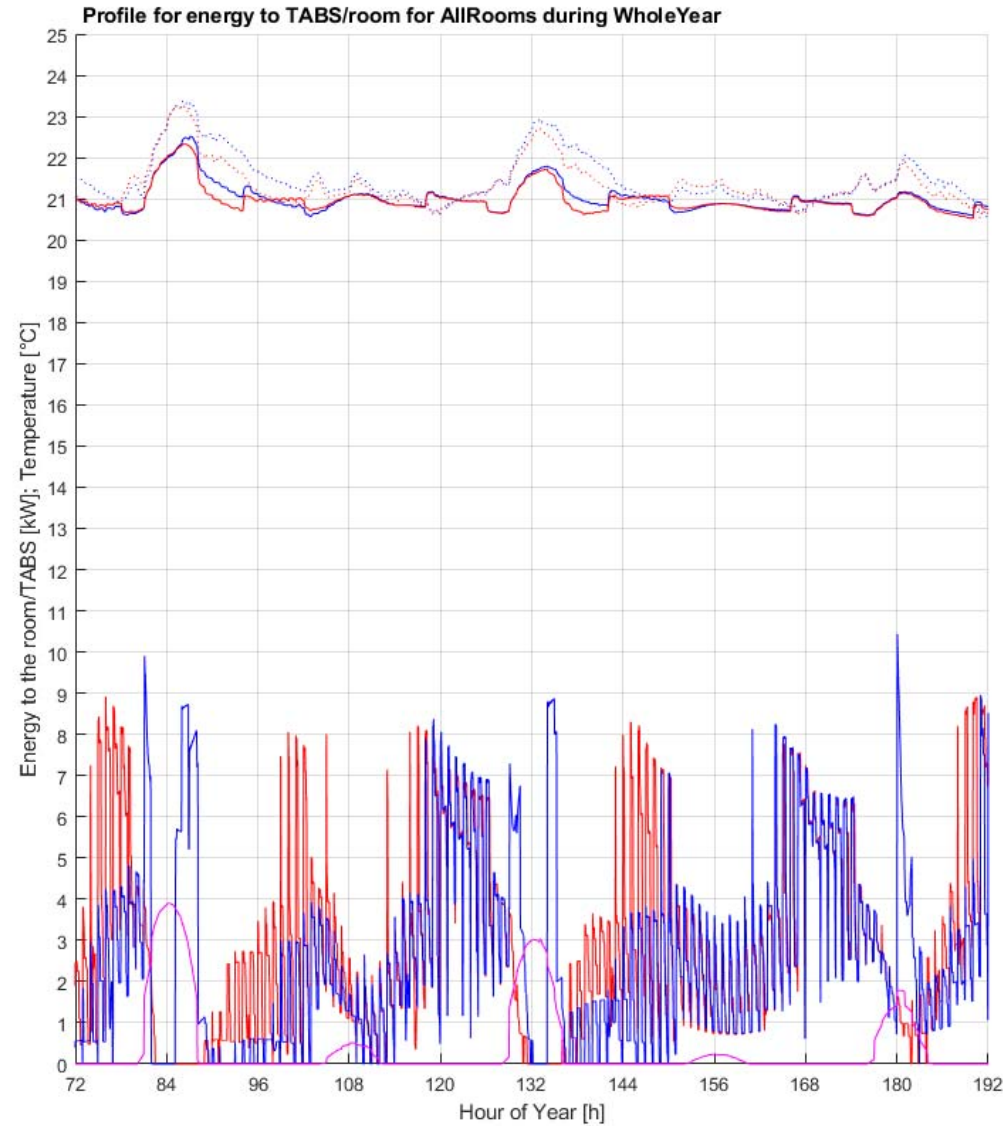
vs.

Raumüberwärmung

Bei PV-Überschuss:

Raum-Max-Temp: 24°C
+3K VL-Temp

8 cm Estrich



Raumlufttemperatur:
... Wohn-Ess-Raum im EG
- Eltern im OG

Heizleistung Gesamt:
— in Heizkreis

PV-Erzeugung

Simulationsdaten
vom 4.1.-8.1.

Referenz
Standardregelung

vs.

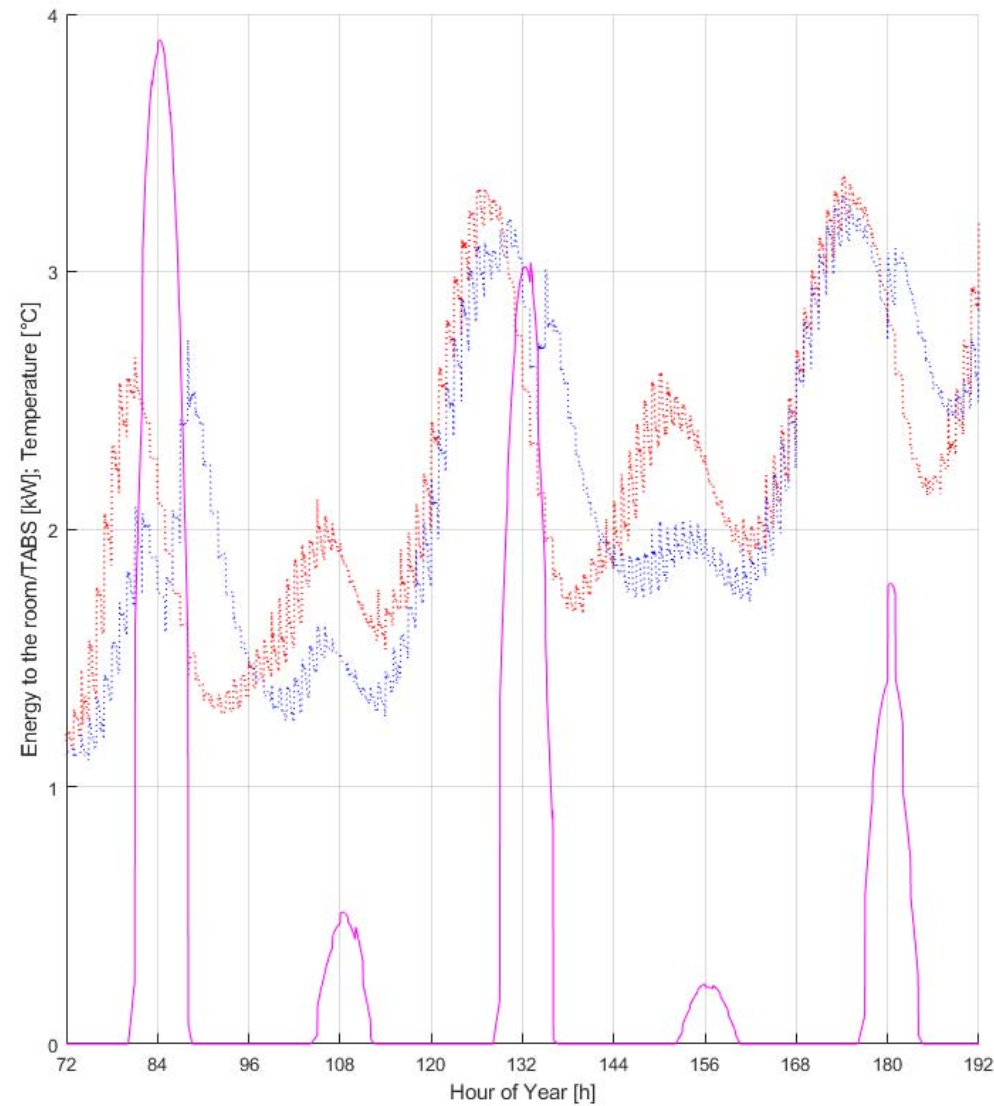
Raumüberwärmung

Bei PV-Überschuss:

Raum-Max-Temp: 24°C

+3K VL-Temp

8 cm Estrich



Heizleistung Gesamt:
... an Raumluft

PV-Erzeugung

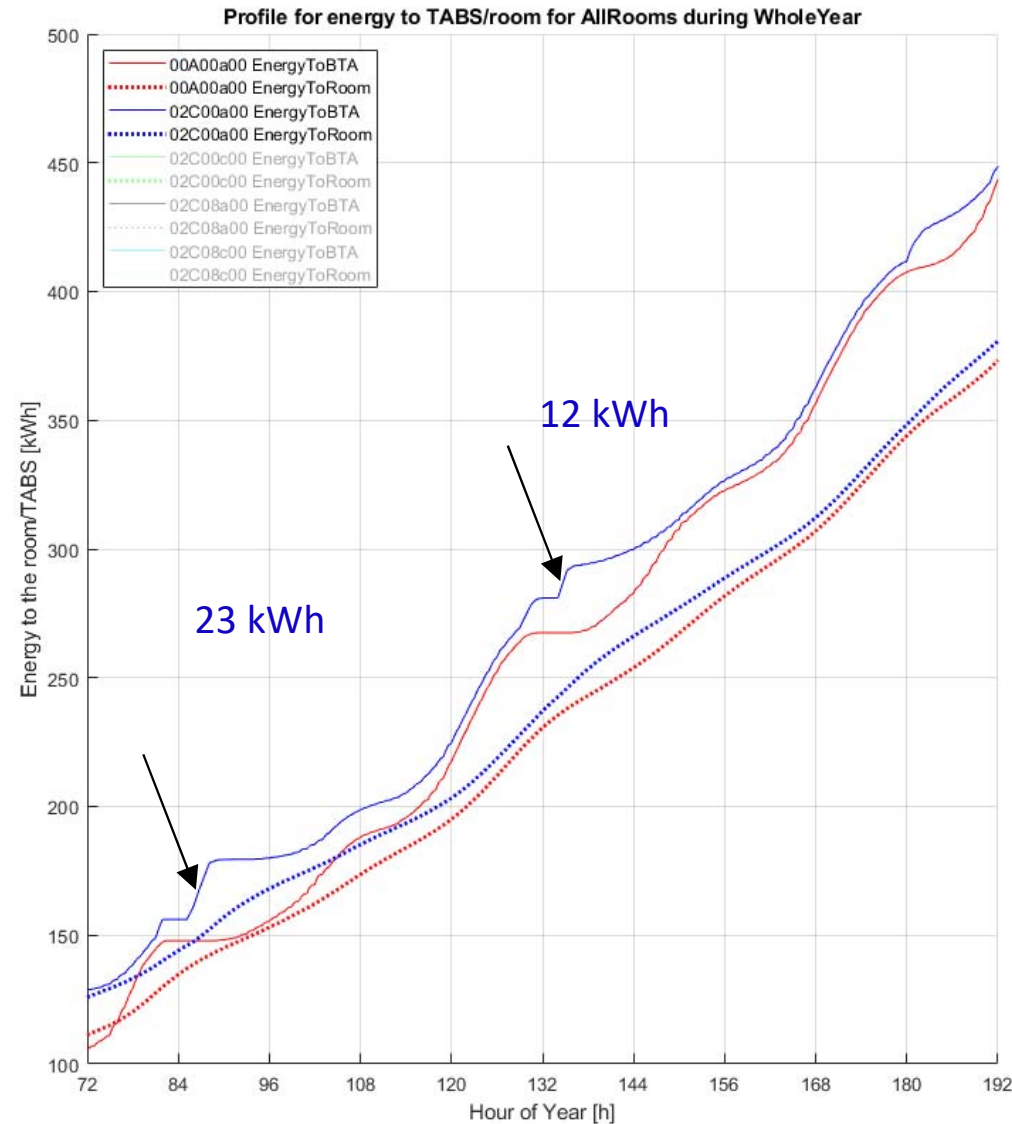
Simulationsdaten
vom 4.1.-8.1.

Referenz
Standardregelung

vs.

Raumüberwärmung
Bei PV-Überschuss:
Raum-Max-Temp: 24°C
+3K VL-Temp

8 cm Estrich



Summenkurve für
Heizenergie Gesamt:
— in Heizkreis
... an Raumluft

Simulationsdaten vom 4.1.-8.1.

Referenz

Standardregelung

VS.

Raumüberwärmung

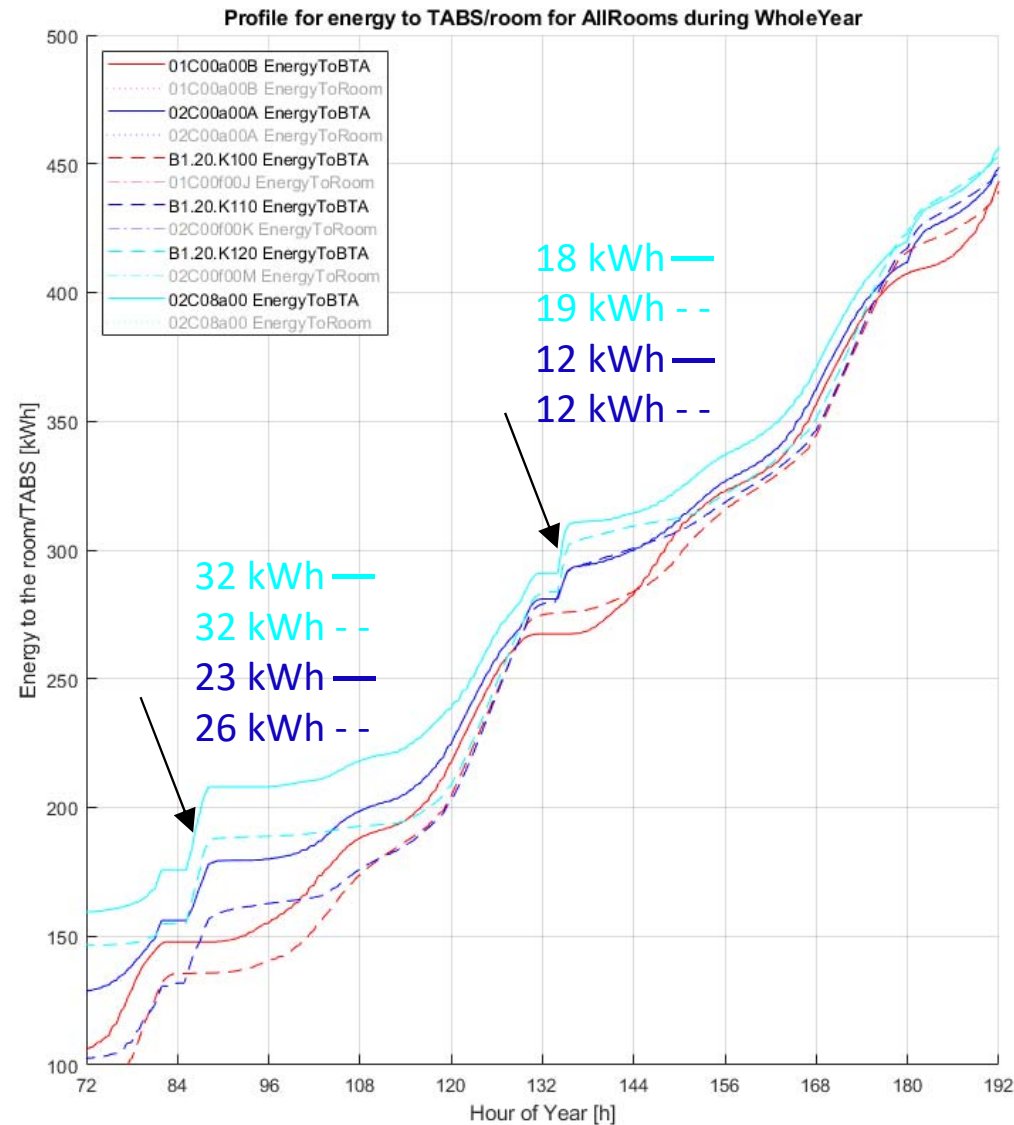
Bei PV-Überschuss:

Raum-Max-Temp: 24°C

+ 3K VL-Temp

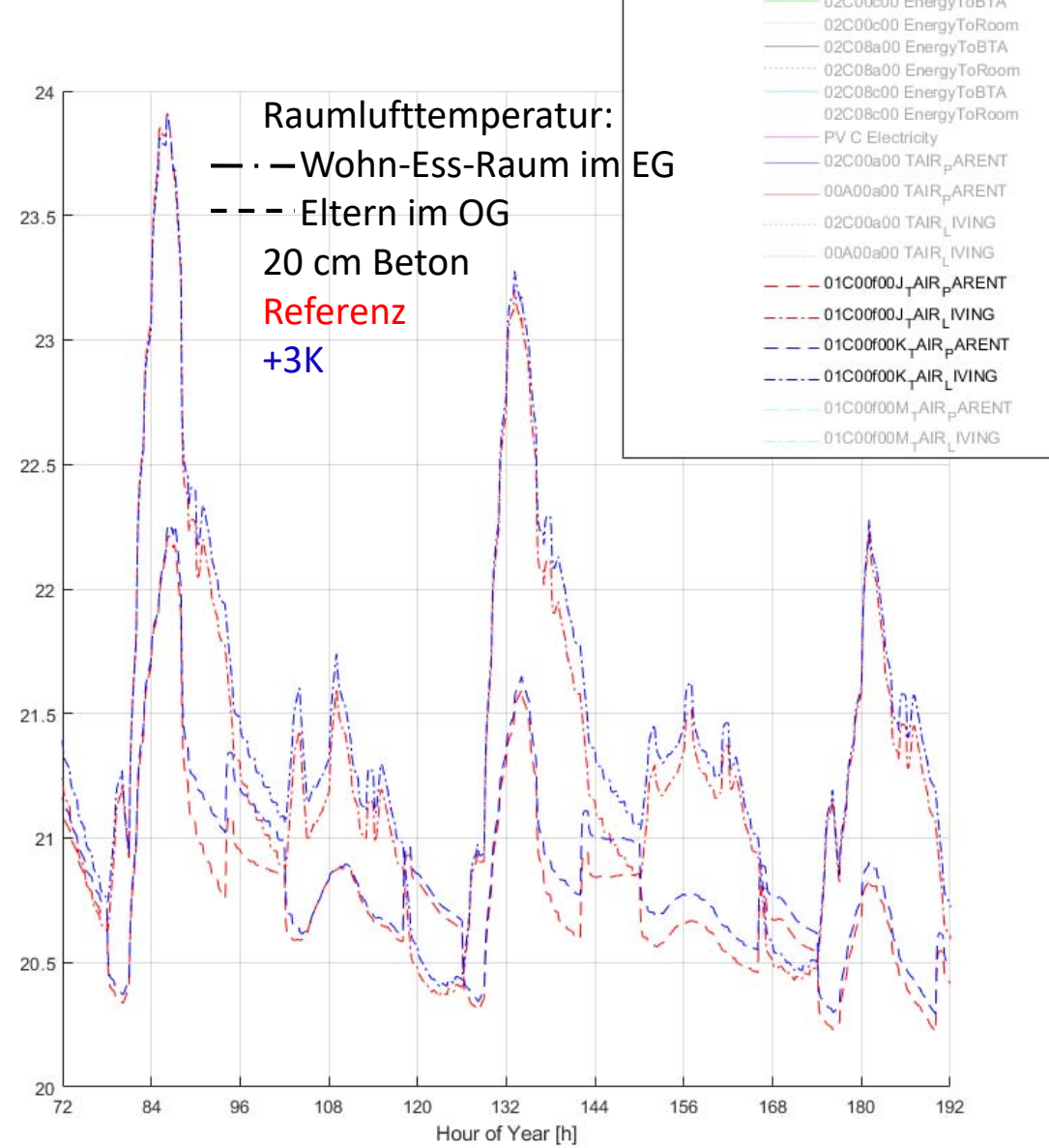
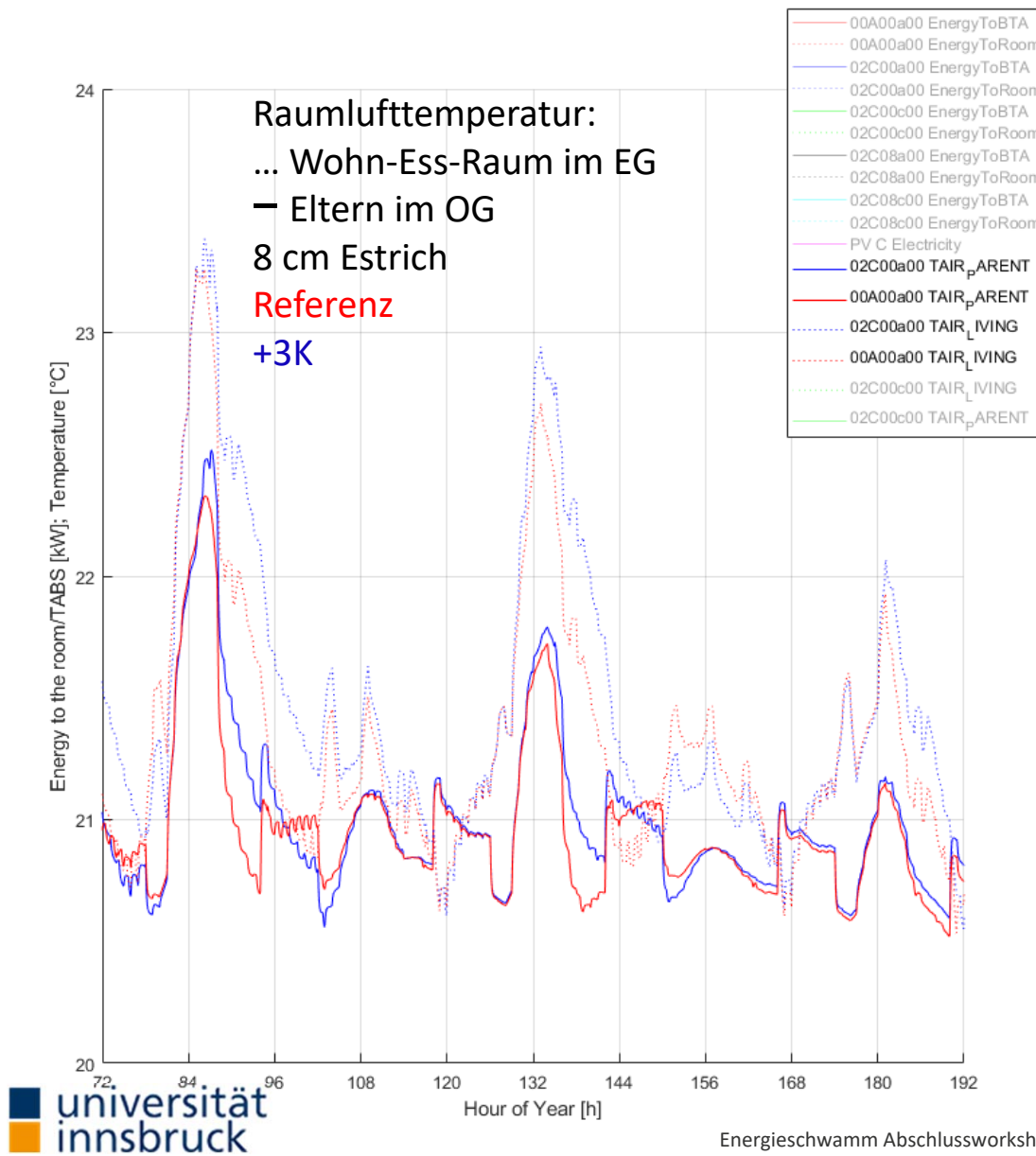
VS.

+10K VL-Temp



Summenkurve für
Heizenergie Gesamt
in Heizkreis:

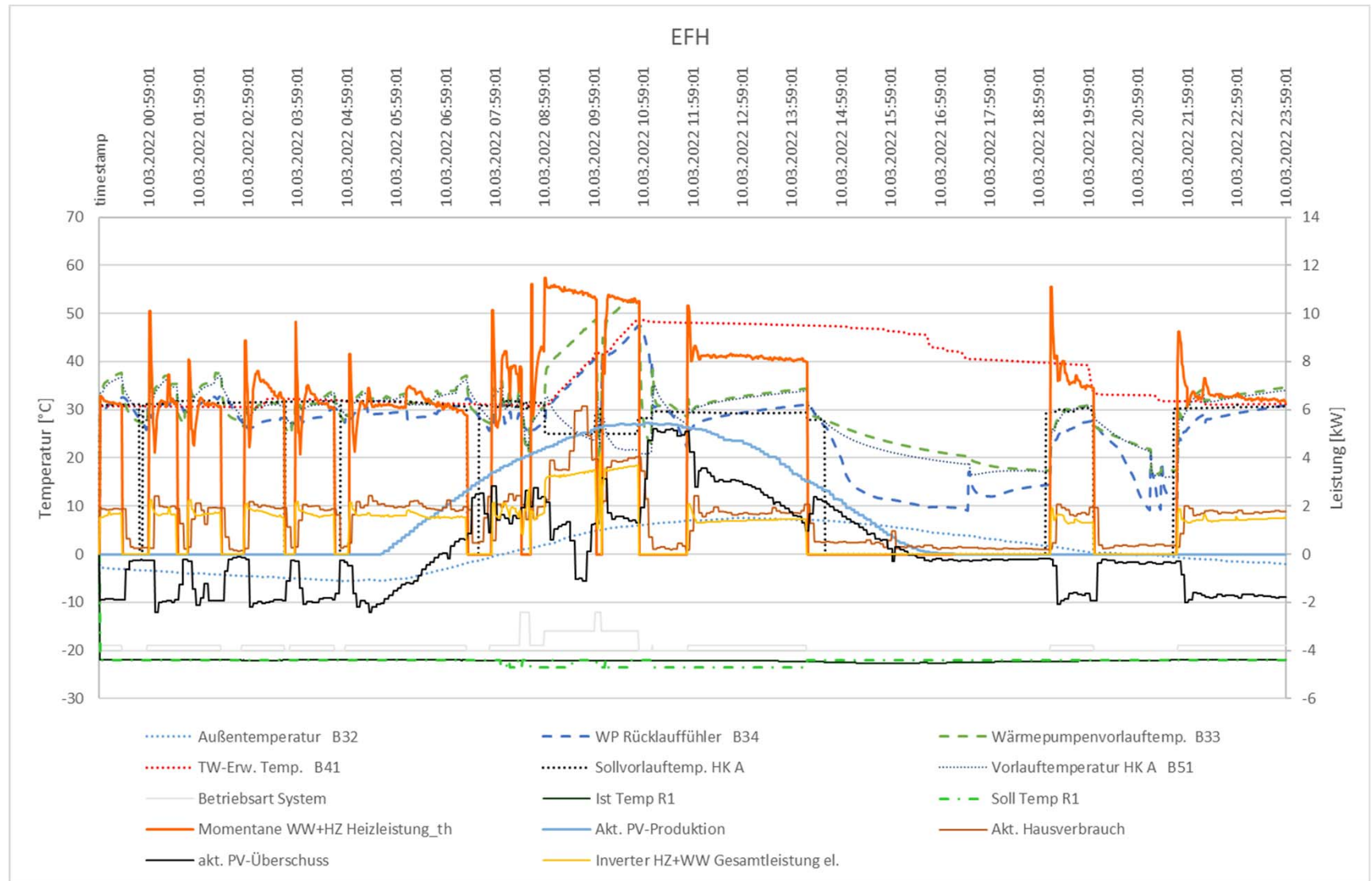
— Estrich 8 cm
- - - Beton 20 cm



Messdaten von EFH Messung

Bei PV-Überschuss

Raum-Soll-Temp
um +1,5K von
22°C auf 23,5°C

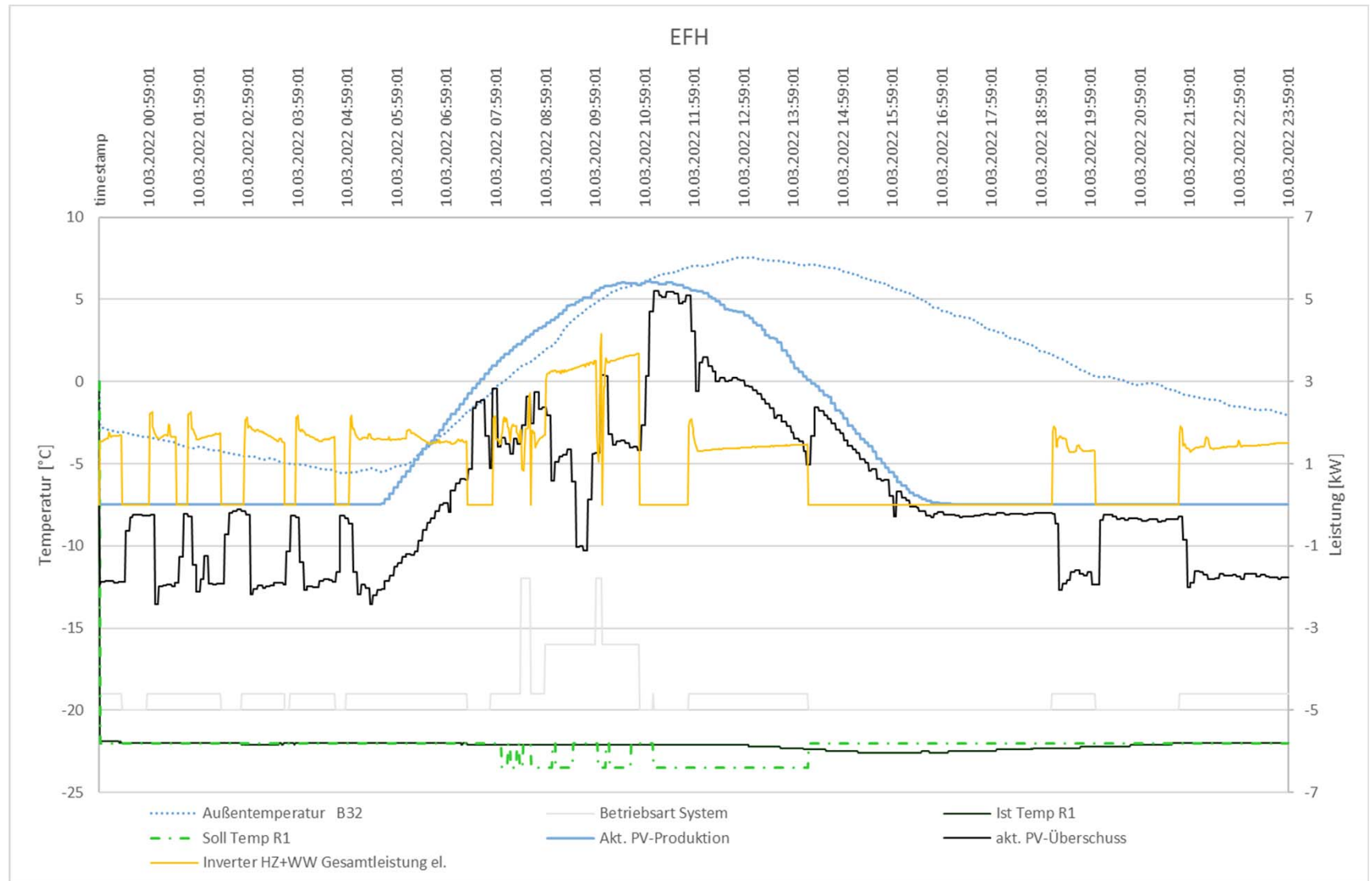


Messdaten von EFH Messung

Bei PV-Überschuss

Raum-Soll-Temp um +1,5K von 22°C auf 23,5°C

Leseanleitung:
„Soll Temp R1“
und
„Ist Temp R1“
sind mit -1 multipliziert!



Basisannahmen für CO2- und Systemeffizienzbewertung

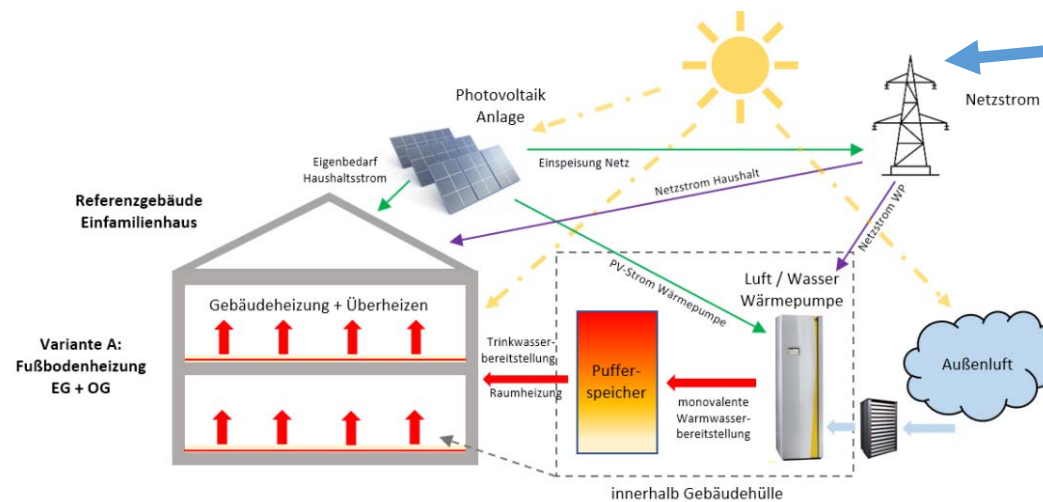


Abbildung 10: Stromerzeugung und Kundengruppen.

CO2: PV-Überschuss wird in das Netz „CO2-frei“ eingespeist => im großen Strompool vermischt => „entwerteter“ Netzstrom mit CO2-Faktor 227 g/kWh (OIB-RL6 April 2019) bei Bedarf bezogen.

Effizienz: Wasser-Pumpspeicherkraftwerk = 75%

<https://home.uni-leipzig.de/energy/energie-grundlagen/22.html>

AUT Strom-Netzverluste 2019 = 5%

E-control-2020_Statistikbroschüre_deutsch_FINAL.pdf

Theoretische „Speicherung im Netz“ mit $\eta = 70\%$



„Thermische Batterie“ mit:

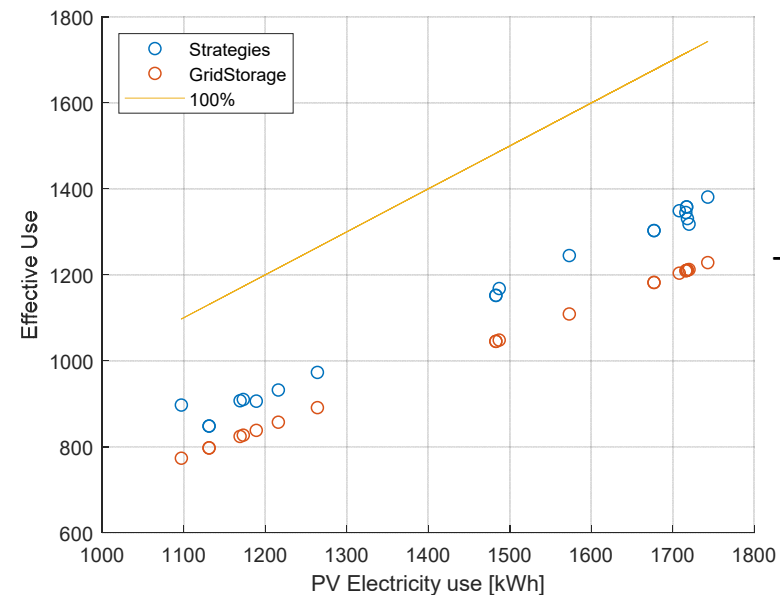
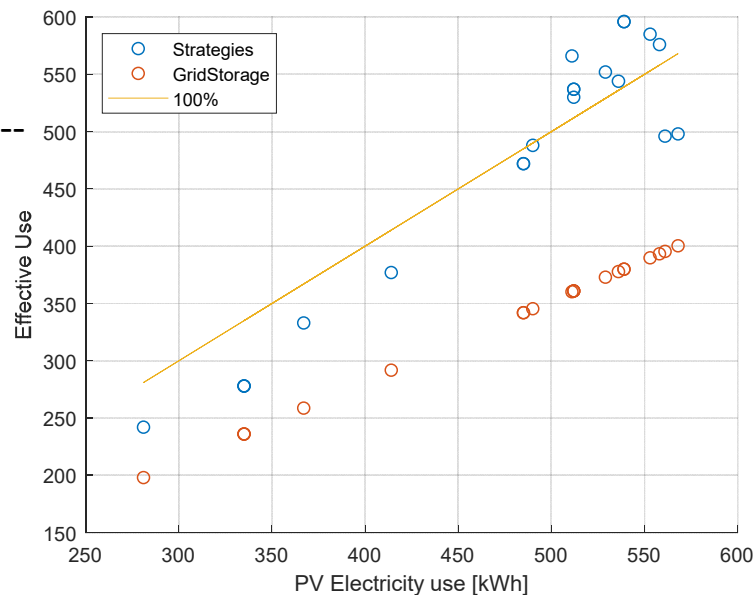
$\eta = 85$ bis 110%

PV: 2,6 kWp (20m²)

$\eta = \text{ca } 80\%$

PV: 5,2 kWp (40m²)

2 kWh Batt. --



-- 5 kWh Batt.

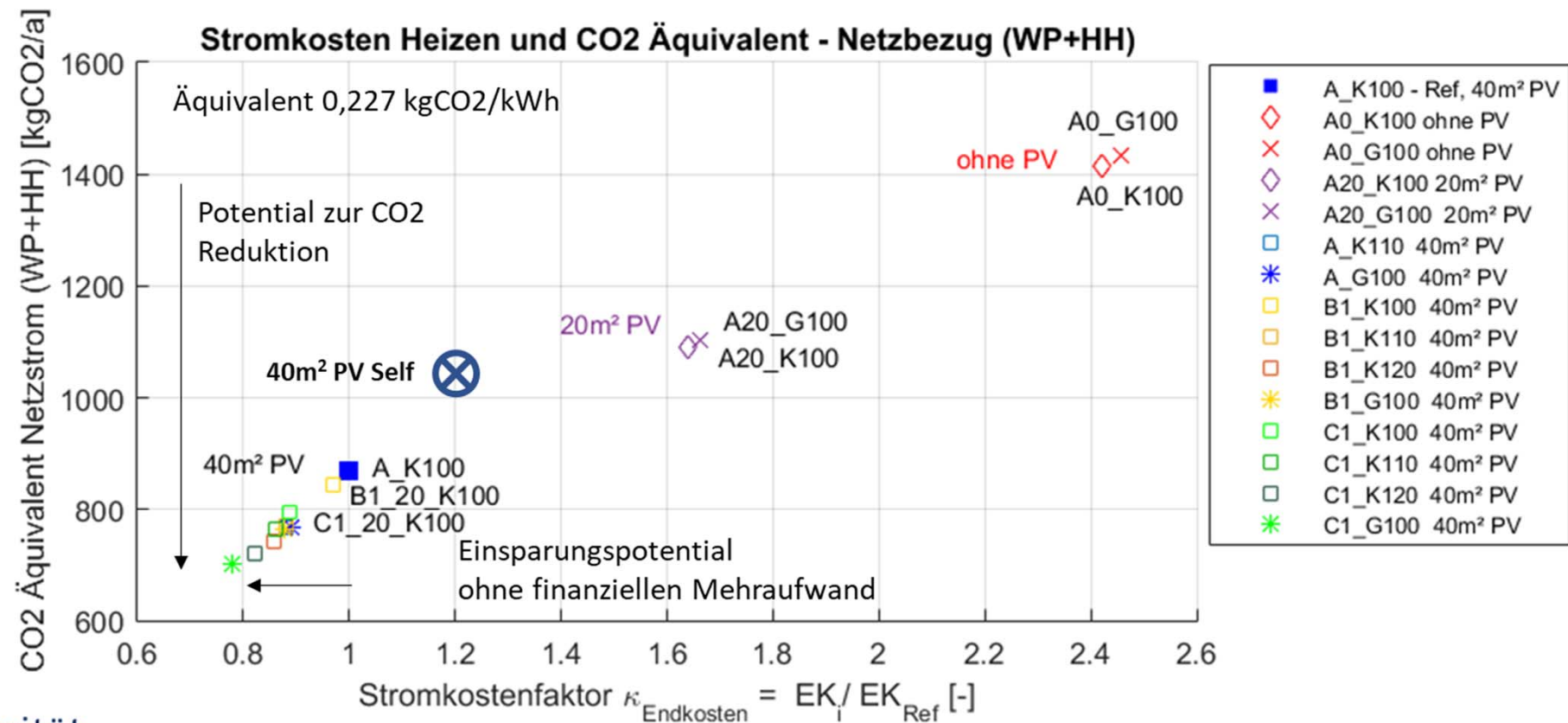
1 kWh el Batterie => ca 250 kWh/a

Energieschwamm Abschlussworkshop | Alexander Thür | 28.6.2022

Seite 17

Wirtschaftlichkeit und CO2 Reduktion

Größere PV-Anlage (5,2 kWp / 40m²) in Kombination mit Überwärmungsstrategien zeigt deutliches Potential zur Reduktion von Kosten und CO2 Emissionen – NUR Betrieb!



Schlussfolgerungen aus simulierten Betriebsbedingungen:

Die “thermische Batterie” als Gebäudemasse ist schon vorhanden => also gratis

Es muss nicht Betonkernaktivierung sein, die Fußbodenheizung ist auch sehr gut nutzbar

PV-Eigenverbrauchserhöhung mit Gebäudemassenaktivierung um bis zu 400%

Netzstromverbrauch auf bis zu 50% reduzierbar

Überwärmungsverluste teilweise deutlich kleiner als bei “Netzspeicherung” oder Batterie

Zusatznutzen für Luft-WP durch bessere Betriebsbedingungen: Nacht => Tag

Temperaturkomfort mit durchschnittlich +0,5°C marginal beeinflusst

Ergebnisse im Detail im
Endbericht im Herbst 2022