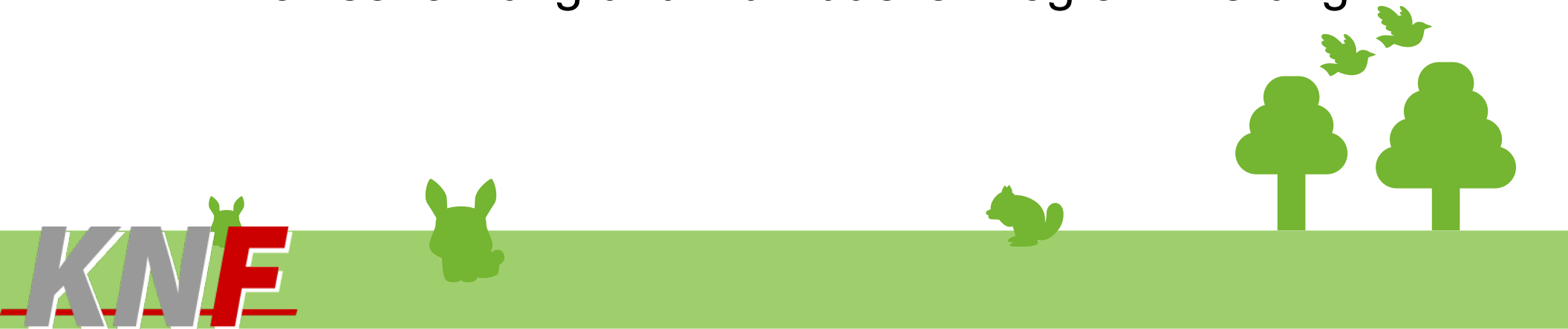


Verbesserung der Energieeffizienz mit Hilfe individueller Gebäuderegelung

Praxiserfahrung und individuelle Programmierung



Inhalt

Motivation und Ziele

Kommunikation zwischen den installierten Geräten

Individuelle Gegebenheiten am Gebäude

Umsetzung in der Programmierung

Programmierbeispiel



Motivation und Ziele

Energetische Sanierungsmaßnahmen am EFH:

PV-Anlage

Hybridheizung mit Gas-Brennwert und Wärmepumpe
(Planung 2021)

Kommunikation zwischen den Komponenten zur Optimierung
des Effizienz (v. a. Eigenverbrauch von PV-Strom)

Anpassung der Regelung DIY

Auswahl der Geräte

Sinnvolle Kommunikation zwischen den Geräten meist nur für alle Geräte von dem gleichen Hersteller (**Bindung!**), z. B. PV-Anlage von Viessmann

Fachmann/Experteneinstellungen an Fernzugriff oder Herstellercloud gebunden

Individuelle Einstellungen für besondere Gegebenheiten vor Ort nicht/kaum möglich

Nachteile für Effizienz

Installierte Komponenten

PV-Anlage mit Wechselrichter und Batteriespeicher RCT

Gas-Brennwertgerät Viessmann Vitodens

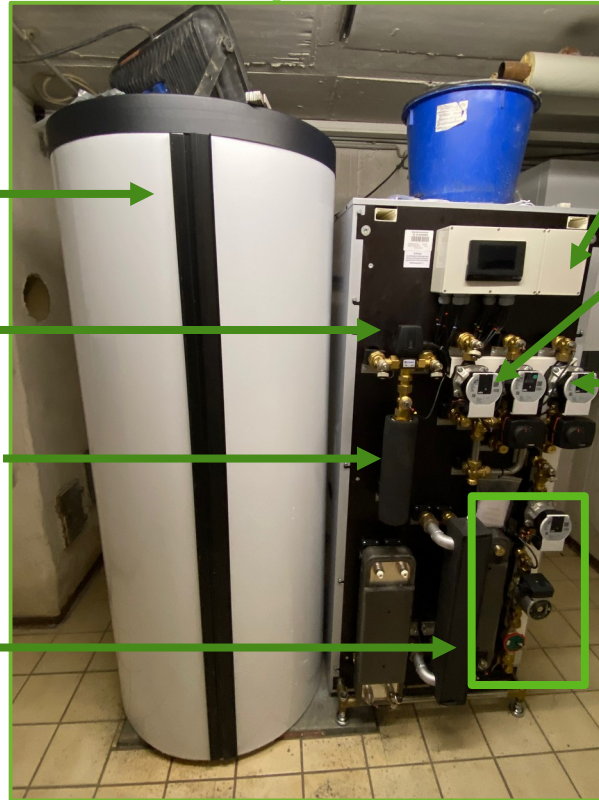
Luft-Wasser-Wärmepumpe Viessmann Vitocal

Heizwasserpufferspeicher

Concept Tower der Fa. Energy concept

Frei programmierbarer Regler TA UVR 16x2

Concept Tower



Heizwasserpufferspeicher

Schichtladeventil

Hydraulische Weiche Gastherme

Hydraulische Weiche
Wärmepumpe

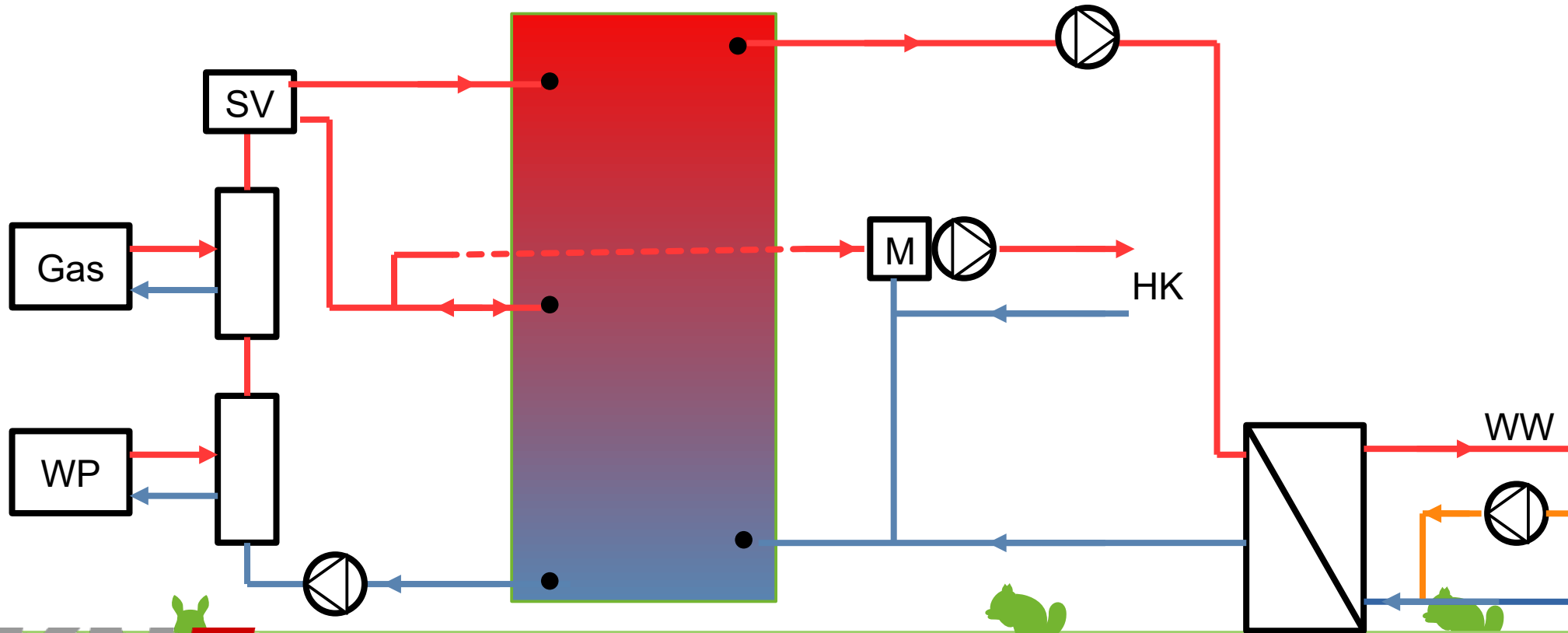
Regler UVR 16x2

Speicherladepumpe

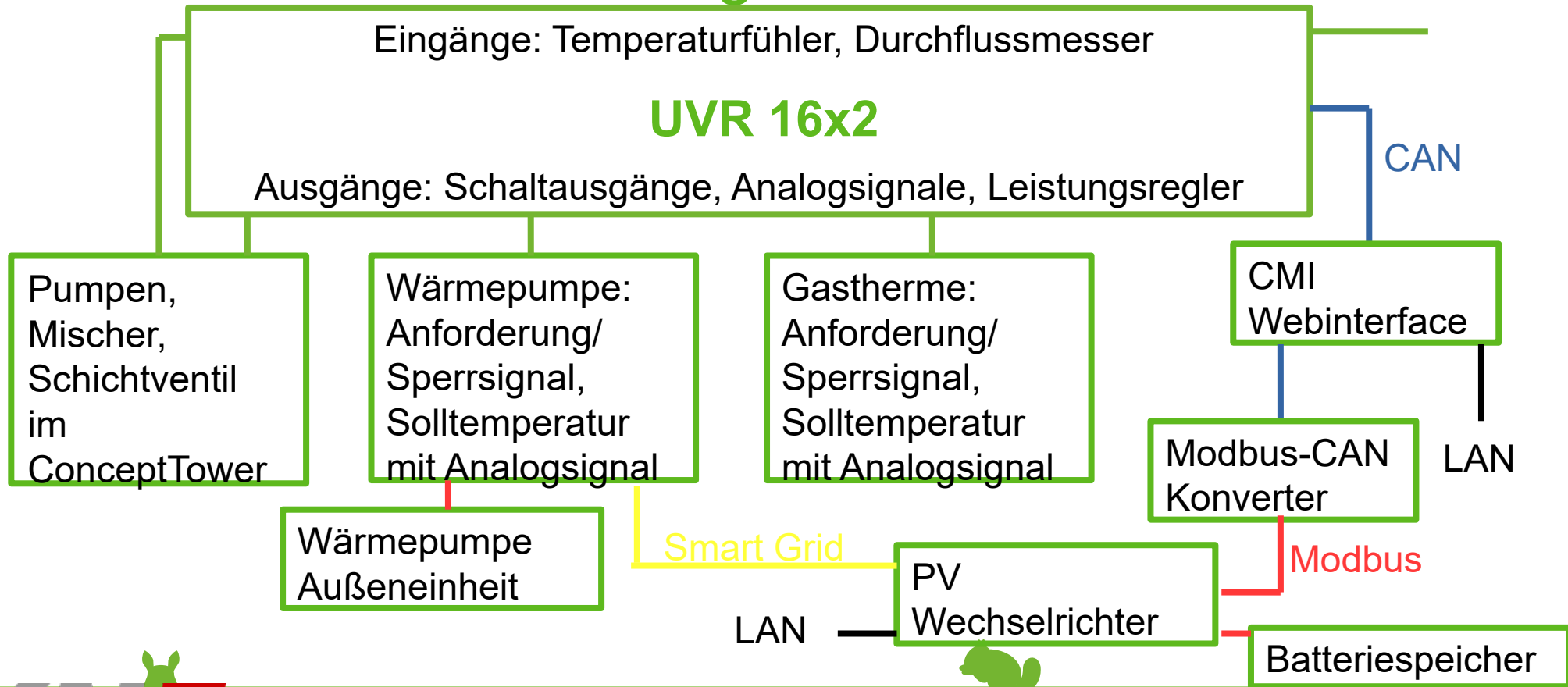
Heizkreispumpen und
Mischer

Warmwasserbereitung und
Zirkulation

Hydraulik (vereinfacht)



Vernetzung der Geräte



Vernetzung der Geräte

Heizungsregelung mit Einstellungen für Heizkreis und Warmwasser erfolgt zentral im UVR-Regler

Wärmeerzeuger **sollen** nach Vorgabe aus UVR arbeiten

UVR bezieht Info über PV-Strom aus Wechselrichter und sorgt für Anpassung der Wärmepumpe

Wechselrichter regelt selbständig Batterieladung oder Netzeinspeisung (**Strategie!**)

UVR erweiterbar, z. B. für Wallbox



Nicht-Möglichkeiten der Kommunikation

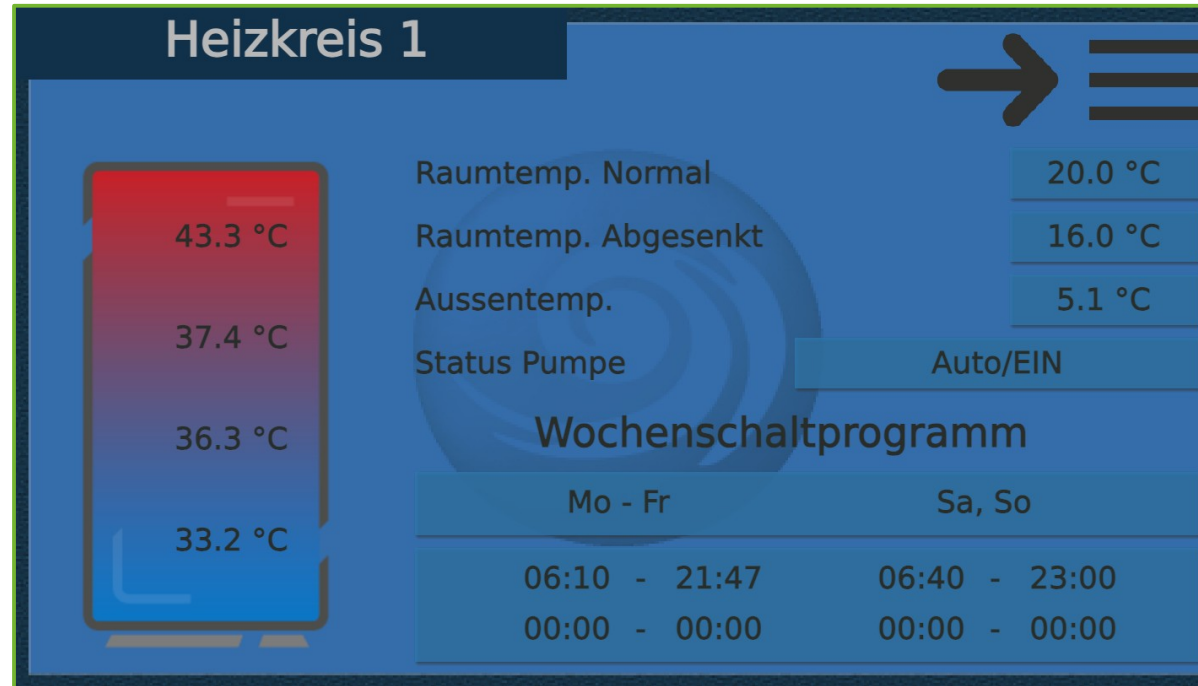
Regelung der Leistungsmodulation der Wärmerzeuger
Heizung oder Warmwasserbereitung

Heizstabzuschaltung der Wärmepumpe
nur an Wärmepumpe intern regelbar
Abstimmung auf Anforderung von UVR

Fun Fact

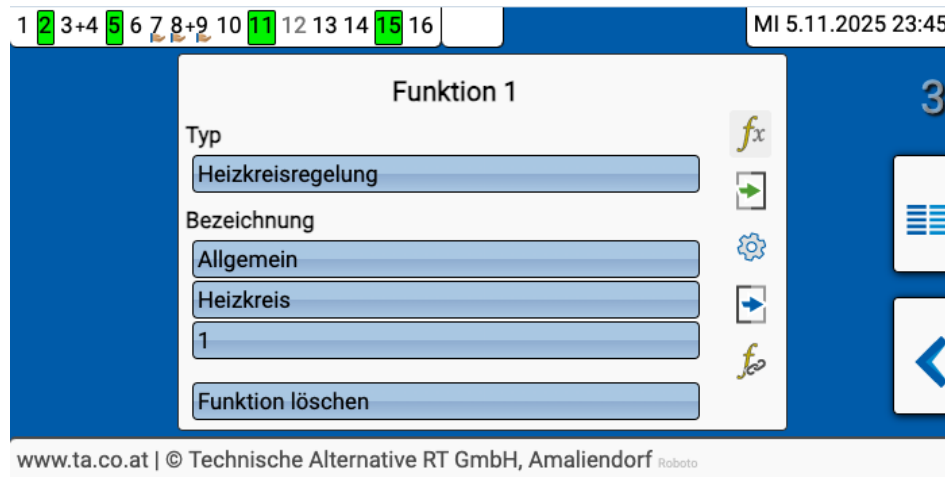
Ausfall der LAN-Verbindung am Wechselrichter, Daten über
CAN-Bus am UVR abrufbar

Benutzeroberfläche vom Fachhändler



Expertenmodus am Regler

Funktionen als Module der Steuerung



Expertenmodus am Regler

Freigabe/Sperre der Funktion

Eingangssignale aus

Ergebnis anderer Funktion
einstellbaren Fixwert
Messwert Sensor
Systemwert
CAN-Eingang

Heizkreis 1	
Freigabe	EIN
Freigabe Pumpe	EIN
Freigabe Mischer	EIN
Warmwasservorrang	AUS
Raumtemperatur	unbenutzt
Vorlauftemperatur	43.0 °C
Außentemperatur	4.8 °C
Externer Schalter	127
Status Zeitbedingung	EIN
Raumsolltemperatur	unbenutzt
Kalenderbetriebsart	Nicht aktiv(0)
Kalenderraumsollt.	0.0 °C
Fensterkontakt	unbenutzt
Heizen mit externer VL.Solltemp.	unbenutzt
Externe VL.Solltemp.	65.0 °C
Offset Raumsolltemp.	0.0 °C
Offset Vorlauftemp.	3.0 °C

Eingänge








Expertenmodus am Regler

Ausgabe der Ergebnisse an

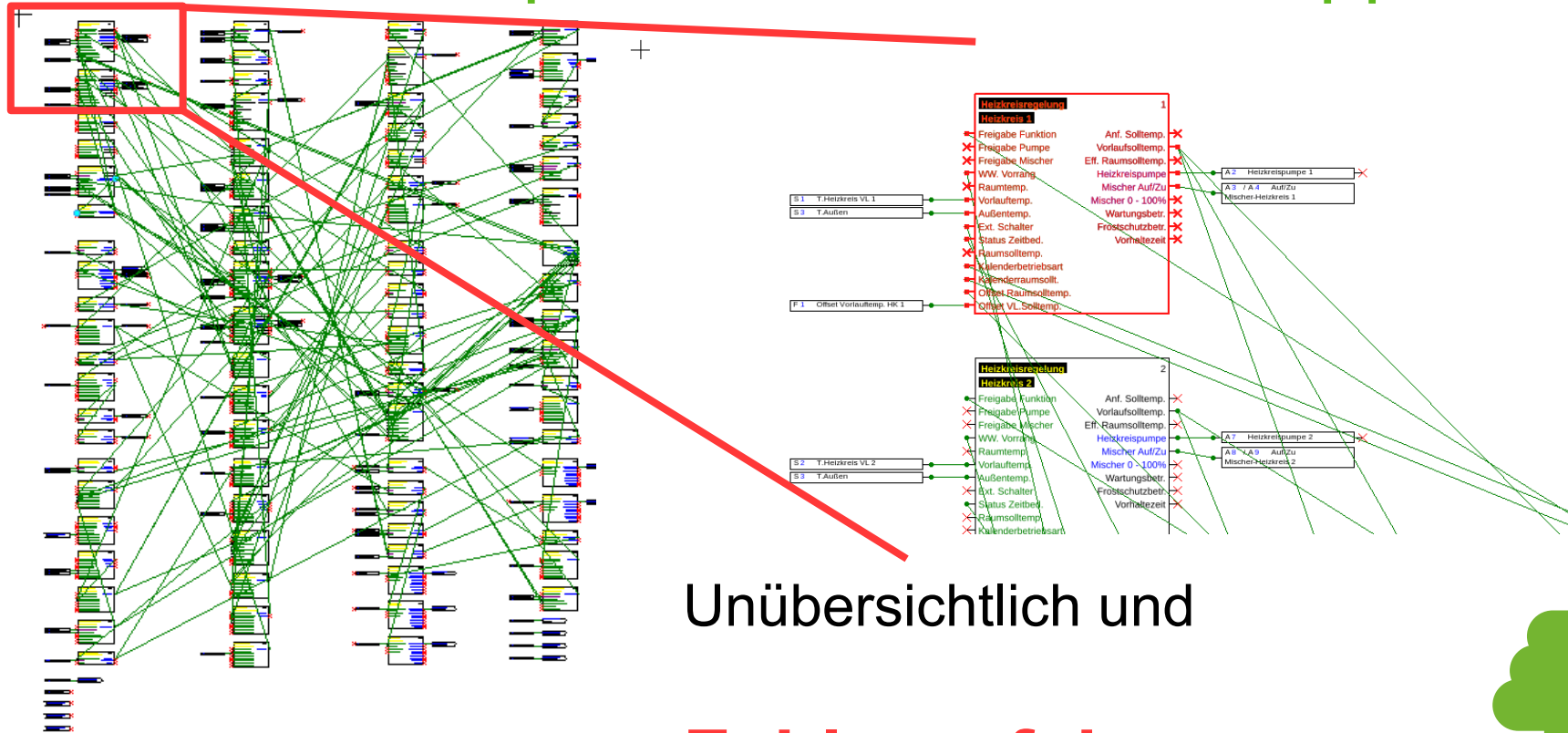
Ausgänge am Regler

Eingang an anderer Funktion

Heizkreis 1		
Vorlaufsolltemperatur	42.4 °C	
Effektive Raumsolltemperatur	20.0 °C	
Heizkreispumpe	EIN	
Mischer Auf/Zu	AUS	
Mischer 0 - 100%	85.5 %	
Wartungsbetrieb	AUS	
Frostschutzbetrieb	AUS	
Betriebsart	Normal(1)	
Betriebsstufe	Intern(4)	
Vorhaltezeit	0m	
T.Raum < Soll	EIN	
T.Raum < Soll (Absenk)	EIN	
T.Vorlauf Soll > Min	EIN	
T.Außen < Max	EIN	
T.Außen < Max (Absenk)	EIN	
T.Vorlauf < Max	EIN	
Restlaufzeitzähler	19m 59s	
Mischer offen	AUS	
Mischer geschlossen	AUS	
Mittelwert AT Regelung	4.7 °C	
Mittelwert AT Abschaltung	4.7 °C	
Anforderungssolltemp.	42.4 °C	
Vzgzeitähler Frostschutz	0s	

Ausgänge
Funktion

Graphische Oberfläche Tapps2



Unübersichtlich und

Fehlergefahr



Kongress 2025 Niko Spitznagel

Verbesserung der Energieeffizienz mit Hilfe individueller Gebäuderegelung

15/38

Individuelle Gegebenheiten

EFH energetisch saniert

Fun Fact

Sanierungsbedürftigkeit des Dachs am 0. Advent 2020 festgestellt

Sonnenseite Ausrichtung Süd-West 225°
→ Betrieb Wärmepumpe günstiger am Nachmittag

Individuelle Gegebenheiten

Dachneigung 45°

→ Steigerung der PV-Erzeugung im Winter

Heizkörper ca. 20 % überdimensioniert

→ Heizkurve niedrigerer Vorlauf möglich, hoher Durchfluss

Warmwasserbedarf überwiegend am Morgen/Vormittag

→ Nachteil wegen PV-Stromerzeugung am Nachmittag

Geringe Einspeisevergütung

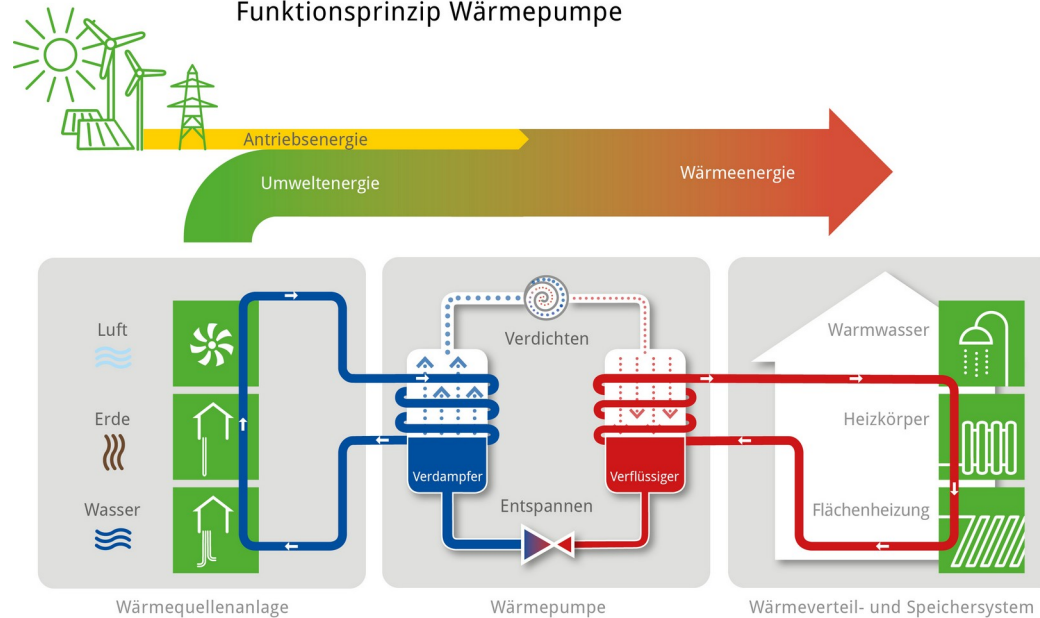
→ Eigenverbrauch optimieren



Effizienz der Wärmepumpe

Kreisprozess in der Außeneinheit:

Funktionsprinzip Wärmepumpe



Effizienz der Wärmepumpe

$$\text{Leistungszahl } \varepsilon = \frac{\text{Nutzleistung (Wärme)}}{\text{zugeführte elektrische Leistung}} = c \cdot \varepsilon_c = c \cdot \frac{T_W}{T_W - T_K}$$

$$\text{Jahresarbeitszahl JAZ} = \frac{\text{effektiv genutzte Wärmemenge}}{\text{benötigte elektrische Energie}}$$

T_W = Vorlauftemperatur in K, T_K = Außentemperatur in K

ε_c = ideale Leistungszahl, $c \approx 0,4$

JAZ Jahresmittelwert



Effizienz der Wärmepumpe

Werteübersicht:

ϵ		$T_W/^{\circ}\text{C}$					
$T_K/^{\circ}\text{C}$		35	40	45	50	55	60
30		24,6	12,5	8,5	6,5	5,2	4,4
25		12,3	8,3	6,4	5,2	4,4	3,8
20		8,2	6,3	5,1	4,3	3,7	3,3
15		6,2	5,0	4,2	3,7	3,3	3,0
10		4,9	4,2	3,6	3,2	2,9	2,7
5		4,1	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4
0		3,5	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2
-5		3,1	2,8	2,5	2,3	2,2	2,0
-10		2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9
-15		2,5	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8
-20		2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,7



Beispiel Warmwasser und Zirkulation

Trinkwassererwärmung im Plattenwärmetauscher

Pufferspeicher muss WW-Solltemperatur + Offset haben

Für Wärmepumpe hohe Temperatursollwerte vermeiden

Zeitprogramm für WW-Bereitung einschränken

Temperaturschichtung im Pufferspeicher nutzen

→ Ist-Temperatur Speicher oben oft höher als Solltemperatur

Beispiel Warmwasser und Zirkulation

Zeitprogramm Warmwasser auf Vormittag (hoher Bedarf)
beschränkt, sonst reduzierte Solltemperatur, bei
außerplanmäßigem Bedarf einmalige Anforderung

Anforderung an Wärmequelle erst, wenn Ist-Temperatur im
Puffer oben zu niedrig wird,
vorher mit Schichtventil untere Schicht auf niedrigere
Temperatur für Heizkreis erwärmen

Solltemperatur für Wärmetauscher folgt
Ist-Temperatur im Speicher oben



Beispiel Warmwasser und Zirkulation

Funktion „Anforderung Warmwasser“ für Trinkwasserspeicher

Ausgänge nur für Solltemperatur Pufferspeicher und Vorrang
(Beladung Puffer nach Zeitprogramm, einmal am Tag
vollständig auf mit Vorrat in oberer Schicht)

Ladepumpe für Wärmetauscher wird nur bei WW-Durchfluss
geschaltet

Taktung Zirkulation mit Temperaturdifferenz zu WW-Temperatur

Aktivierung durch Zeitprogramm oder WW-Verbrauch

Beispiel Warmwasser und Zirkulation

Anforderung Warmwasser	
Freigabe	EIN
Warmwassertemp. oben	41.5 °C
Warmwassertemp. unten	36.0 °C
Status Zeitbedingung	EIN
Solltemperatur oben	36.0 °C
Solltemperatur unten	36.0 °C
Minimaltemperatur oben	40.0 °C
Minimaltemperatur unten	35.0 °C
Offset Solltemperatur oben	0.0 °C
Offset Solltemperatur unten	0.0 °C
Externer Schalter	unbenutzt
Einmal Laden	AUS
Fertig Laden	AUS
Solltemperatur Einmal Laden	55.0 °C

Solltemperatur
Heizkreis

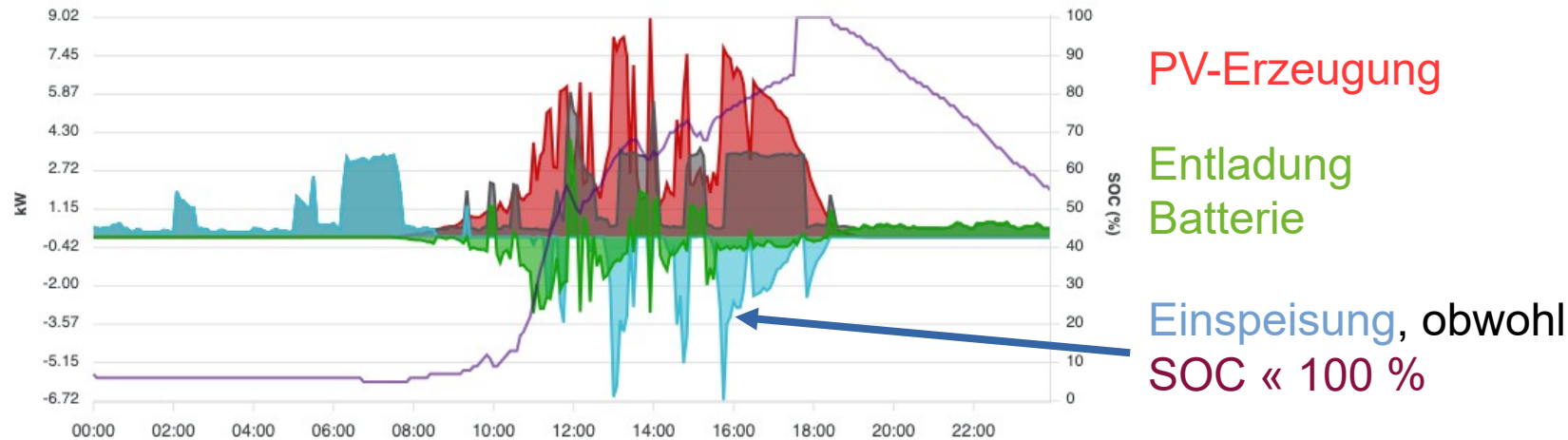
Solltemperatur
Warmwasser

→ Anforderung
WP 31,8 °C

Sollwert WQ	
Freigabe	EIN
Ergebnis (Freigabe = Aus)	0.0 °C
Freigabe Eingangsvariable 1	EIN
Eingangsvariable 1	31.8 °C
Freigabe Eingangsvariable 2	EIN
Eingangsvariable 2	5.0 °C
Freigabe Eingangsvariable 3	AUS
Eingangsvariable 3	36.0 °C
Freigabe Eingangsvariable 4	EIN
Eingangsvariable 4	5.0 °C
Freigabe Eingangsvariable 5	EIN
Eingangsvariable 5	5.0 °C

Beispiel PV-Überschuss

Lade- und Einspeisestrategie Wechselrichter:



Abfangen der Einspeisung, **aber** Entladung der Batterie bei zu hohem Verbrauch vermeiden

Beispiel PV-Überschuss

Anforderung Wärmepumpe:

Eliminieren von kurzen Schwankungen in der PV-Erzeugung

→ Mittelwert über 20 min

Beginn Überschussanforderung bei Netzeinspeisung $\geq 2,0$ kW

Ende Überschussanforderung bei Netzeinspeisung $\leq 0,25$ kW

Leistungsaufnahme der Wärmepumpe senkt Netzeinspeisung

→ sofortiges Abschalten nach Anlauf der Wärmepumpe vermeiden

Beispiel PV-Überschuss

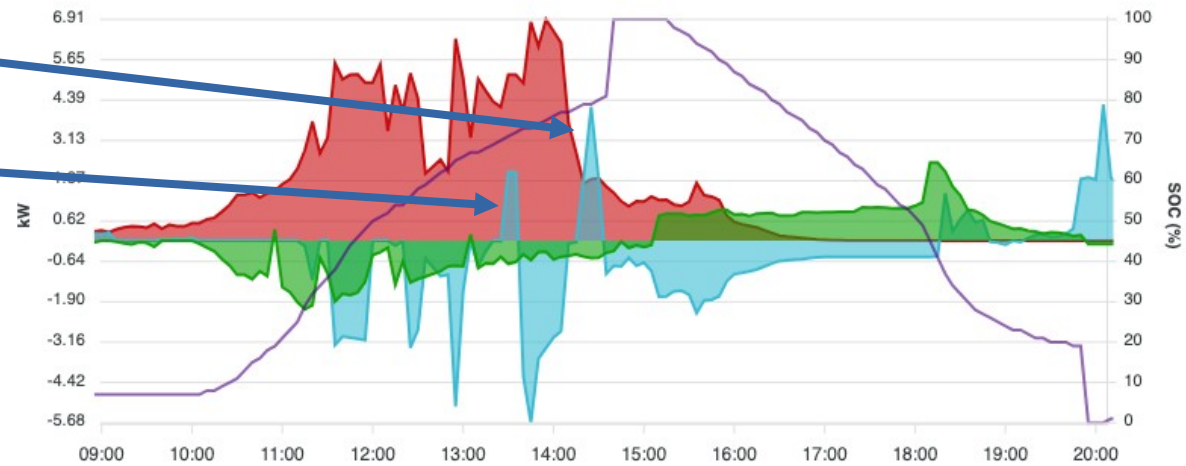
Regelung Solltemperatur Wärmepumpe:

Differenz Rücklauftemperatur und Solltemperatur begrenzen, sonst geringere Leistungszahl und Übersteigung des PV-Überschusses

- Während Heizperiode Überhöhung der Raumtemperatur
WP läuft länger bei niedrigerer Temperatur
mit höherer Leistungszahl und geringerem Stromverbrauch
- dynamische Solltemperatur 3 K über Temperatur im Pufferspeicher oben 2

SOC → 100 %

WP mit Heizstab

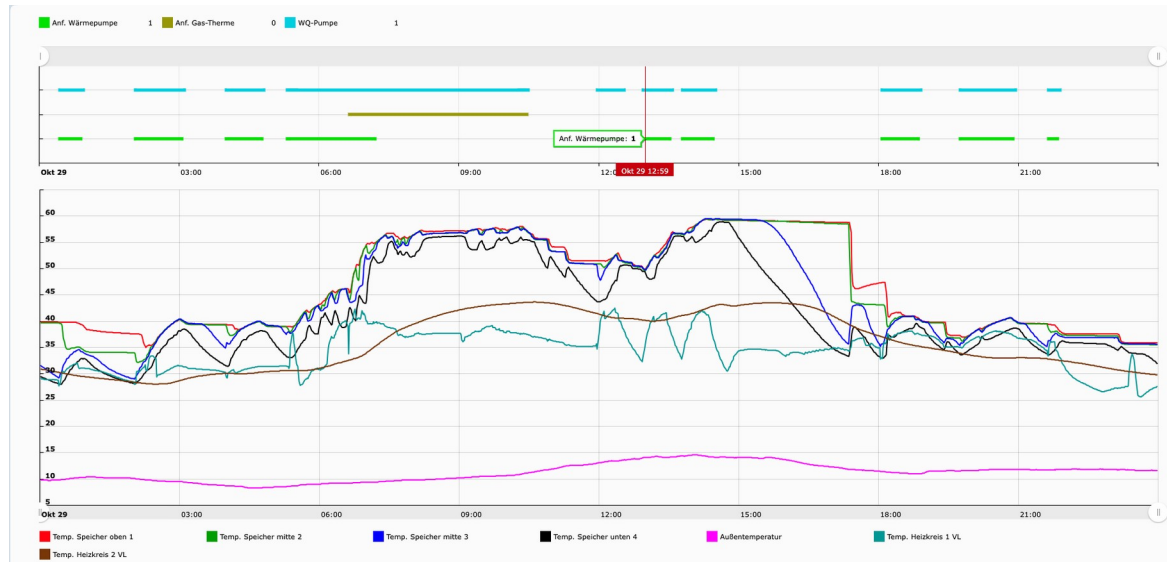


PV-Erzeugung

Batterieleistung

Netz

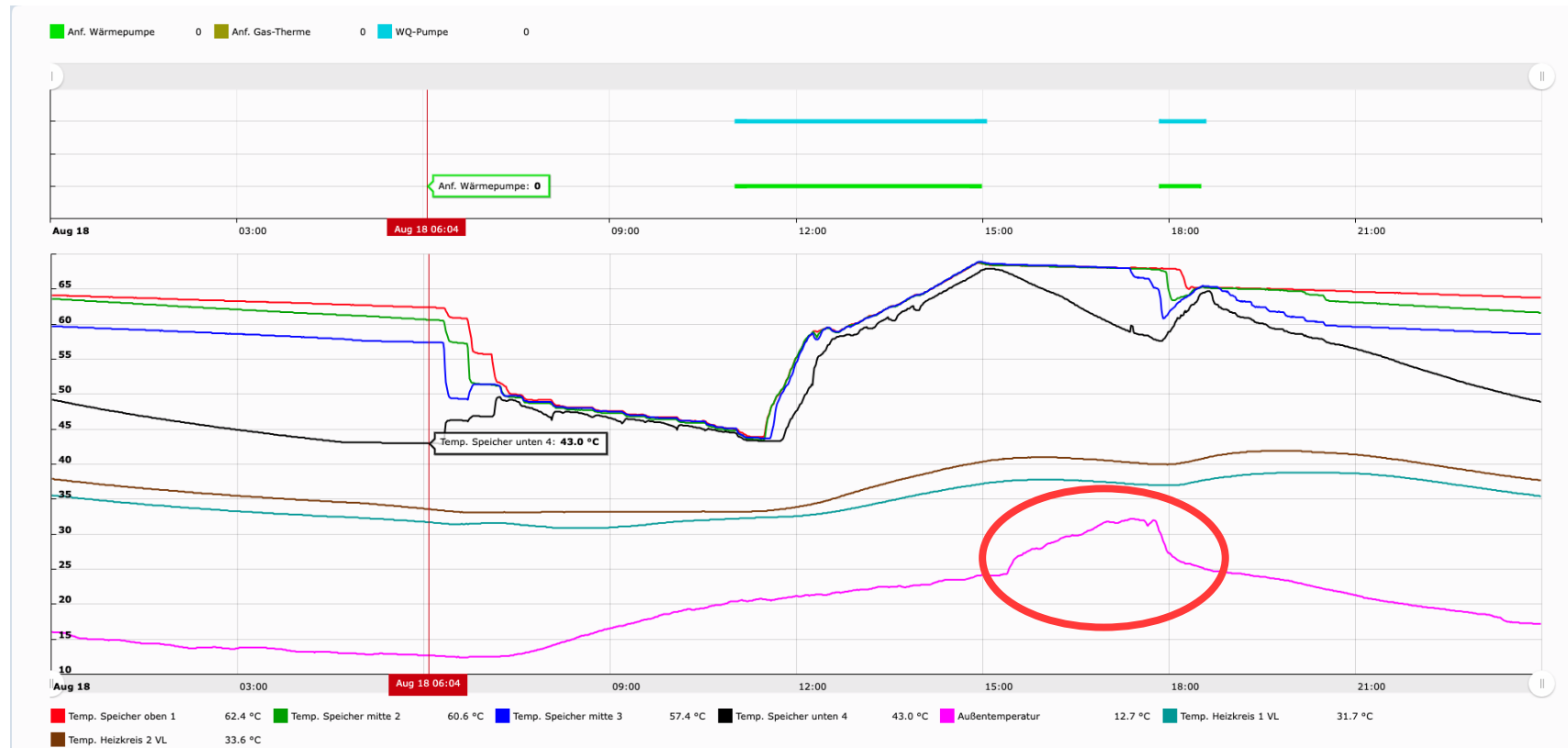
SOC



Kongress 2025 Niko Spitznagel

Verbesserung der Energieeffizienz mit Hilfe individueller Gebäuderegelung

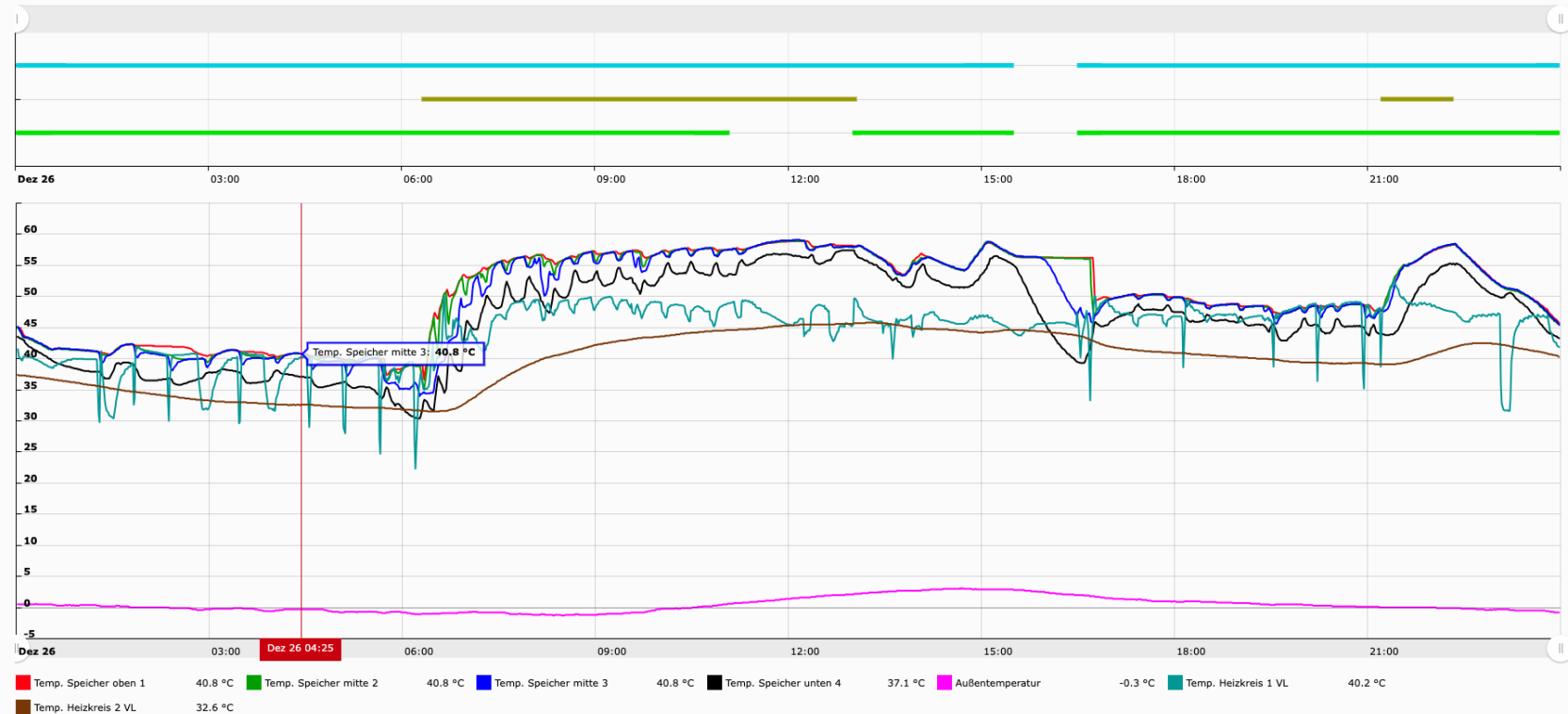
Beispiel sonniger Sommertag



Kongress 2025 Niko Spitznagel

Verbesserung der Energieeffizienz mit Hilfe individueller Gebäuderegelung

Fun Fact: Last Christmas



Kongress 2025 Niko Spitznagel

Verbesserung der Energieeffizienz mit Hilfe individueller Gebäuderegelung

Erfahrungen

Gas-Brennwertgerät für Hybridbetrieb:

Stromkostensparnis für Wärmepumpe wird nach ca. 15 Jahren Zusatzkosten für Gasgerät amortisieren
→ spätere nur Installation einer stärkeren Wärmepumpe

Verbrauch/Autarkie:	Strom	Gas
Mai bis August:	> 90 %	0
November bis Januar:	10 % bis 30 %	ca. 1200 kWh/m

Empfehlungen

Warmwasserzirkulationen in allen Systemen vermeiden

Nur notwendige Teilkreise im Leistungssystem nutzen
v. a. im Sommer und der Übergangszeit

Heizflächen voll nutzen, dafür niedrigere Temperaturen

Speicher- und Nachwärmeeffekte bedenken

Individuelle Gegebenheiten und Verbrauchsverhalten so weit
wie möglich in der Regelung berücksichtigen

→ **Einsparpotential**

Quellen

Technische Alternative (www.ta.co.at)

Technische Alternative Wiki (wiki.ta.co.at)

energy-concept (www.energy-concept.eu)

RCT Power (www.rct-power.com/de)

Bundesverband Wärmepumpe e. V. (www.waermepumpe.de)

timeanddate (www.timeanddate.de)

Programmierbeispiel

Motivation:

Außenfühler an NW-Seite wird nachmittags von Sonne bestrahlt
→ zu hohe Messwerte führen zu geringerer VL-Temperatur
→ „Hardwarelösung“ nicht zielführend

„Softwarelösung“:

Korrektur der Messwerte zu den Zeiten einer
Sonnenbestrahlung auf den Außenfühler
→ individuelle Programmierung einer Funktion am Regler

Programmierbeispiel

Konzept:

Korrektur des Messwertes nur zu den Zeiten aktiv, wenn Sonne auf Außenfühler scheint

- Uhrzeit Problem Sommer- und Winterzeit, Zeitgleichung
- Im Winter Sonne zu niedrig für Strahlung auf Außenfühler
- Daten aus Systemwerten Sonnenrichtung und -höhe

Bei Bewölkung geringe/keine Sonnenstrahlung und Messwerterhöhung

- Korrektur bei geringer PV-Leistung verringern

Programmierbeispiel

Umsetzung:

Einschaltbedingung Sonnenrichtung $> 225^\circ$

UND

Einschaltbedingung Sonnenrichtung $< 260^\circ$

UND

Einschaltbedingung Sonnenhöhe $> 12^\circ$

UND

Einschaltbedingung PV-Leistung $> 5 \text{ kW}$

→

Korrektur Messwert um -3 K

Überprüfen der Bedingungen mit Vergleichsfunktionen

UND-Verknüpfung mit Logikfunktion

Freigabe Mathematikfunktion für Wertekorrektur



Bonus: Hybridmanagement

Überlegung:

Leistungszahl der Wärmepumpe muss mindestens so hoch sein wie das Verhältnis der Arbeitspreise Strom/Gas

→ dann Wärmepumpe günstiger

→ sonst Gas günstiger

Umsetzung:

Bestimmung der Maximaltemperatur der Wärmepumpe für Außentemperaturen zur Einhaltung der Leistungszahl

→ Wärmepumpe heizt bis zur jeweiligen Maximaltemperatur

→ bei höheren Solltemperaturen Zuschaltung der Gastherme

Bonus: Hybridmanagement

kWh Strom/ct	26,2	28,82	28,85	
kWh Gas/ct	8	12,3	10,52	
			ökologisch	
T max/°C				
min. Leistungszahl	3,28	2,34	2,74	1,70
AT/° C				
20	61	80	70	110
15	55	74	64	104
10	49	68	58	97
5	44	62	52	91
0	36	51	43	73
-5	30	45	37	66
-10	24	39	31	60
-15	19	33	26	54
-20	13	27	20	47

