

SoLAR - Projektstand

- Vorstellung der Liegenschaft
- Integration der IKT und Beteiligung der Bewohner
- Virtueller Demonstrator und Algorithmen
- Wirtschaftlichkeit
- Stand des Bauvorhabens und der Technik
- Übersicht und Zeitplan
- Nächste Schritte



Stefan Werner
Easy Smart Grid GmbH
Projektkoordinator SoLAR im Auftrag des ISC Konstanz



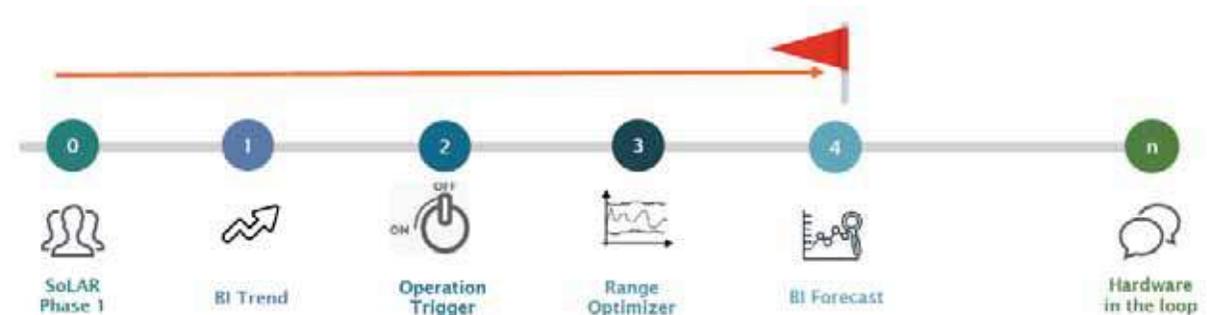
Dr. Enrique Kremers
EIFER Europäisches Institut für Energieforschung
EDF-KIT EWIV
Head of Complex Systems
Research & Expert for EDF R&D



Adrian Minde
International Solar Energy Research Center
ISC Konstanz e.V.
R&D Engineer
Smart Grid und EMS



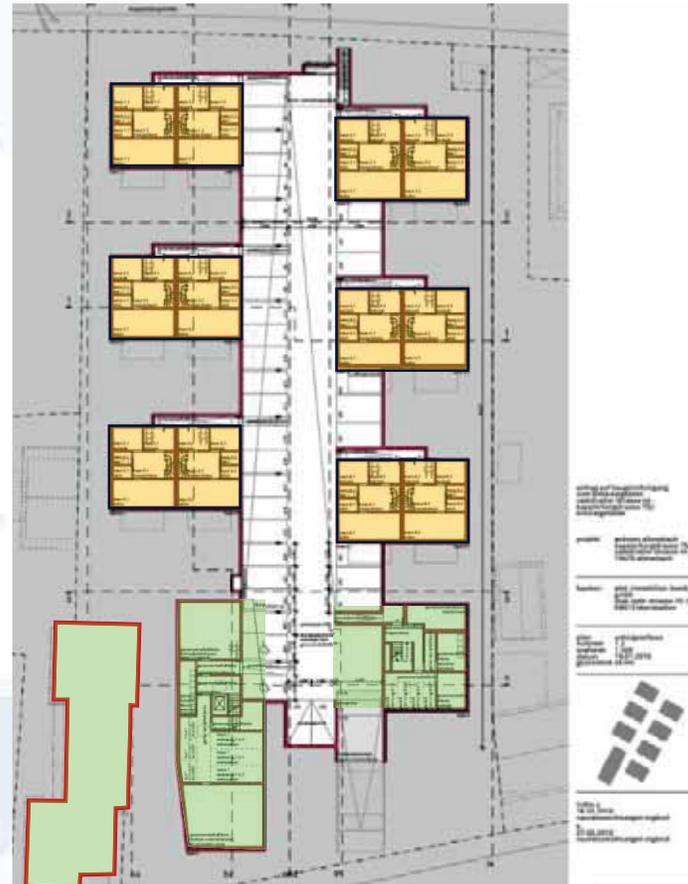
Peter Kaufmann
Kaufmann GmbH
Geschäftsführer



Liegenschaft und flexible Geräte



▲
Nord



Bestandsgebäude

- 9 Häuser mit 25 Wohneinheiten
- KfW 40 Dämmung (Neubauten)
- 14 PV-Anlagen (Σ 70 kWp)
- 12 Wärmepumpen 5 kW_{th} (Grundwasser)
- 1 BHKW 21 kW_{el}, 46 kW_{th}
- Ladestationen für Elektrofahrzeuge
- Batteriespeicher (DHH, KfW 40+)
- flexible Haushaltsgeräte für 25 Wohneinheiten (z.B. Waschmaschine, Geschirrspüler, Trockner, Kühlschrank, Gefrierschrank)

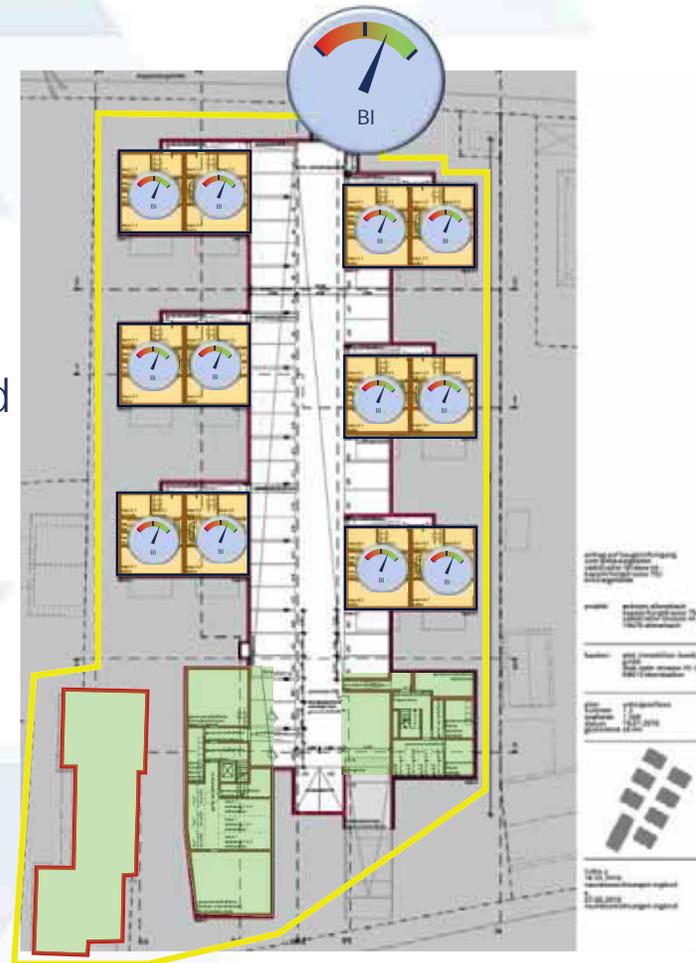
➔ über 100 angesteuerte Geräte



Wie der Balance Indikator gebildet wird



Nord



Phase 1: Quartiersstrom



Leistung am Anschlusspunkt der Kundenanlage an das öffentlich Netz

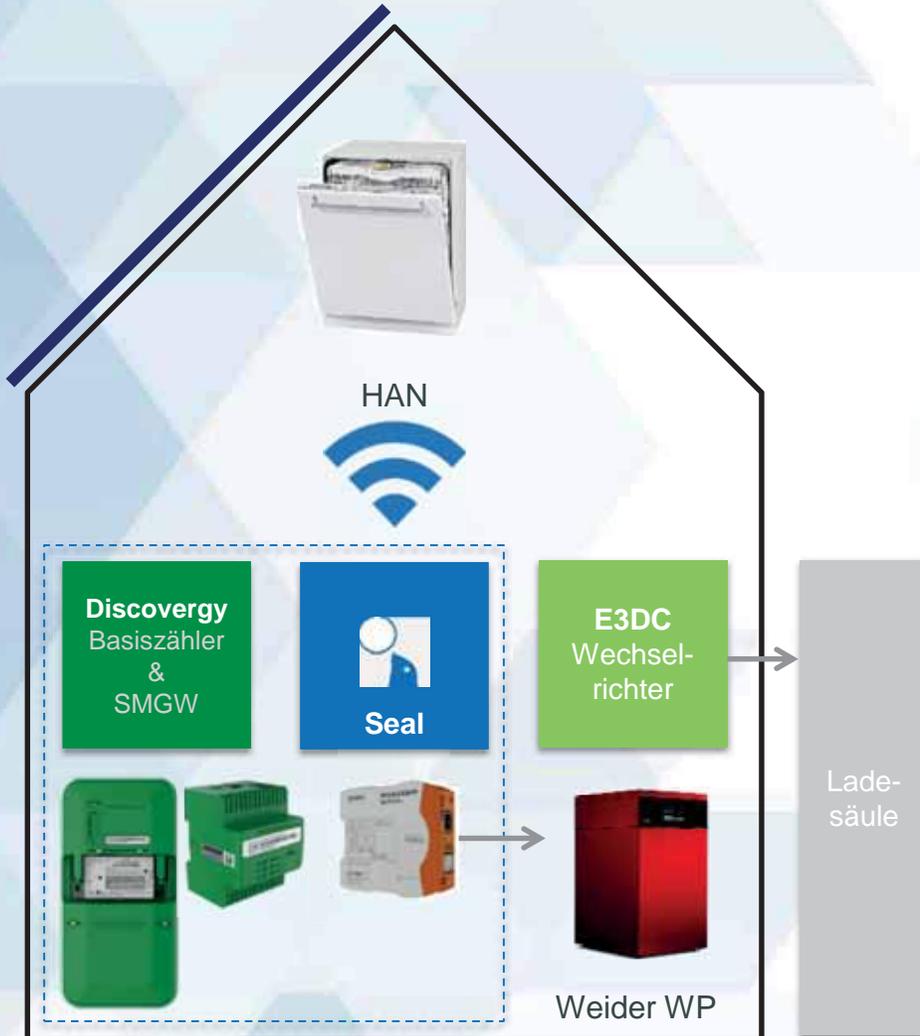


... ggf. Berücksichtigung der Leistungen an den Hausanschlüssen



Ziel:
 Maximale Eigenversorgung der Doppelhaushälften und der Liegenschaft

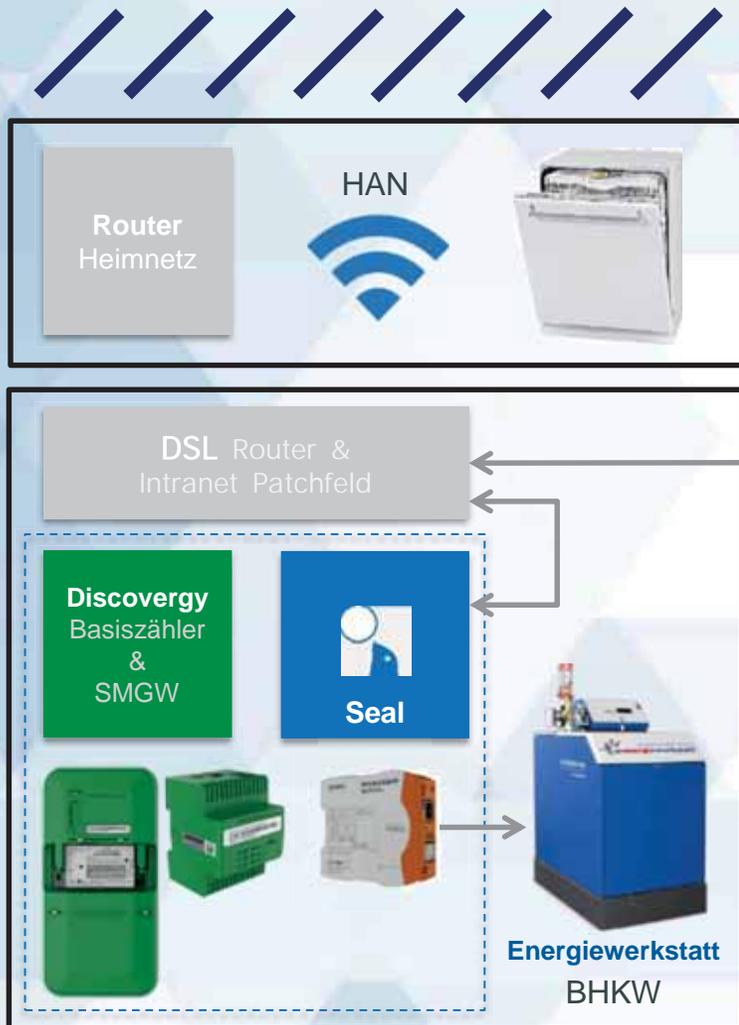




12 Doppelhaushälften:

- Messdaten über die Discovery **SMGW HAN** Schnittstelle
- Balance Indicator **dezentral** berechnet in der **Seal Plattform**
 - KUNBUS Revolution Pi
- Haushaltsgeräte/Wechselrichter über **TCP/IP** im **HAN/LAN**
- Wärmepumpen-Steuerung über **Modbus RTU**
 - Serielles RS485

Kommunikation



3 Mehrfamilienhäuser:

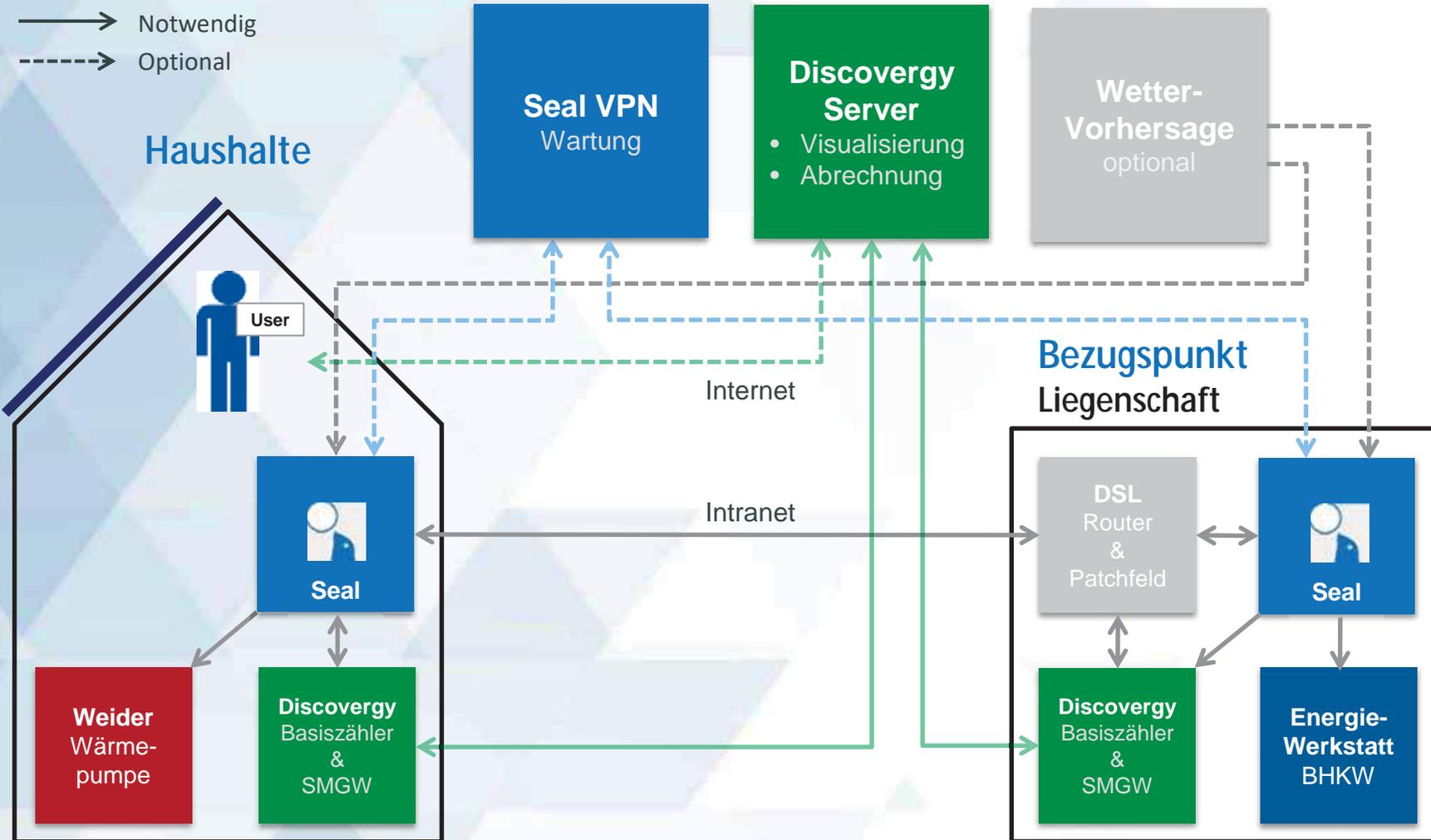
- Balance Indicator der Liegenschaft
- Steuerung der Geräte über **Internet** durch zentrale **Seal Plattform**

1 Liegenschaftsbezugspunkt bzw. Technikraum:

- DSL Anschluss für SMGWs und Intranet/WAN
- BHKW-Steuerung über **Modbus RTU**
- Serielles RS485

Kommunikation

→ Notwendig
 - - - - - Optional



Einbeziehung der Bewohner




- Persönliche Betreuung
- Günstiger Stromtarif
- Sonderkonditionen Hausgeräte
- Kostenlose Installation
- Visualisierung von Energiedaten
- ...

Pre-Testgeräte



Steuerplatine einer Weider-Wärmepumpe im Simulationsmodus



Der Steueralgorithmus wird zukünftig direkt im Controller der Wärmepumpen implementiert

home connect

Modbus RTU



B/S/H/
BSH HAUSGERÄTE GMBH

Kühl-/Gefrierkombination
SIEMENS KG56FPI40

Hardware-in-the-Loop mit
Virtuellem Demonstrator

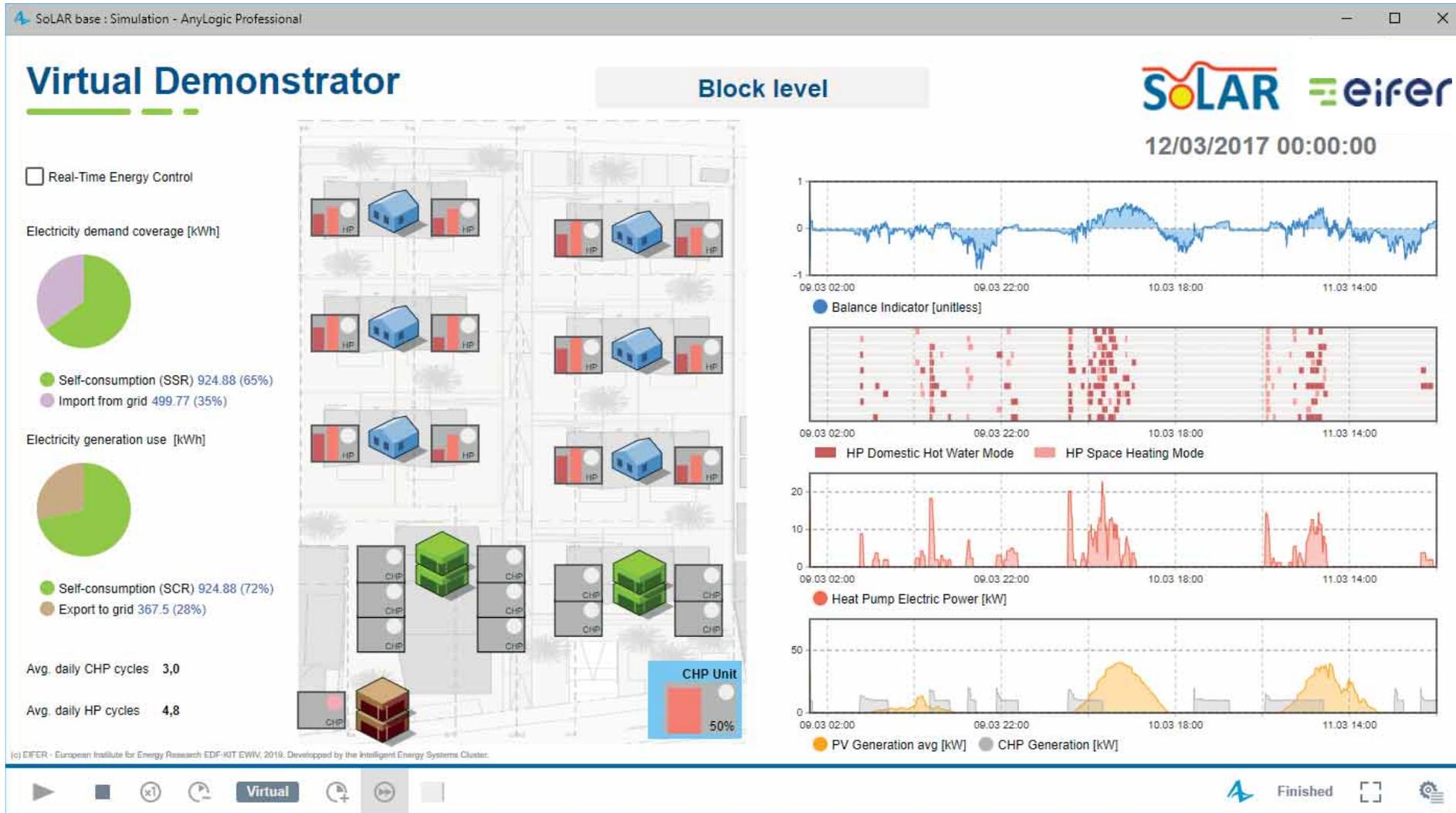


Miele@home

Geschirrspüler
G 7310 SCU AutoDos

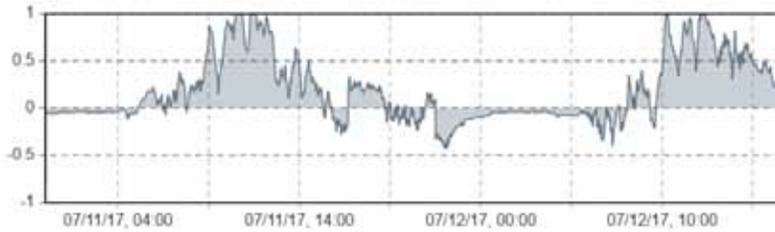


Virtueller Demonstrator

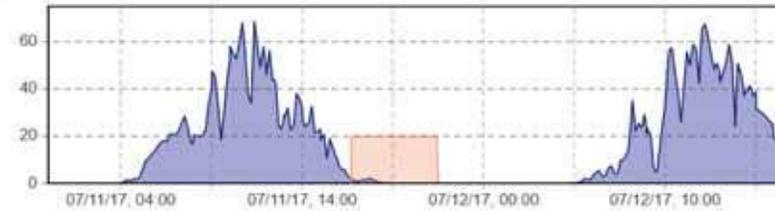


Dezentrales Energiemanagement

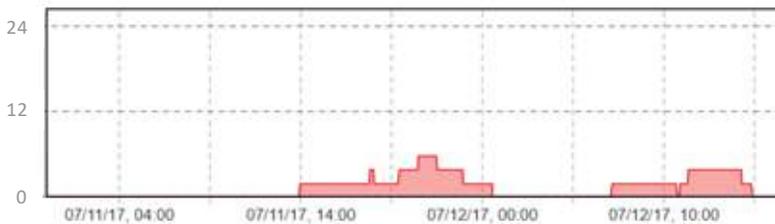
Szenario Sommer (geringer Energiebedarf Wärmeerzeuger)



Balance-Indikator
Wird gebildet aus Netzbezug bzw. Netzeinspeisung in Bezug auf die Nennleistung des Netzanschlusses des Quartiers (Kundenanlage)



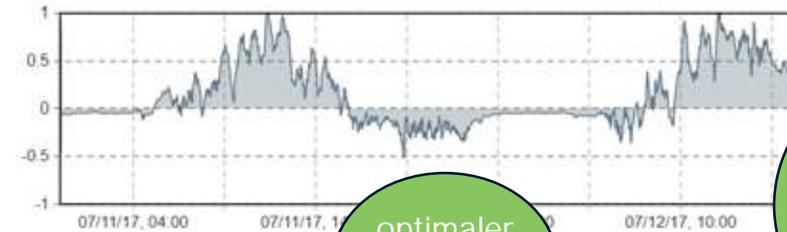
wärmegeführt



Σ Wärmepumpen
Die Grafik zeigt die Summe der Leistungsaufnahmen der Wärmepumpen in 12 Häusern



Wärmepumpen
Einzelschalthandlungen der Wärmepumpen in 12 Häusern (Warmwasser)



optimaler Betriebszeitpunkt

BHKW
100%
Eigennutzung

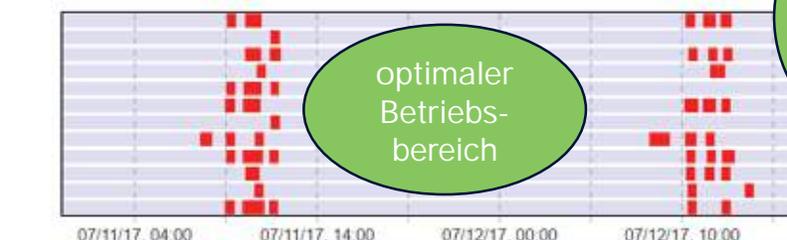


Easy Smart Grid



instantane Reaktion auf Wolken

Wärmepumpen
100%
PV-Strom
Peak-Leistung

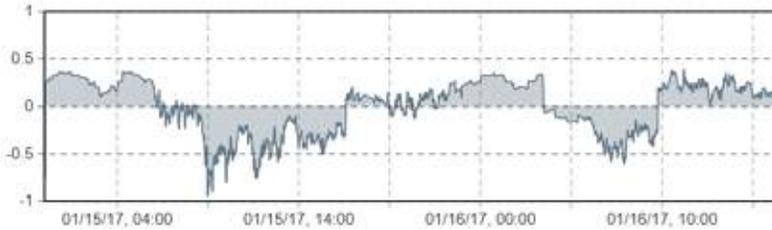


optimaler Betriebsbereich

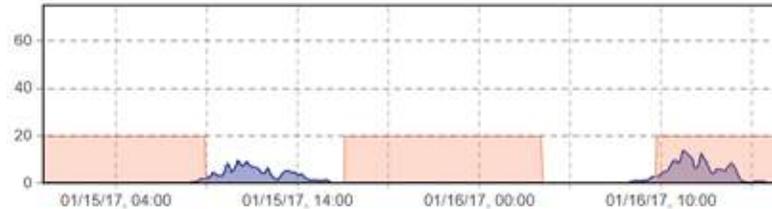


Dezentrales Energiemanagement

Szenario Winter (hoher Energiebedarf Wärmepumpe)

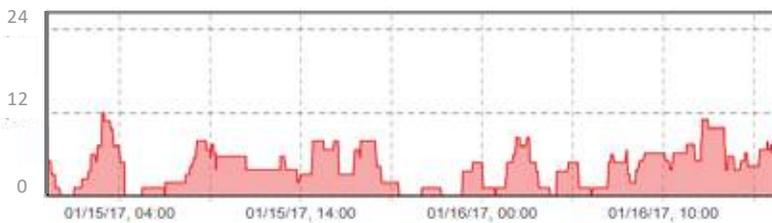


Balance-Indikator
Wird gebildet aus Netzbezug bzw. Netzeinspeisung in Bezug auf die Nennleistung des Netzanschlusses des Quartiers (Kundenanlage)

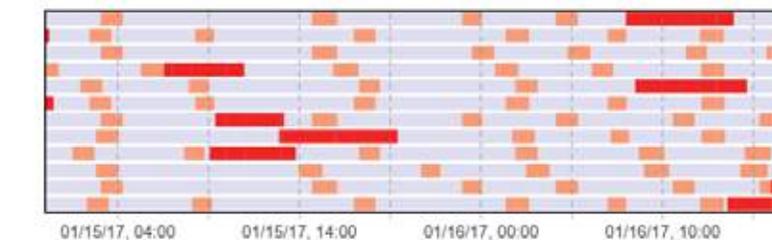


Stromerzeuger
Stromerzeugung der PV-Anlagen (■) und des BHKW (■)

wärmegeführt



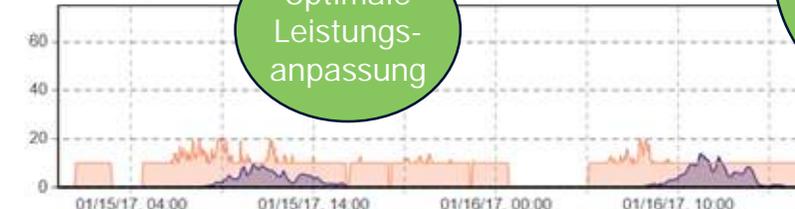
Σ Wärmepumpen
Die Grafik zeigt die Summe der Leistungsaufnahmen der Wärmepumpen in 12 Häusern



Wärmepumpen
Einzelschalthandlungen der Wärmepumpen in 12 Häusern (■ Warmwasser, ■ Heizung)

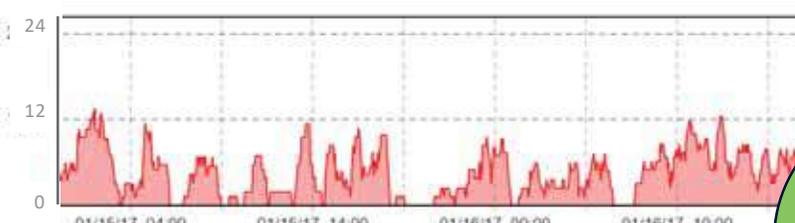


optimale Leistungsanpassung

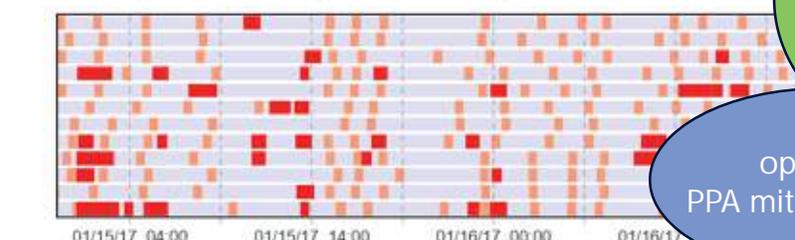


Easy Smart Grid

BHKW
100%
Eigennutzung

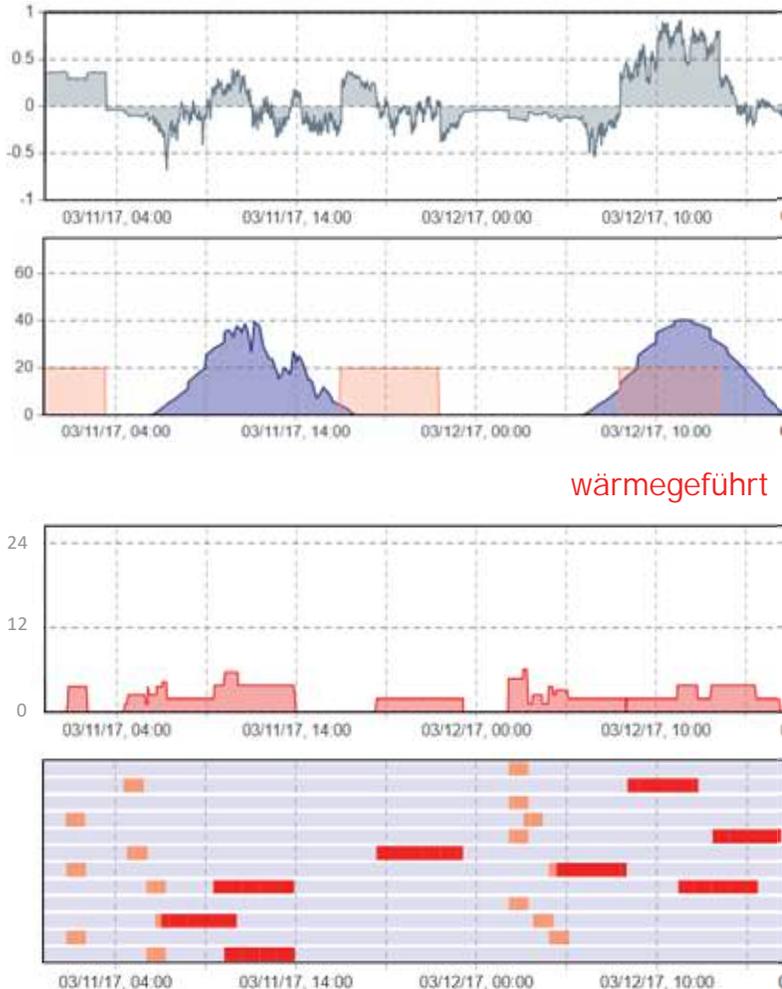


Wärmepumpen glätten Lastprofil



optional:
PPA mit Windstrom

Dezentrales Energiemanagement Szenario Frühling



Balance-Indikator
Wird gebildet aus Netzbezug bzw. Netzeinspeisung in Bezug auf die Nennleistung des Netzanschlusses des Quartiers (Kundenanlage)

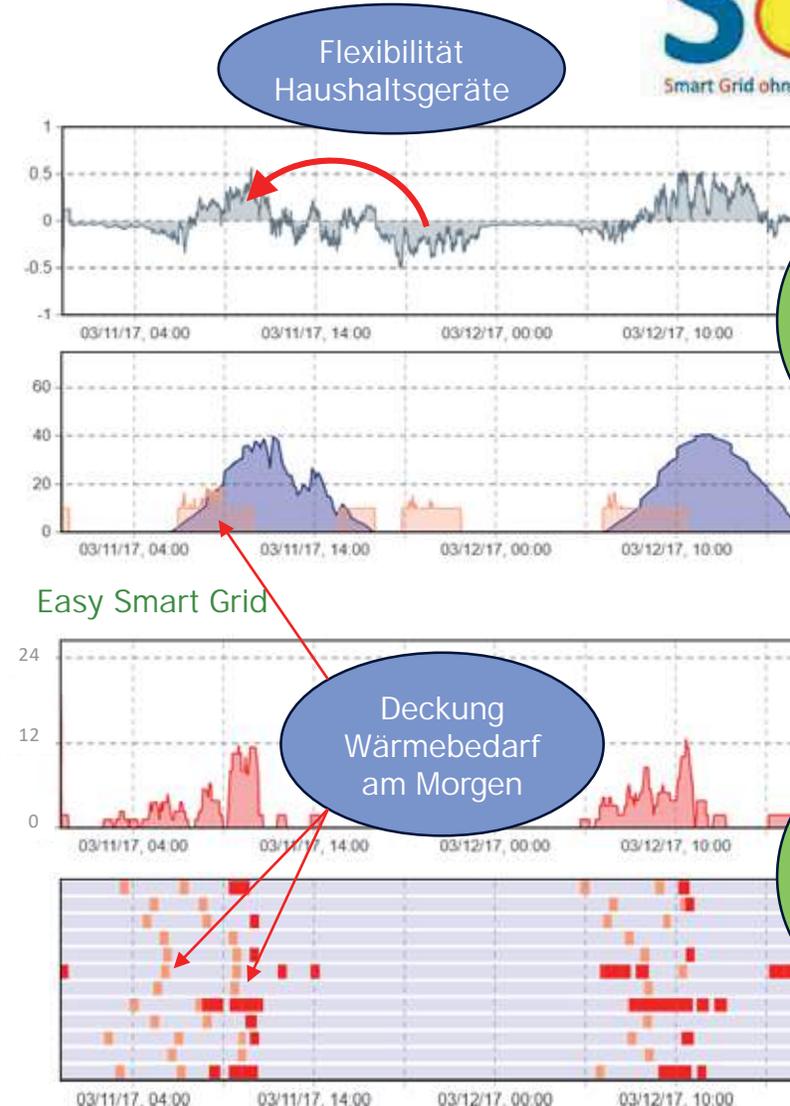
Stromerzeuger
Stromerzeugung der PV-Anlagen (■) und des BHKW (■)

wärmegeführt



Σ Wärmepumpen
Die Grafik zeigt die Summe der Leistungsaufnahmen der Wärmepumpen in 12 Häusern

Wärmepumpen
Einzelschalthandlungen der Wärmepumpen in 12 Häusern (■ Warmwasser, ■ Heizung)



Flexibilität
Haushaltsgeräte

50%
weniger
Lastspitzen



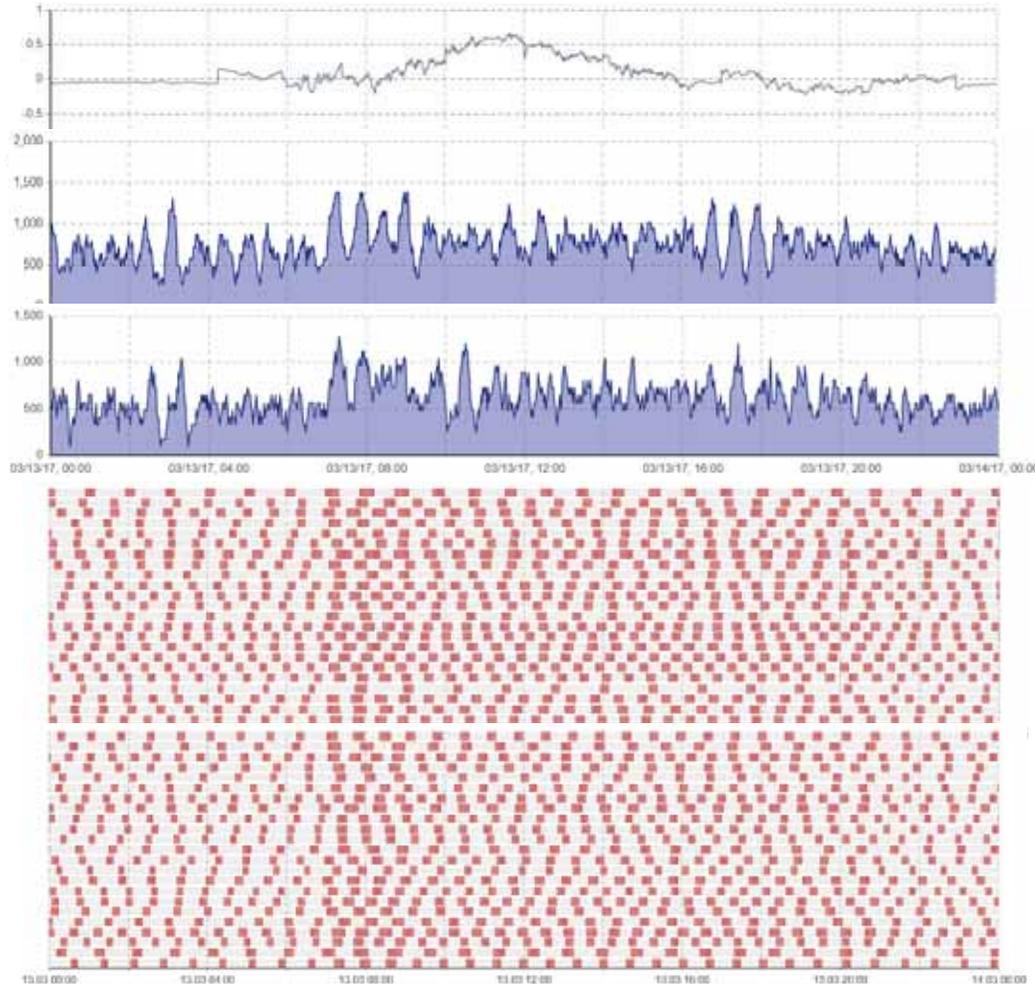
Deckung
Wärmebedarf
am Morgen

BHKW plus
Wärmepumpen
optimaler
Betrieb



Steuerung von Geräten mit kleinem Speicher

Beispiel Kühl- und Gefriergeräte



Balance Indicator
(BHKW und Wärmepumpen mit BI gesteuert)

Leistungssumme Kühlgeräte
(nur über Temperatur gesteuert)

Leistungssumme Gefriergeräte
(nur über Temperatur gesteuert)

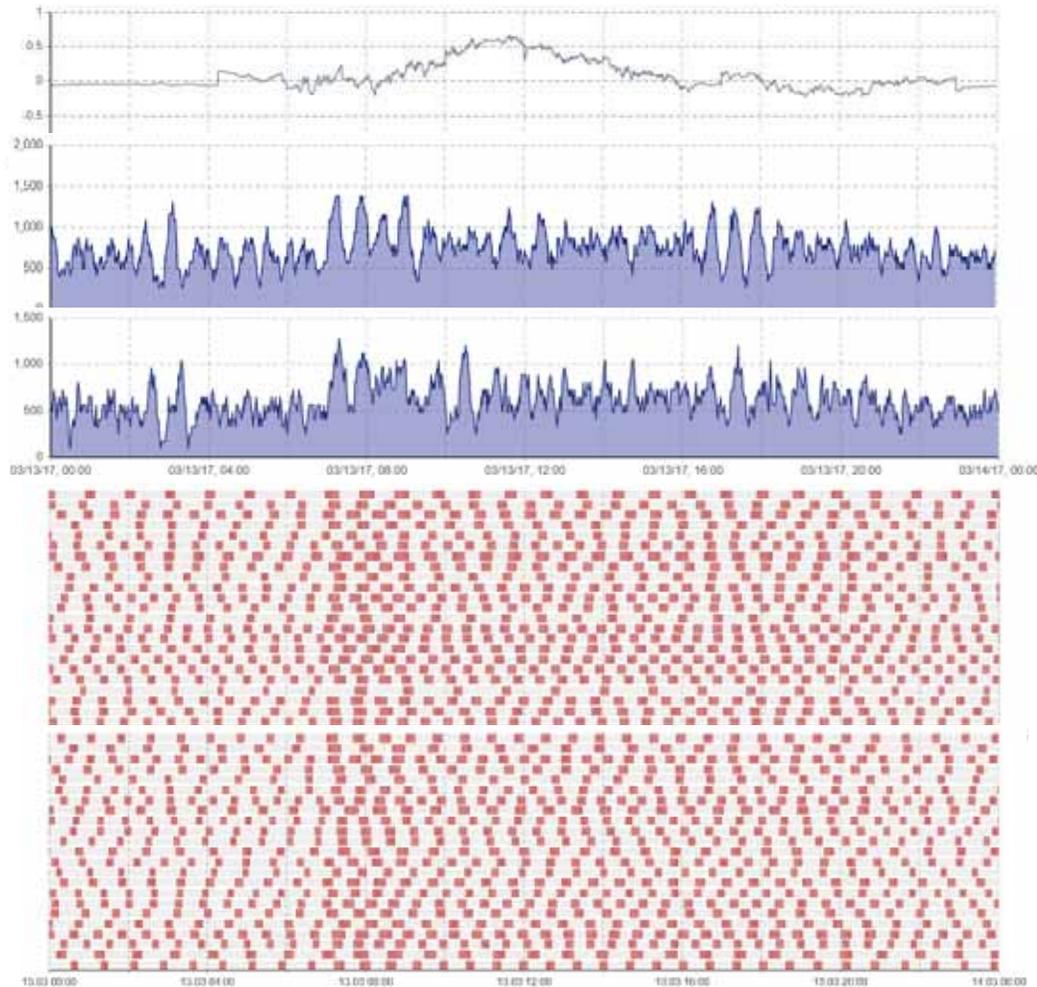
Betriebszeiten Kühlgeräte
(nur über Temperatur gesteuert)

Betriebszeiten Gefriergeräte
(nur über Temperatur gesteuert)



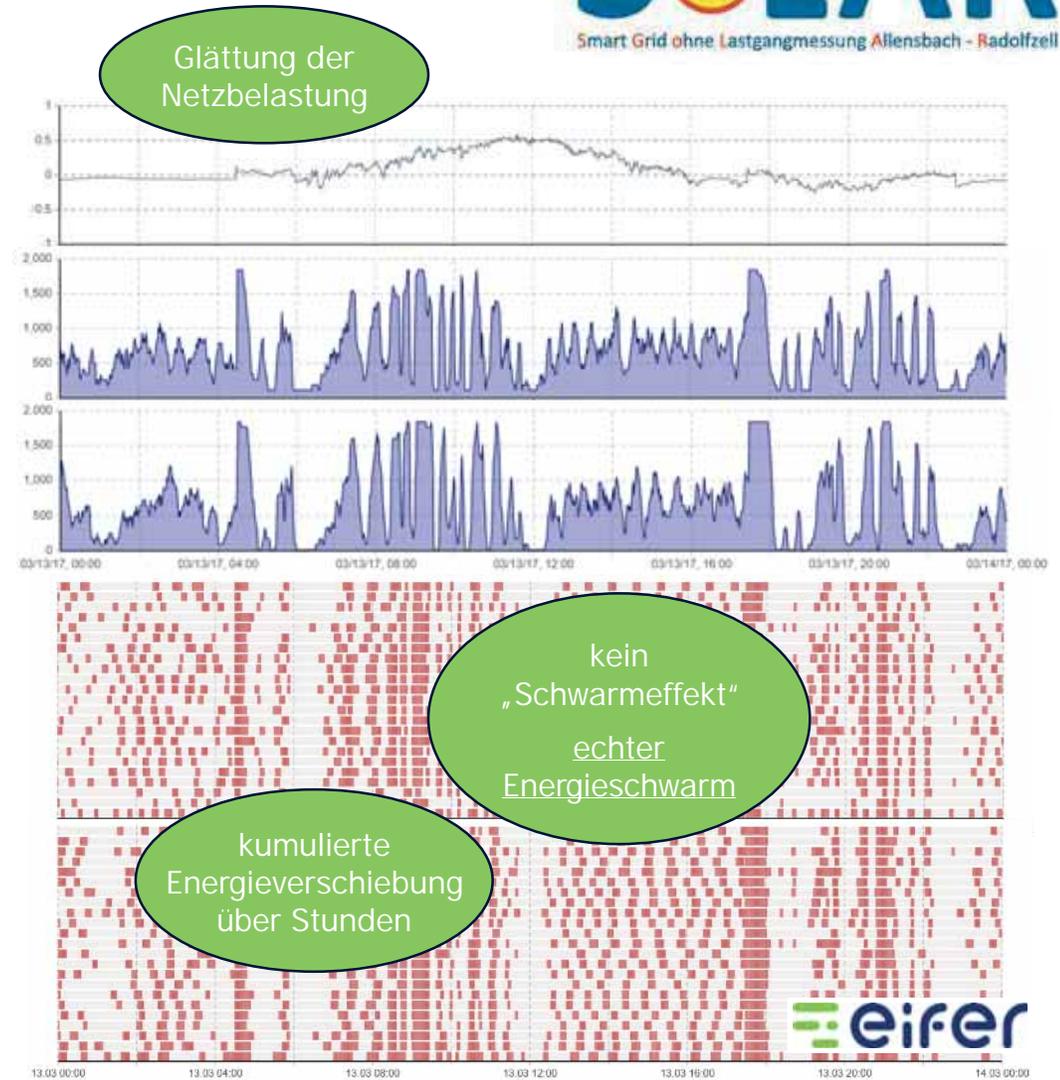
Steuerung von Geräten mit kleinem Speicher

Beispiel Kühl- und Gefriergeräte



Steuerung über
Balance Indicator

Temperatur-
spreizung erhöht
von 2,5 °C auf 6 °C

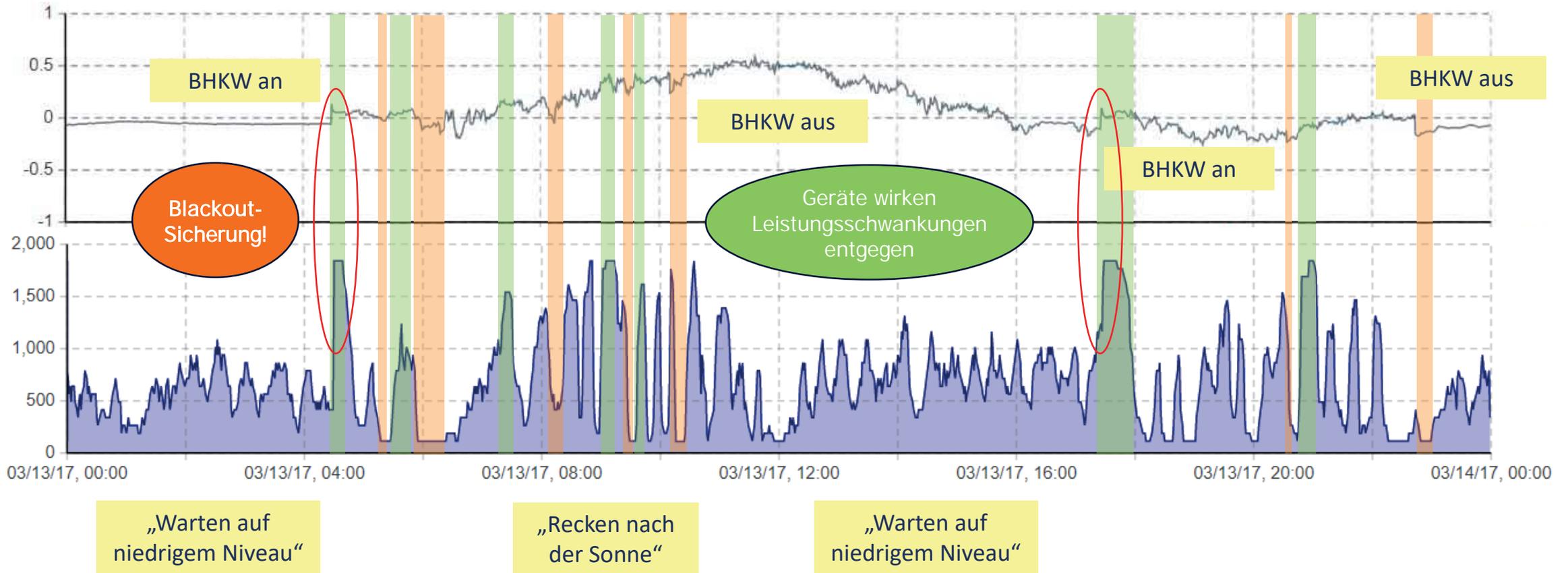


Glättung der
Netzbelastung

kein
„Schwarmeffect“
echter
Energieschwarm

kumulierte
Energieverschiebung
über Stunden

Steuerung von Geräten mit kleinem Speicher Beispiel Kühl- und Gefriergeräte

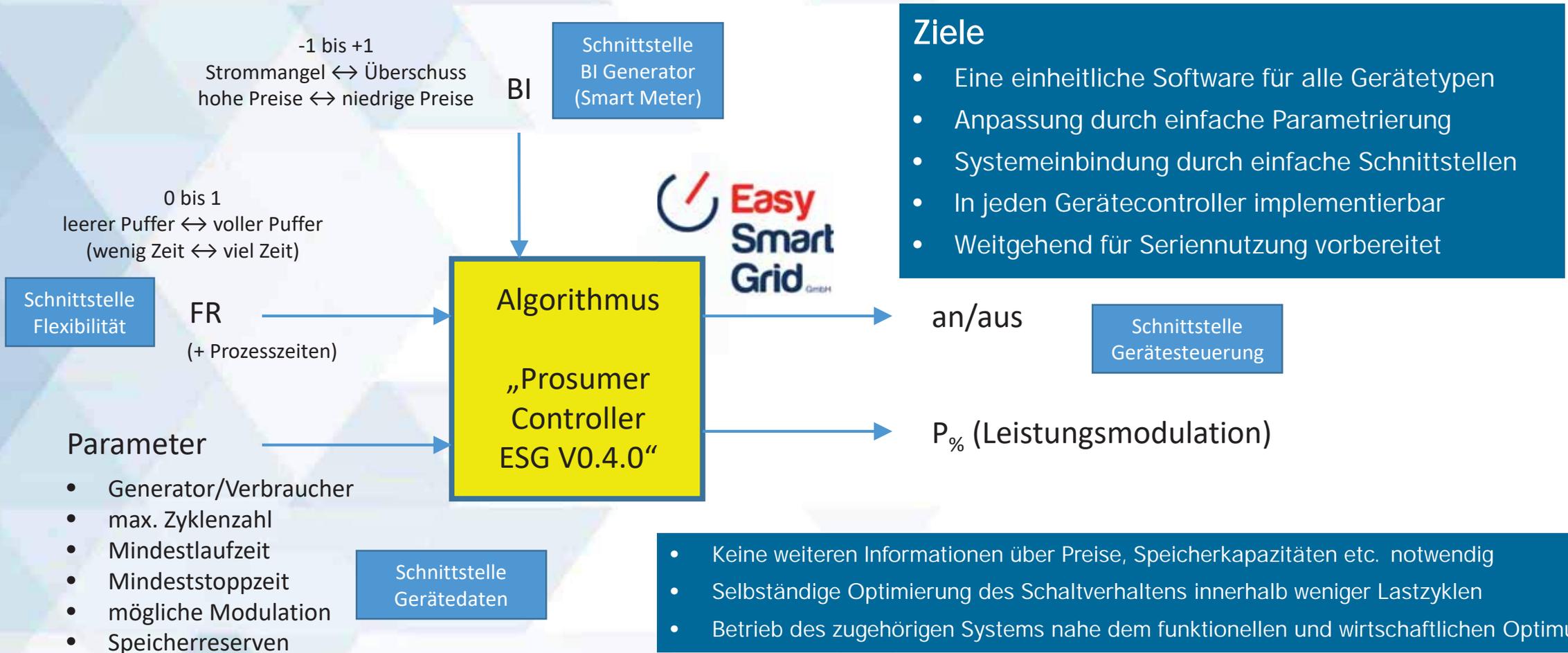


Steuerung von Geräten mit kleinem Speicher Beispiel Kühl- und Gefriergeräte



Weiterentwicklung des Controller-Algorithmus

(durch Easy Smart Grid zur Verfügung gestellt)

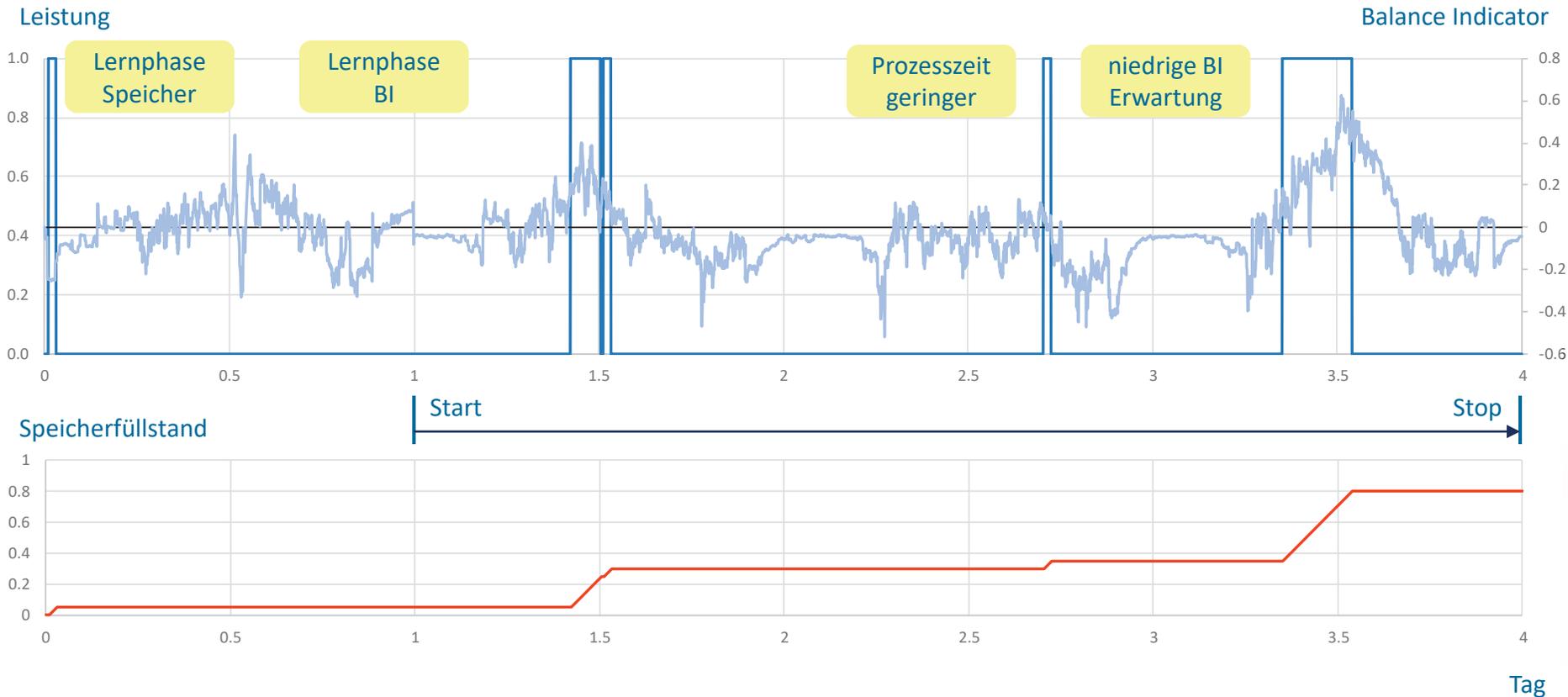


Ziele

- Eine einheitliche Software für alle Gerätetypen
- Anpassung durch einfache Parametrierung
- Systemeinbindung durch einfache Schnittstellen
- In jeden Gerätecontroller implementierbar
- Weitgehend für Seriennutzung vorbereitet

- Keine weiteren Informationen über Preise, Speicherkapazitäten etc. notwendig
- Selbständige Optimierung des Schaltverhaltens innerhalb weniger Lastzyklen
- Betrieb des zugehörigen Systems nahe dem funktionellen und wirtschaftlichen Optimum

Prozessflexibilität – Laden von Elektrofahrzeugen

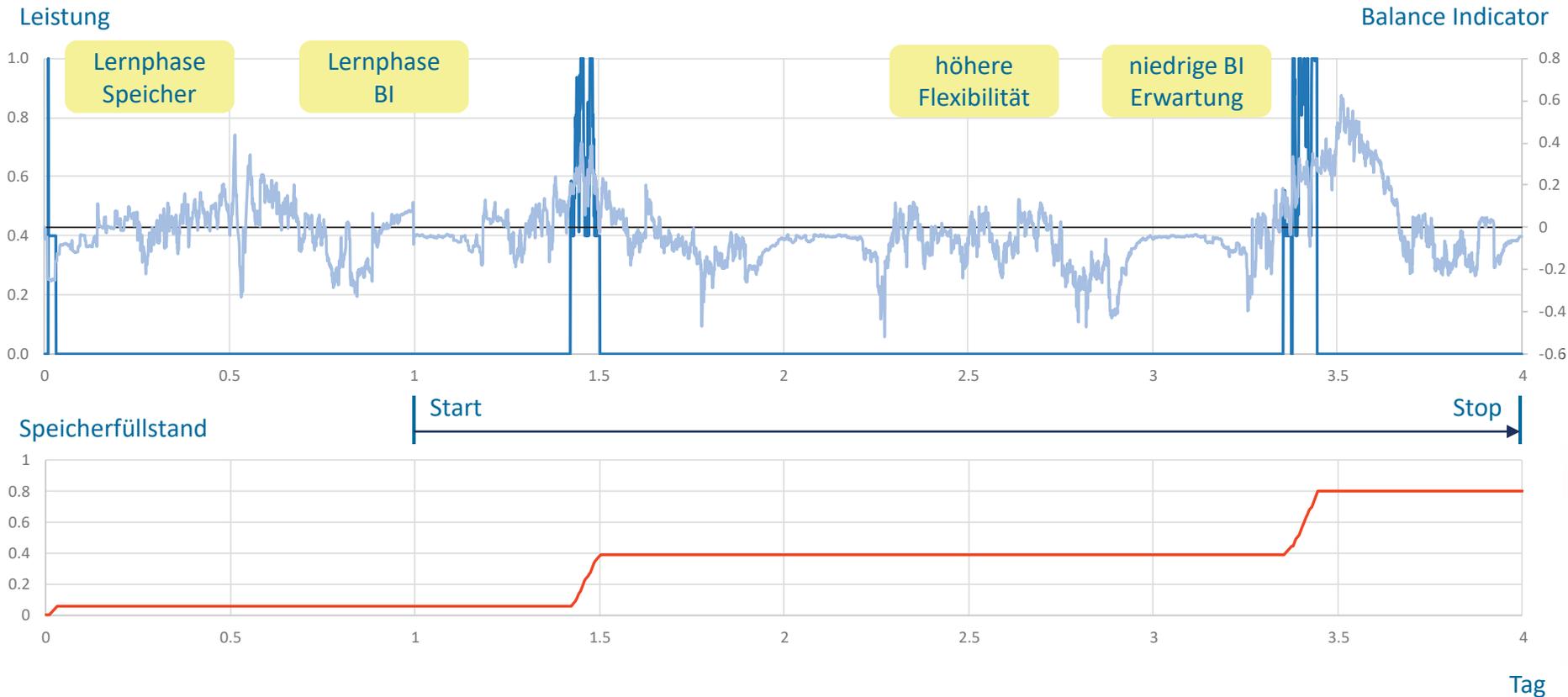


Aufgabe
Laden eines Elektrofahrzeuges

Zeitdauer: 3 Tage
 Mindestladezeit: 30 min
 Startfüllstand: 5 % (2 kWh)
 Zielfüllstand: 80 % (33 kWh)
 Ladeleistung: 4,6 kW



Prozessflexibilität – Laden von Elektrofahrzeugen

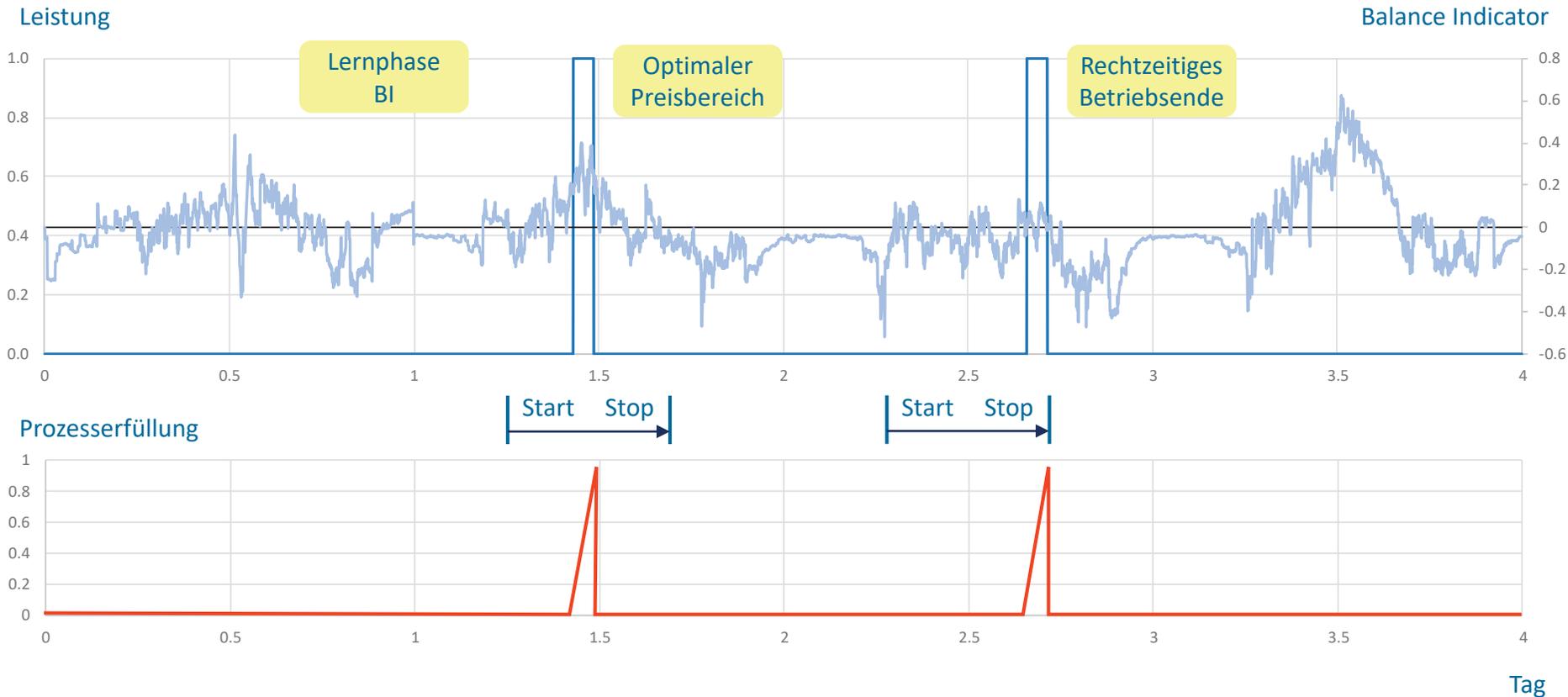


Aufgabe
Laden eines Elektrofahrzeuges

Zeitdauer: 3 Tage
 Mindestladezeit: 30 min
 Startfüllstand: 5 % (2 kWh)
 Zielfüllstand: 80 % (33 kWh)
 Ladeleistung: 11 kW
 bis 40 % moduliert



Prozessflexibilität – Geschirrspüler



Aufgabe
Betrieb eines Geschirrspülers

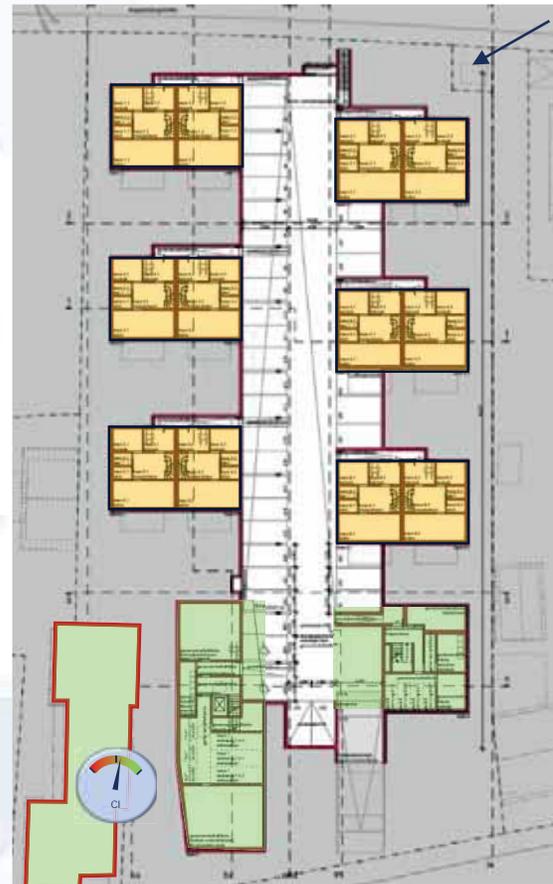
Zeitdauer: 9 Stunden
Prozessdauer: 80 min



Wie die Zukunft demonstriert wird



Nord



Phase 2: Tarif mit Echtzeitpreisen



Europäische Netzfrequenz
(Virtueller Demonstrator)



Belastung des
Ortsnetztransformators



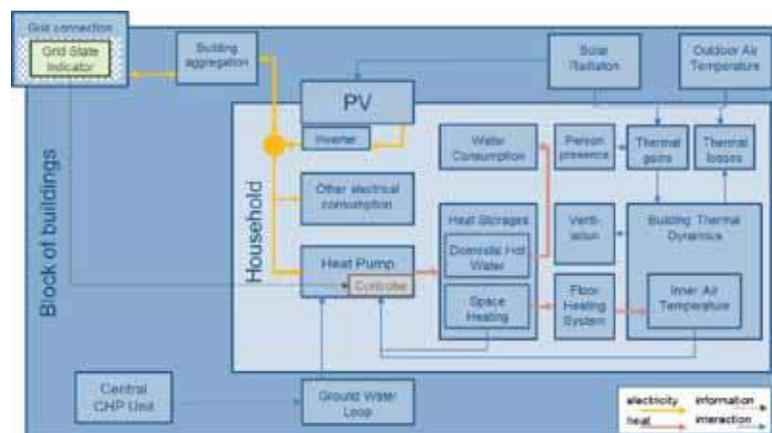
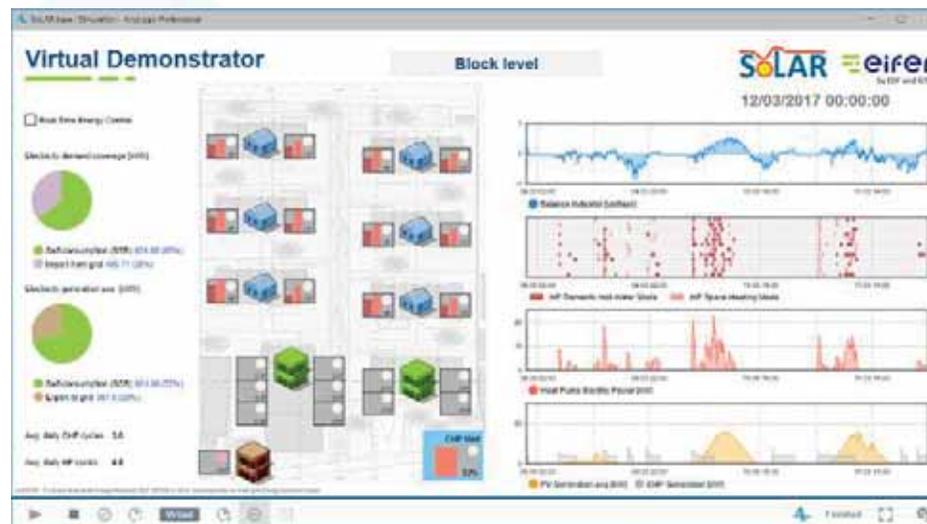
... ggf. Spannung am
Hausanschluss

Ziel:
Stabilisierung des Stromnetzes
Einheitliches Tarifsystem



Der Virtuelle Demonstrator

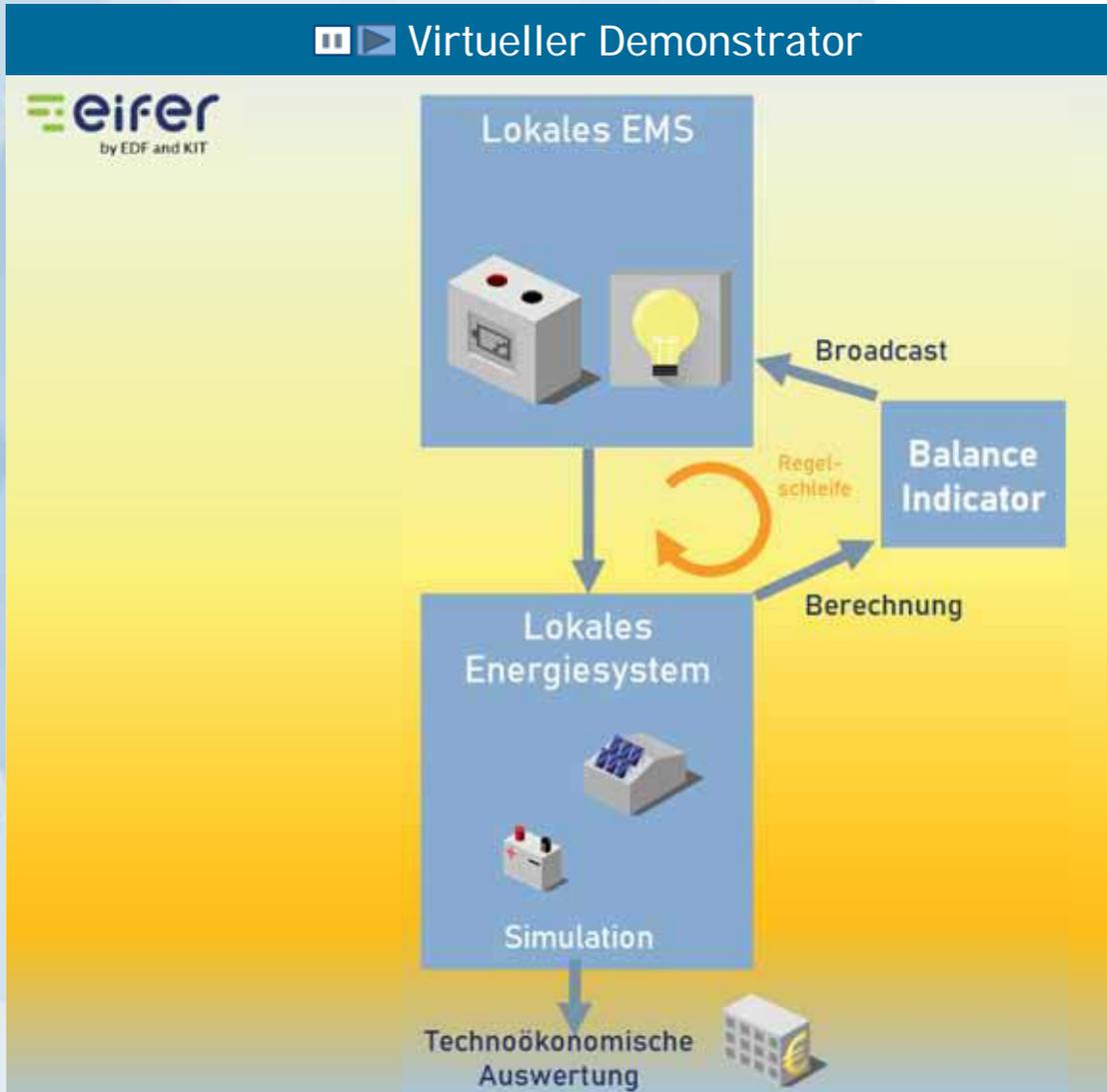
- Hochdetaillierte Abbildung der Allensbach Liegenschaft durch ein agentenbasierte Simulationsmodell
- Auflösung von 1 Sekunde ermöglicht Entwicklung & Tests des Controllers & Energiemanagementsystems, auch als Hardware-In-The-Loop
- Darstellung der thermischen und elektrischen Flüsse auf Geräte, Haushalts, Gebäude und Liegenschaftsebene und deren Interaktionen
- Thermische Nachfrage: 1 Zonen RC Modell für jeden Haushalt, Darstellung des Heizungssystems und der Wärmespeicher
- Elektrische Nachfrage: Lastprofil-Generator für statische Profile, dynamische Modelle für steuerbare Lasten: Wärmepumpe, Kühlgeräte, Batterien
- Erzeugung:
 - Modulierbares BHKW
 - PV Anlagen unter Berücksichtigung ihrer Positionierung und der Dachausrichtung



Digital Twin - Anwendungsfälle

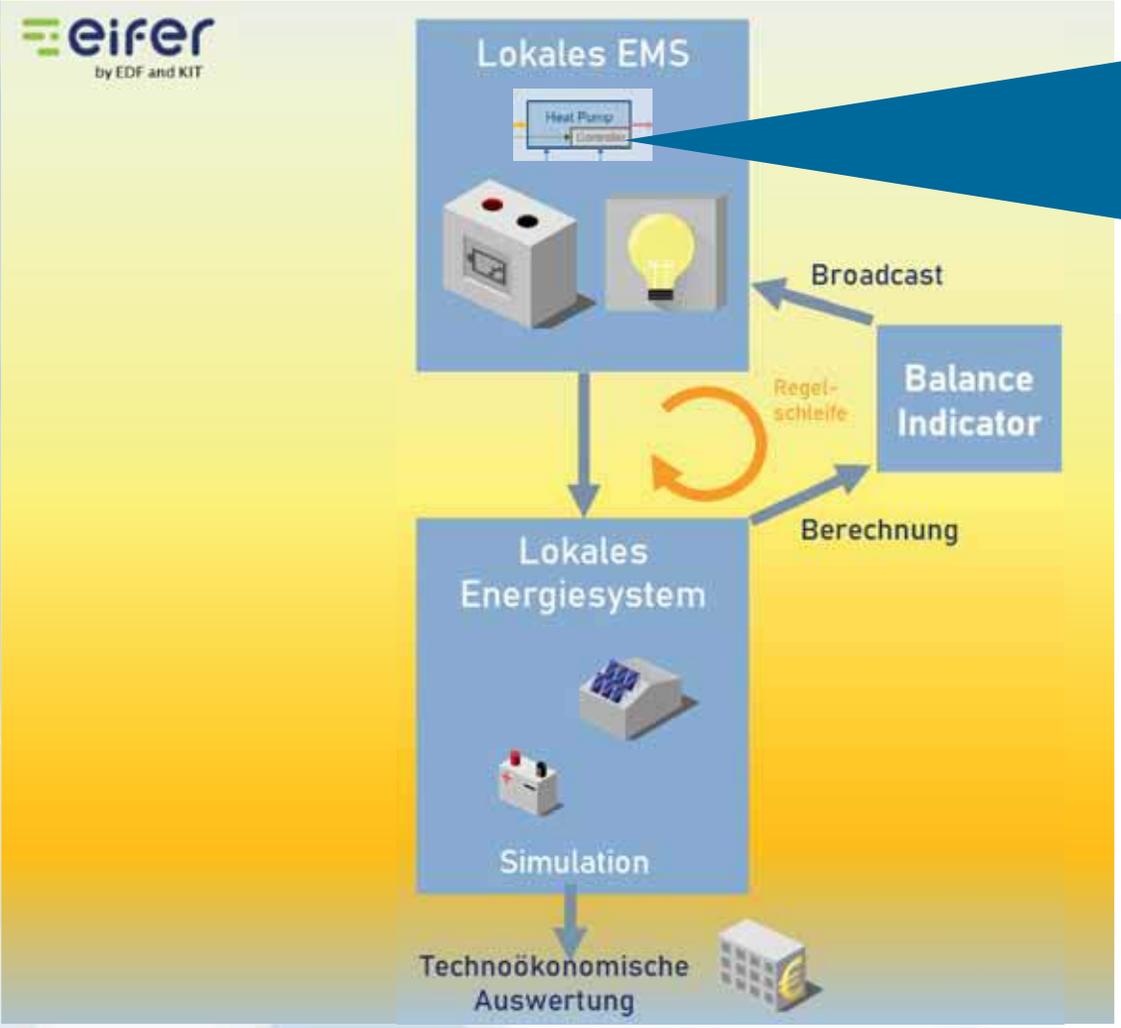


Digital Twin: 1. Virtuelle Demonstration

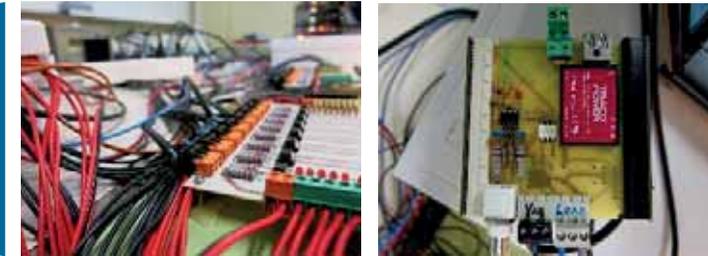


Digital Twin: 2. Hardware-In-The-Loop

Virtueller Demonstrator



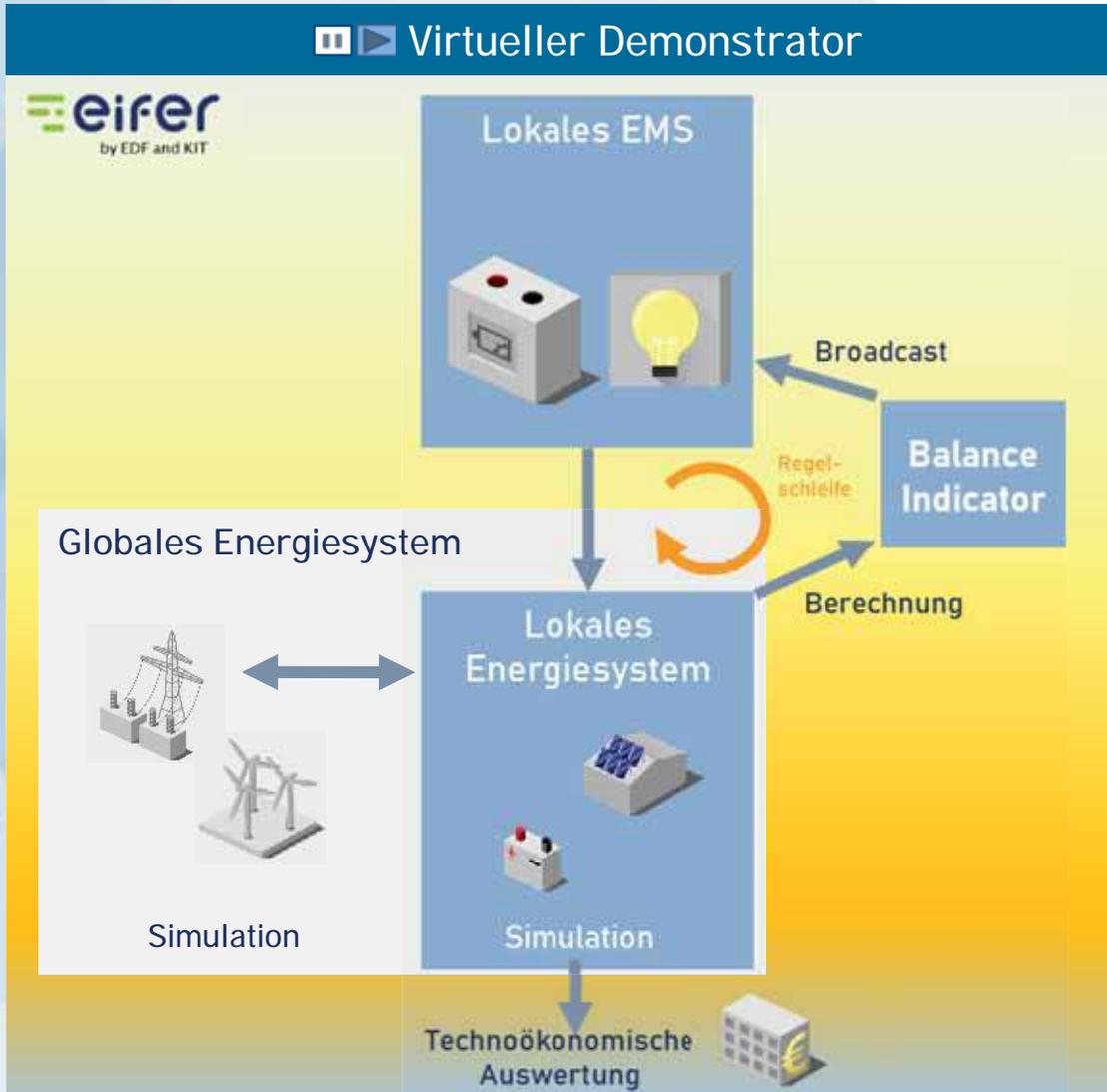
Regel-schleife



Hardware-In-The-Loop (HiL)
"Austausch" von Simulationsmodellkomponenten
mit realer Hardware (im Labor)

Hier am Bsp. Wärmepumpen-Controller

Digital Twin: 3. Virtuelle Skalierung

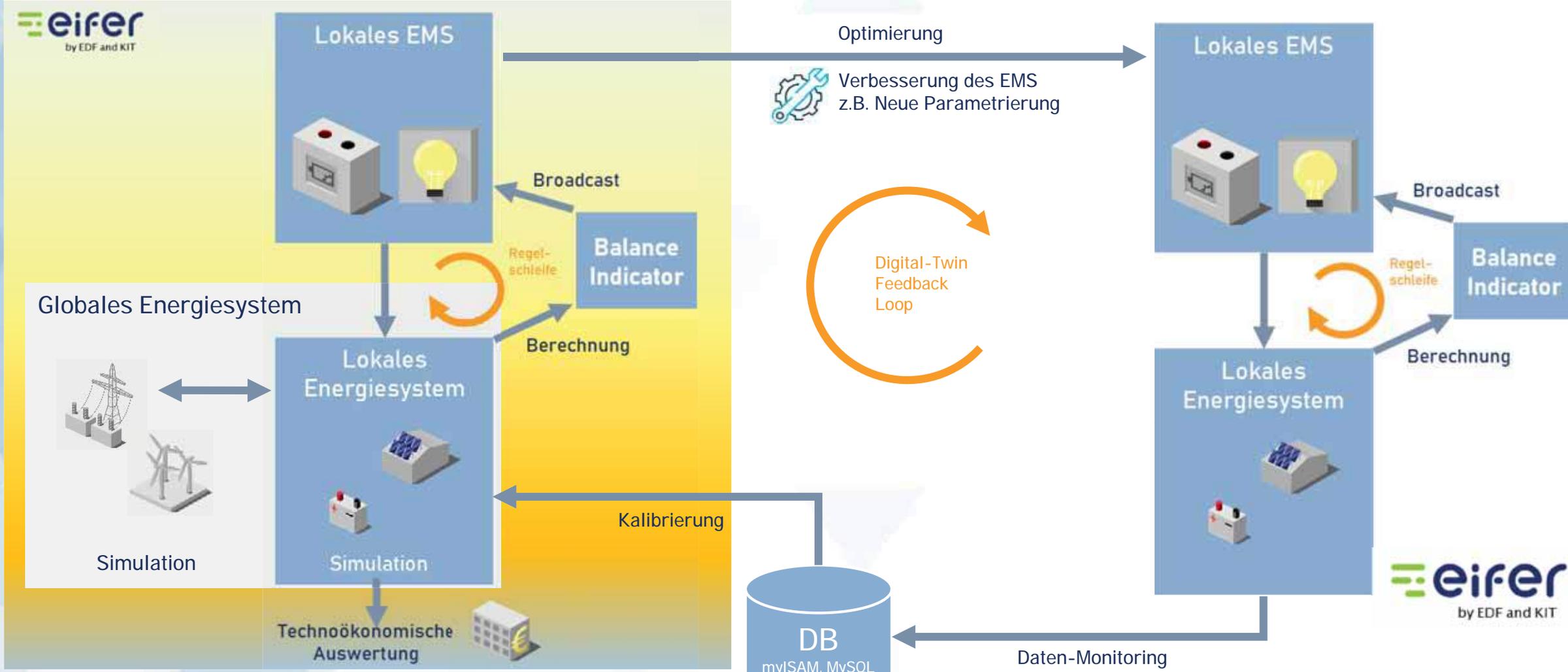


Digital Twin: 4. Kopplung mit Liegenschaft

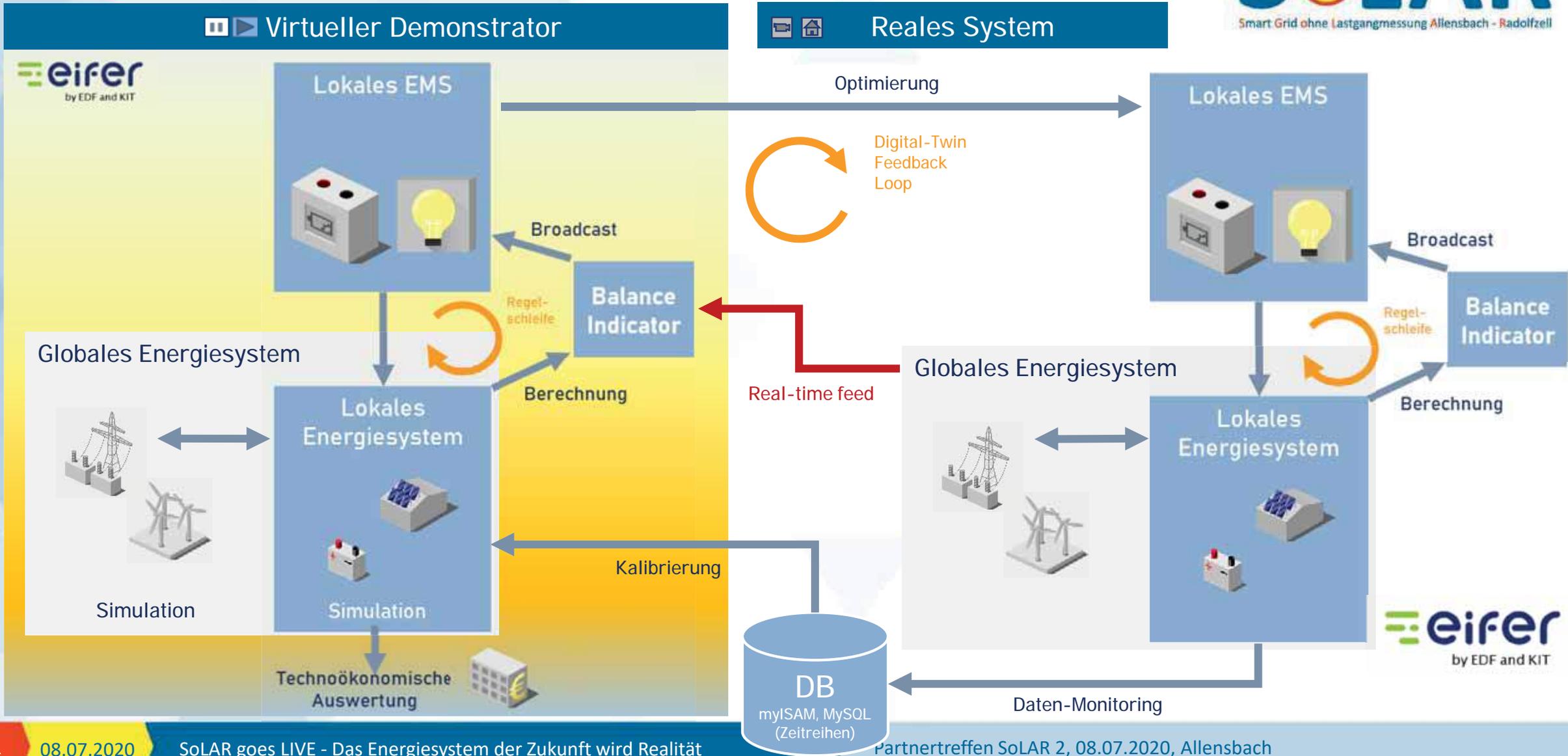


Virtueller Demonstrator

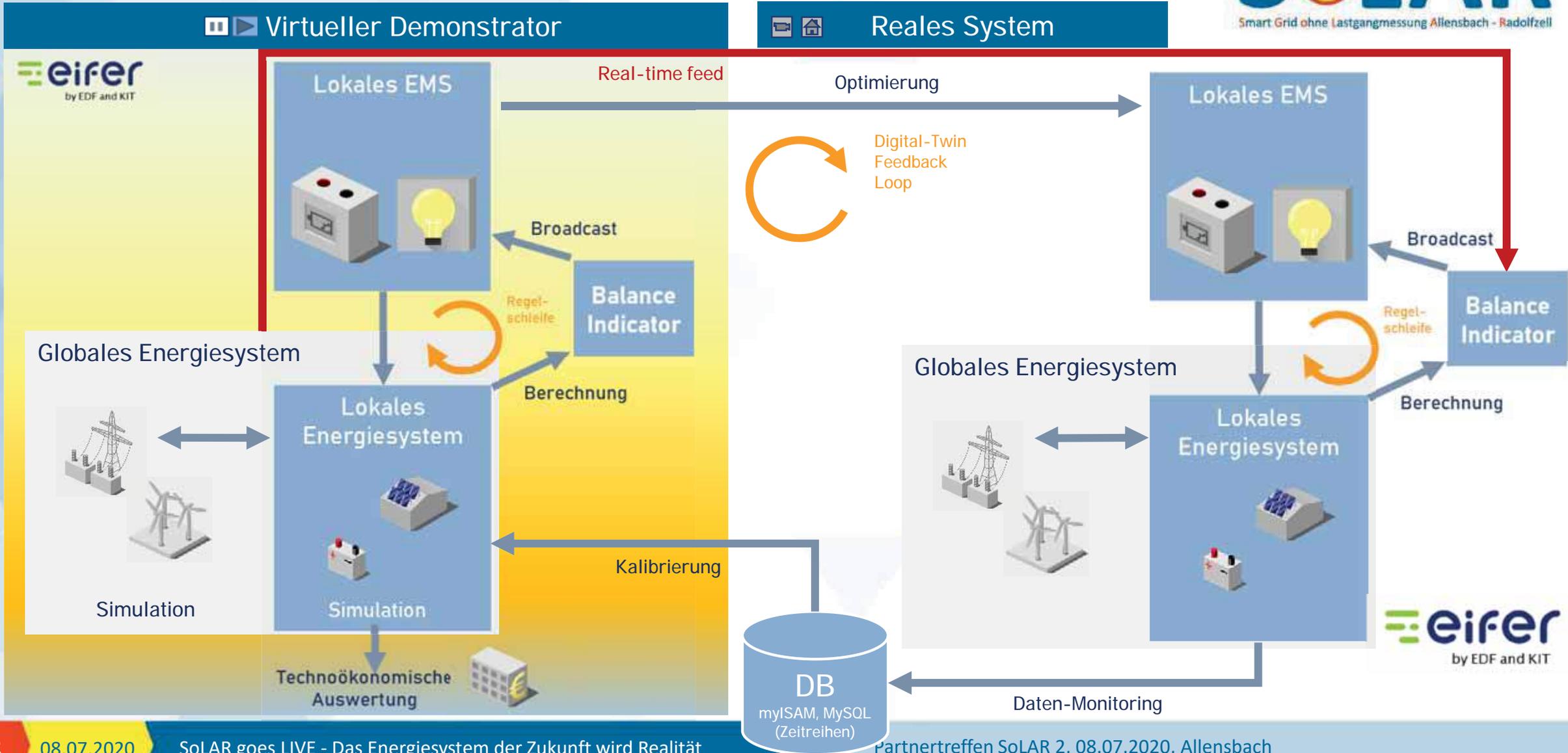
Reales System



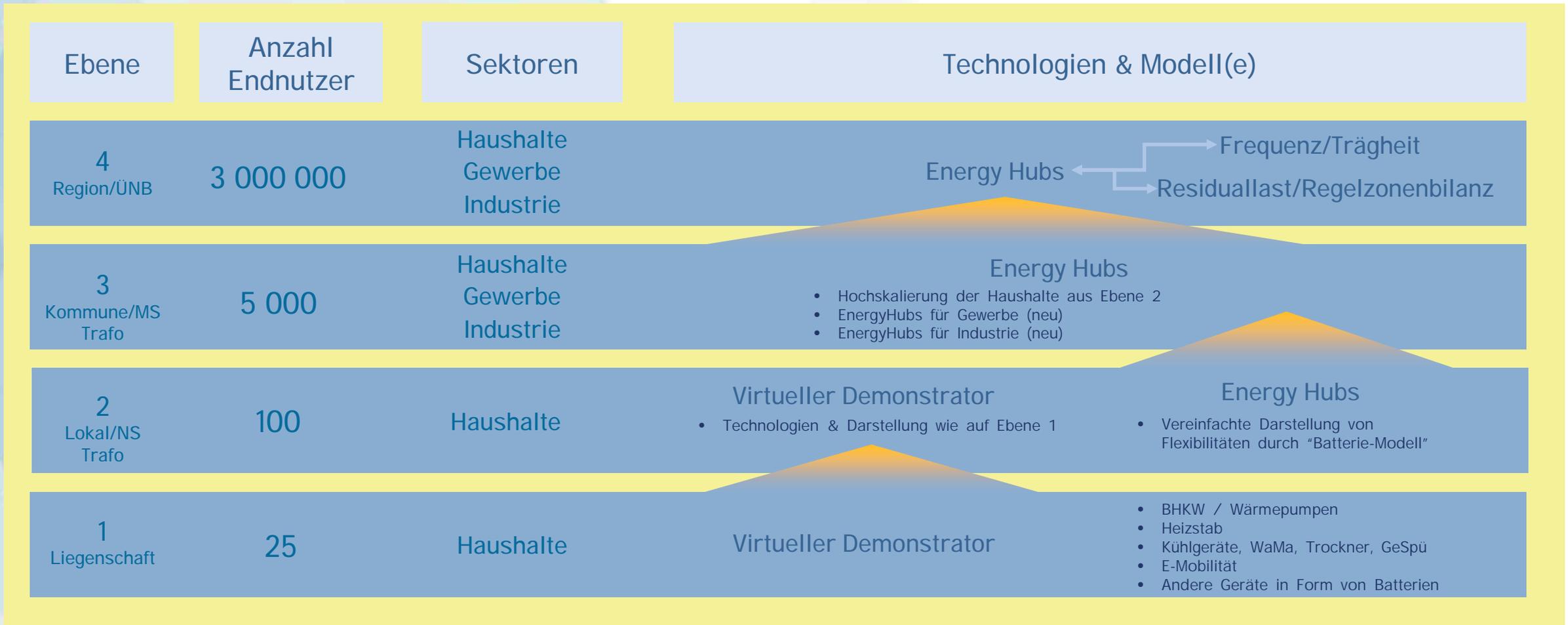
Digital Twin: 5. Realer BI in Simulation



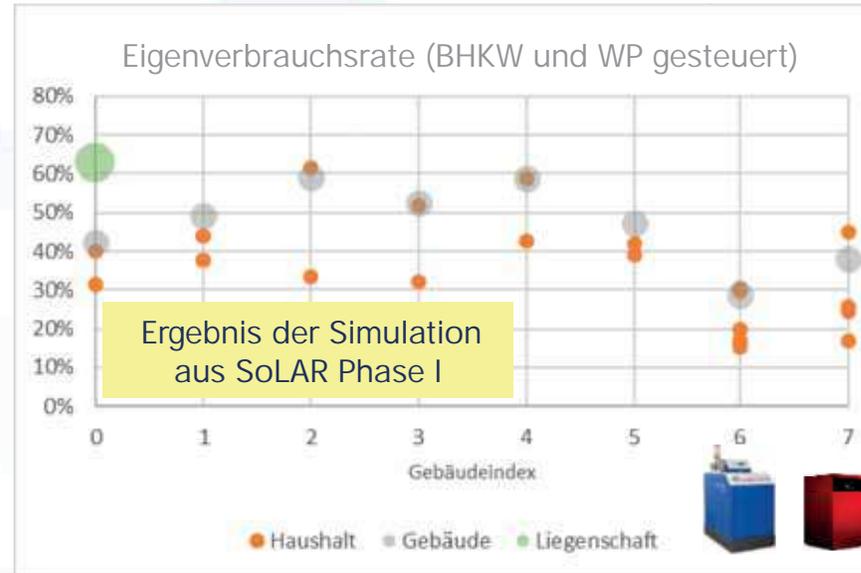
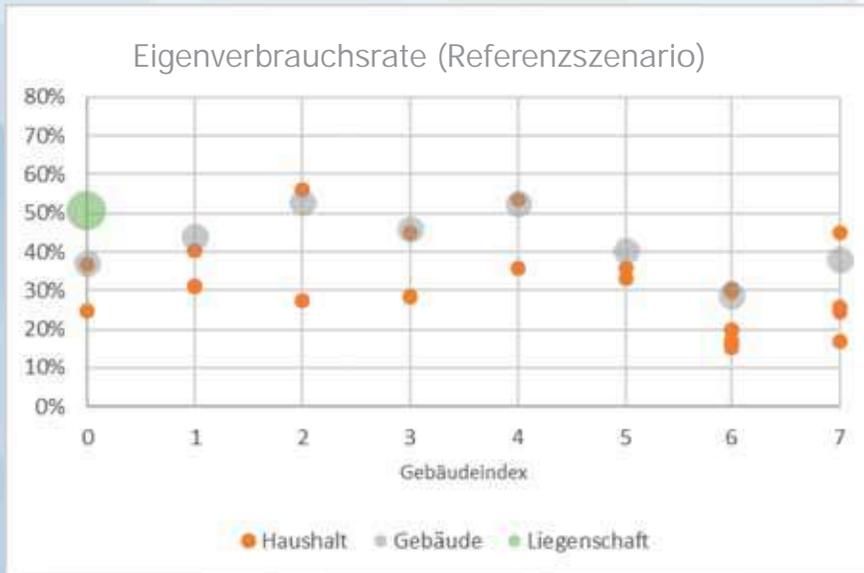
Digital Twin: 6. Synthetischer BI in Liegenschaft



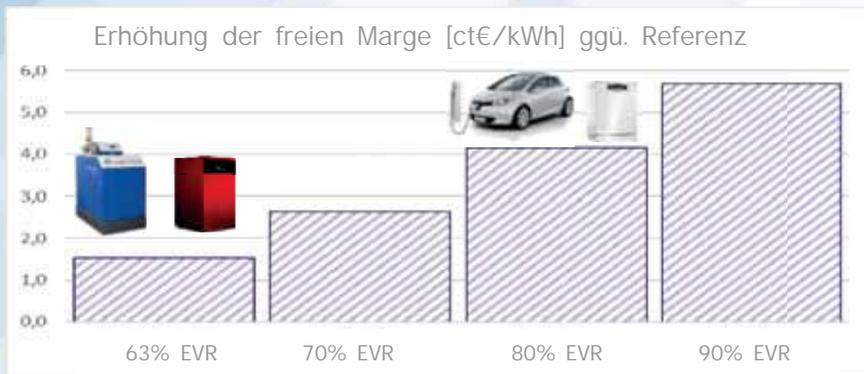
Ausblick: Extrapolationskonzept



Erhöhung der Eigenverbrauchsrate (EVR)



Virtueller Demonstrator



Erhöhung Eigenverbrauch
50% → 66%
(BHKW und WP)

Wärme-Sektorkopplung
> 80%
vom theoretischen Optimum

Projektziel
> 80% EVR
→ 4 bis 6 ct/kWh
zus. Marge

Technologiekosten
4 → << 1 ct/kWh



Netzentgelte

Preise für die Nutzung des Stromverteilnetzes der Netze BW GmbH

Gültig ab 1. Januar 2020

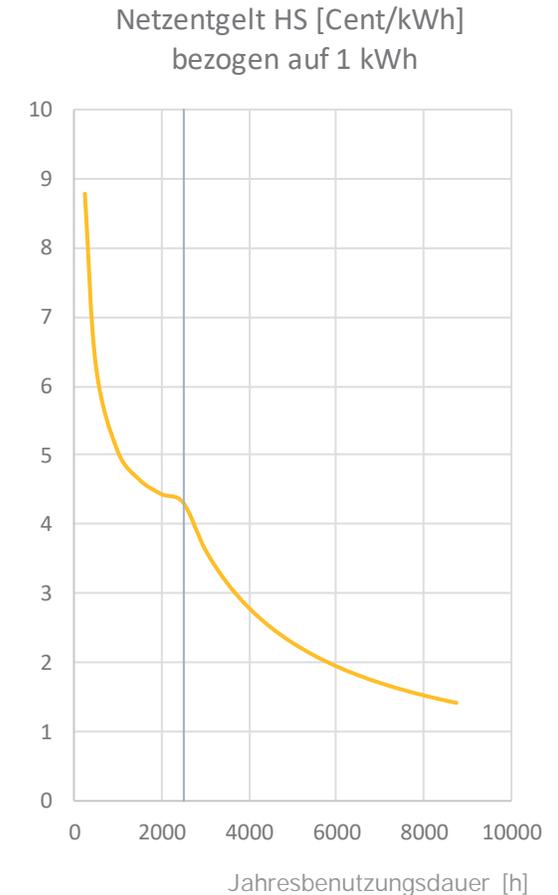


Preisblatt 1 - Entgelte für Jahresleistungspreissystem der Entnahmestellen mit registrierender Lastgangmessung

Leistungspreissystem für Entnahmestellen mit registrierender Lastgangmessung	Jahresleistungspreissystem			
	Jahresbenutzungsdauer $T_m < 2.500$ h/a		Jahresbenutzungsdauer $T_m \geq 2.500$ h/a	
	Leistungspreis €/kWa	Arbeitspreis Cent/kWh	Leistungspreis €/kWa	Arbeitspreis Cent/kWh
<u>Hochspannungsnetz</u>	12,42	3,82	101,48	0,26
Umspannung Hoch-/Mittelspannung	12,72	3,90	103,31	0,27
Mittelspannungsnetz	18,36	5,23	129,11	0,80
Umspannung Mittel-/Niederspannung	18,56	5,31	131,36	0,80
Niederspannungsnetz	18,80	5,32	113,78	1,52

Entgelte zuzüglich Aufschläge gemäß § 19 Abs. 2 StromNEV (Preisblatt 6), KWK-Gesetz (Preisblatt 7), § 17f EnWG (Preisblatt 8) und § 18 AbLaV (Preisblatt 9).

Hinzu kommen die Konzessionsabgabe und die Umsatzsteuer. Zusätzlich werden die Entgelte für Messstellenbetrieb erhoben - sofern die Netze BW GmbH diese Leistung erbringt.

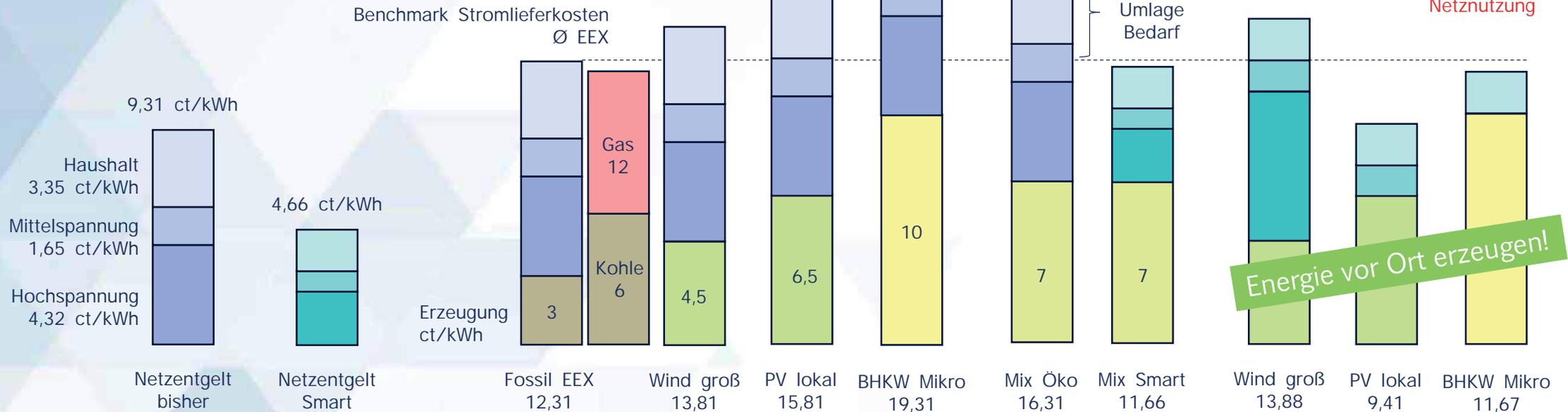


Geringere Energiekosten durch Sektorkopplung und dezentrales Energiemanagement



Durch **Sektorkopplung** wird der Stromverbrauch mehr als verdoppelt. Durch **intelligentes Energiemanagement und dezentrale Anlagen** muss das Netz nur unwesentlich ausgebaut werden.

→ Die spezifischen Netzentgelte können in etwa halbiert werden
Erneuerbare Energie ist deutlich günstiger als fossile!



Stand Bauvorhaben



Stand Bauvorhaben



Stand Bauvorhaben



Zeitplan Bauvorhaben

Starttermine	Haus	1	2	3	4	5	6	7	8
Kellerrohbau		Jan 20	Feb 20	März 20	April 20	Mai 20	Juni 20	Juli 20	Aug 20
Holzbaumontage		06.04.20	04.05.20	25.05.20	06.07.20	20.07.20	03.08.20	24.08.20	05.09.20
HLS-Installation		11.05.20	22.06.20	13.07.20	03.08.20	24.08.20	14.09.20	05.10.20	26.10.20
Elektro-Rohinstallation		Mai 20	Juli 20	Aug 20	Sep 20	?	?	?	?
Estrich		06.06.20	22.07.20	19.08.20	02.09.20	?	?	?	?
Trockenbau		?	?	?	?	?	?	?	?
Abnahme		?	?	?	?	?	?	?	?
Einzug		17.08.20	17.09.20	Dez 20	Jan 21	03.03.21	?	04.03.21	27.01.21

Projektplan



Nr. Arbeitspaket	2018				2019				2020				2021		
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Teilprojekt 2: Demonstration															
7 Anpassung Anlage Pilotliegenschaft															
8 Ausrüstung ONT und Lieferbezugszähler															
9 Intelligente Messsysteme iMSys															
10 MSR-Technik															
11 Umsetzung Regelkonzept II (Verfeinerung)															
12 Programmierung und Inbetriebnahme															
13 Kontrollierter Betrieb															
14 Virtueller Demonstrator II (Erweiterung)															
15 Stabilitätsnachweis II (real + in-the-loop)															
16 Bilanzierung, Preise und Entgelte II (Details)															
17 Sensitivität und Wirtschaftlichkeit II (Details)															
18 Virtueller Bilanzkreis															
19 Technische Spezifikation															
20 Vertragsgestaltung															
21 Projektdokumentation															

Planung 15.07.2019

Verlängerungen / Verschiebungen

Verschiebung/Aufteilung Meilensteine

im Plan

Verzögerungen

... ein Jahr komplett!

Nächste Schritte Q3

- Verträge und Informationen für Bewohner
- Informationstag für Bewohner planen und umsetzen
- Wärmepumpen Haus 1 mit IKT ausrüsten
- BHKW Aufstellung Mitte August
- Wärmepumpen mit Prosumer Controller V0.3 ansteuern
- Prosumer Controller V0.4 in Virtuellem Demonstrator umsetzen
- Geschirrspüler etc. in Virtuellem Demonstrator umsetzen
- Extrapolation des Virtuellen Demonstrators über die Liegenschaft hinaus
- Server vor Ort installieren – Erste Aufnahme von Zeitreihen
- Untersuchungen zu Wirtschaftlichkeit BHKW mit hoher Leistung

Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!

