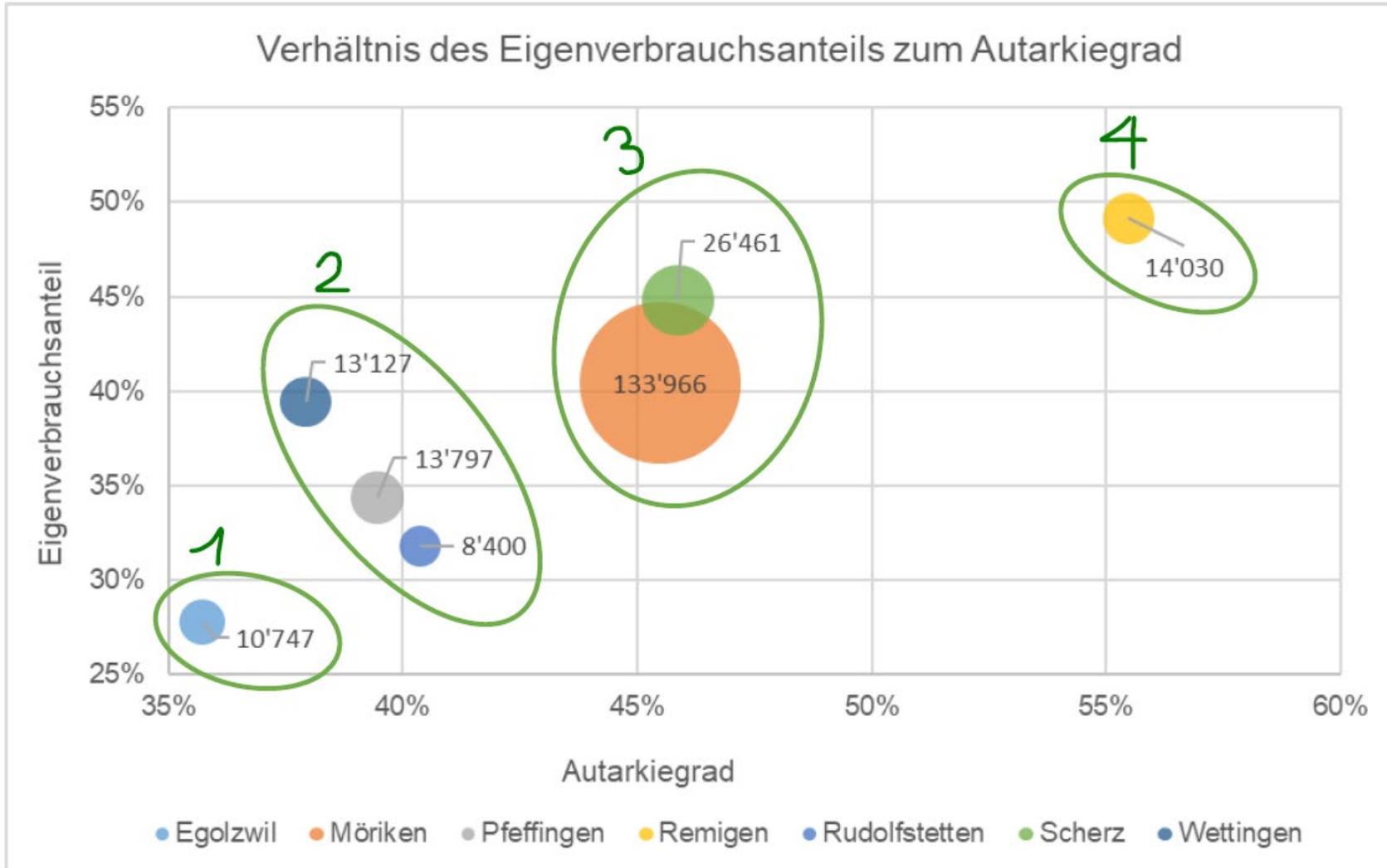


Realisierte Energiesysteme Gebäude und Mobilität Best Practice Projekte

FWS-Tagung, 8. November 2022

Prof. Dr. D. Zogg

Auswertungen diverser Installationen mit Eigenverbrauchsoptimierung



Grösse der Punkte = jährlicher Gesamtverbrauch (Zahlen in kWh)

Klasse 1:
Einfache Einbindung **EVU/SG-Ready**
Einstellungen nicht optimiert

Klasse 2:
Einfache Einbindung **EVU/SG-Ready**
Einstellungen leicht optimiert

Klasse 3:
Intelligente Einbindung
MODBUS / SmartGridReady
Einstellungen optimiert

Klasse 4:
Intelligente Einbindung
MODBUS / SmartGridReady
Inkl. **Elektromobilität**
Einstellungen optimiert

insgesamt ca. 100 Installationen

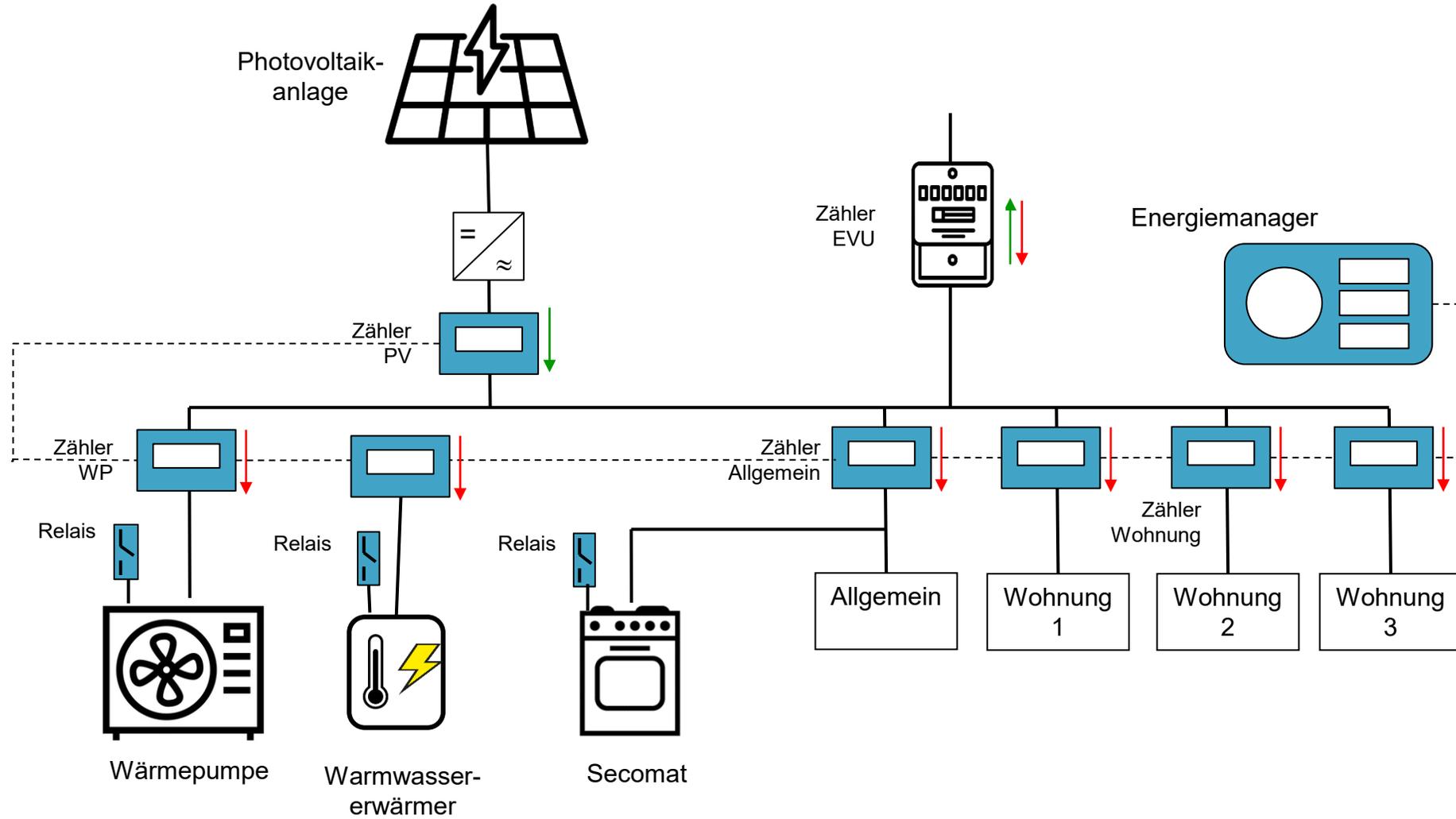
Beispiel aus Klasse 2: MFH in Wettingen AG, Sanierung nach Minergie



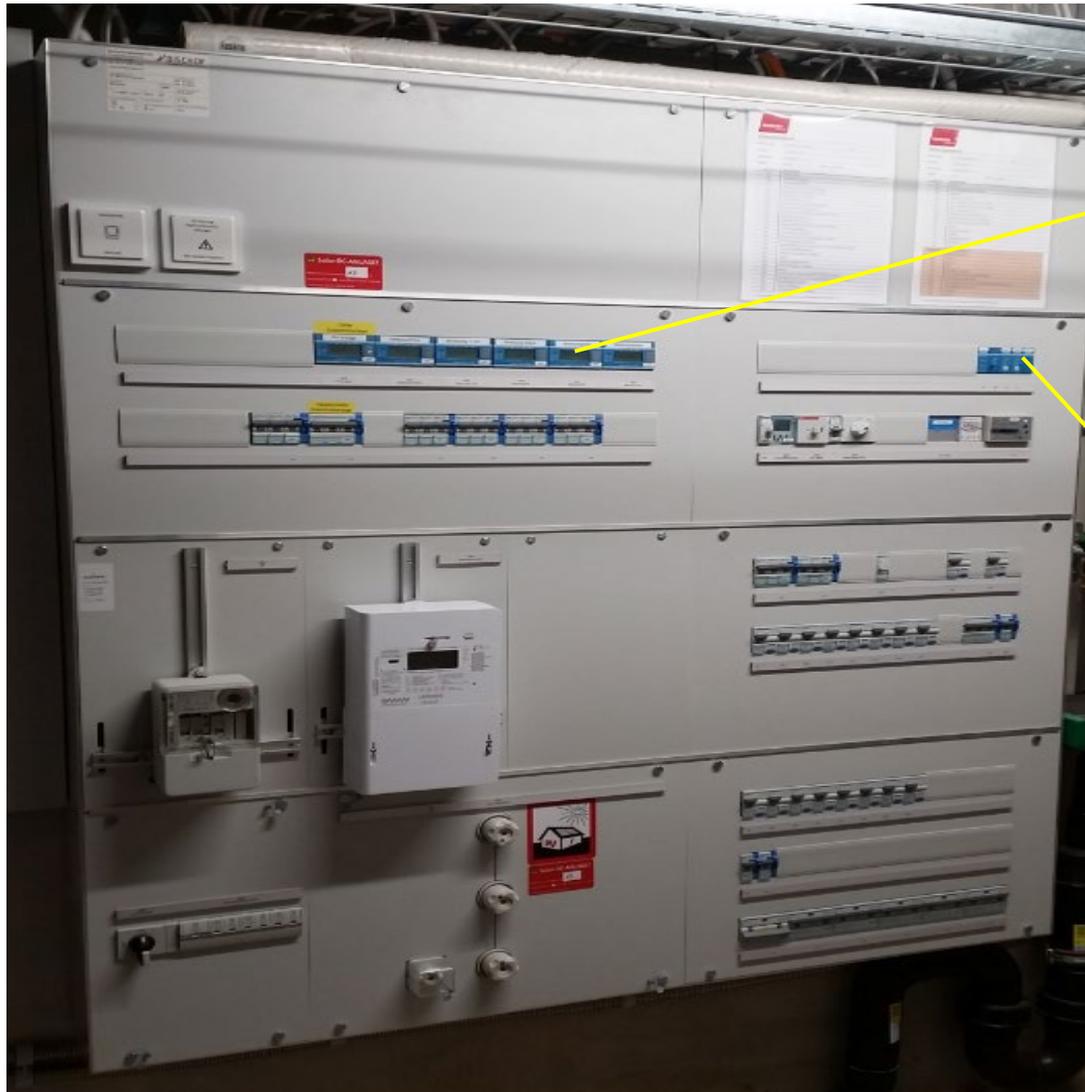
MFH in Wettingen AG, PV auf Dach



MFH in Wettingen AG, Schema mit ZEV



MFH in Wettingen AG, Installation Elektro



Elektrozähler Boiler

Zähler Solarstromanlage
 PV-Anlage VerbrauchTot Wohnung 1.OG Wohnung Dach Wohnung EG Wärmepumpe

Hauptschalter Solarstromanlage

Zähler für Abrechnung und Monitoring



Relais für PV-Optimierung (WP+Boiler+Haushaltgeräte)

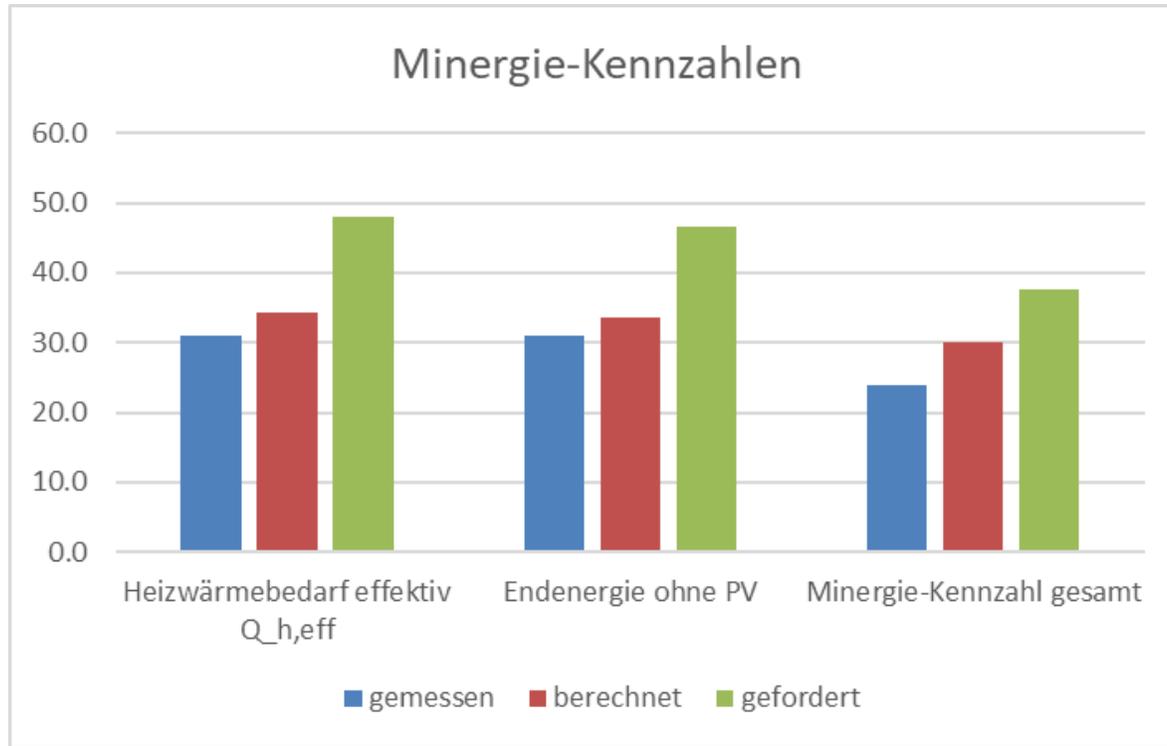
MFH in Wettingen AG, Installation HLK



- Sole/Wasser-Wärmepumpe
- Natural Cooling im Sommer
- Brauchwarmwasserspeicher mit Elektro-einsatz
- Kein Pufferspeicher
- Wärmezähler für WW und Heizen
- Temperaturmessungen Speicher, Vor-/Rücklauf, Wohnungen (Raumfühler)

➔ Minergie-Monitoring

MFH in Wettingen AG, Datenauswertung nach erstem Betriebsjahr

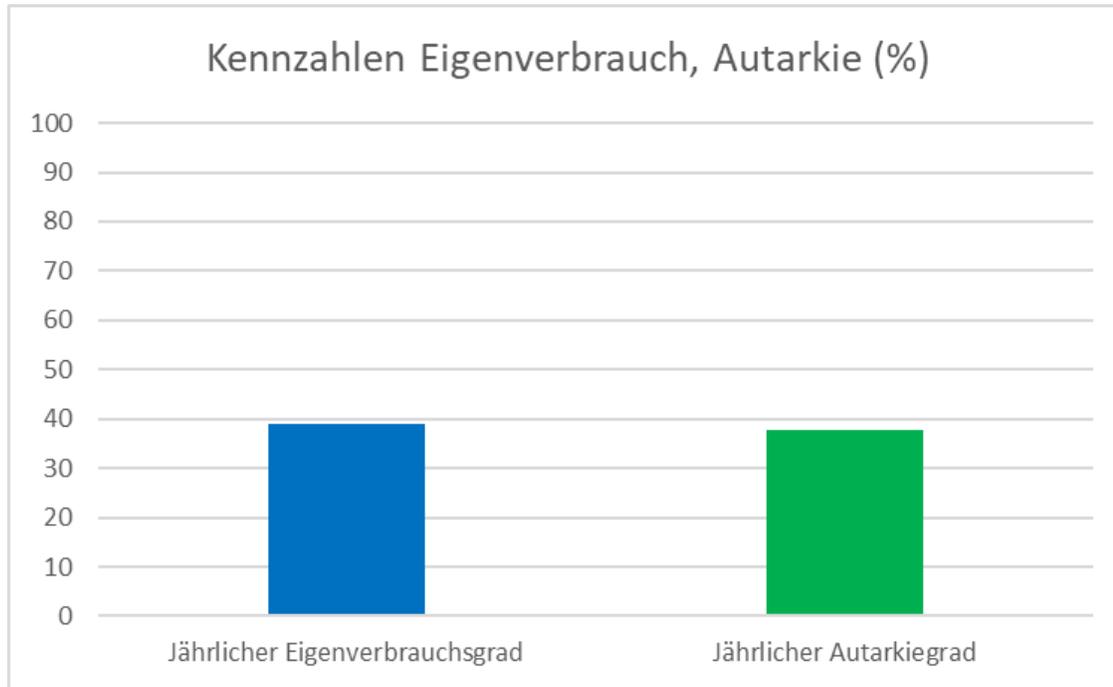


Gebäude nach Minergie ist sehr effizient
Kennzahlen übererfüllt

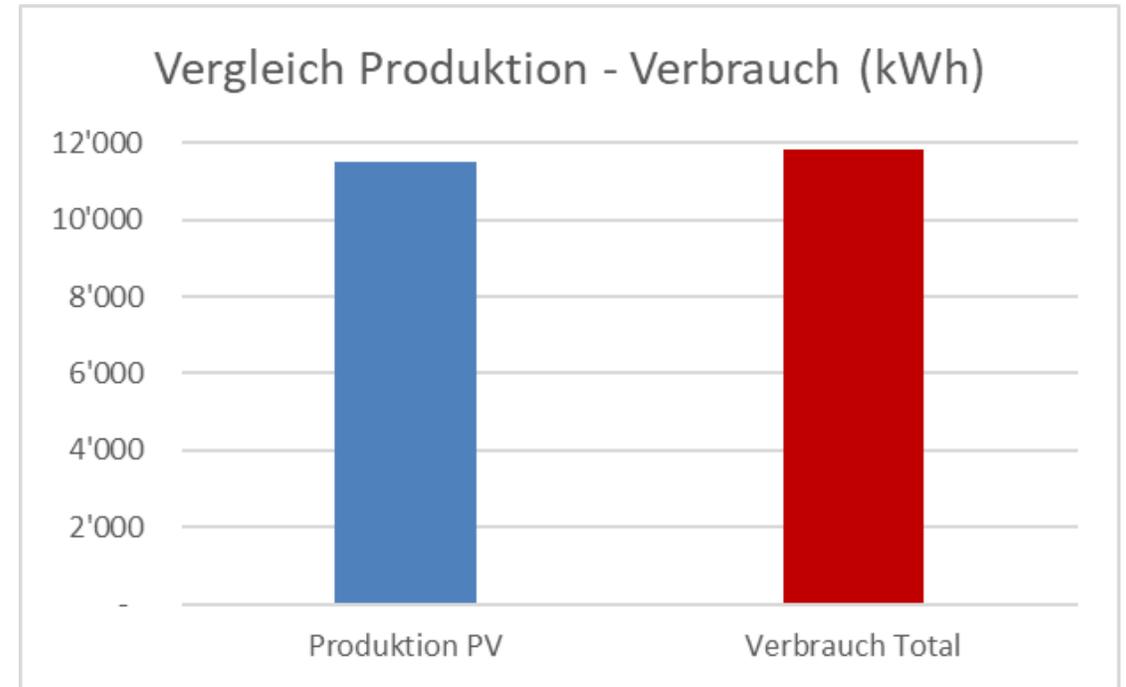


Wärmepumpen laufen effizient

MFH in Wettingen AG, Datenauswertung nach erstem Betriebsjahr

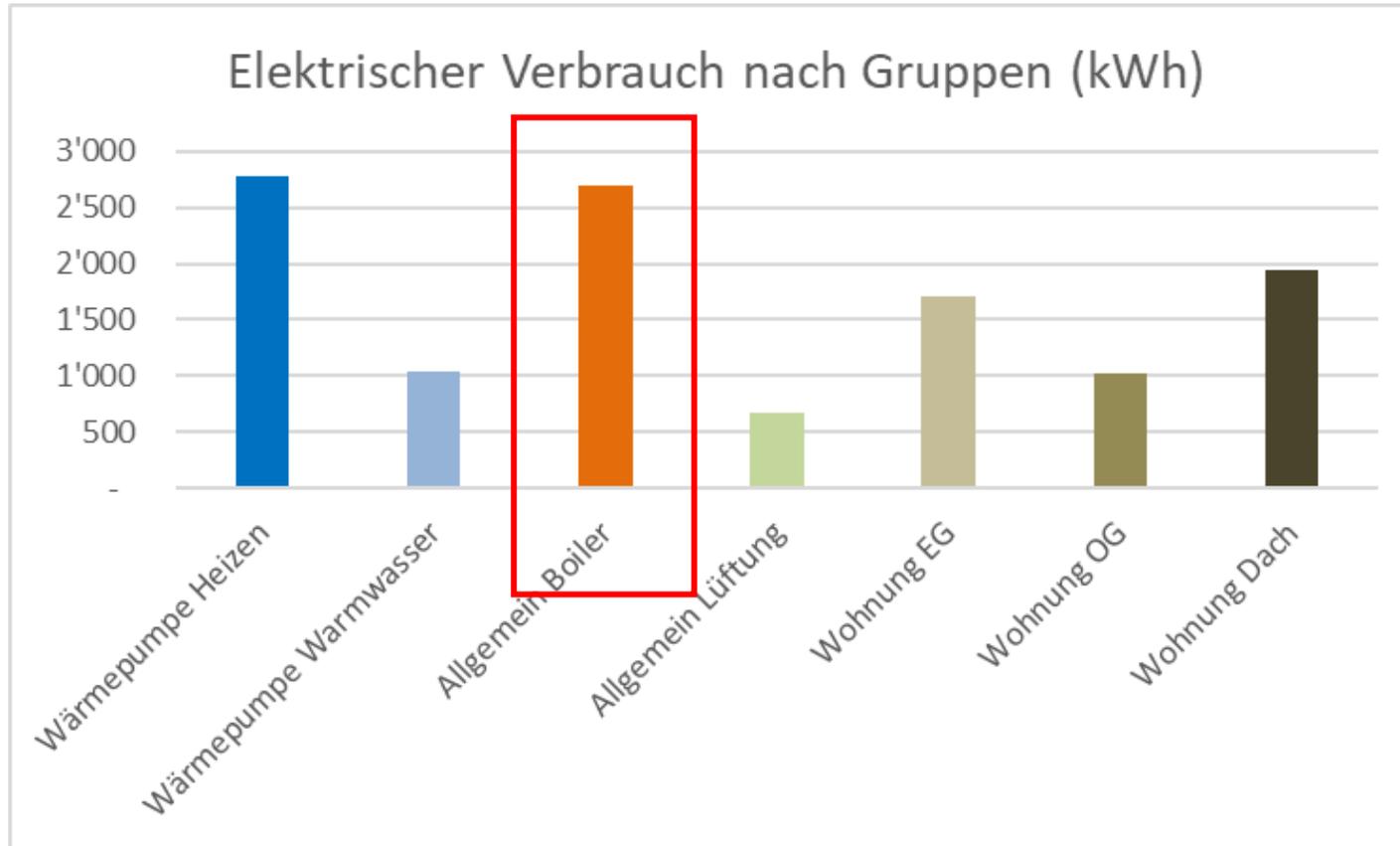


Werte entsprechen den Erwartungen



Relativ hoher Gesamtverbrauch

MFH in Wettingen AG, Datenauswertung nach erstem Betriebsjahr



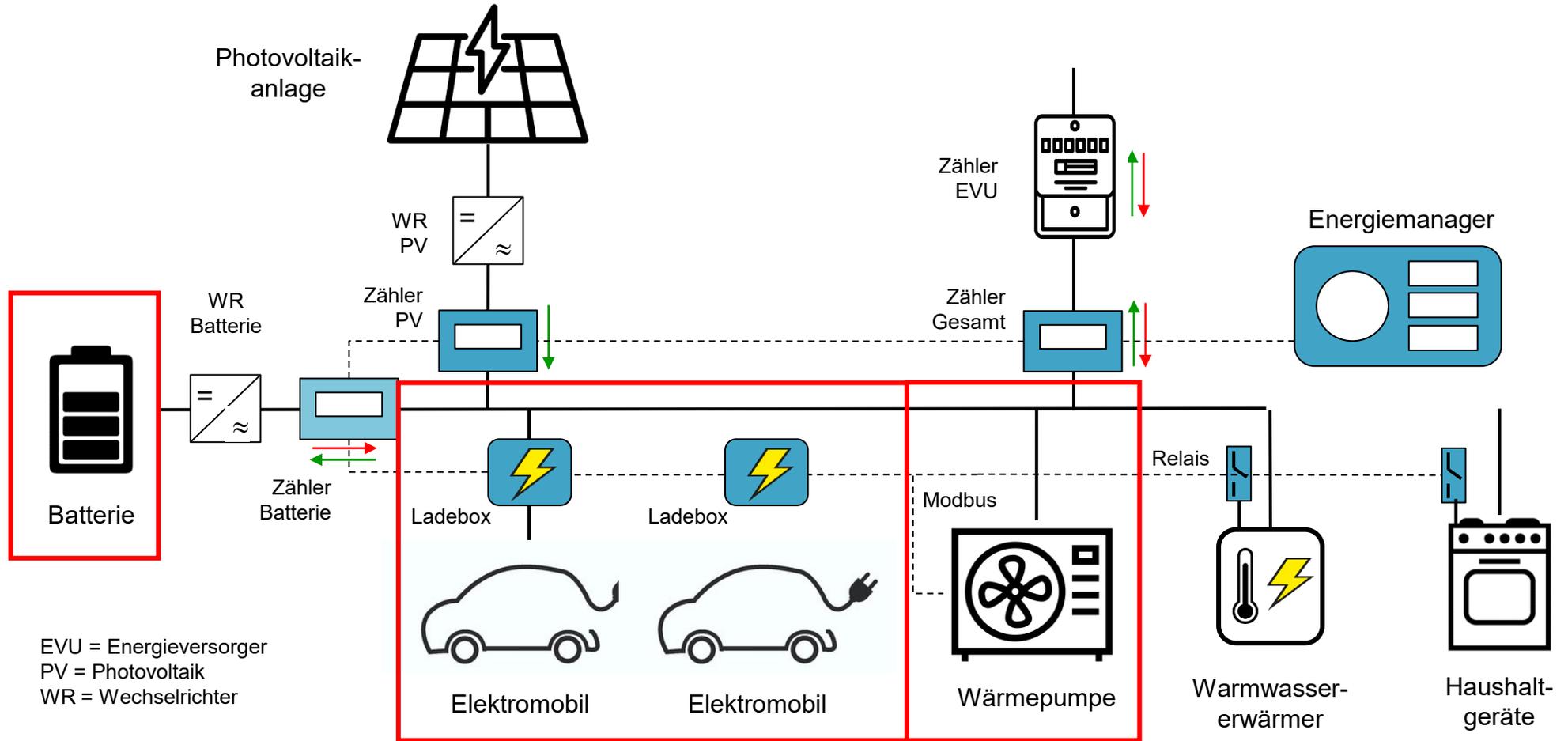
➔ Elektroinsatz Boiler als Hauptverursacher gefunden.

➔ PV-Optimierung darf nicht zu einer Effizienzverschlechterung führen! Elektroinsätze vermeiden!

Beispiel Klasse 4: EFH in Remigen AG, Neubau Minergie mit Elektromobilität

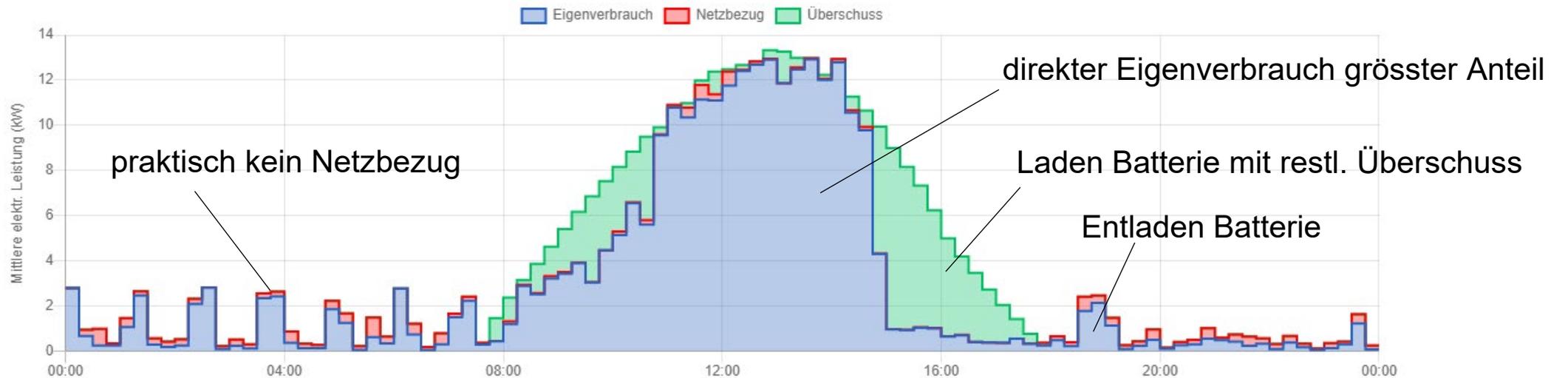
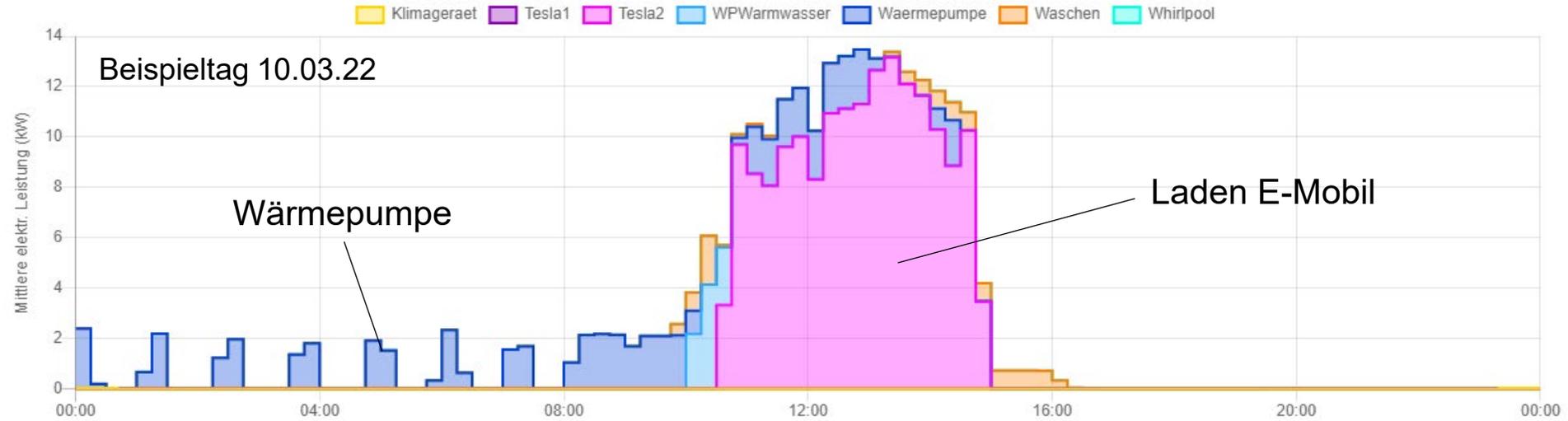


EFH in Remigen AG: Schema mit intelligenter WP, 2x E-Mobilen, Batterie



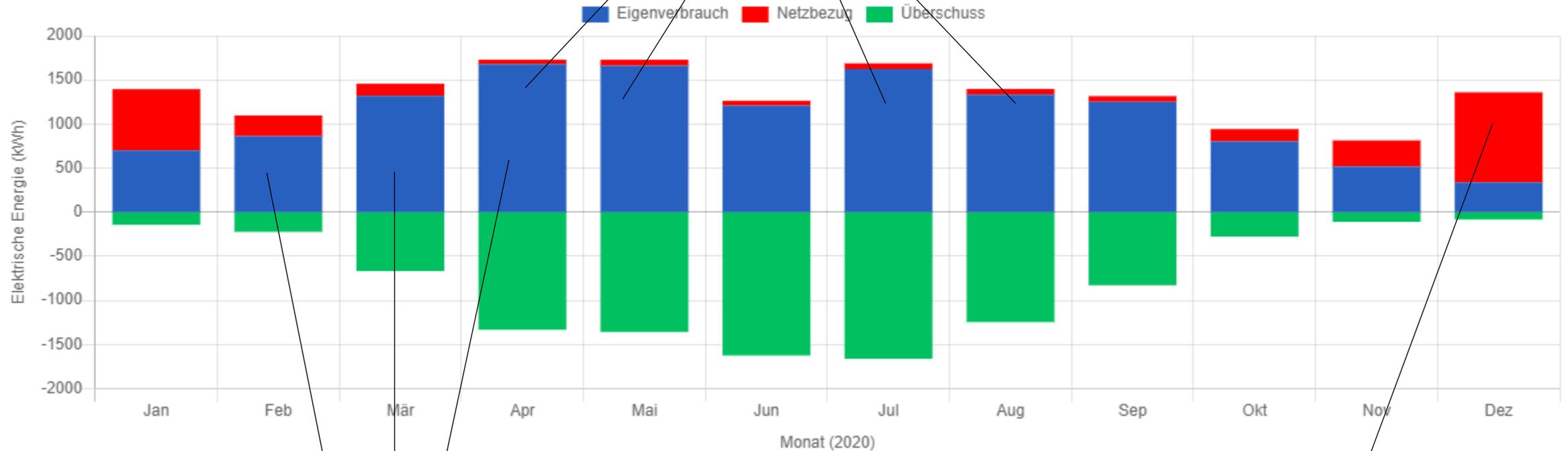
EFH in Remigen AG, Datenauswertung (Beispieltag)

Eigenverbrauchsoptimierter Betrieb mit Inverter-WP 2..5kWel, 2xEmobil 80kWh 4..22kWel, Pool, Klimagerät, gesteuerte Haushaltgeräte, Batterie 18kWh, PV 23.5 kWp



EFH in Remigen AG, Datenauswertung (Monate im Jahr 2020)

Sehr hoher Eigenverbrauch im Sommer dank E-Mobil + PV-Optimierung



Hoher Eigenverbrauch in der Übergangszeit dank PV-Optimierung der Wärmepumpe

Netzbezug im Winter trotz Batterie
→ Effizienz Wärmepumpe+Gebäude massgebend!
→ Batterien bringen keinen Mehrwert im Winter!

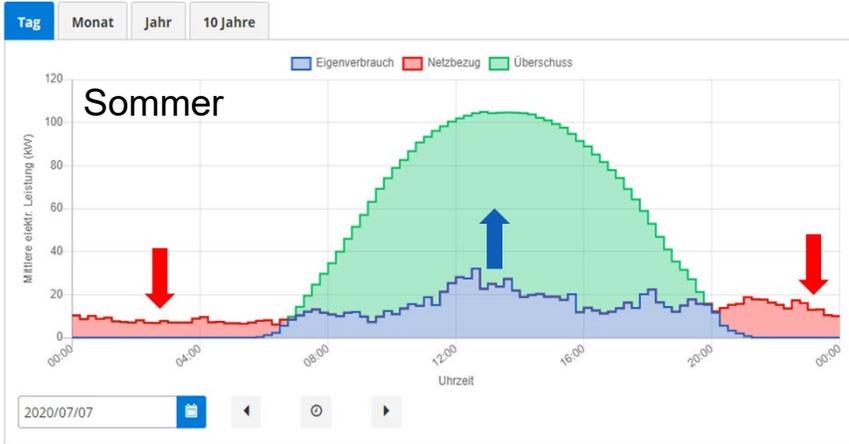
Areal in Möriken AG: Neubau 4x MFH mit Minergie-P-Eco als ZEV-Areal



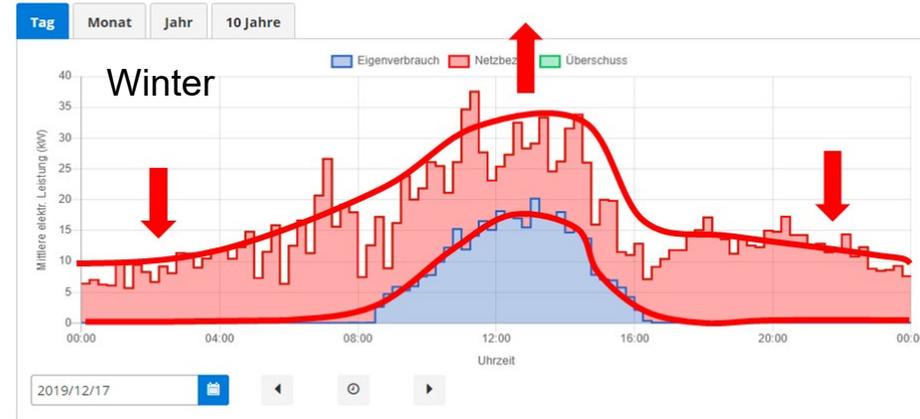
- 4 MFH, 35 Wohnungen, Minergie-P-Eco-Bauweise, Holz/Mischbau «Swisswoodhouse»
- 4 Wärmepumpenanlagen mit Erdsonden und «Natural Cooling»
- PV-Anlagen Ost/West, Fassaden, Terrassenbrüstungen, total 160 kWp
- Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV)
- Regelung des gesamten Areals mit verteilter Intelligenz und «Strombörse»

Areal in Möriken AG: Untersuchung der vier Jahreszeiten (2020)

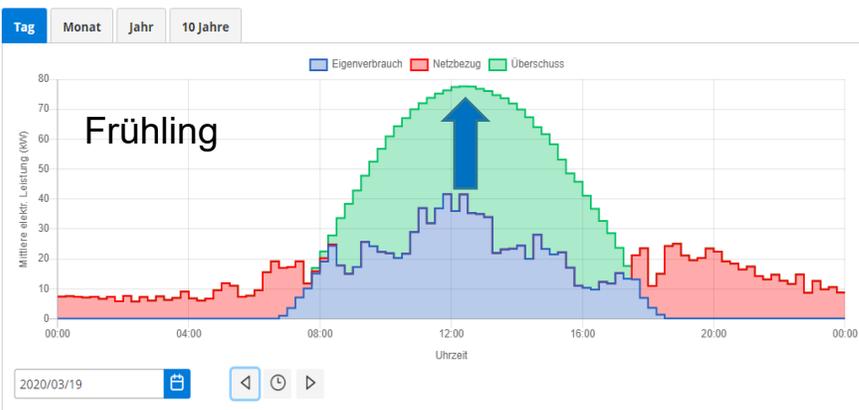
Sommer: hoher Überschuss, könnte nur durch E-Mobile sinnvoll reduziert werden



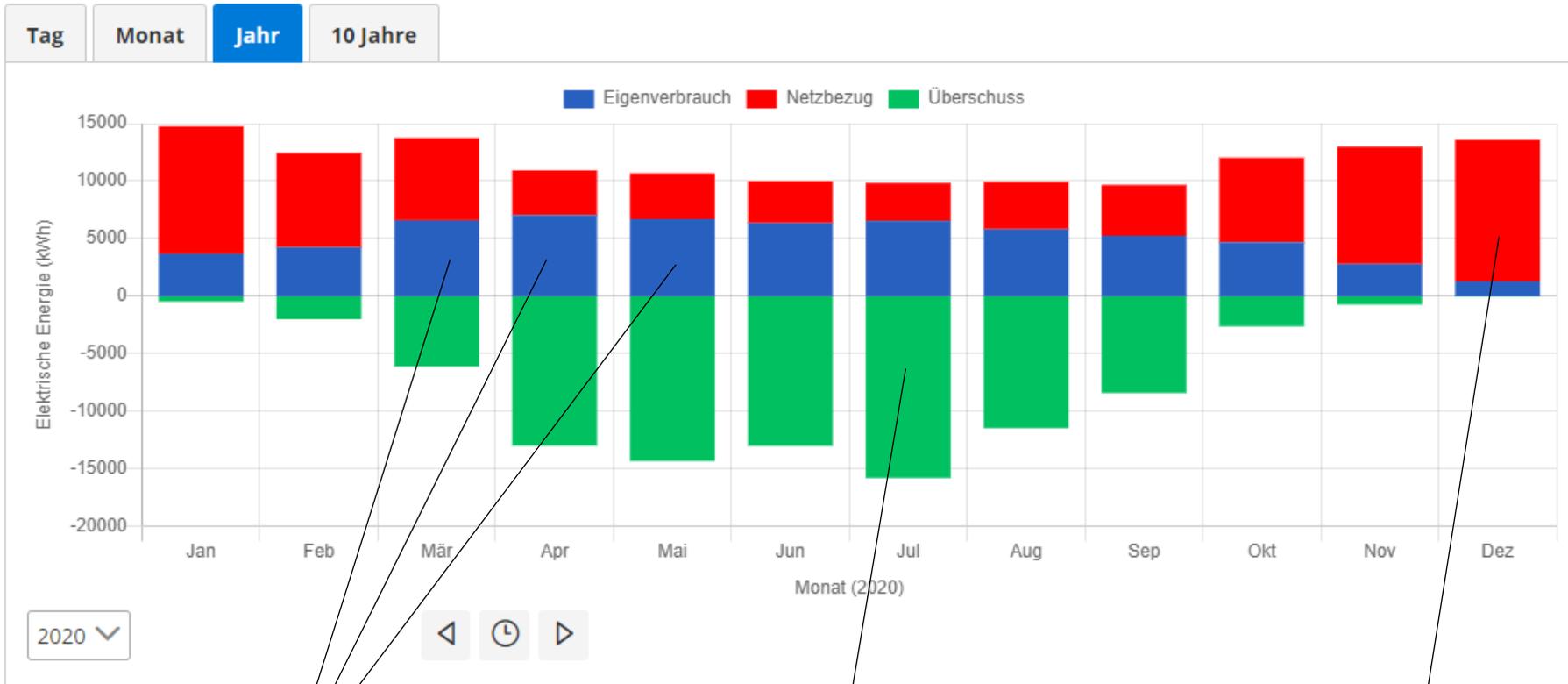
Winter: Reduktion der Netzbelastung durch Regelung auf ein Leistungsband → Stromnetz stabilisieren, «Blackouts» vermeiden!



Übergangszeiten: hohes Optimierungspotential für Eigenverbrauch



Areal in Möriken AG: Monatliche Energie-Werte für das Jahr 2020



Insgesamt nur 1'200 kWh
Netzbezug pro Person/Jahr

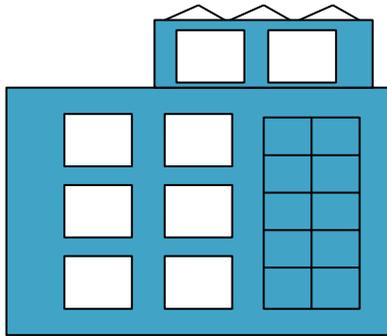
gute Optimierung
in den Übergangszeiten

Überschuss im Sommer
→ Ausbau der Elektromobilität!

Netzbezug im Winter
→ Batterie würde nichts bringen (kein Überschuss)
→ Effizienz Wärmepumpe+Gebäude massgebend!

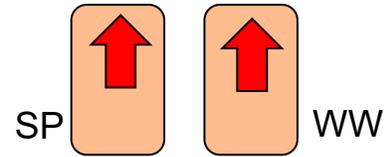
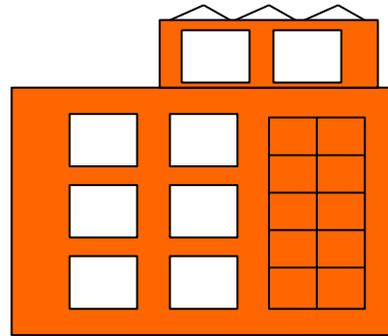
Areal in Möriken AG: Vergleich verschiedener Regelalgorithmen in der Praxis

Gebäude 1



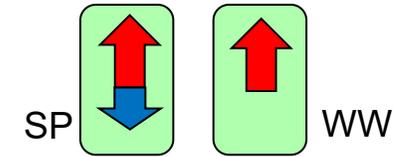
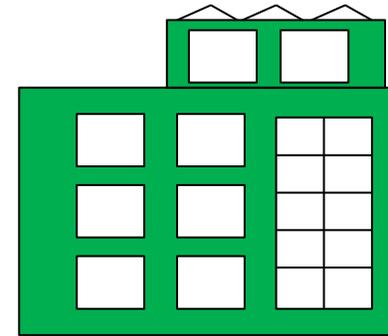
Keine Optimierung
(nur WW-Produktion
am Tag)

Gebäude 2



Nur Management der
technischen Speicher

Gebäude 3



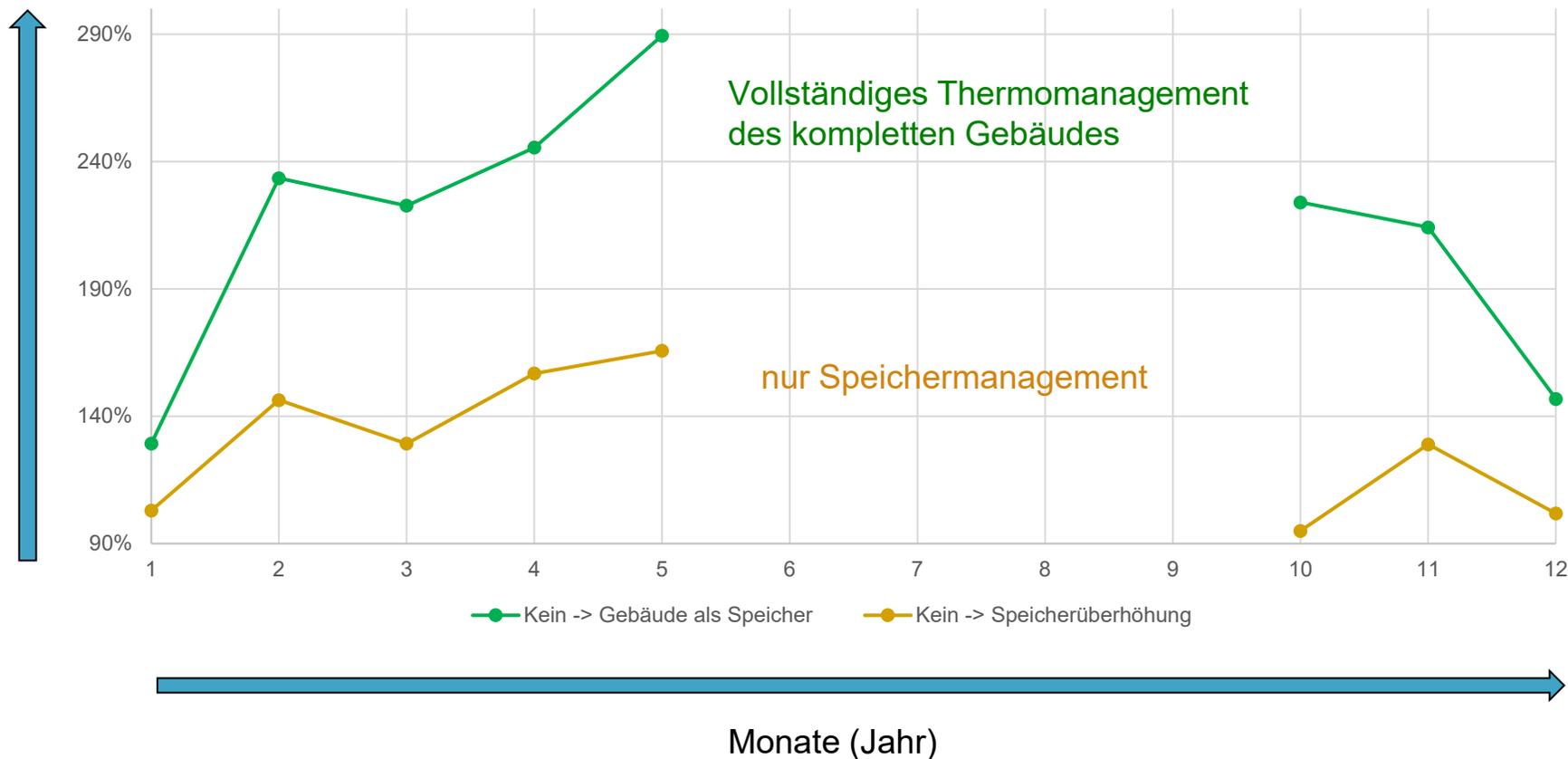
Vollständiges Thermomanagement
des kompletten Gebäudes



Areal in Möriken AG: Verdoppelung des solaren Deckungsgrades

Steigerungsfaktor

Solarer Deckungsgrad WP Heizen



Jahreswerte:



Faktor 2
Steigerung des solaren Deckungsgrades

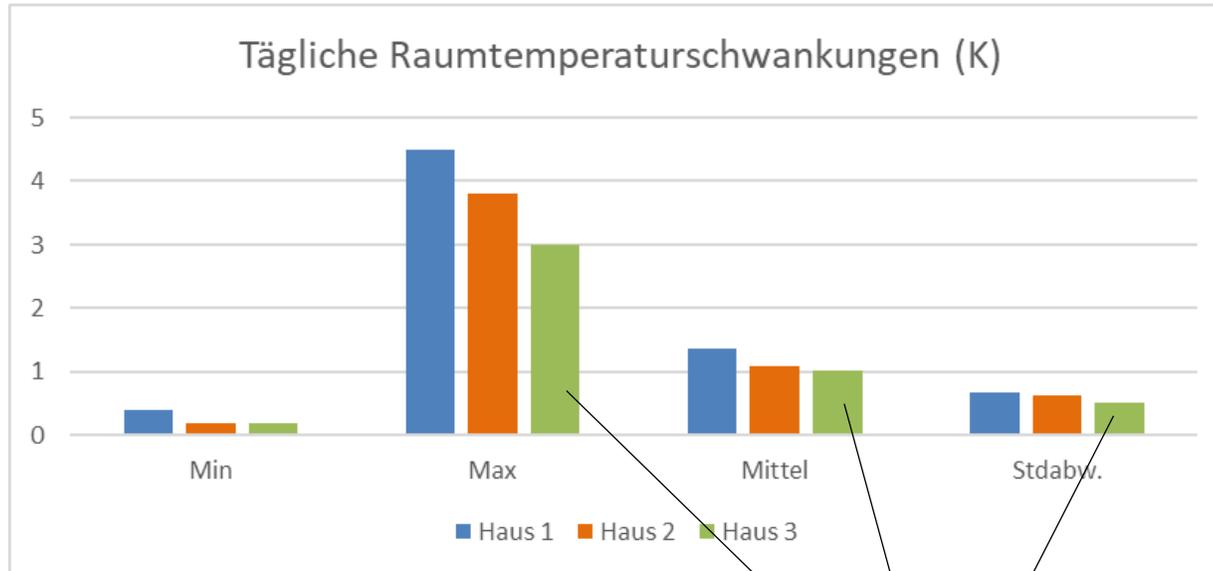


Faktor 5
Erhöhung der Speicherkapazität durch Nutzung des Gebäudes



Faktor 1
Keine Reduktion der Effizienz

Areal in Möriken AG: Untersuchung des Komforts



Kein Komfortverlust trotz Einspeicherung von Energie im Gebäude



Dank intelligenter Regelung ist sogar eine Komfortsteigerung möglich

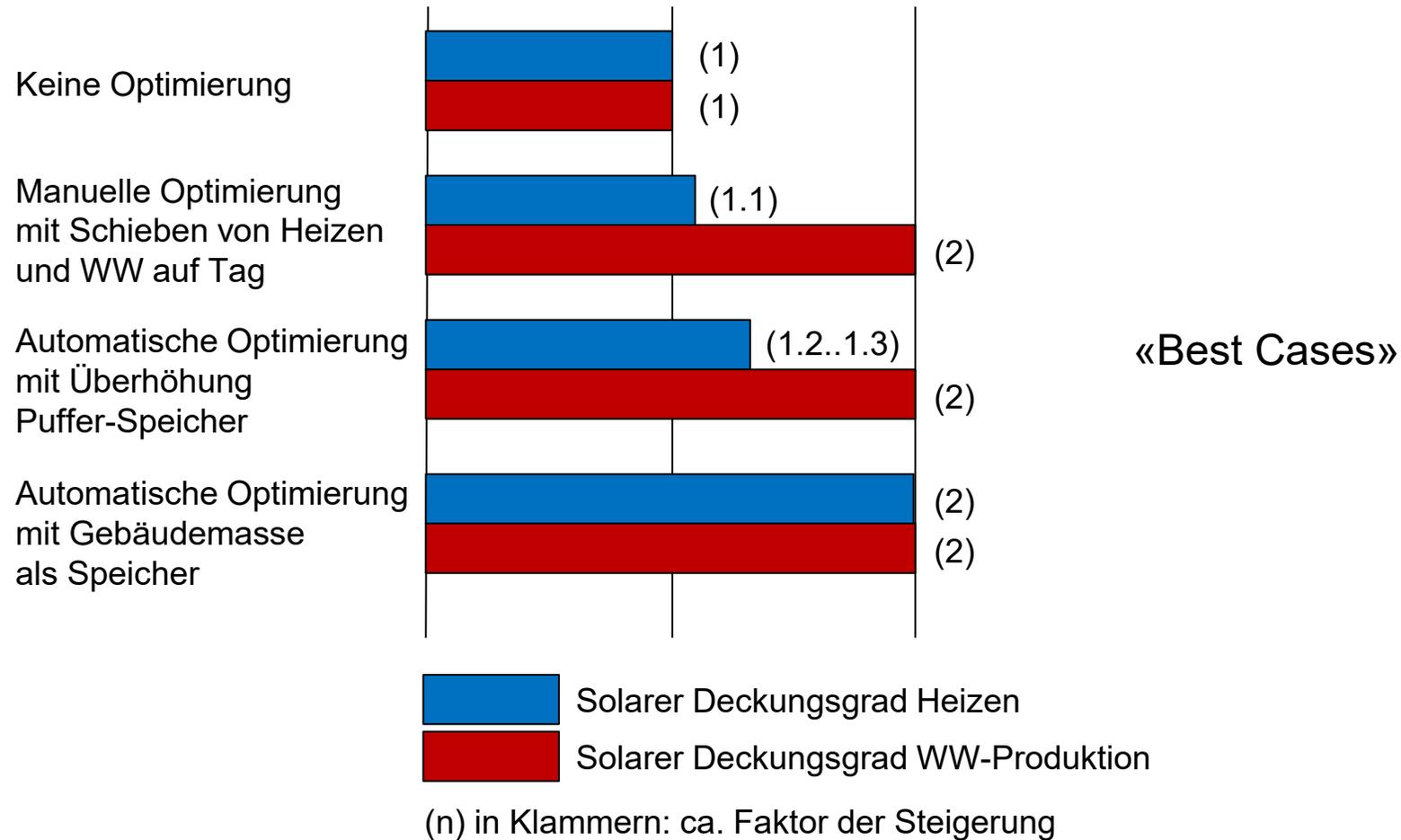
Haus 1: Keine Optimierung

Haus 2: Nur Speicherüberhöhung

Haus 3: inkl. Gebäude als Speicher

Tiefste Temperaturschwankungen mit vollständigem Thermomanagement

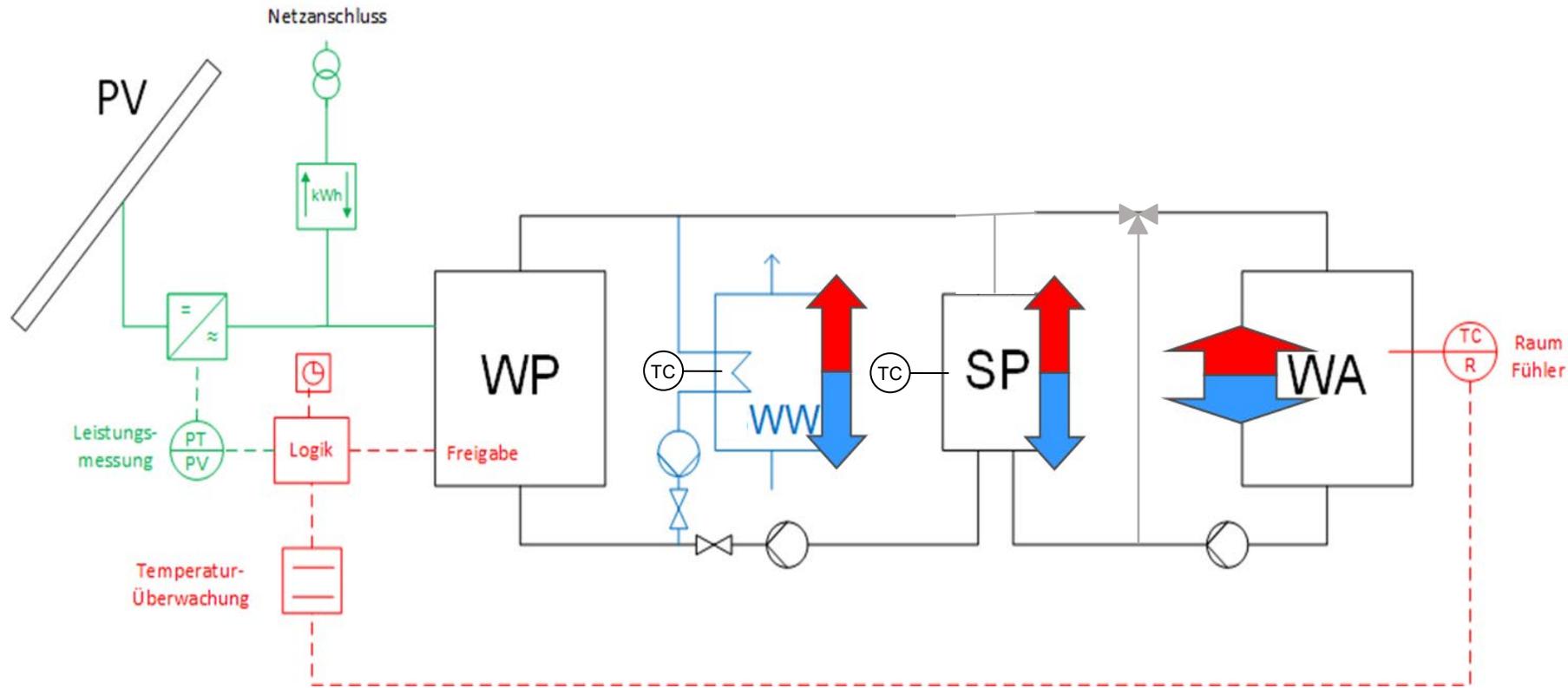
Resultate aus Möriken AG flossen in die PV-WP Planungsgrundlagen ein



Planungsgrundlagen «PV-WP» von Energie Schweiz

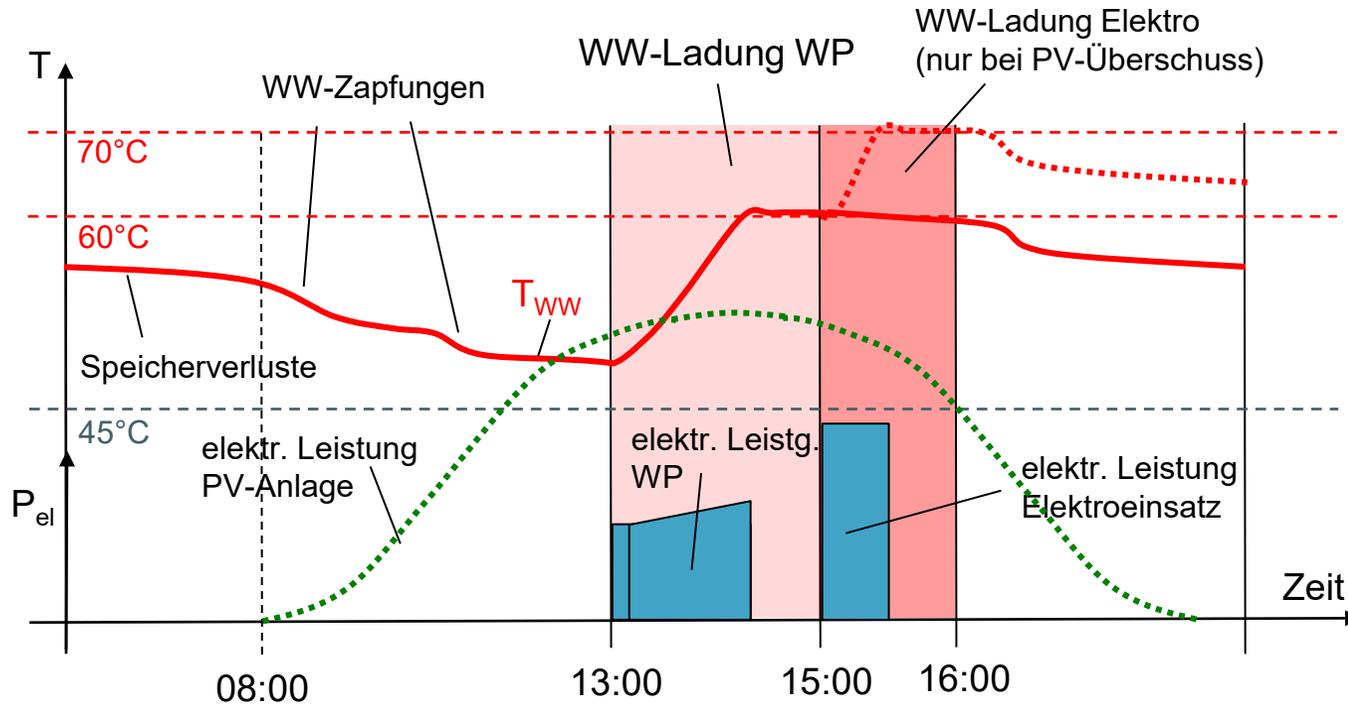
<https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10636>

Planungsgrundlagen: Thermische Speicherung über Wärmepumpe

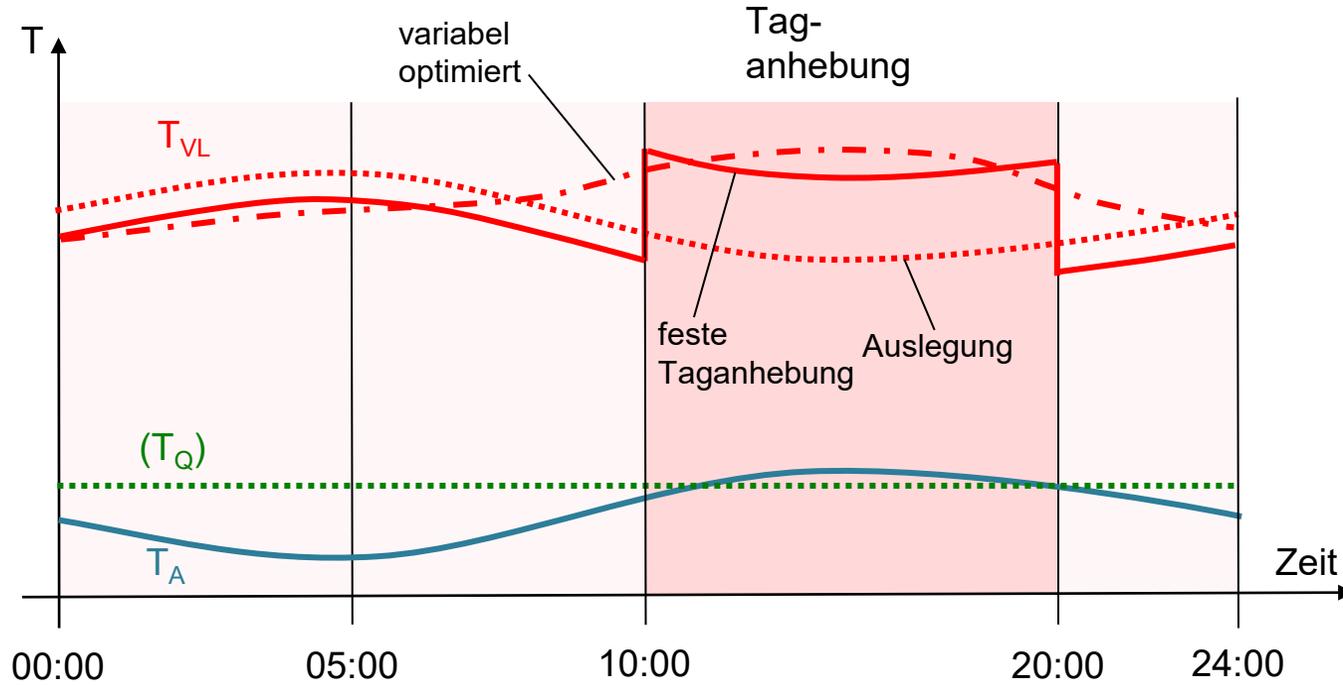


- ➡ Anhebung (und Absenkung) der Temperaturen in den technischen Speichern (Standard)
- ➡ Anhebung (und Absenkung) der Raumtemperatur im Gebäude (Raumfühler notwendig)

Planungsgrundlagen: Warmwasserladung



- ➡ WW-Produktion tagsüber, möglichst nur über Wärmepumpe
- ➡ Elektroeinsatz vermeiden (und wenn doch, nach der Wärmepumpe)

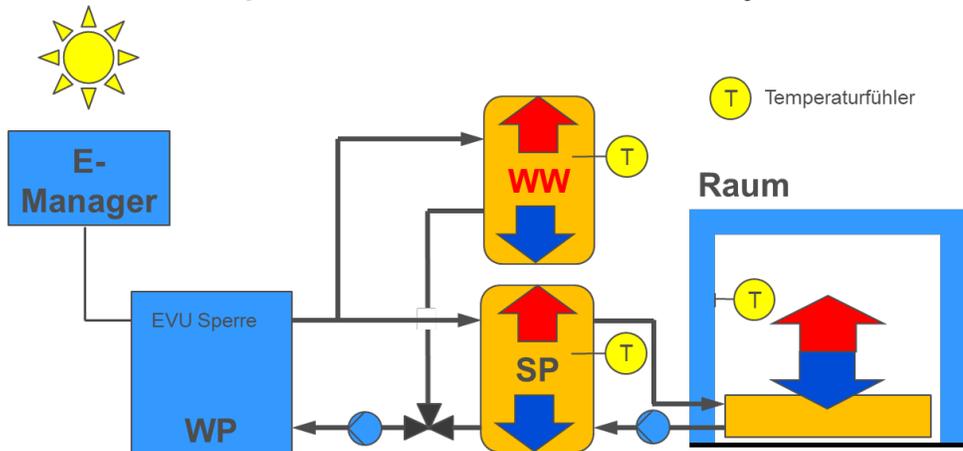


Heizen tagsüber angehoben (statt Nachtabsenkung wie früher)

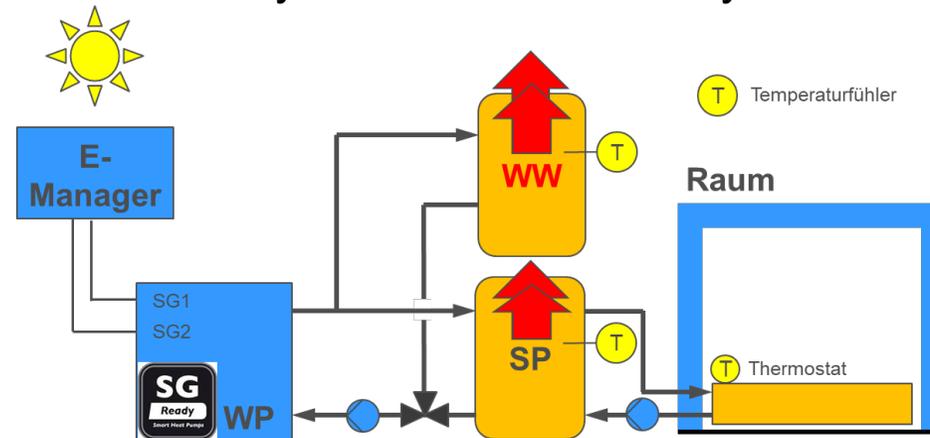


Eigenverbrauchserhöhung und Effizienzsteigerung bei Luft/Wasser-WPs

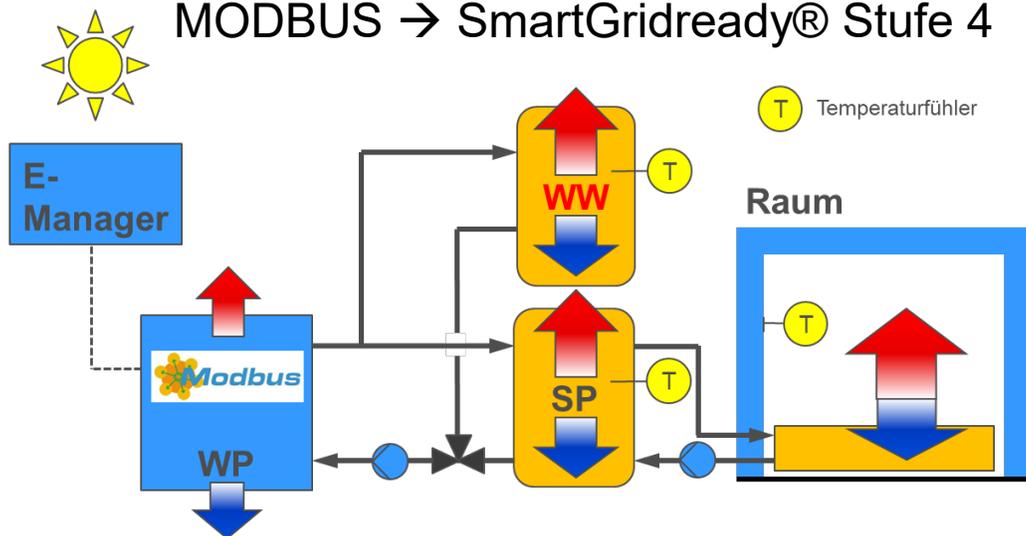
EVU-Sperre → SmartGridready® Stufe 1



SG-Ready® → SmartGridready® Stufe 2

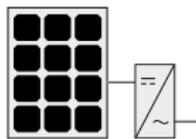


MODBUS → SmartGridready® Stufe 4

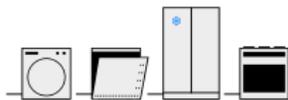


- ➡ Verschiedene Stufen der Einbindung je nach vorhandener Schnittstelle
- ➡ Heute SG-Ready® am meisten verbreitet
- ➡ MODBUS heute noch herstellerspezifisch
- ➡ In Zukunft deckt SmartGridready alle Stufen ab Standardisierung der Schnittstellen

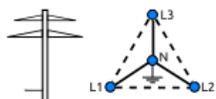
Neue PV-WP Vorlagen in Polysun®



Photovoltaik PV Mono 300
Anzahl Module 30
Gesamte Nennleistung DC 9 kW
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°) 0°
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°) 35°



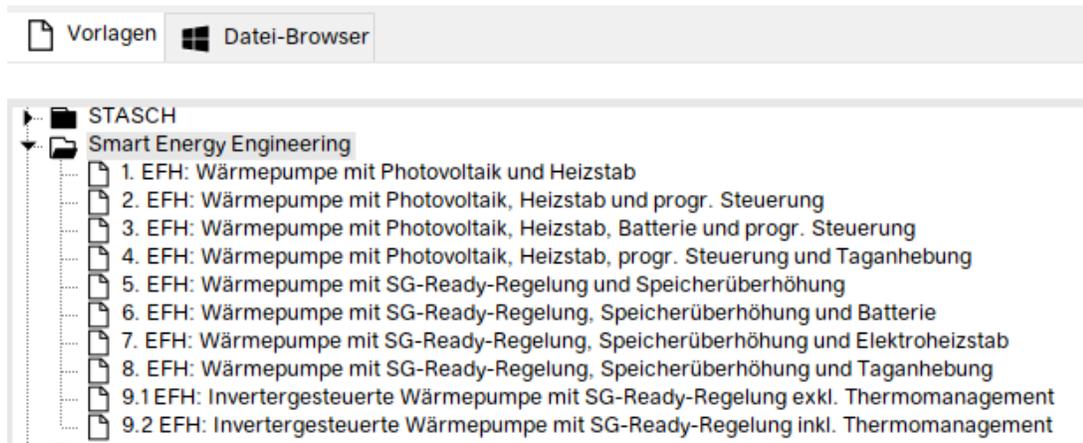
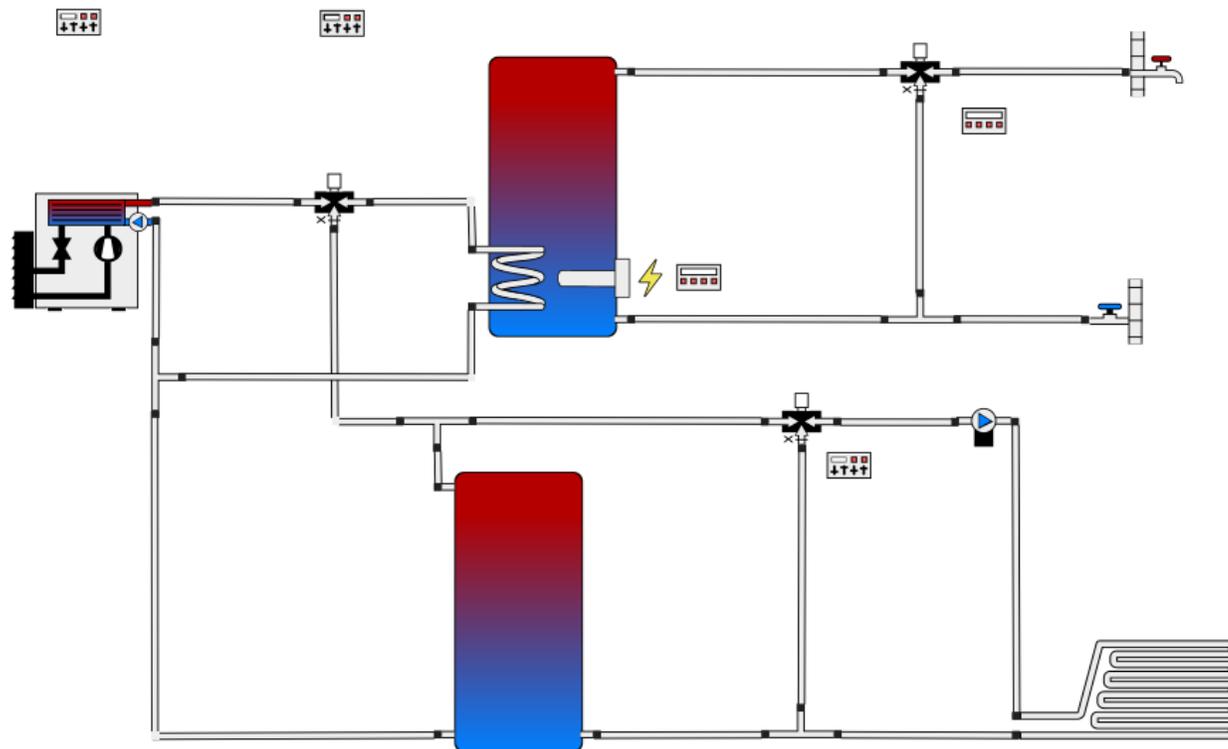
Anzahl der elektrischen Verbrauchsprofile 1
Verbrauchsprofil 1 Standardprofil Haushalt
Gesamtverbrauch der Profile 3'500 kWh



Stromnetz Dreiphasen (230V/400V, 50 Hz, Stern)
Örtliche Netzspannung 400 V
Wirkleistungsbegrenzung nein



Gebäude Einfamilienhaus, Niedrigenergiegebäude
Beheizte/gekühlte Wohnfläche 150 m²
Gebäuelänge 15 m
Gebäudebreite 10 m
Soll-Raumtemperatur (Tag) 21 °C



Simulation der aktuellen und zukünftigen Einbindungen von Wärmepumpen:

- Einfache Steuerung über Zeitprogramme (Taganhebung)
- Steuerung über SG-Ready-Standard (Stufen)
- Regelung mit Thermomanagement (Gebäude als Speicher)
- Taktende und Inverter-Wärmepumpen
- Leistungsregelung für Inverter-Wärmepumpen (stromgeführt)
- Vergleiche mit Batterie und Elektroeinsätzen

<https://www.velasolaris.com/software/>
(ab Update 2022.7/8)

Schlussfolgerungen Gesamt

- Eine **frühzeitige Planung** mit Involvierung aller Beteiligten ist zwingend notwendig!
- Die **PV-WP Planungsgrundlagen** sollten bei allen Installationen beachtet werden, damit die Systeme optimal abgestimmt werden
- Möglichkeit der **Simulation** in Polysun® in der Planungsphase
- Eine **richtige Einstellung** der Systeme ist entscheidend
- Die **Optimierung PV-WP** hat in den **Übergangszeiten** das höchste Potential
- Im **Winter** ist ein **effizientes System = Gebäude + WP + Regelung** entscheidend
- Im **Sommer** sollte der Überschuss **nicht in Elektro-Einsätzen «verbraten»** werden, sondern sinnvoll genutzt werden, z.B. für das **Laden von Elektromobilen** oder Rückspeisung ins Netz
- Ein **laufendes Monitoring** und Optimierung des Systems während dem Betrieb ist notwendig