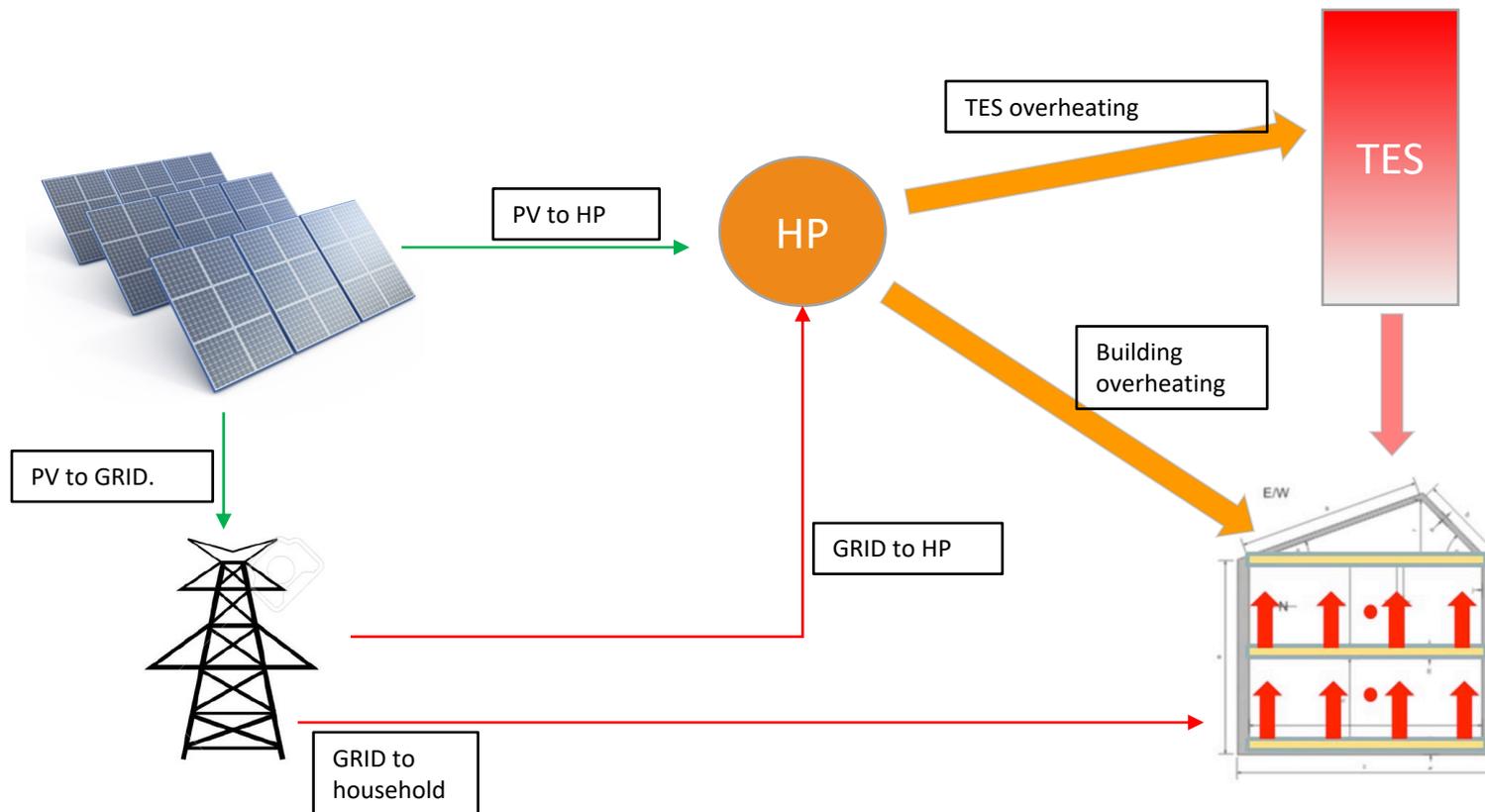




Wärmepumpe und Fotovoltaik mit Wasserspeicher und Gebäudemassenaktivierung als thermische Batterie

THÜR Alexander, CALABRESE Toni, STREICHER Wolfgang

Kopplung Fotovoltaik ↔ Wärmepumpe mit Gebäudemasse und Pufferspeicher als THERmische BATterie

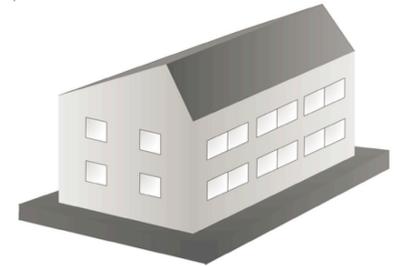
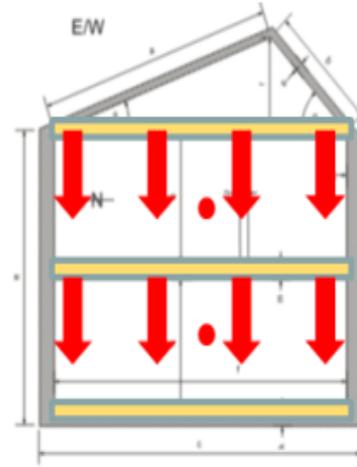
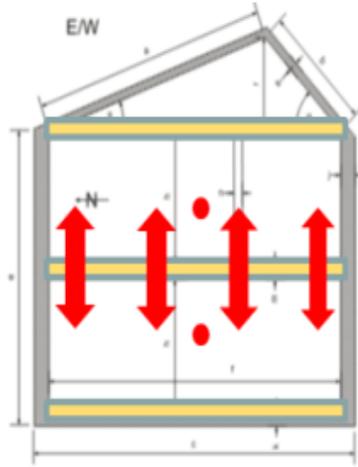
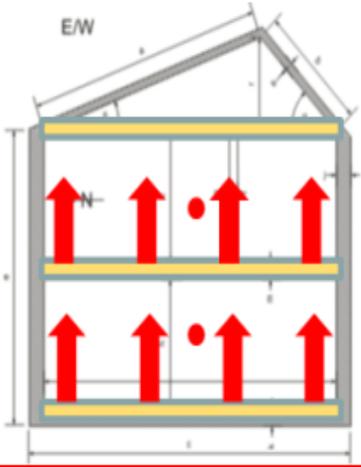


Ziele der Simulationsstudien

- Möglichkeiten der Kopplung PV + WP mit der Speicherkapazität eines Gebäudes bzw. eines Pufferspeichers
- Minimierung des Netzstromverbrauches
- Optimierung des Eigenstromverbrauches der PV-Anlage
- Einflüsse verschiedener Auslegungs- und Regelparameter
- Auswirkungen auf WP-Effizienz, System-Effizienz, Komfort, ...
- Betriebskosten in Wechselwirkung mit dem Stromnetz

Die Referenzgebäude

(abgeleitet aus IEA SHC Task44, Report C1 Part B)



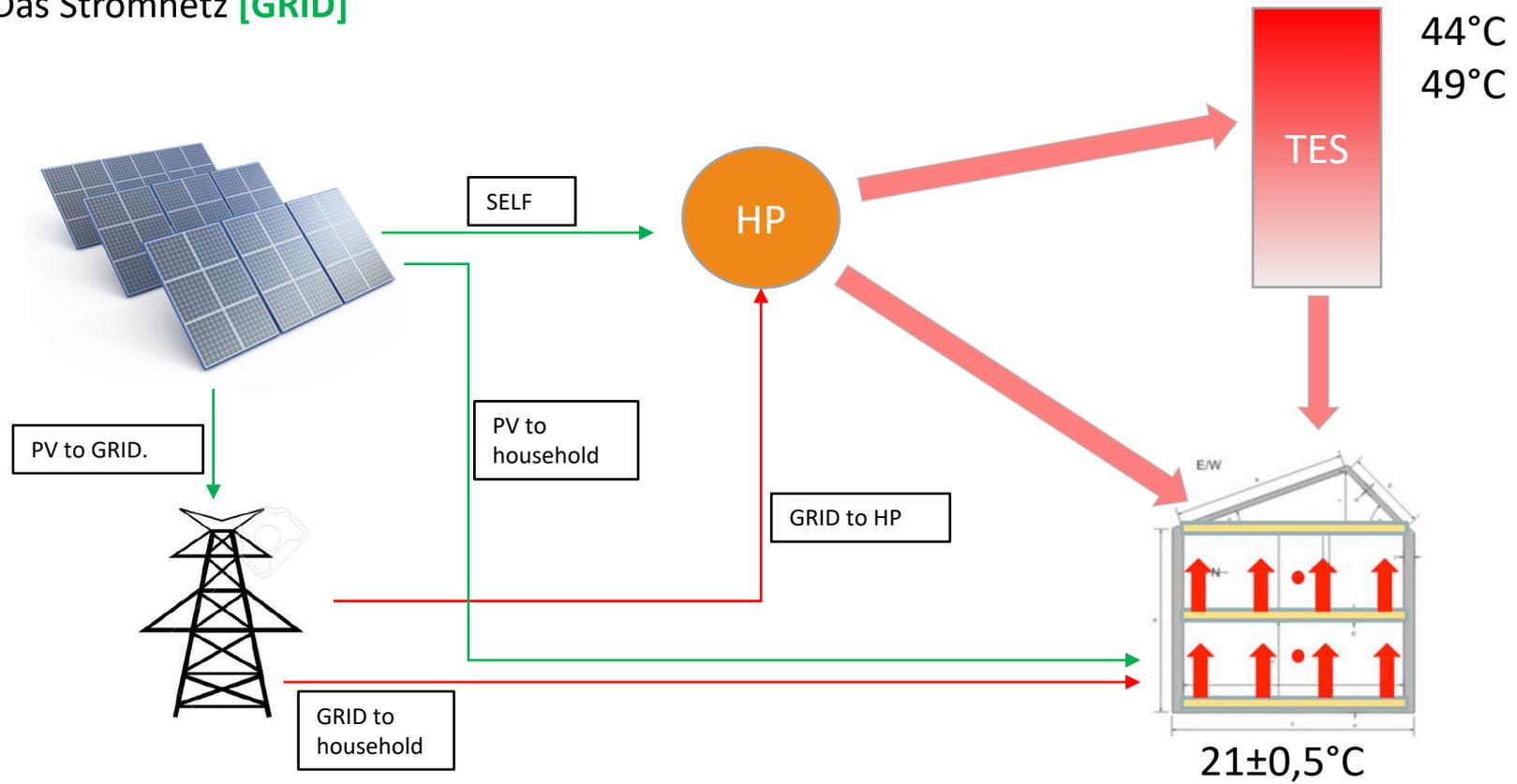
- „RES45“: Wohngebäude, Bestand: Standard, „schwer“ - BTA im Boden (48 kWh/m²a)
- „RES15“: Wohngebäude, Neubau: NEH, „schwer“ - BTA in der Kernzone (17 kWh/m²a)
- „OFF45“: Bürogebäude, Neubau: Standard, „leicht“ - BTA in der Decke (52 kWh/m²a)

	RES15	RES45	OFF45
Heizenergieverbrauch (SH), kWh/a:	2330	6700	7282
Warmwasserverbrauch (DHW), kWh/a:	2175	2175	0

Regelstrategie: Eigenverbrauch (SELF)

PV-Strom geht an:

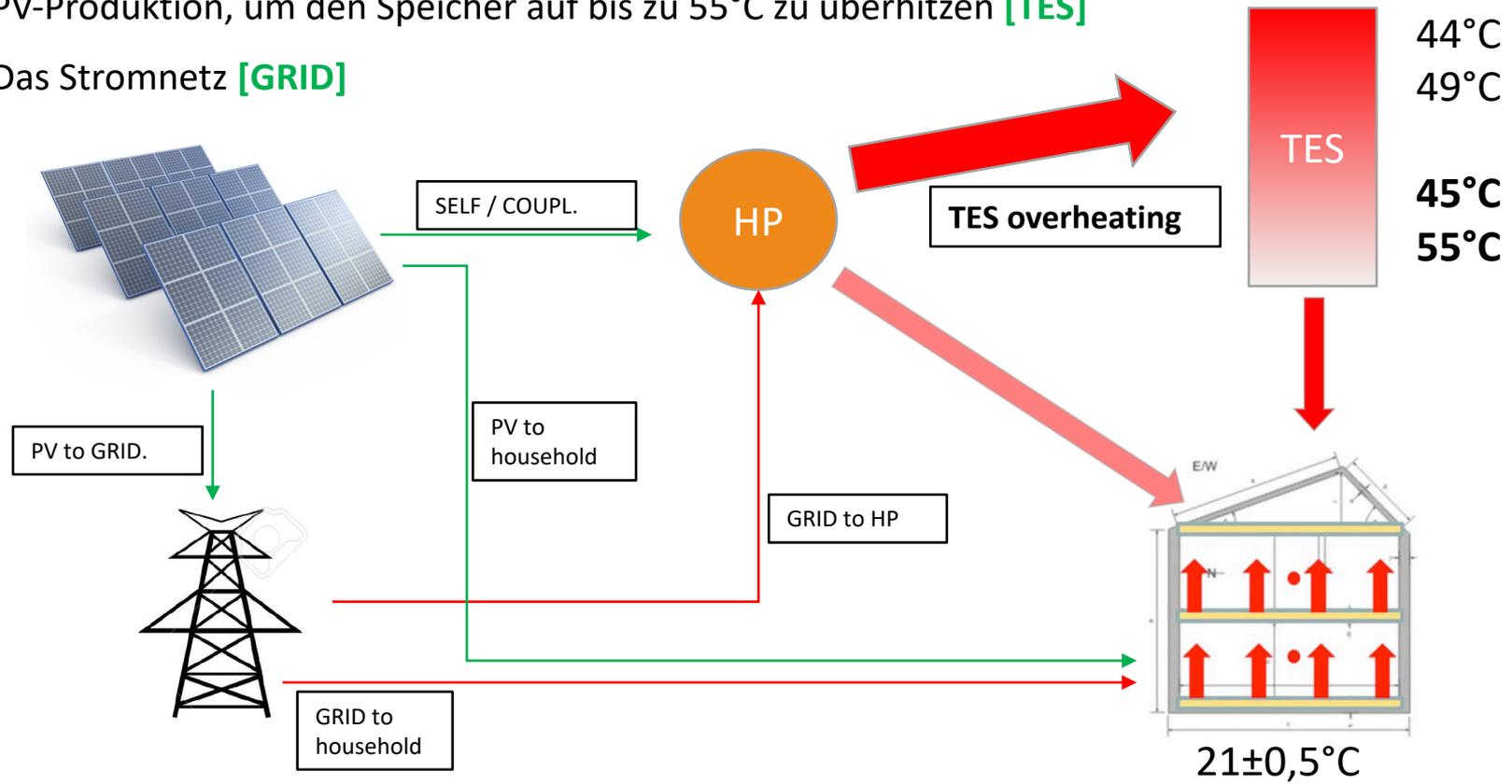
1. Die Wärmepumpe (HP) [**SELF**], um das Gebäude auf $21 \pm 0,5^\circ\text{C}$ zu heizen.
2. Das Stromnetz [**GRID**]



Regelstrategie: Überhitzung des Speichers (TES)

PV-Strom geht an:

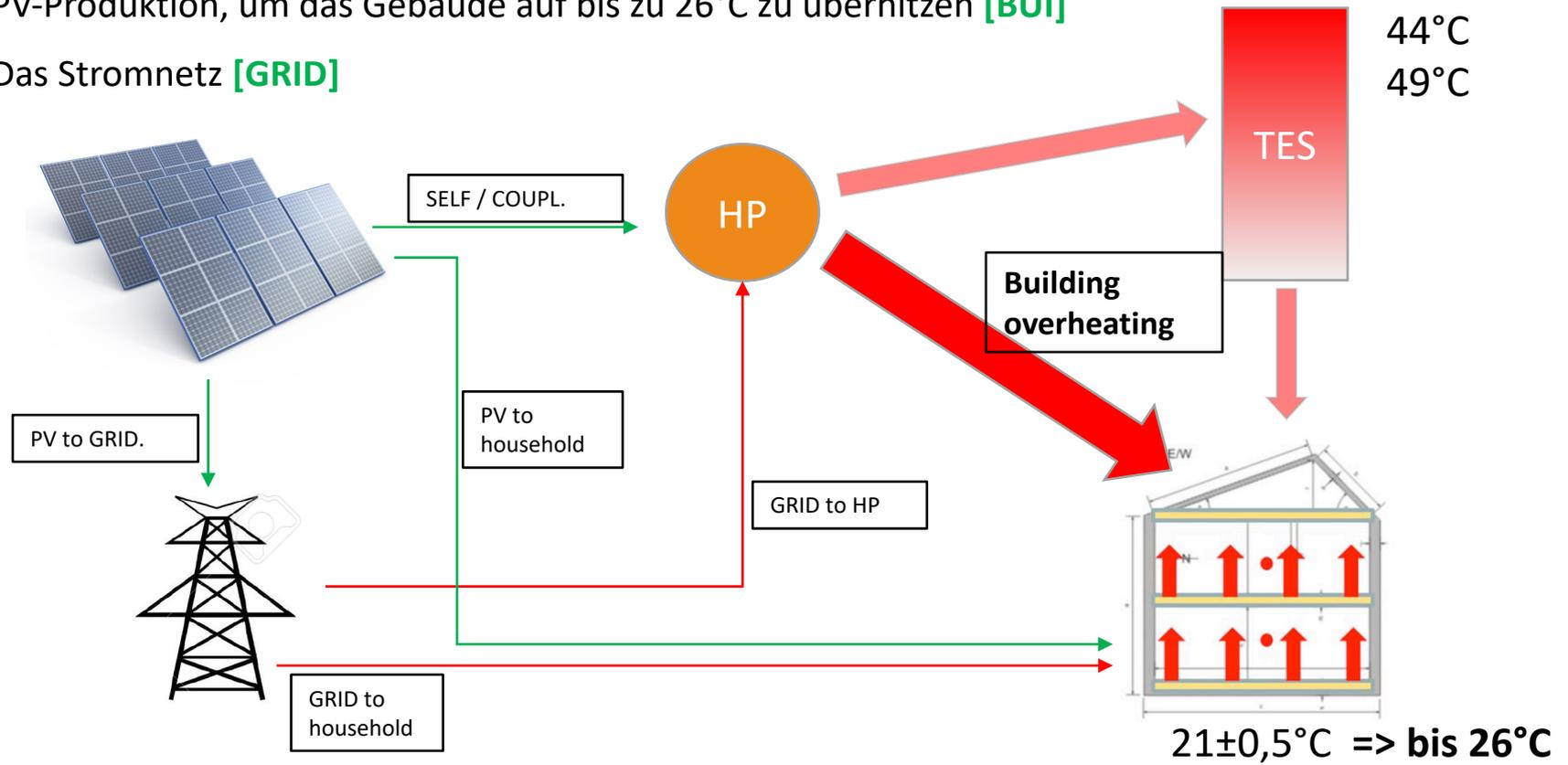
1. Die Wärmepumpe mit Standardleistung [**SELF**] bzw. Leistungsgeregelt entsprechend der aktuellen PV-Produktion, um den Speicher auf bis zu 55°C zu überhitzen [**TES**]
2. Das Stromnetz [**GRID**]



Regelstrategie: Überhitzung des Gebäudes (BUI)

PV-Strom geht an:

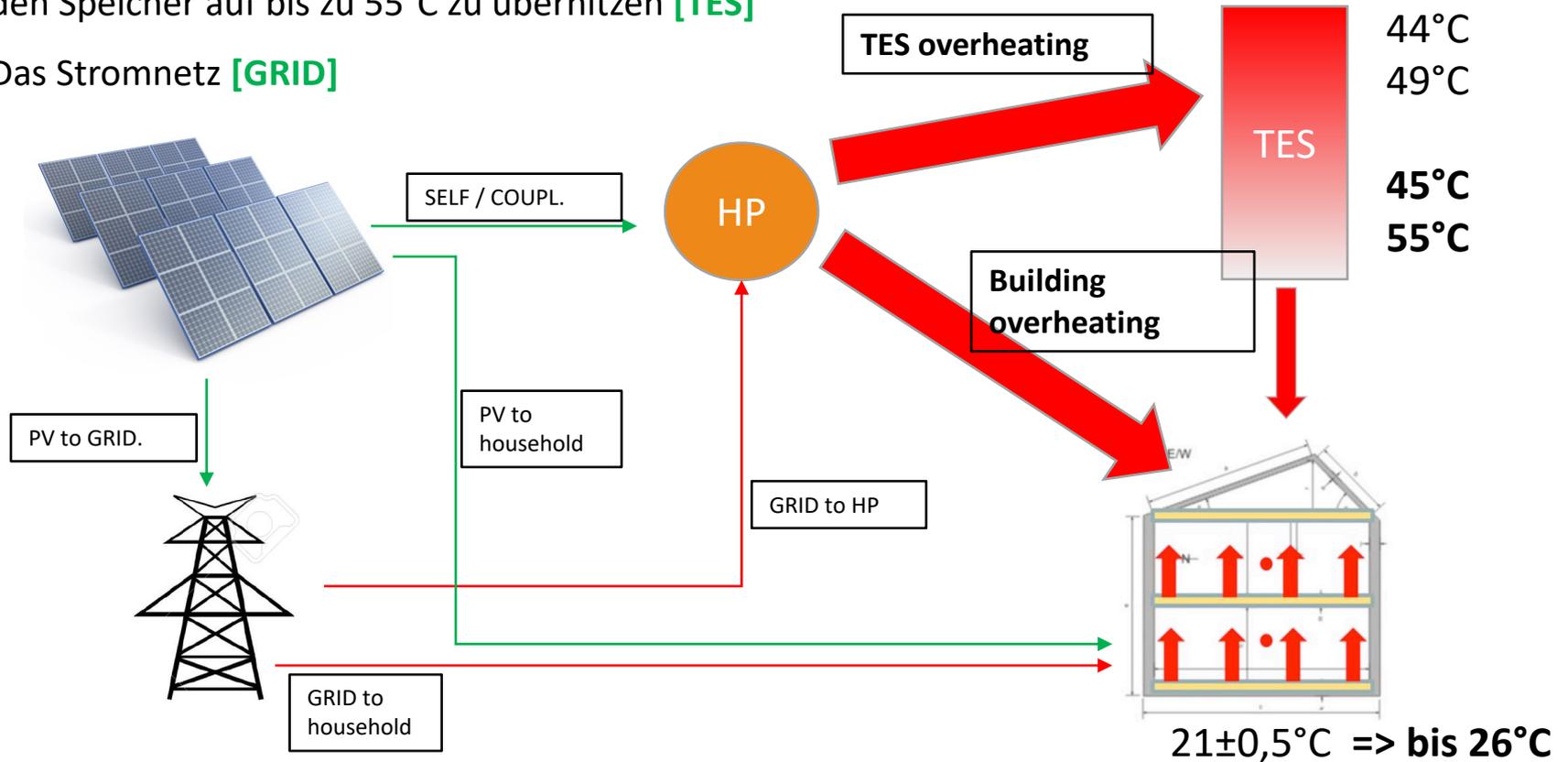
1. Die Wärmepumpe mit Standardleistung [**SELF**] bzw. Leistungsgeregelt entsprechend der aktuellen PV-Produktion, um das Gebäude auf bis zu 26°C zu überhitzen [**BUI**]
2. Das Stromnetz [**GRID**]



Regelstrategie: Überhitzung Gebäude und Speicher (BUI+TES)

PV-Strom geht an:

1. Die Wärmepumpe mit Standardleistung [SELF] bzw. Leistungsgeregelt entsprechend der aktuellen PV-Produktion, um das Gebäude auf bis zu 26°C zu überhitzen [BUI] und dann den Speicher auf bis zu 55°C zu überhitzen [TES]
2. Das Stromnetz [GRID]



Regelkonzepte – Warmwasserbereitung

SELF:

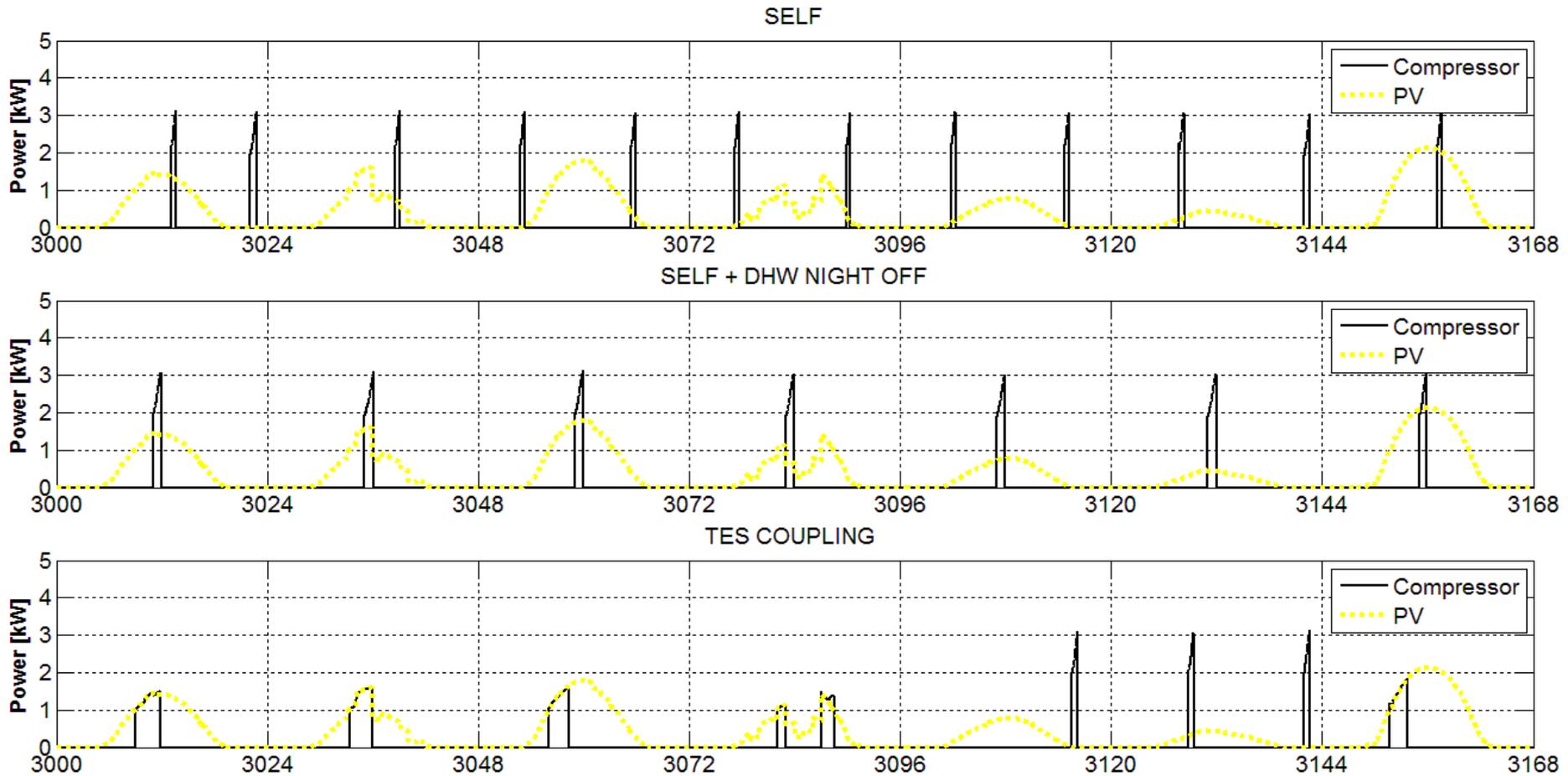
Standardregelung mit 2 Temperaturfühler

SELF+DHW NIGHT OFF:

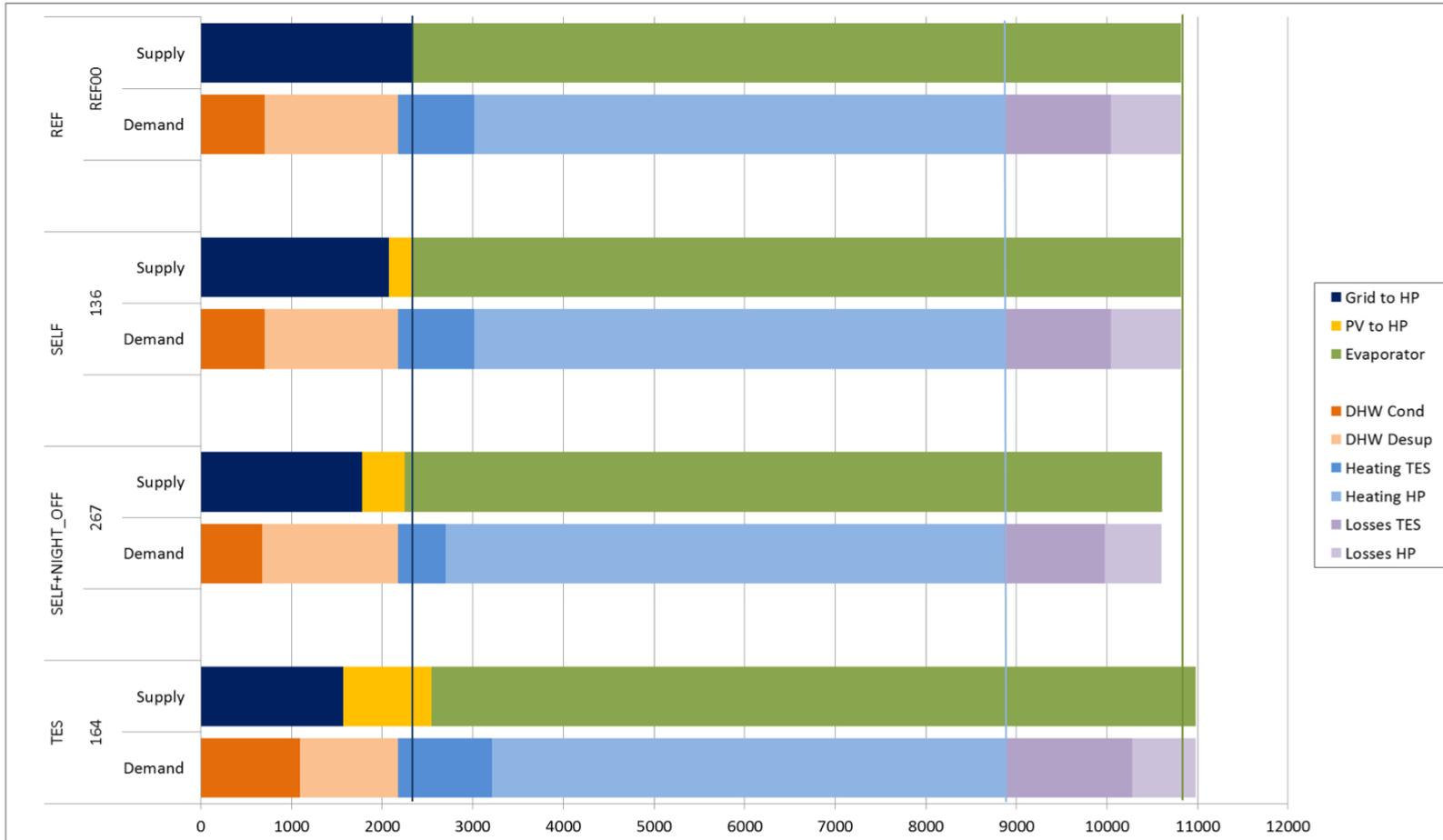
WP-gesperrt von 20:00 Uhr bis 11:00 Uhr

TES COUPLING:

WP-Betrieb leistungsgeregelt nach PV-Erzeugung + SELF



Energiebilanz RES45 – 500 Liter – PV20 Warmwasserbereitung



Grid to HP:

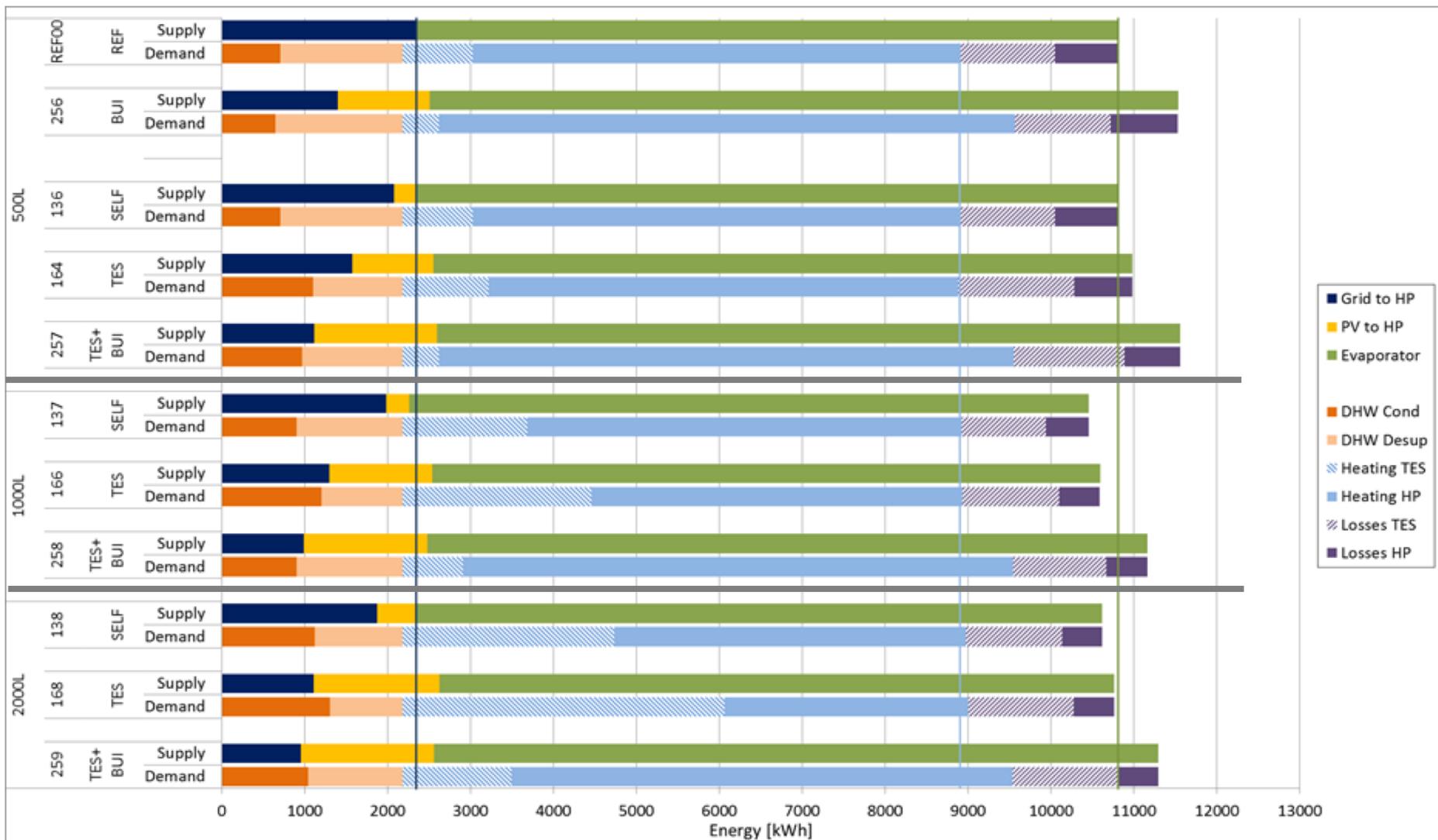
Ref:
2336 kWh

SELF:
2075 kWh
-11 %

NIGHT_OFF:
1777 kWh
-24 %

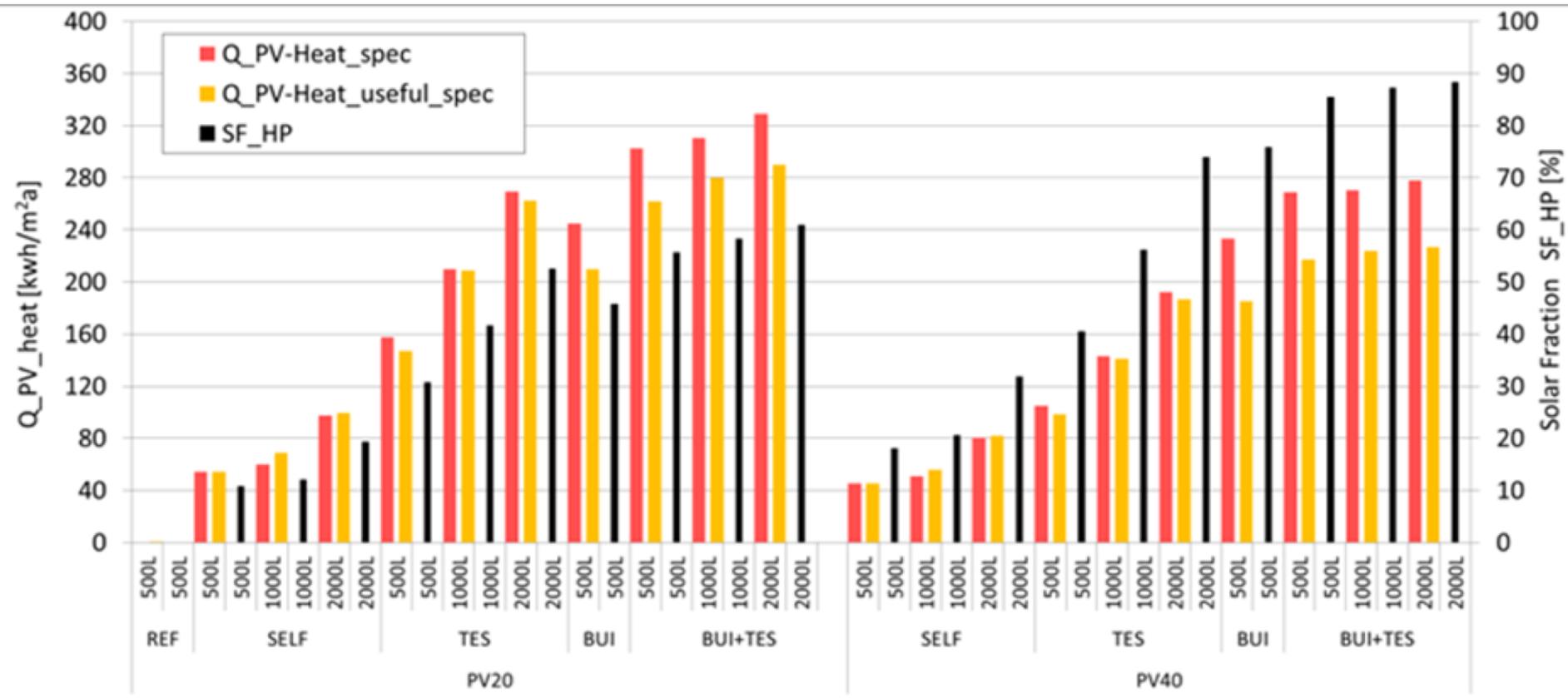
TES:
1569 kWh
-33 %

PV20, Regelkonzepte: SELF, BUI, TES, BUI+TES (TES Volumina: 500, 1.000 and 2.000 Liter)



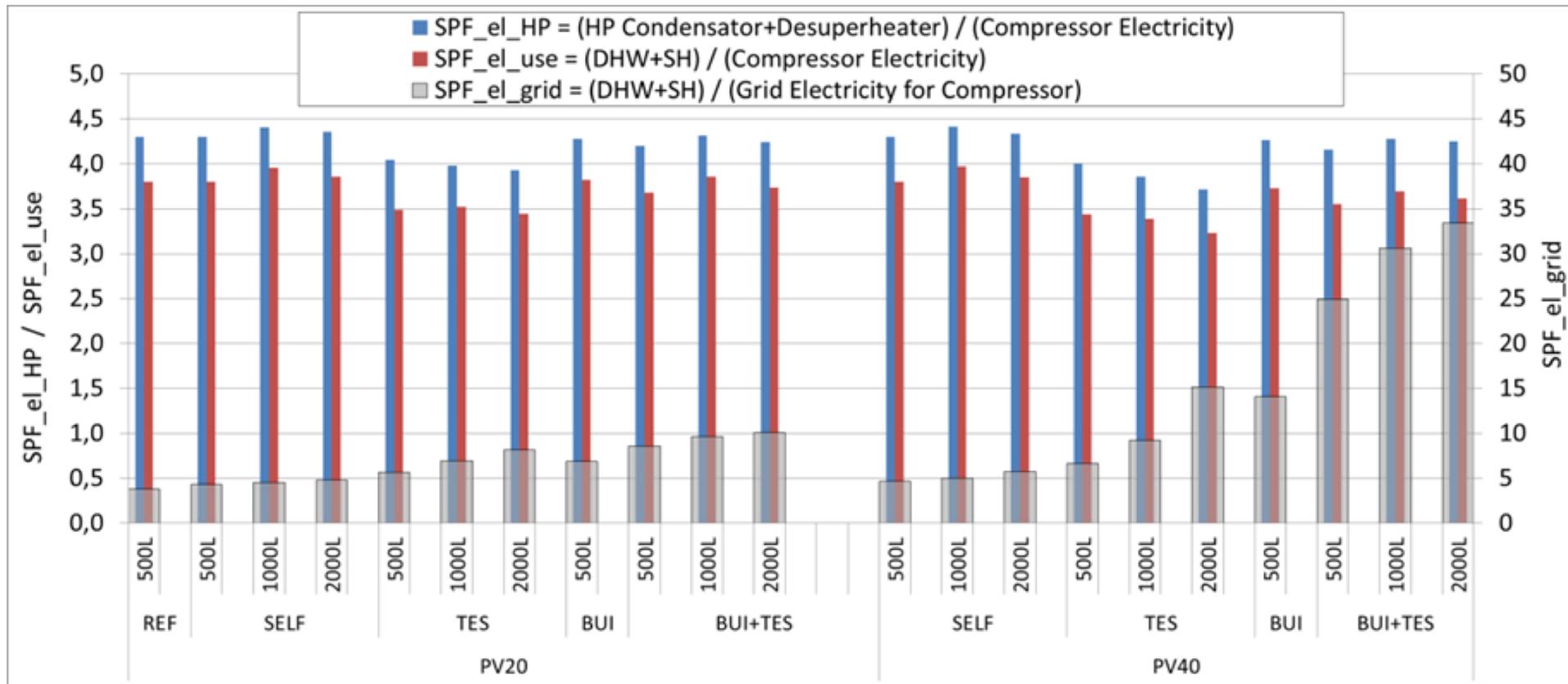
Solare Wärme ($Q_{PV\text{-Heat_spec}}$)
 Nutzbare Solare Wärme ($Q_{PV\text{-Heat_useful_spec}}$)
 Solarer Deckungsgrad (SF_HP)

von der Wärmepumpe mittels PV produziert
 in Abhängigkeit von Regelalgorithmus und PV-Fläche.



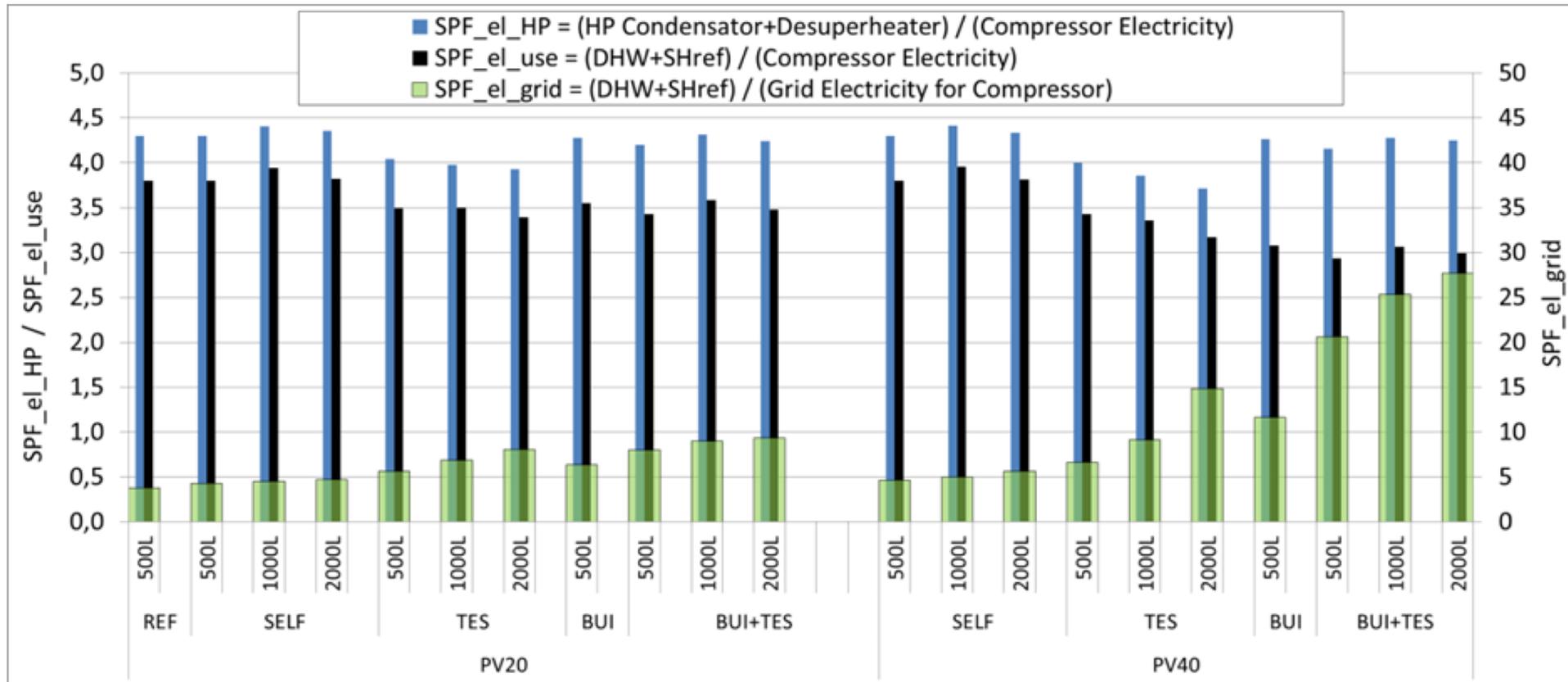
Seasonal Performance Factor - SPF:

- für die Wärmepumpe basierend auf Kompressor Stromverbrauch (**SPF_el_HP**)
- für den aktuellen Energiebedarf (Heizung und Warmwasser) basierend auf Kompressor Stromverbrauch (**SPF_el_use**)
- für den aktuellen Energiebedarf (Heizung und Warmwasser) basierend auf Netzstromverbrauch (**SPF_el_grid**).

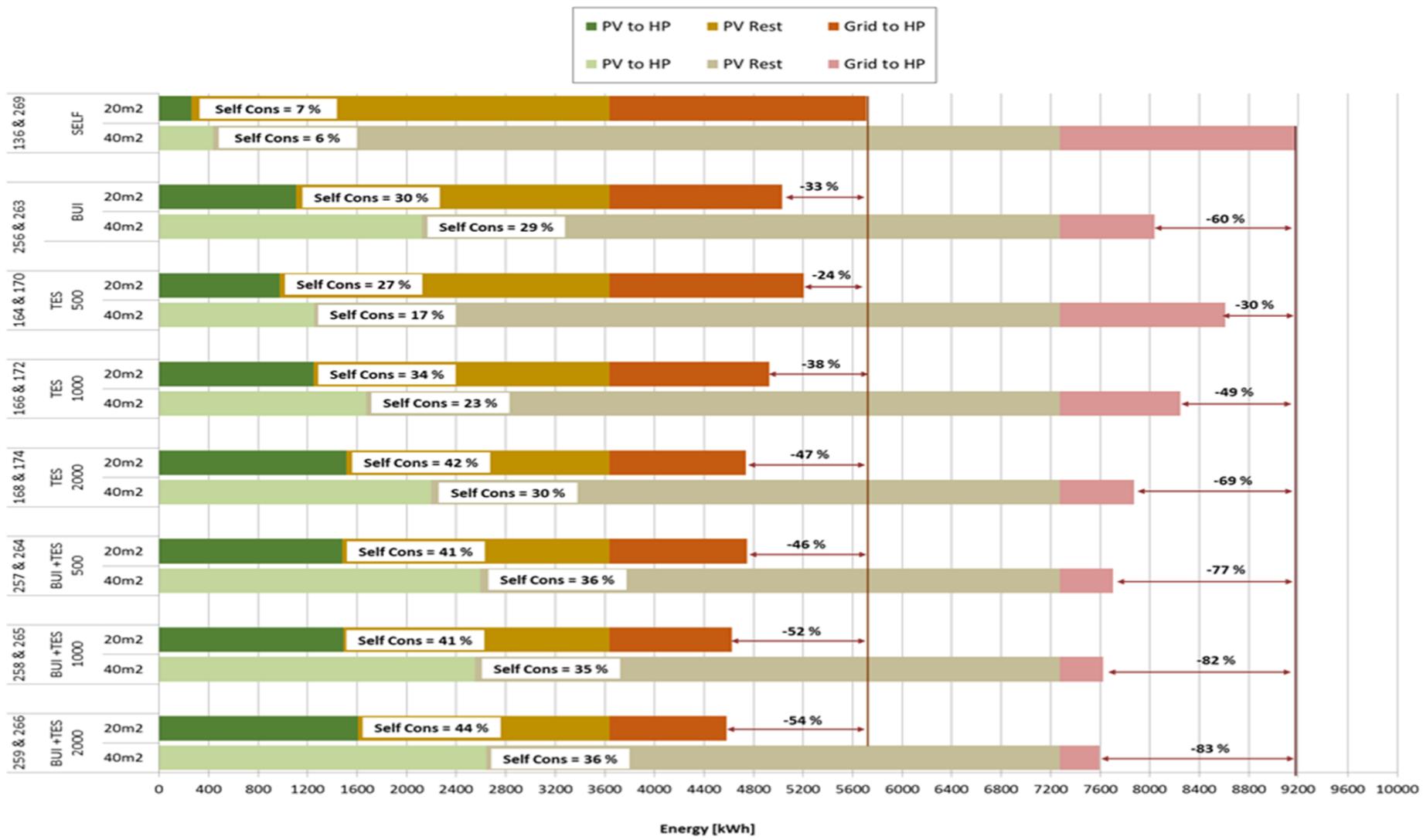


Seasonal Performance Factor - SPF:

- für die Wärmepumpe basierend auf Kompressor Stromverbrauch (**SPF_el_HP**)
- für den Referenz Energiebedarf (Heizung und Warmwasser von REF) basierend auf Kompressor Stromverbrauch (**SPF_el_use**)
- für den Referenz Energiebedarf (Heizung und Warmwasser von REF) basierend auf Netzstromverbrauch (**SPF_el_grid**).

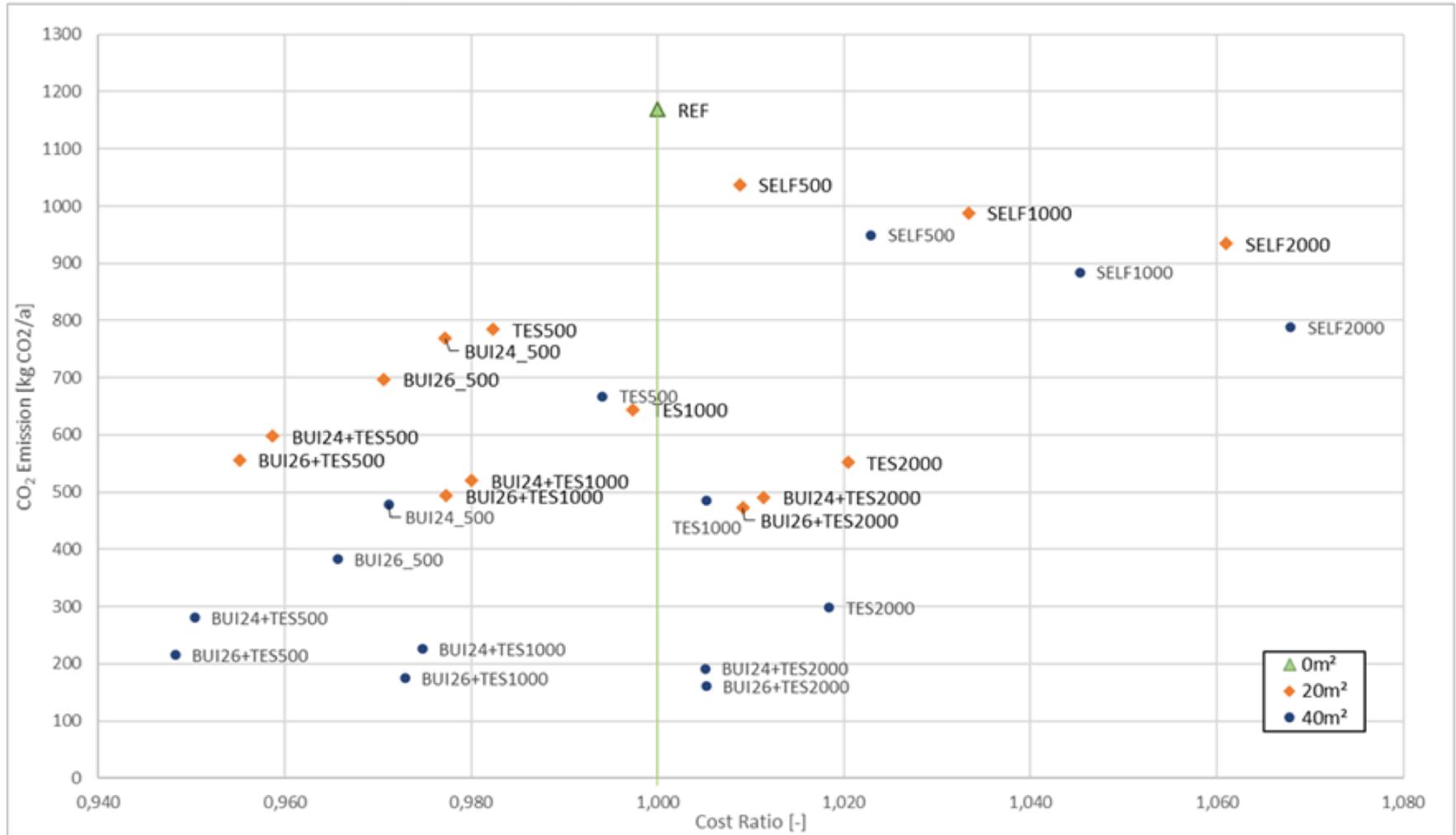


PV-Eigenstromanteil ↔ WP-Netzstrombezug



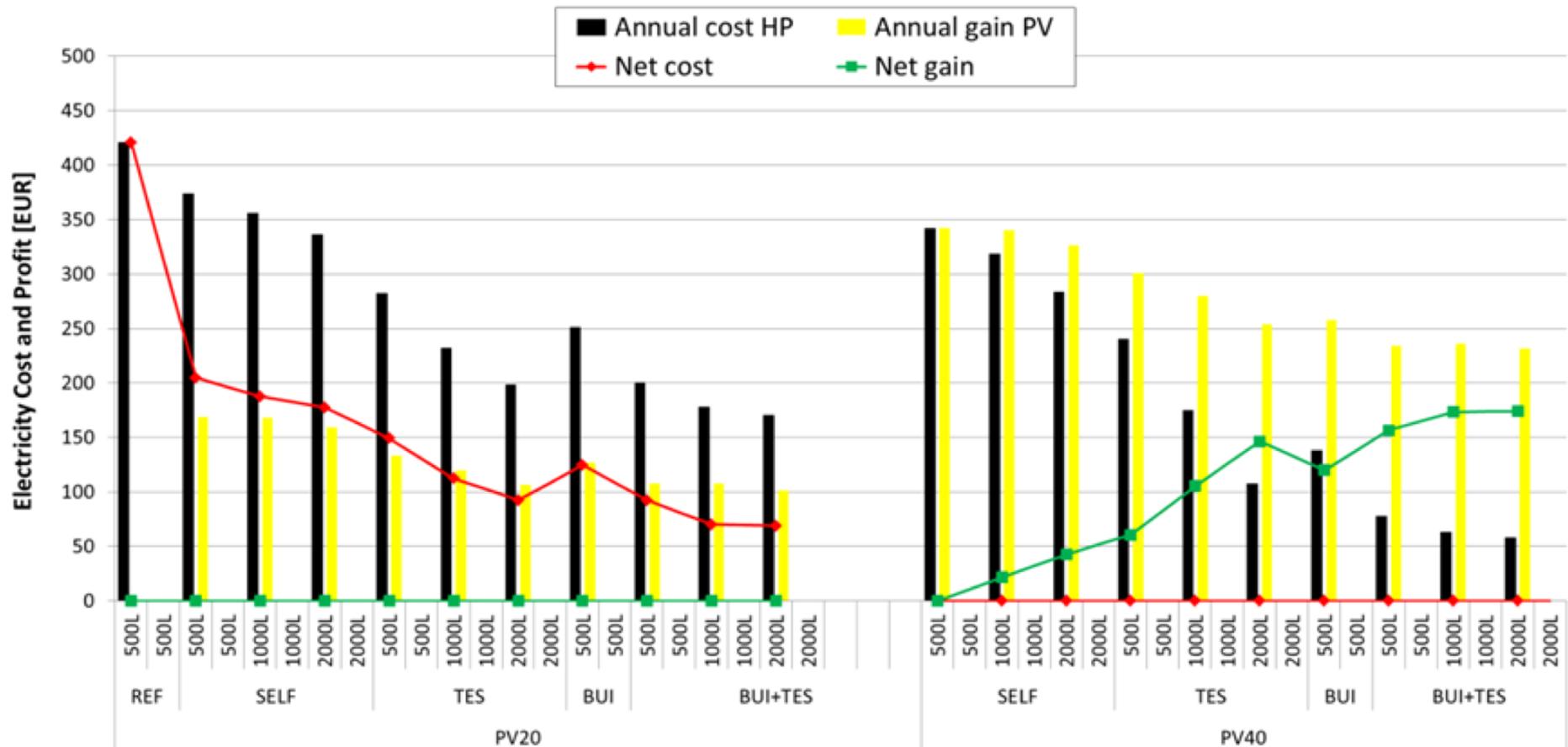
Potential zur lokalen Reduktion der CO₂-Emissionen

Kostenverhältnis der Wärmegestehungskosten zum Referenz-System (CostRatio) für RES45



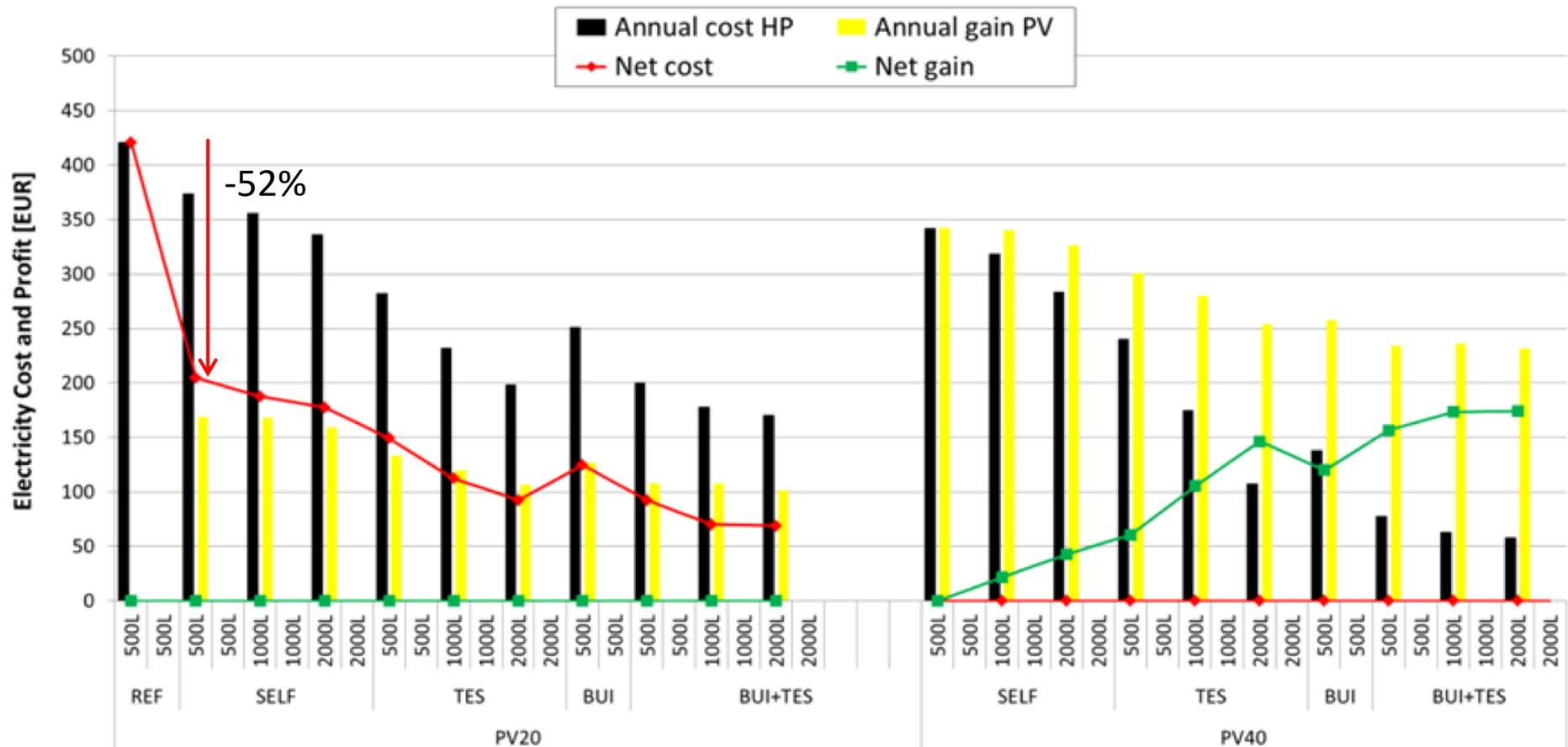
Betriebskosten für das RES45 Gebäude in Kombination mit 20 m² (links) / 40 m² (rechts) PV Fläche.

Netz-Stromkosten = 18 EUR-cent/kWh ⇔ Einspeisetarif = 5 EUR-cent/kWh



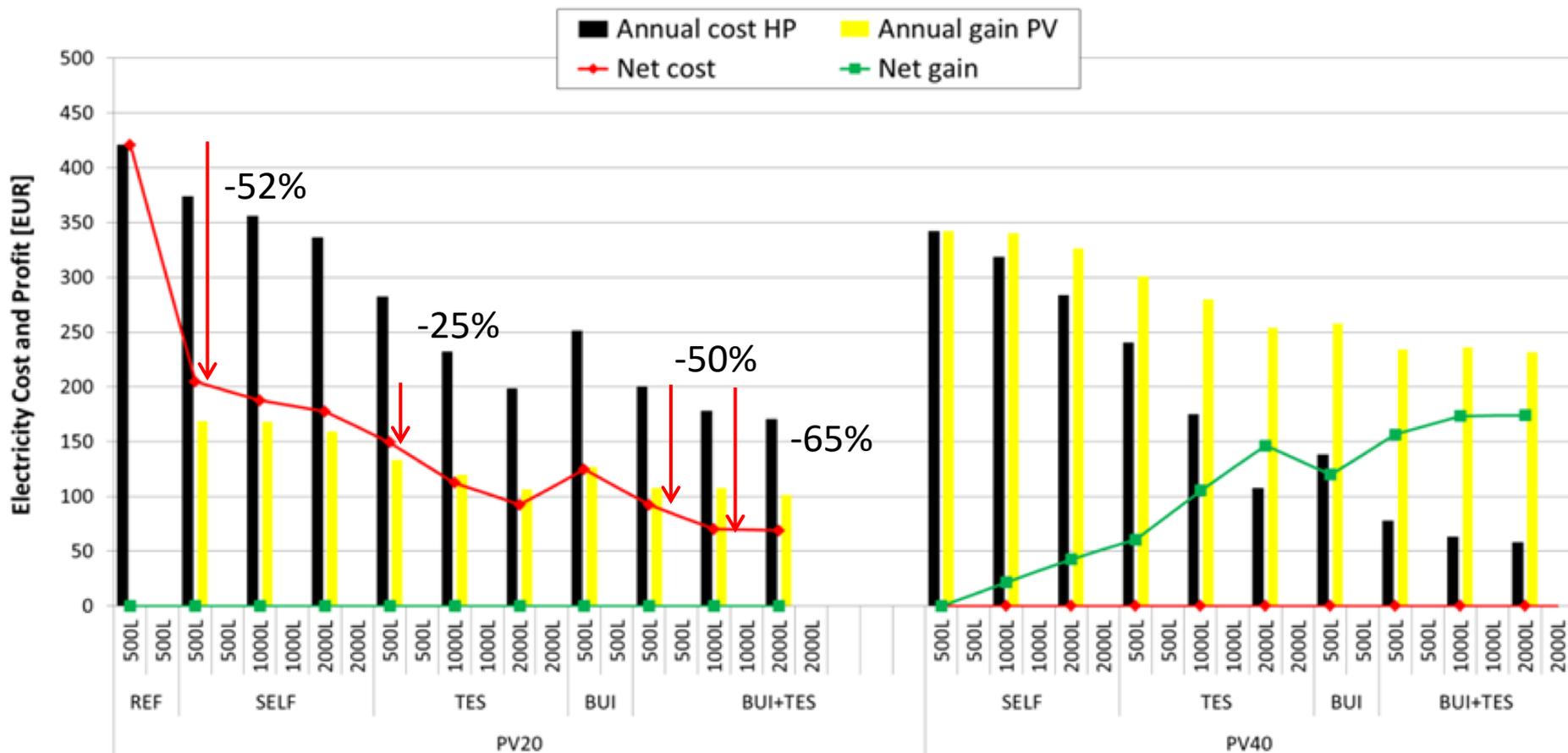
Betriebskosten für das RES45 Gebäude in Kombination mit 20 m² (links) / 40 m² (rechts) PV Fläche.

Netz-Stromkosten = 18 EUR-cent/kWh ⇔ Einspeisetarif = 5 EUR-cent/kWh



Betriebskosten für das RES45 Gebäude in Kombination mit 20 m² (links) / 40 m² (rechts) PV Fläche.

Netz-Stromkosten = 18 EUR-cent/kWh ⇔ Einspeisetarif = 5 EUR-cent/kWh





Thank you for your attention!

Alexander THÜR

Universität Innsbruck
Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen
Technikerstraße 13, 5. Stock, A-6020 Innsbruck

Telefon +43 512 507-63653
E-Mail alexander.thuer@uibk.ac.at

TheBat - FFG Nr: 838657

Dieses Projekt wird aus Mitteln des
Klima- und Energiefonds gefördert
und im Rahmen des Programms
„ENERGY MISSION AUSTRIA“
durchgeführt.

Wärmepumpe + PV - Hydraulikkonzept

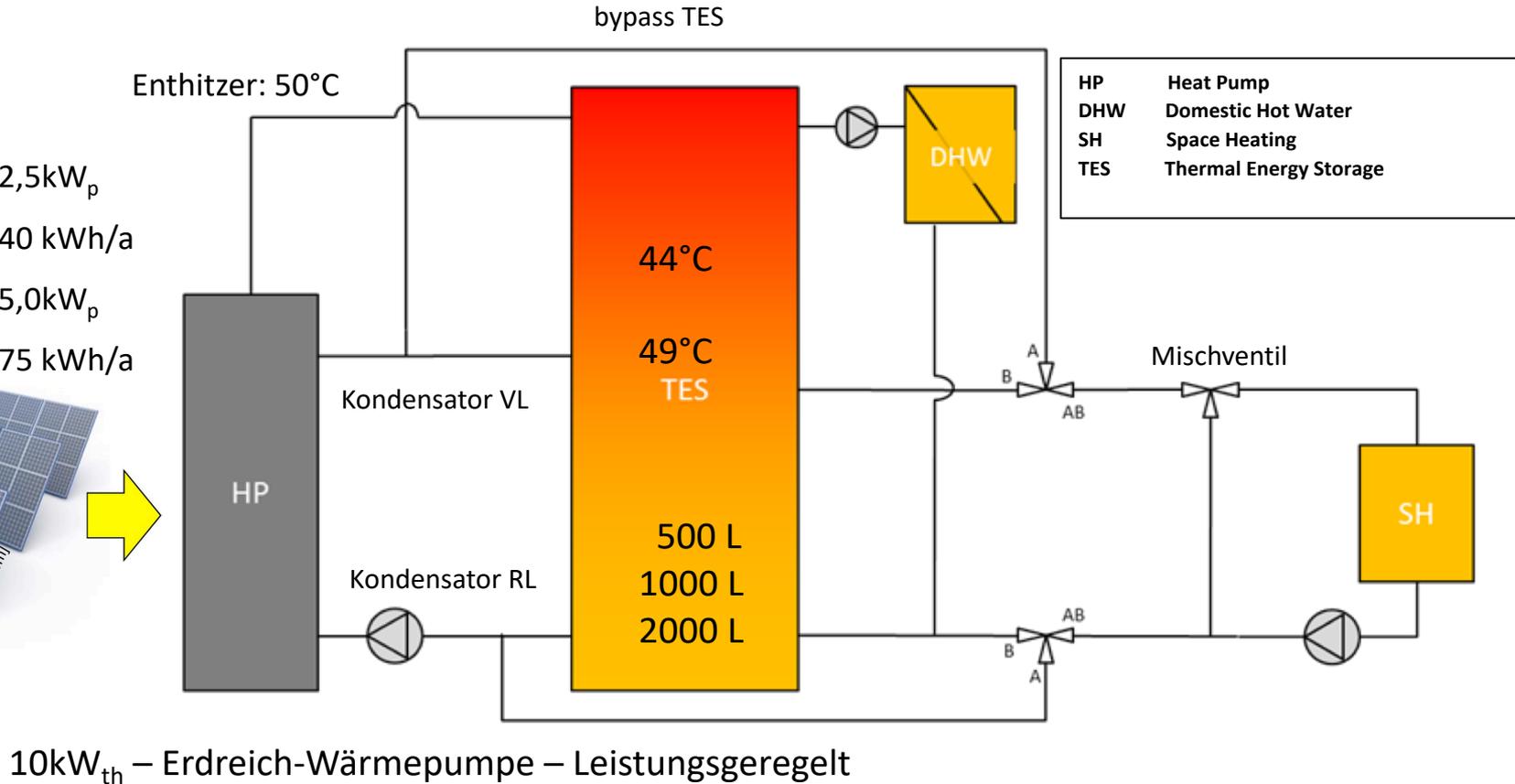
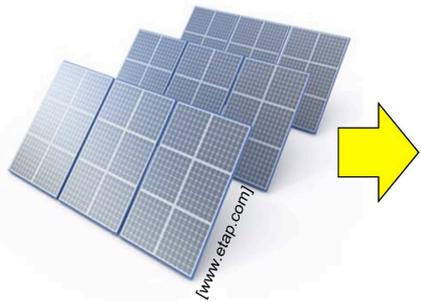
PV-Anlage:

PV20 = 20m² = 2,5kW_p

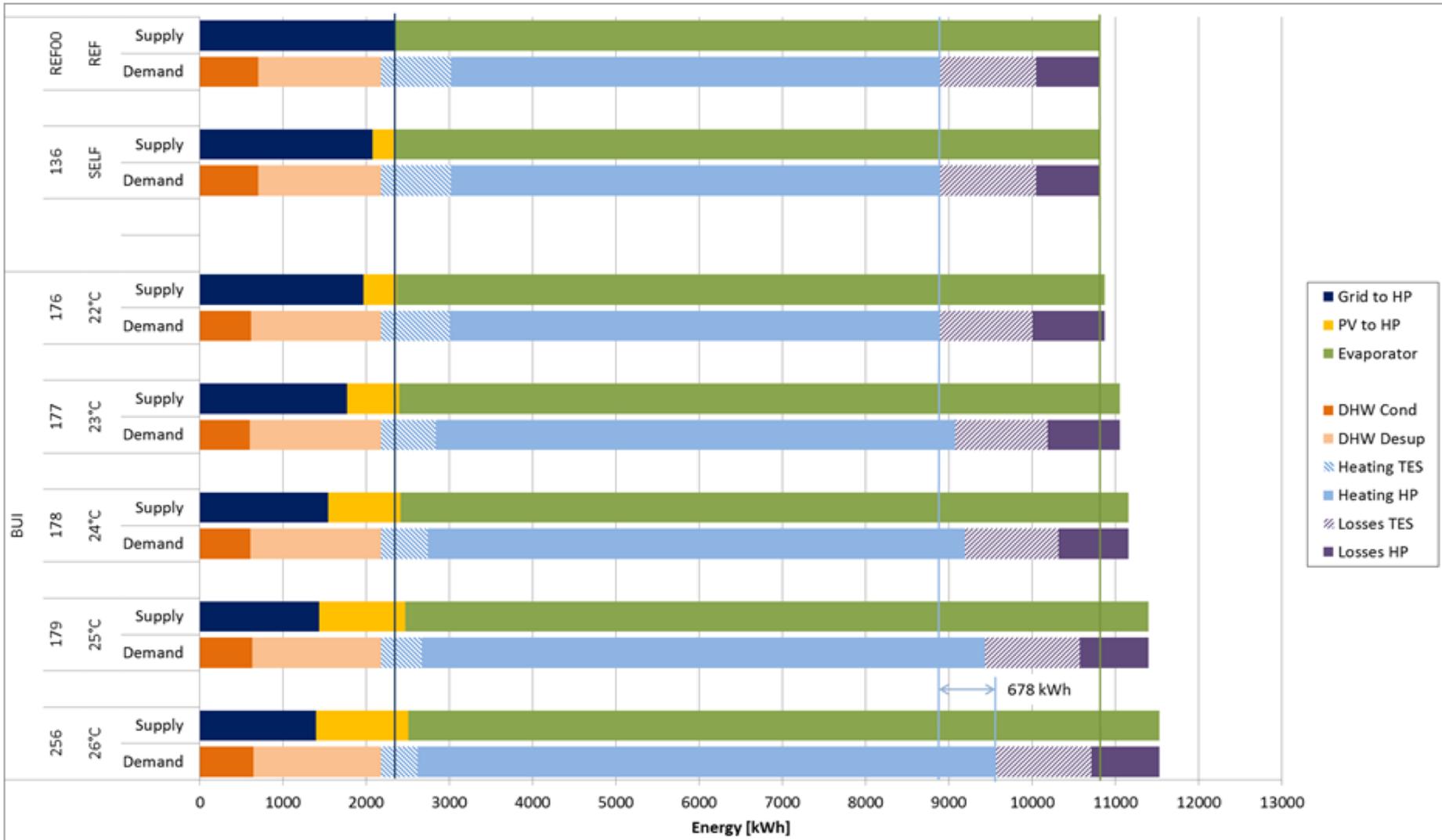
3640 kWh/a

PV40 = 40m² = 5,0kW_p

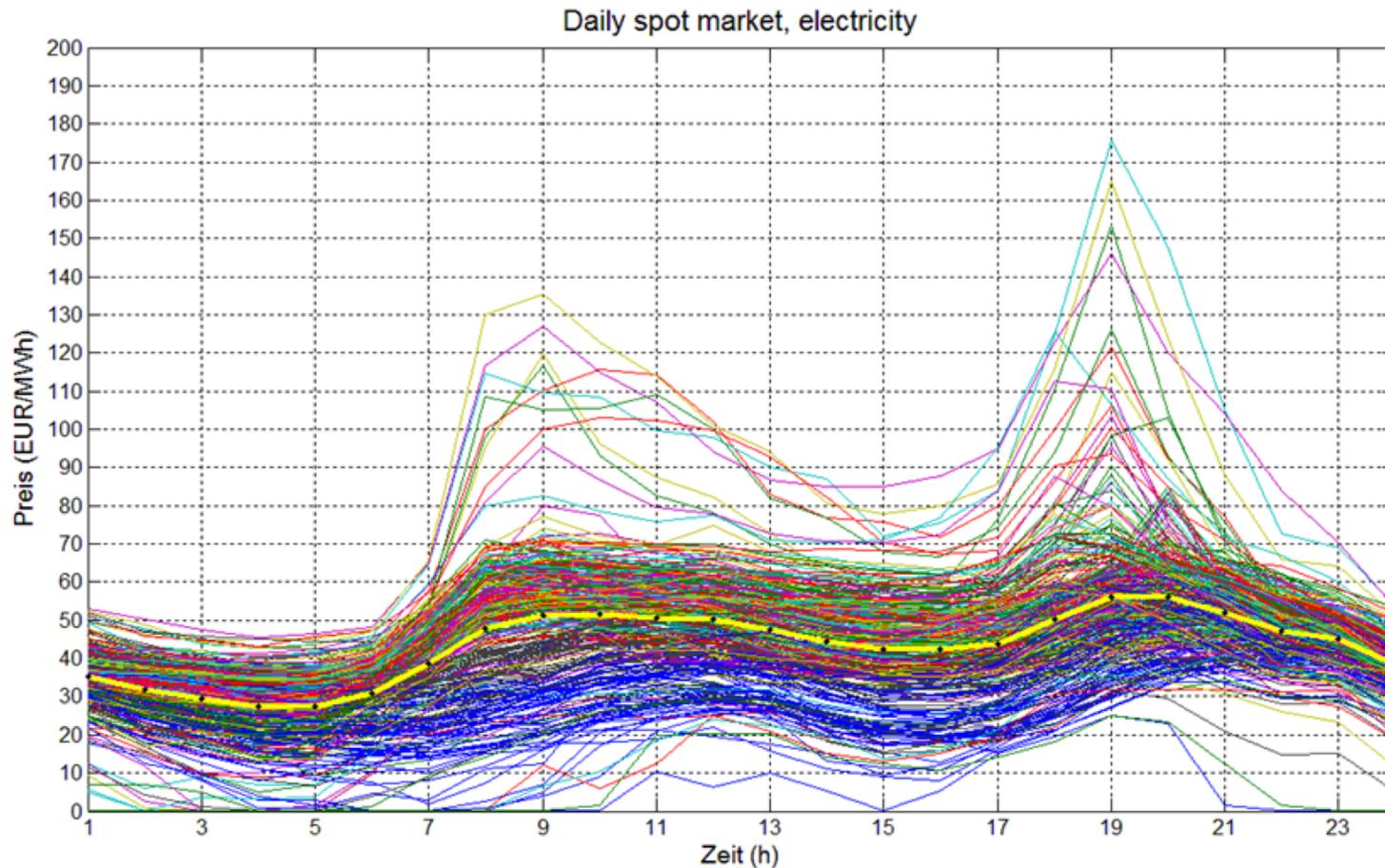
7275 kWh/a



PV20, Energiebilanz RES45 – BUI 500: Gebäudeübertemperaturen von 22°C bis 26°C (Ref: 21 ± 0,5°C)



Betriebskosten bei variablem Netzbezugspreis Basis für Preisvariabilität: EXAA, 2012



Betriebskosten bei variablem Netzbezugspreis

