

Das Verteilnetz und HEMs

Thomas Hamacher

Technische Universität München

Garching, 12.09.2024



Verlauf des Vortrages

Herausforderung
**Ausbau der
Verteilnetze**

Die **Determinanten**
des Ausbaus

Mögliche
Flexibilitäten

HEMs hebt die
Flexibilität so gut wie
ein „Smart Grid“

„**Netzfrendliches**“
HEMs + Smart-Meter-
Gateway

Jedes Netz muss
individuell geplant
werden

Die Kosten des Verteilnetzes: 150 Mrd. €



Pressekonferenz 18. Januar 2024

Nachtrag zu Investitions-Zahlen

Zahlen zum Investitionsbedarf in die Strom-Verteilernetze werden die Netzausbaupläne enthalten, die Ende April vorgelegt werden. Aktuell hält die Bundesnetzagentur unter erheblichen Unsicherheiten einen Investitionsbedarf von gut 150 Milliarden Euro bis 2045 für plausibel.

Der Investitionsbedarf in die Strom-Übertragungsnetze betragen laut Netzentwicklungsplan rund 300 Milliarden Euro bis 2045.

Diese Investitionen werden über Jahrzehnte abgeschrieben und in jedem Jahr nur entsprechend niedrigere Anteile der Kosten in die Netzentgelte einfließen.

Verlauf des Vortrages

Herausforderung
**Ausbau der
Verteilnetze**

Die **Determinanten**
des Ausbaus

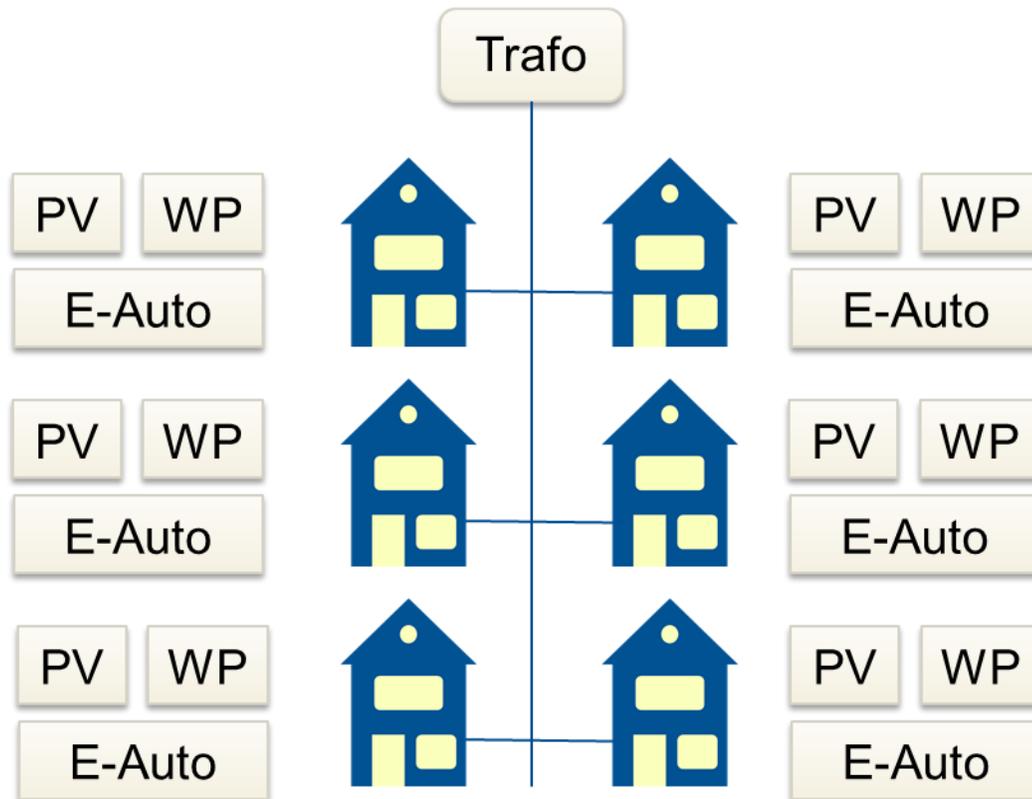
Mögliche
Flexibilitäten

HEMs hebt die
Flexibilität so gut wie
ein „Smart Grid“

„**Netzfrendliches**“
HEMs + Smart-Meter-
Gateway

Jedes Netz muss
individuell geplant
werden

Die Determinanten des Ausbaus



Ziel des Ausbaus:

PV: 400 GW davon 200 GW auf Dachflächen

E-Auto: 15. Mio. Autos 2030

WP: 500000 Wärmepumpen jährlich ab 2024

Verlauf des Vortrages

Herausforderung
**Ausbau der
Verteilnetze**

Die **Determinanten**
des Ausbaus

Mögliche **Flexibilität**

HEMs hebt die
Flexibilität so gut wie
ein „Smart Grid“

„**Netzfrendliches**“
HEMs + Smart-Meter-
Gateway

Jedes Netz muss
individuell geplant
werden

Mögliche Flexibilität

Wärmespeicher und Trägheit des Gebäudes.



Elektrische Speicher



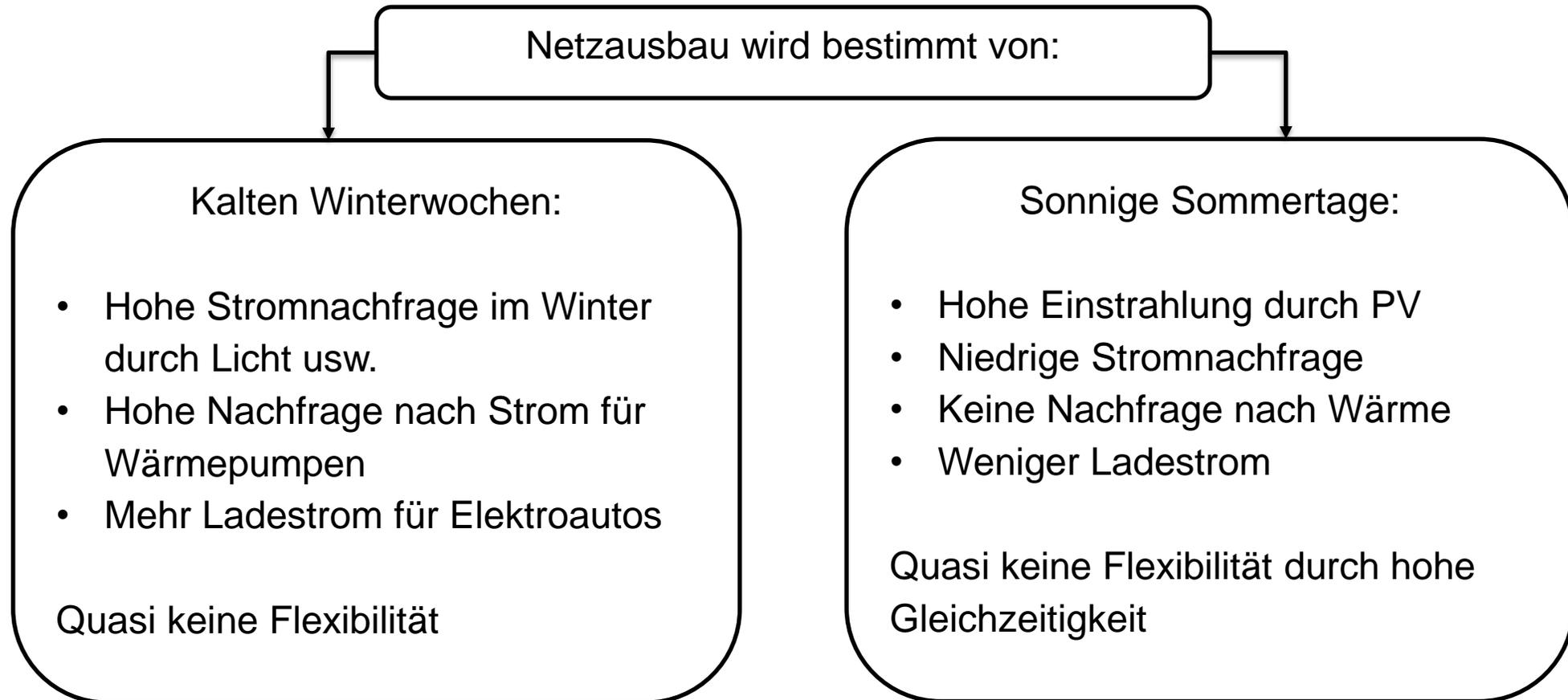
Flexibles Laden.



Andere Möglichkeiten, wie die Verschiebung klassischer Verbraucher.



Mögliche Flexibilität, aber



Verlauf des Vortrages

Herausforderung
**Ausbau der
Verteilnetze**

Die **Determinanten**
des Ausbaus

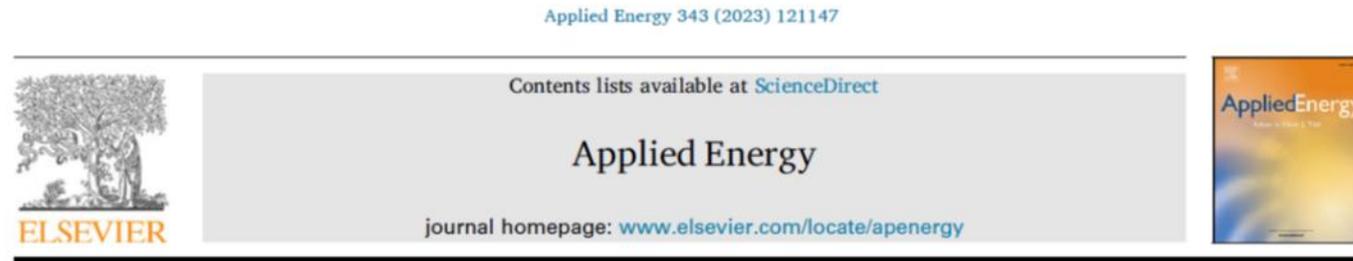
Mögliche
Flexibilitäten

HEMs hebt die
Flexibilität so gut wie
ein „Smart Grid“

„**Netzfrendliches**“
HEMs + Smart-Meter-
Gateway

Jedes Netz muss
individuell geplant
werden

HEMs hebt die Flexibilität so gut wie ein „Smart Grid“



Optimization-based framework for low-voltage grid reinforcement assessment under various levels of flexibility and coordination

Soner Candas ^{a,*}, Beneharo Reveron Baecker ^a, Anurag Mohapatra ^b, Thomas Hamacher ^a

^a Chair of Renewable and Sustainable Energy Systems, Technical University Munich, Germany

^b Center for Combined Smart Energy Systems, Technical University of Munich, Germany



Im STROM Projekt wurde der Zusammenhang zwischen „Intelligenz“ im Netz und der Notwendigkeit zum Netzausbau an verschiedenen Netztypologien untersucht.

Der Netzausbau kann nur bedingt vermieden werden.

Aber „netzfreundliche“ HEMs reichen hier als Mittler vollkommen.

Verlauf des Vortrages

Herausforderung
**Ausbau der
Verteilnetze**

Die **Determinanten**
des Ausbaus

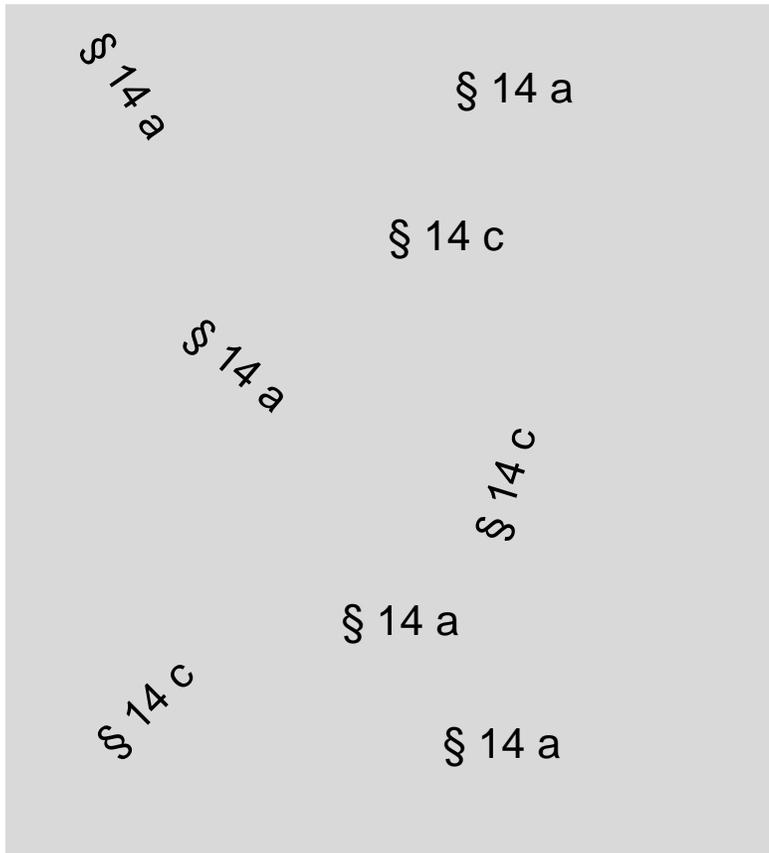
Mögliche
Flexibilitäten

HEMs hebt die
Flexibilitäten so gut
wie ein „Smart Grid“

„**Netzfrendliches**“
HEMs + Smart-Meter-
Gateway

Jedes Netz muss
individuell geplant
werden

Netzfrendliches HEMs



Intelligente Tarife müssen ein Maximum an Flexibilität fördern.

Smart-Meter-Gateway kommuniziert die Wünsche des Netzes an den Verbraucher.

HEMs setzt die Tarife im Haushalt um und garantiert damit den effizienten Netzbetrieb.

Was ist ein „netzfreundliches“ HEMs?

In Abhängigkeit des Tarifes und der Prognosen können verschiedenste Verbraucher, Speicher und Erzeuger gesteuert werden.

Im Idealfall kann §14 a nicht notwendig werden.

Verlauf des Vortrages

Herausforderung
**Ausbau der
Verteilnetze**

Die **Determinanten**
des Ausbaus

Mögliche
Flexibilitäten

HEMs hebt die
Flexibilitäten so gut
wie ein „Smart Grid“

„**Netzfrendliches**“
HEMs + Smart-Meter-
Gateway

Jedes Netz muss
individuell geplant
werden

Jedes Netz muss individuell geplant werden?

Kommunale
Wärmeplanung



„NEED“-Plattform

Planungswerkzeuge

Datenbank für Gebäude,
Straßen, Netze usw.

Ausbau der elektrischen
Verteilnetze



Zusammenfassung

Herausforderung
**Ausbau der
Verteilnetze**

Die **Determinanten**
des Ausbaus

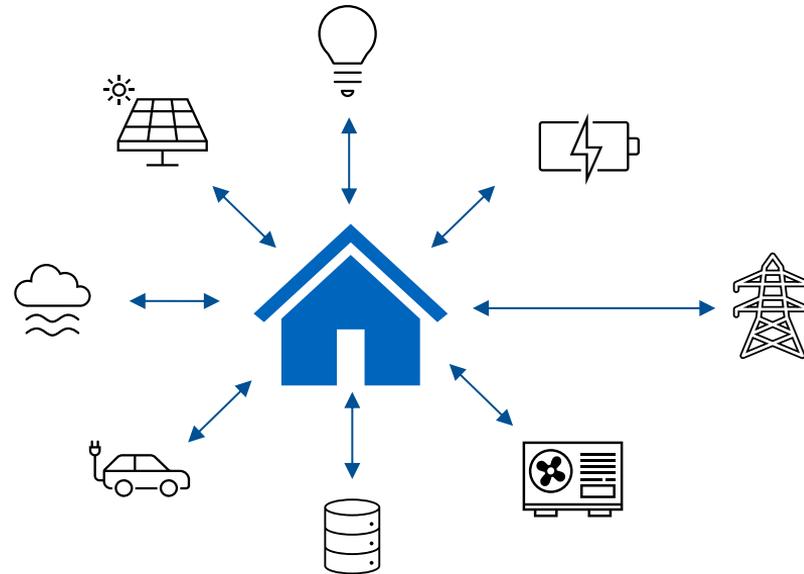
Mögliche
Flexibilitäten

HEMs hebt die
Flexibilitäten so gut
wie ein „Smart Grid“

„**Netzfrendliches**“
HEMs + Smart-Meter-
Gateway

Jedes Netz muss
individuell geplant
werden

Willkommen zum 1. HEMS-Symposium



Moderation: Dr. Michael Fuhs (*PV-magazine*), Prof. Dr.-Ing. Johannes Jungwirth (*HS-Ansbach*)

10:00 – 10:15 Uhr **Begrüßung**

10:15 – 10:40 Uhr **Keynote Speech: “Energiewende im Verteilnetz”**

Prof. Dr. Thomas Hamacher (TUM)

10:40 – 11:00 Uhr **Forschungsstand “HEMS”**

Thomas Haupt (HS Ansbach)

11:00 – 12:00 Uhr **1. Podiumsdiskussion: „Schnittstellen und Kommunikation im HEMS“**

Annike Abromeit (EEBus)

Sebastian Wolfsteiner (Schneider Electric)

Markus Große Gorgemann (energielenker)

Andreas Pirner (ASKOMA)

Markus Kadar (Kiwigrid)

12:00 – 12:15 Uhr **Vorstellung HEMS-Aussteller (Poster-Session)**

12:15 – 13:30 Uhr **Poster-Session HEMS mit Mittagssnacks**



12:15 – 13:30 Uhr **Poster-Session HEMS mit Mittagssnacks**

13:30 – 13:50 Uhr **Vorstellung CoSES-Labor TUM**

Dr.-Ing. Anurag Mohapatra, Dr.-Ing. Thomas Lickleder (TUM)

13:50 – 14:30 Uhr **Vorträge: §14a-Umsetzung und SMGW-Anbindung (HEMS-Perspektive)**

Johannes Ruf (SENEC / EnBW)

Klaus Nagl (Consolinno)

14:30 - 15:30 Uhr **2. Podiumsdiskussion: „Netzfrendliches“ HEMS**

Prof. Dr. Thomas Hamacher (TUM)

Dr.-Ing. Niklas Vespermann (Bundesnetzagentur)

Frank Borchardt (VDE FNN)

Sonja Baumgartner (LEW Verteilnetz)

Christian Erber (ÜZW-Netz)

15:30 – 16:00 Uhr **Poster-Session HEMS mit Snacks**

16:00 – 17:00 Uhr **Vorträge: Nutzung von dynamischen Stromtarifen und Flexibilitäten**

Dr. Vadim Gorski (RABOT charge)

Alexander Stöger (Fenecon)

Dr. Wolfgang Gründinger (Enpal)

17:00 – 17:30 Uhr **Zusammenfassung, Erkenntnisse und Ausklang**

Prof. Dr. Thomas Hamacher (TUM)

ab 17:30 Uhr **Get-Together mit CoSES-Laborführung**



Welcher Kategorie ordnen Sie sich am ehesten zu?

HEMS-Hersteller

0

Hersteller steuerbare Verbrauchseinrichtung

0

Gesetzgebung / Regulatorik

0

Netzbetreiber

0

Energieversorger

0

Forschung

0

HEMS-Anwender

0

Nahwärme

0

Sonstige

0

SEE MORE 

Welches Unternehmen vertreten Sie heute hier?

Nobody has responded yet.

Hang tight! Responses are coming in.

Was sind die zentralen Herausforderungen bei "HEMS? (mit Angabe von Ihrer vorher zugeordneten Kategorie oder Beruf)

Nobody has responded yet.

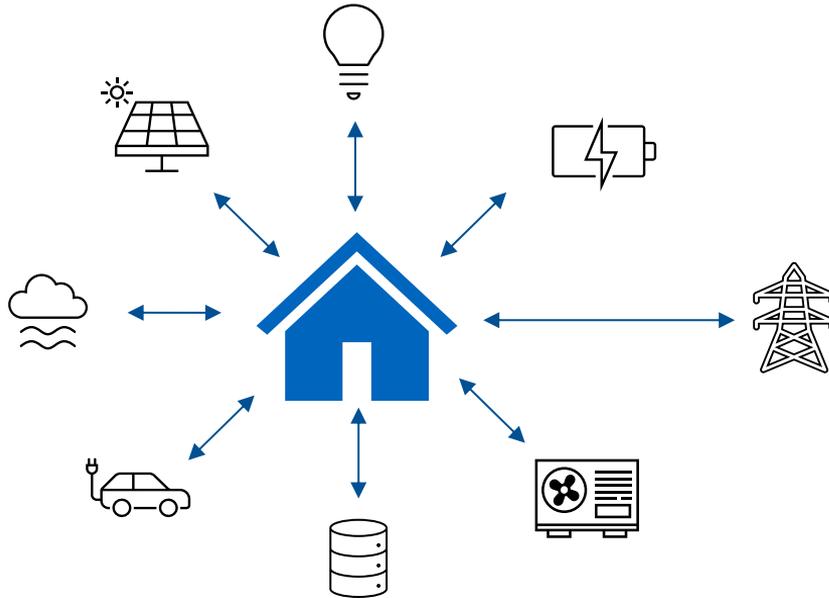
Hang tight! Responses are coming in.

HEMS – Stand der Forschung (Praxis)

Thomas Haupt

München, 12. September 2024

Wie sieht heute ein HEMS in der Praxis aus?



Lokale (Kosten-) Optimierung

- PV-Eigenverbrauch
- Stromtarife

Monitoring

- Energie
- Kosten

HEMS – Potentiale Deutschland (Bestand)



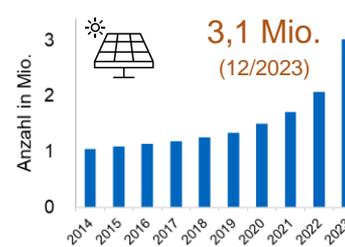
13 Mio.

Einfamilienhäuser

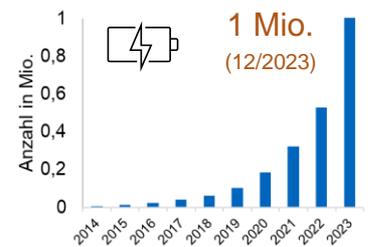


+ Gewerbebetriebe
+ Mehrfamilienhäuser

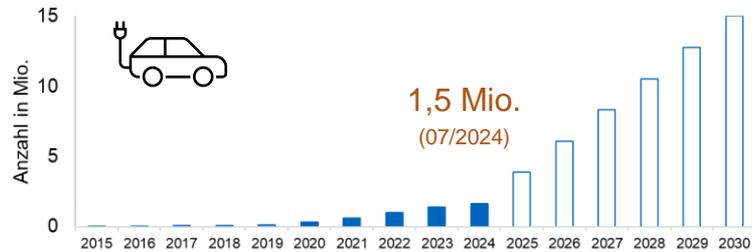
PV-Anlagen bis 20 kW



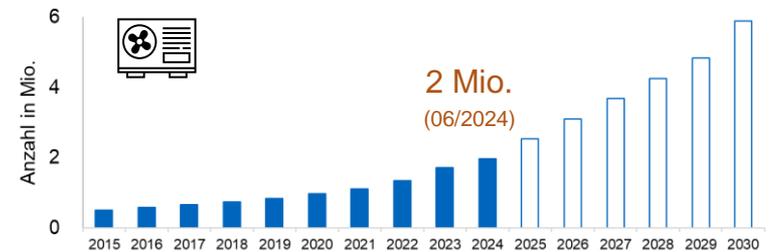
Batteriespeicher bis 20 kWh



BEV im Bestand (15 Mio. bis 2030)



Wärmepumpen im Bestand (6 Mio. bis 2030)



+ Heizstäbe

HEMS – Potentiale Deutschland (Bestand)

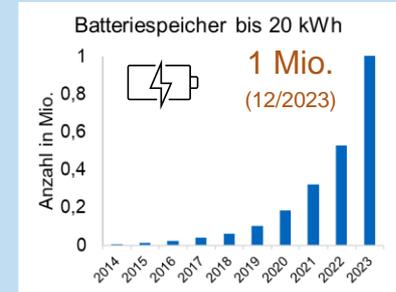
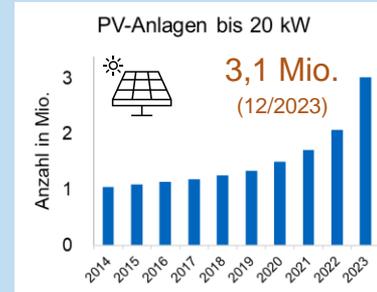


13 Mio.

Einfamilienhäuser



+ Gewerbebetriebe
+ Mehrfamilienhäuser



HEMS?



https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/waermepumpe/05_Presse/01_Pressemittelungen/BWP_Branchenstudie_2_023_DRUCK.pdf

<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/photovoltaik-und-batteriespeicherzubau-in-deutschland.html>

+ Heizstäbe

HEMS-Marktüberblick (Datenerfassung 10/23 – 05/24)



Spezifikation

Hersteller

Energiemanagement für zu Hause

pv magazine
CAMPUS FEUCHTWANGEN
HOCHSCHULE ANSBACH

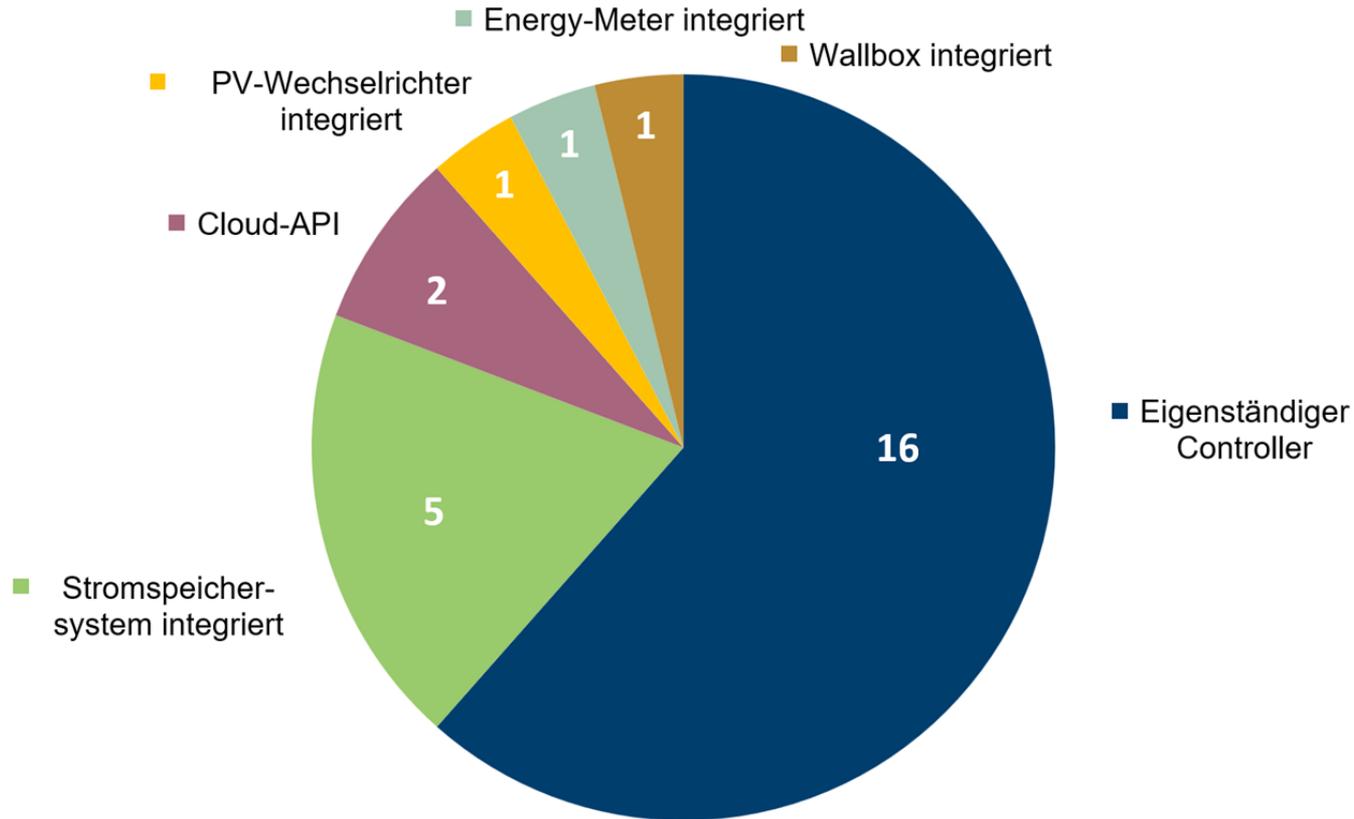
Übersicht Heim-Energiemanagementsysteme der Hochschule Ansbach in der pv magazine Ausgabe Juni 2024
(Schwerpunkt Heim-Energiemanagementsysteme) Mehr Informationen hier: <https://www.pv-magazine.de/home/2024/>

Firma	Produkt	Bezug durch	Systemart	Wallbox	Wärmepumpe	SC-Ready unterschiedl. Zustände	Heizstab	Batteriespeicher	Optimierung	Bausystem, Protokolle, Schnittstellen	Interf. analog	Bedienung/ Ansteuerung	Kosten
Adiona	ASKO Family	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	750-1000
CeloSol	SunHub	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
ClearPV	ClearPV	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
Comolino Energy	Leaflet	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	500-750
DEI Digital Building	Winkler OS / Gateway	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	250-500
Dehling	TechnoGG	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
Ecodat solutions	SmartDog	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	750-1000
Ekon	myGekko	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
Energiekonzepte solutions	Envis	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	750-1000
Enphase	iQ Energy Router	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
EV Strasse und Christian Buchmann	EV-Autocharge	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
Ferocoop	FEMS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
g:nIX	Xenon	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
Häger Vertriebsgesellschaft	Häger Row EMC XEM470	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	500-750
Haendler / EBC	Funktion des S10 Hauskraftwerks	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
Kostal Solar Electric	Plentico plus & Kostal Smart Energy Meter	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
Loxone	Loxone MiniServer	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	250-500
openWB	openWB	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	4200
Phosor	PL200	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	750-1000
Schneider Electric	HEMSlogic	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
SMA Solar Technology	Sunny Home Manager 2.0 (SHM-2.0)	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	500-750
Smuppex	Infinity	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	250-500
smart1 Solutions	Vertix	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
SmartKit Data	SmartKit Pro	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	500-750
Solar Manager	Solar Manager	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	500-750
Solarwatt	Solarwatt Manager	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	500-750
Wagner	Wain Hago	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	250-500
Wendenshane	Amperex Home	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	500-750
Zenify	Zenify	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-

* geplant in 2024; ** geplant nach 2024; -, " keine Angabe

- Vertriebsart
- Integration SteuVE
- Optimierung
- Forecast
- Kommunikation
- Kosten
- Update Frühjahr 2025

Wer ist der Manager?



Integration von Flexibilitäten

Steuerung einer Wallbox

■ ja ■ geplant 2024



Steuerung einer Wärmepumpe

■ ja ■ gelant 2024



Steuerung eines Heizstabs

■ ja ■ geplant 2024 ■ nein

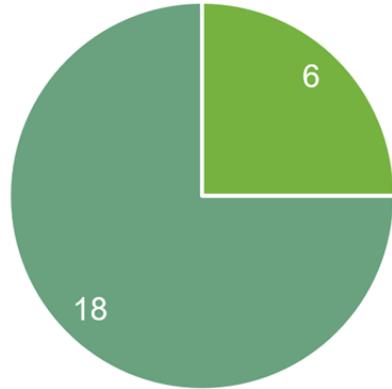


Integration eines Stromspeichersystems

■ ja ■ geplant 2024

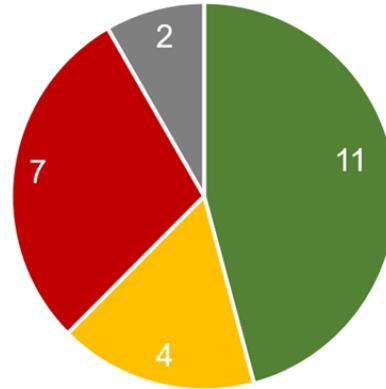


Steuerung der Ladeleistung



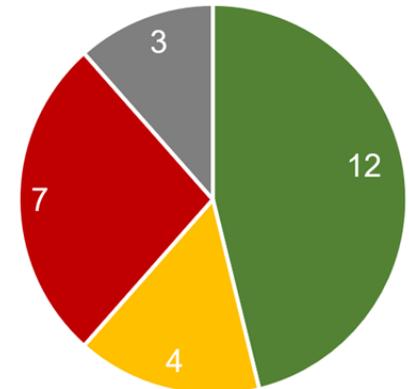
- variabler Ladestrom
- variabler Ladestrom + Phasenumschaltung

Einbindung des SoC



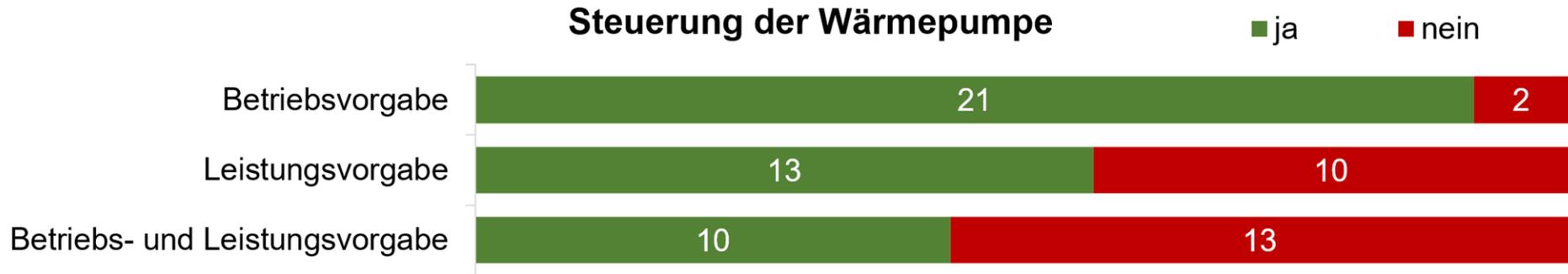
- ja
- geplant 2024
- nein
- keine Angabe

Integration einer bidirektionalen Wallbox



- geplant 2024
- geplant 2025
- nein
- keine Angabe

Fokus Wärmepumpe



Kommunikation



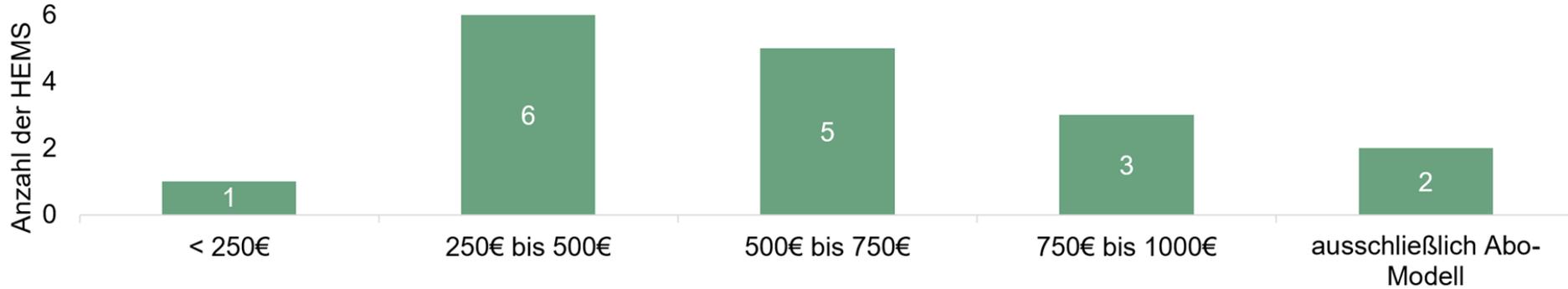
Standardisierung im HEMS

■ ja ■ geplant ■ nein



Kosten

Anschaffungskosten ohne Installation (netto)

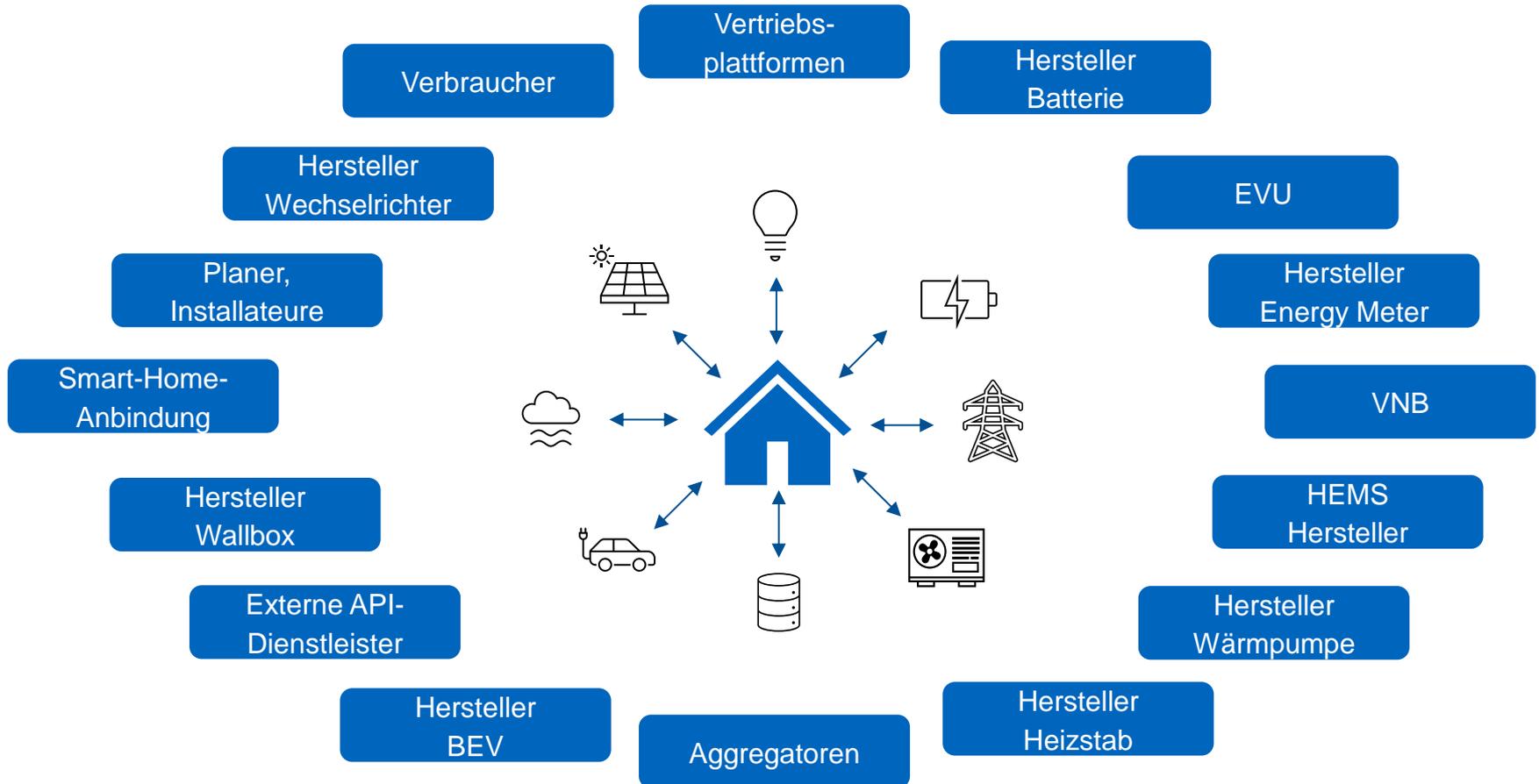


Zusatzkosten

■ ja ■ nein



Ausblick: HEMS – Die Schnittstelle im Gebäude



Jährliche Umfrage

pv magazine
PHOTOVOLTAIC MARKETS & TECHNOLOGY



HEMS-Datenbank



HEMSFinder



SCAN ME



M.Sc.

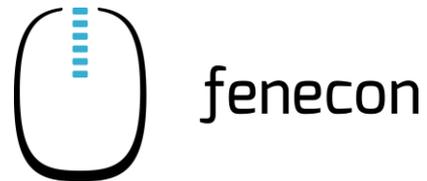
Thomas Haupt

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

thomas.haupt@hs-ansbach.de

CAMPUS FEUCHTWANGEN
HOCHSCHULE ANSBACH

Poster-Session: HEMS



Herausforderungen im HEMS (Zusammenfassung der Umfrage)



Center for Combined Smart Energy Systems (CoSES)

Thomas Licklederer & Anurag Mohapatra

Garching, 26.08.2024

*Registration for
Guided tour through the lab:*



Located at TUM Campus Garching

Zentrum für Energie und Information (ZEI)

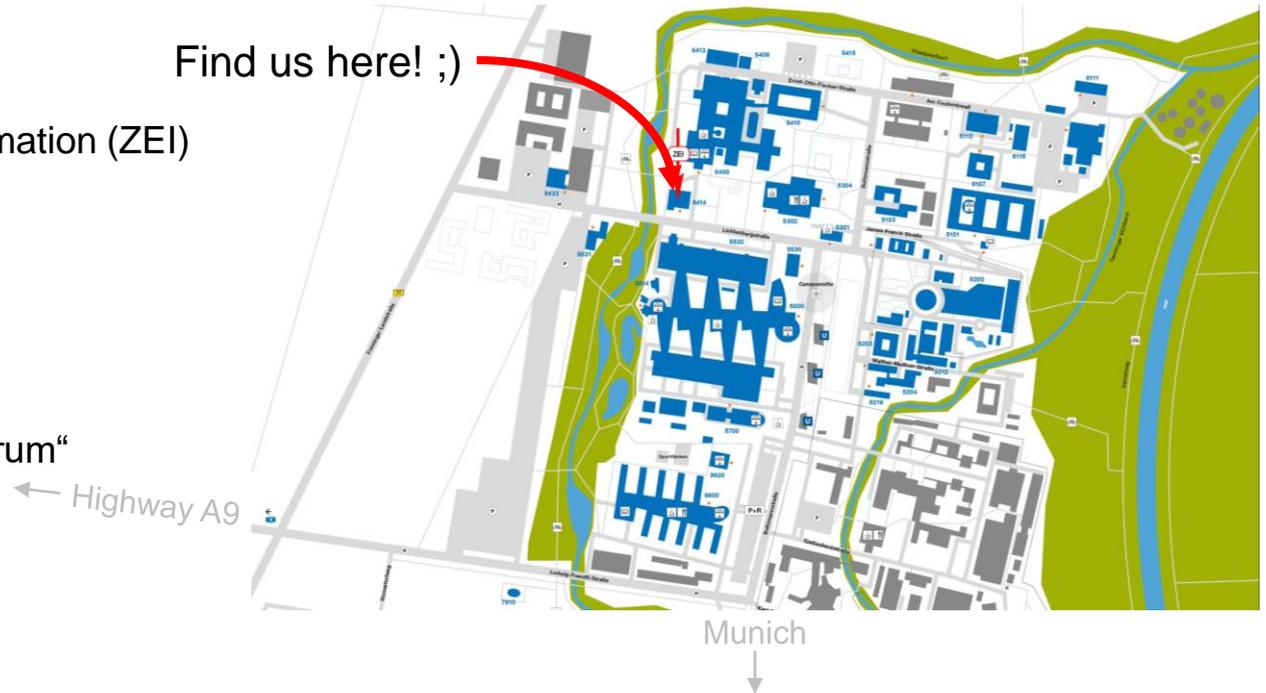
CoSES Research Group

Lichtenbergstraße 4a

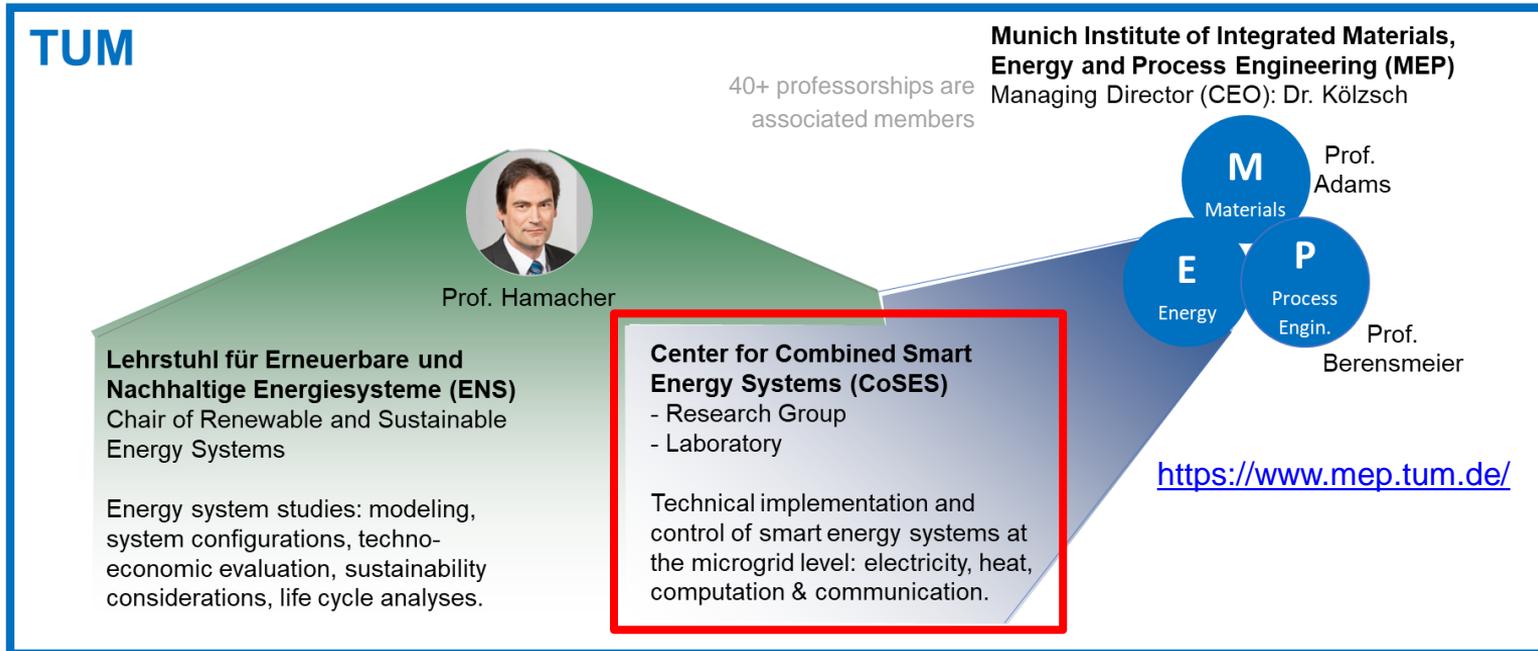
85748 Garching

Reachable by

- subway U6 „Forschungszentrum“
- car via highway A9



Part of an Integrative Research Institute at TUM



Our heritage

- 2017/06: official opening of the building ZEI
- 2019/07: official opening of the CoSES laboratory
- 2019/09: CoSES group starts to consolidate, first Post-Doc
- 2021/04: first doctoral candidate of CoSES defends his thesis
- 2024/06: the „building“ generation of CoSES PhDs defends their theses



CoSES Team



Prof.
**Thomas
Hamacher**

Director



Dr. cand.
**Thomas
Licklederer**

Group Lead
thermal

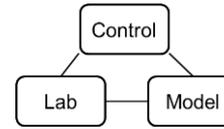


Dr. cand.
**Anurag
Mohapatra**

Group Lead
electric



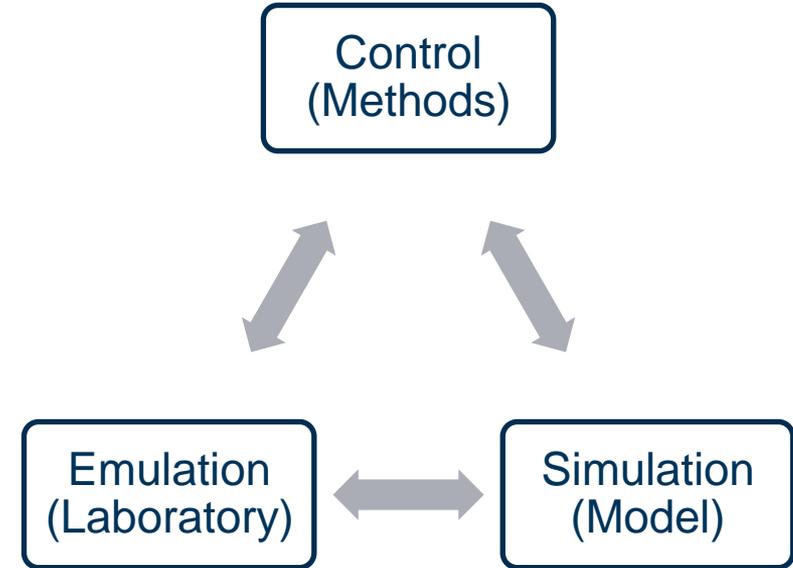
Approx. 10 internal and external doctoral candidates, several guest researchers and student assistants.

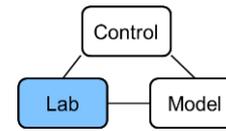


Key Areas of Research and Expertise

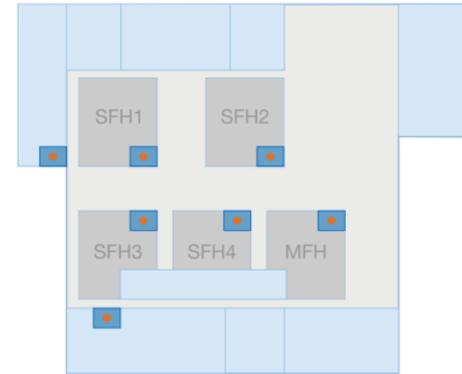
Multi-Energy Systems on Microgrid / District Level

- Active Distribution Grids
- Bidirectional District Heating & Cooling Networks
- Smart Management, Communication & Control

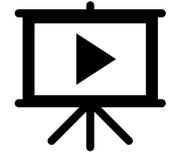




CoSES: Energy technology of five buildings in one lab



Video Presentation:



[\[Lickleder2022\]](#)

Detailed info in our publications on the lab:



[\[Zinsmeister2023\]](#)



[\[Mohapatra2022\]](#)

Guided Tours through the lab

17:00 – 17:30 Uhr **Zusammenfassung, Erkenntnisse und Ausklang**

Prof. Dr. Thomas Hamacher (TUM)

ab 17:30 Uhr **Get-Together mit CoSES-Laborführung**

terminplaner **DFN** [HINZUFÜGEN](#) [EINLOGGEN](#) [SPRACHEN](#)

CoSES-Laborführung

15 Minuten Führung durch das CoSES Labor. Es gibt Führungen in deutsch und evtl. englisch, außerdem mit Schwerpunkt eher auf der thermischen und eher auf der elektrischen Seite.

1. Führung - Fokus Wärme, deutsch Donnerstag, 12. September 2024 - 17:35	BUCHEN
1. Führung - Fokus Elektrisch, evtl. englisch (oder deutsch) Donnerstag, 12. September 2024 - 17:35	BUCHEN
2. Führung - Fokus Wärme, deutsch Donnerstag, 12. September 2024 - 18:00	BUCHEN
2. Führung - Fokus Elektrisch, evtl. englisch (oder deutsch) Donnerstag, 12. September 2024 - 18:00	BUCHEN

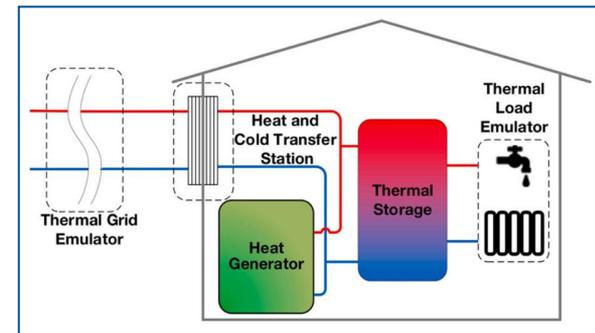
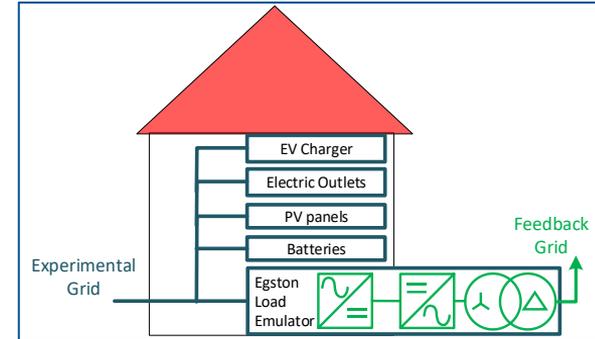
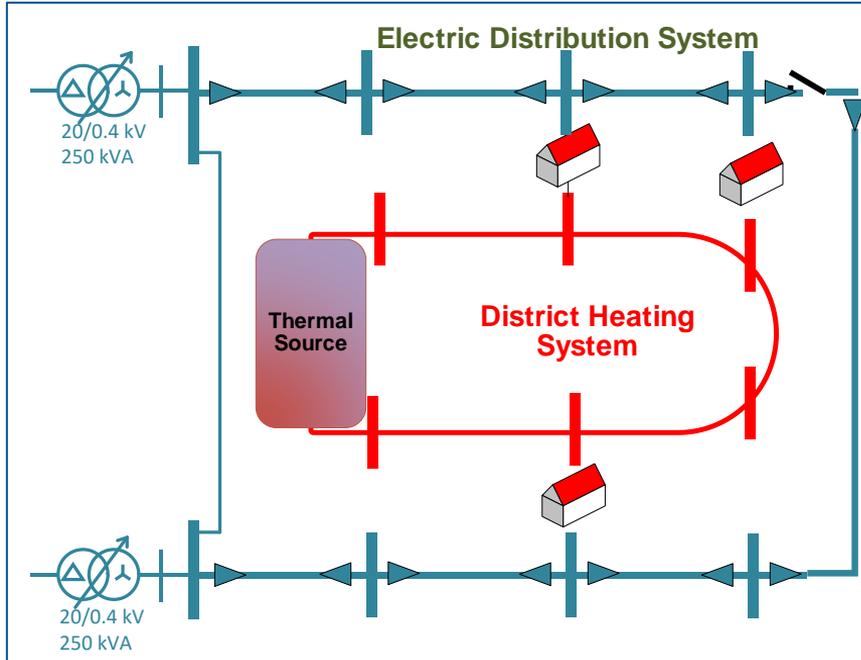
Registration:



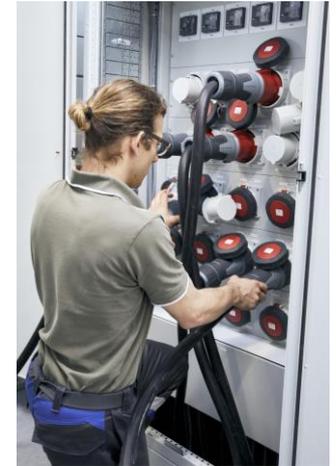
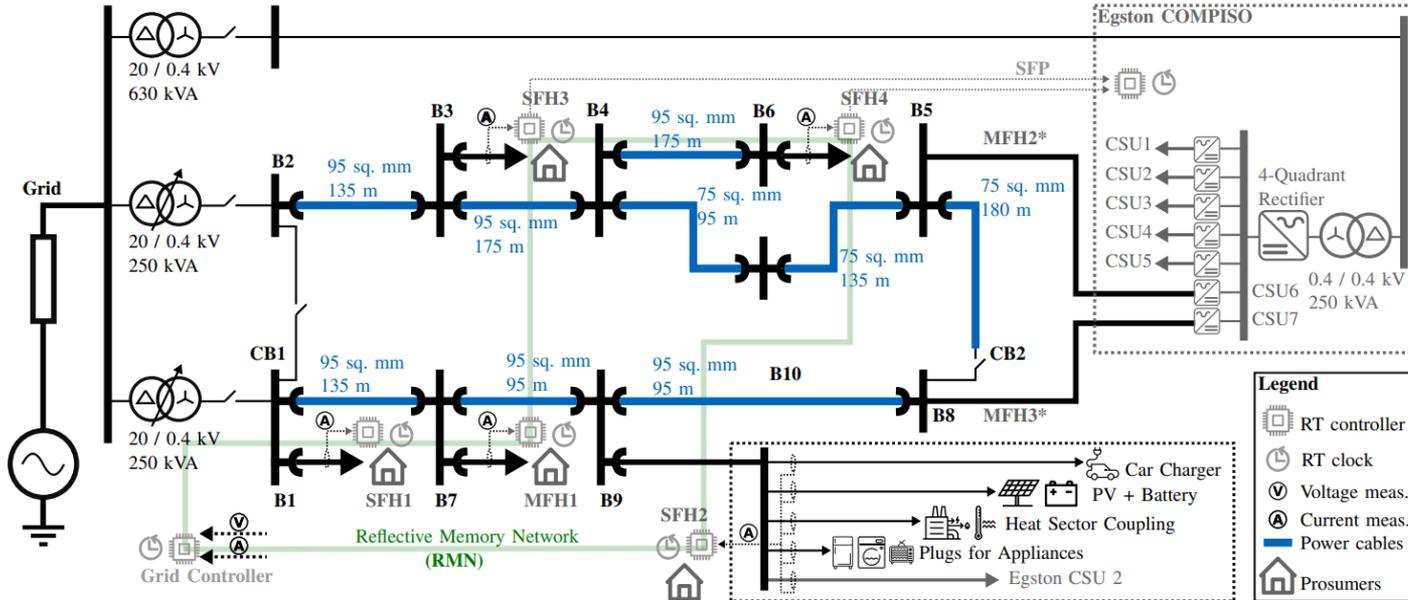
Design philosophies of the lab

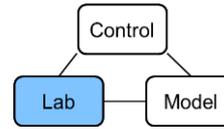
- Creating a **realistic emulation** of a Multi-Energy-System across a five-building neighborhood.
- Ensuring **independence from ambient conditions** to facilitate diverse scenario testing.
- Enabling **safe and secure** testing of prototype algorithms and critical operating points **without impacting users** or their comfort.
- Ensuring **modularity** to allow for interchangeable hardware and software components and to support **diverse testing** approaches.
- Using as **generic interfaces** as possible, thereby enhancing **extendibility and cooperations**.

CoSES Lab - Overview

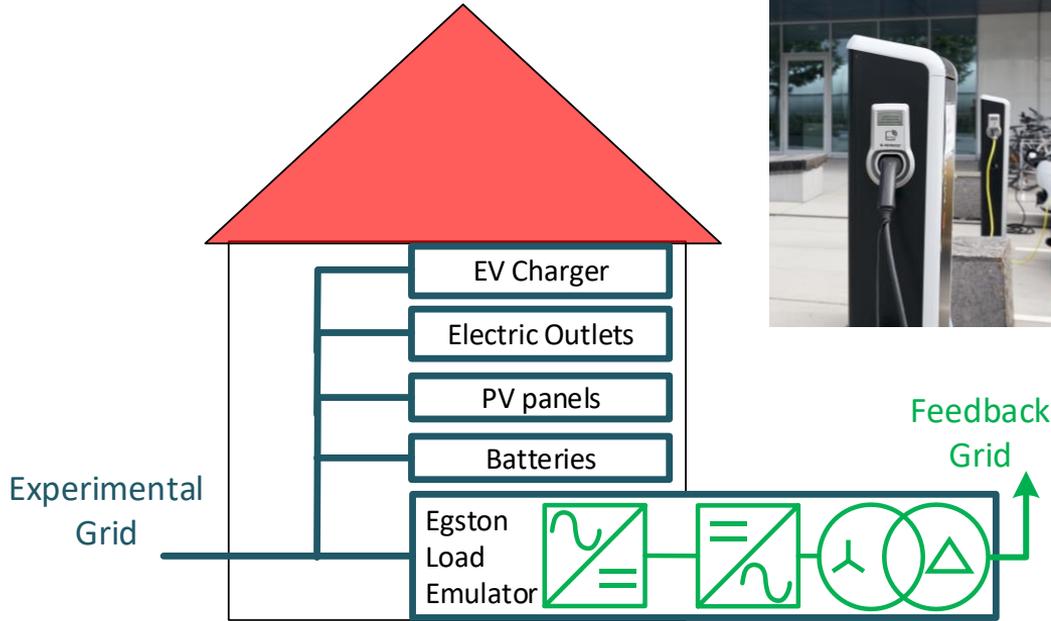


Electric Grid

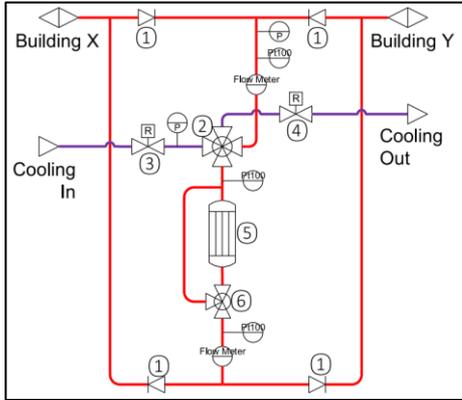




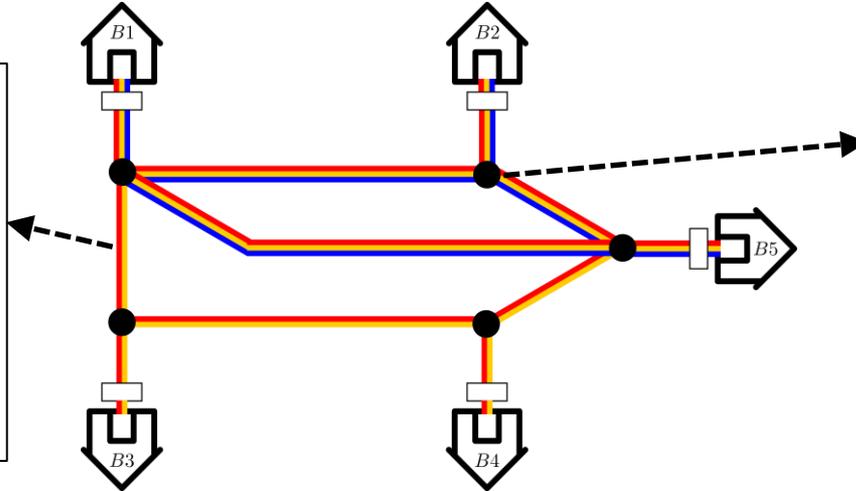
Electric Building Emulator



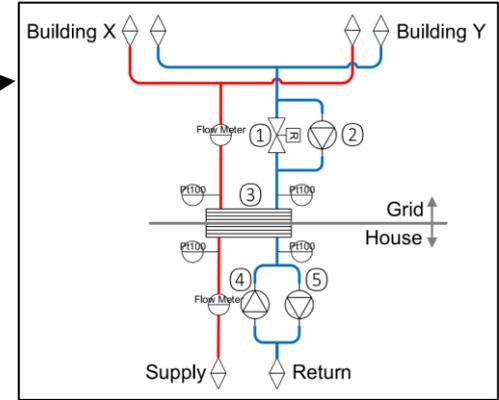
Thermal Network



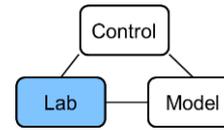
thermal network emulator /
pipe emulator



bidirectional thermal network with prosumers



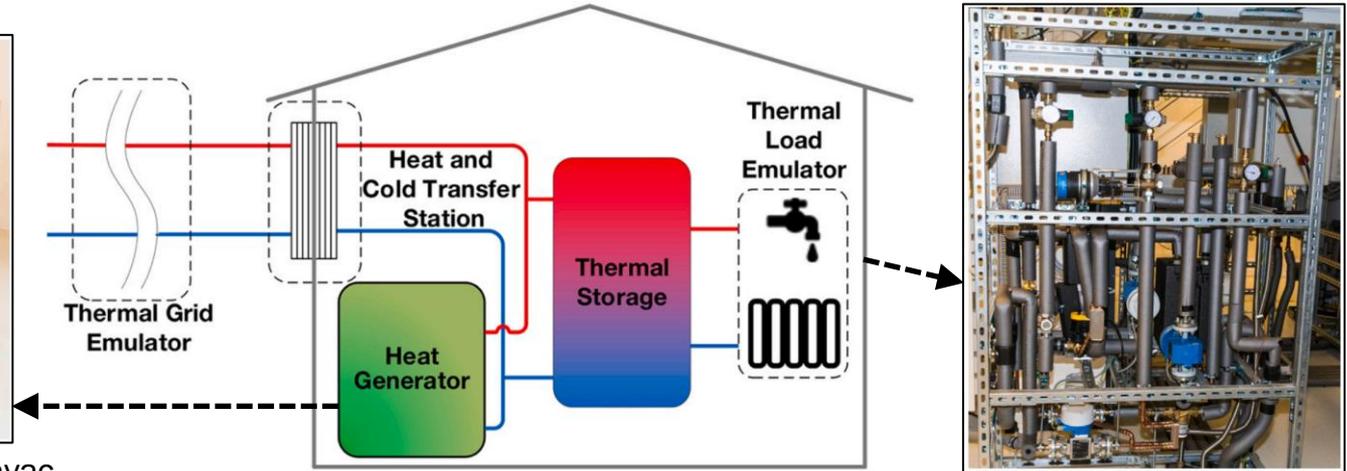
bidirectional heat transfer station



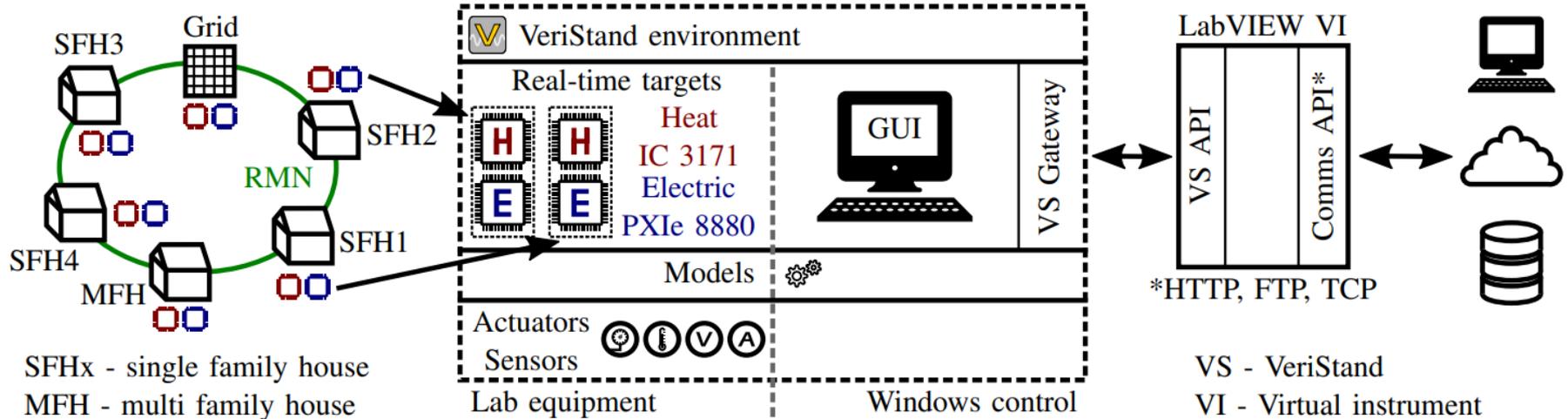
Thermal Building Emulator

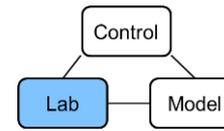


e.g. air source heat pump incl. hvac system for ambient emulation



Computation and Communication





Published Lab Experiment Results (only results)

• Characterization Tests

- CHP Unit [[Zinsmeister2021](#), Report]
- Thermal Storage [[Zinsmeister2022](#), Report]

2.2 Charging with internal heat exchanger

Figure 4 shows the temperature profiles when the storage was charged via the internal heat exchanger with energy from the solar thermal emulator at a constant power of 9 kW. The flow rate is controlled so that the supply temperature is constantly 10 K higher than the storage inlet temperature. When the heat exchanger is used for charging, no stratification is achieved. The reason for that is that the heat exchanger is located at the lower part of the tank, therefore heat is fed into the storage at the bottom, resulting in an upward flow due to buoyancy.

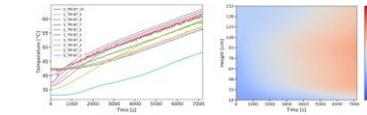


Figure 4: Charging with internal heat exchanger: a) temperature profile over time; b) heatmap representation

2.3 Discharging through ports

The storage has no internal heat exchanger for domestic hot water preparation, so discharging is only possible through the inlet and outlet ports. Figure 5 shows the discharging behavior with a constant return temperature of 45 °C and in Figure 6 the discharging is continued with a constant return temperature of 30 °C. These return temperatures correspond to the return temperature of a heating system with radiators and floor heating. The stratification during the discharging process is very well.

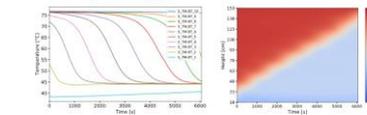


Figure 5: Discharging through the top and bottom port at a return temperature of 45°C: a) temperature profile over time; b) heatmap representation

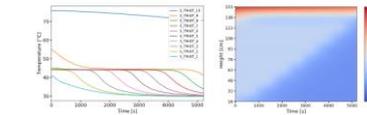


Figure 6: Discharging through the top and bottom port at a return temperature of 30°C: a) temperature profile over time; b) heatmap representation

Characterization of a Thermal Storage

TUM

2.1 Efficiency

Figure 3 shows the efficiency of the CHP at partial and at full load at different return temperatures. The overall efficiency is similar at both loads, however the electric efficiency is lower at partial load. The return temperature has no influence on the electric efficiency but reduces the heating and thus the overall efficiency since at high temperatures the condensing effect can be exploited less.

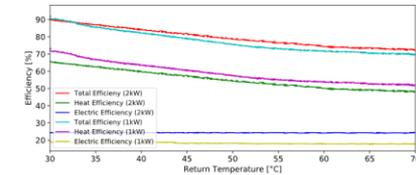


Figure 3: Electric, thermal and total efficiency of the CHP for minimum and maximum power modulation

2.2 Start-up behavior

Figure 4 shows the start-up curve of the CHP. The CHP was at room temperature when the start request was given to the CHP. In the first 45 seconds it uses a reactive power of 1.4 kW. After that, a power of 1.7 kW is required over a period of 10 seconds to start the engine. Once the combustion engine fires, the generator provides 2 kW of electric power. The CHP takes around 12 minutes to heat up its internal circuits. Once it is heated up, the heating circuit pump starts and the CHP provides heat. The CHP requires at minimum modulation around 120 minutes until the oil temperature reaches its steady state temperature of around 75°C.

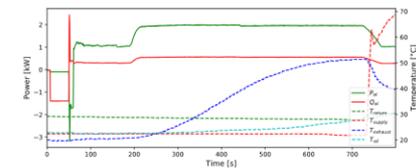
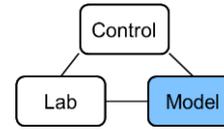


Figure 4: Start-up behavior of the CHP

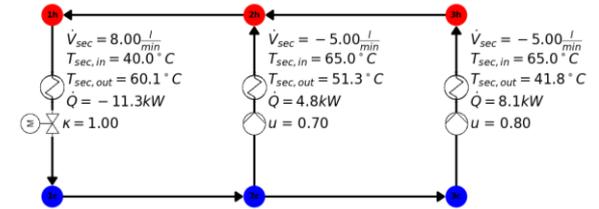
Characterization of a Combined Heat and Power Unit at the CoSES laboratory



Modeling, Simulation and Analysis

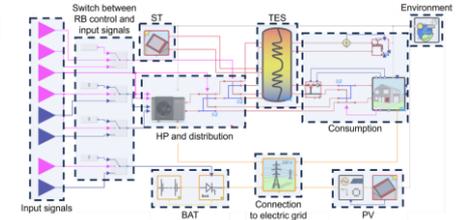
• Thermohydraulic Behavior of Thermal Networks with Prosumers interactions

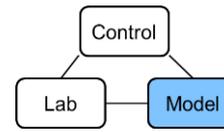
- Mathematical Modeling: [[Lickleder2021](#) *Energy*]
- Modelica-Based Library: [[Elizarov2021](#), *CISBAT*], [[ProsNet](#) *Github*]
- Python-based Frameworks: [[ProHeatNet_Sim](#) *Github*]
- Characteristics and Challenges in prosumer-based networks [[Lickleder2021](#), *CISBAT*]
- Dimensioning methods for prosumer-based networks [[Speer2023](#), *IEWT*]



• Technical Operation of Thermal Prosumers and Electric Grid interactions

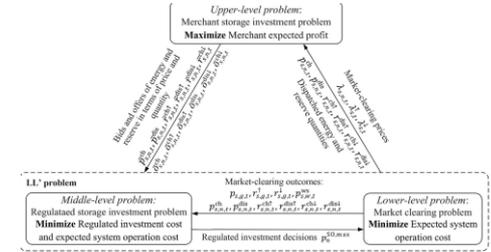
- Prosumer-system configurations inside the building [[Zinsmeister2021](#), *Energy Reports*]
- Modelica-based Library for Prosumers [[Angelidis2023](#), *Modelica Conf.*], [[Zinsmeister2022](#), *SES Conf.*]
- Stratified thermal energy storage model with constant layer volume for predictive control [[Zinsmeister2023](#), *Renewable Energy*]
- CHP Model in Modelica for Dynamic Analysis of Integrated ThermalElectric Grids [[Samboju2021](#), *MSCPES Conf.*]



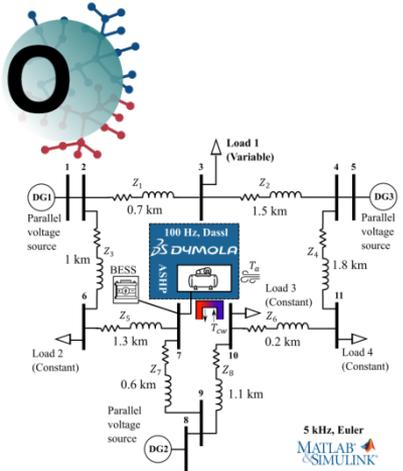


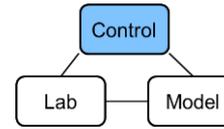
Modeling, Simulation and Analysis

- Strategic operation of storage in energy markets
 - Storage operation as an AC-bilevel problem [Guo2023, PES GM]
 - Merchant and regulated storage as a Stackelberg game [Guo2023, IET Generation]
 - Merchant transmission expansion planning on wind penetration [Guo2023, PowerCon]
- Flexibility in multi-energy system grids
 - Literature review: Flexibility in Multi-energy systems [Kleinschmidt2020, EEM Conf.]
 - Flexibility modelling in thermal-electric networks [Kleinschmidt2021, ISGT Europe]
 - Flexibility modelling in active distribution networks [Kleinschmidt2022, ISGT Asia]
- Heat pumps for demand side response
 - Modelling hydraulic faults in multi-energy systems [Song2021, MSCPES Conf.]
 - Data-driven modelling of heat pump dynamic model [Song2022, PES GM]
 - Literature review: Sector coupling for frequency control [Song2023, Int. Journal EPES]
 - Air source heat pumps for fast frequency response [Song2024, Preprint]
 - Report: A moving boundary model for air source heat pumps [Song2023, Report]



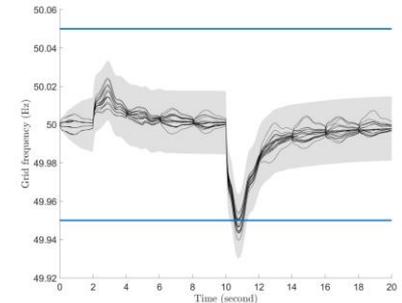
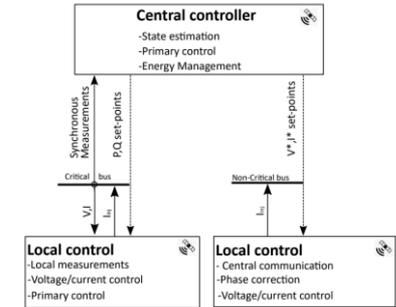
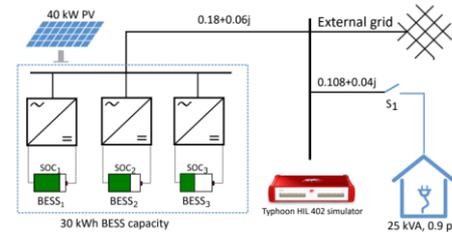
MESMO

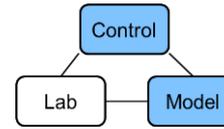




Control Methods and Algorithms

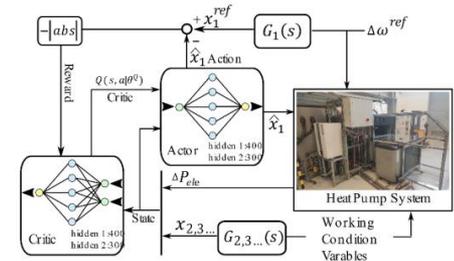
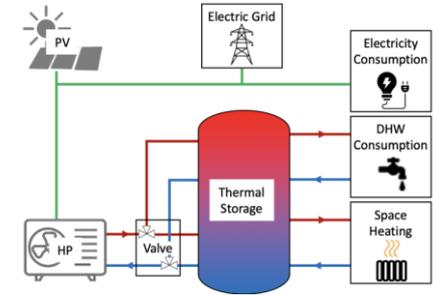
- Grid agnostic grid-forming inverter operation
 - Reduced instrumentation grid operation [[Pant2022](#), *ISGT Europe*]
 - System identification based adaptive droop for resistive grids [[Pant2023](#), *PES GM*]
 - System identification based adaptive droop for all grids [[Pant 2023](#), *PowerTech*]
- Second-life batteries for Ancillary services
 - SoC-Temperature based droop for ancillary services [[Pant2023](#)]
- Reachability analysis for grid controllers
 - Formal verification of grid frequency controllers [[Mohapatra2023](#), *ISGT Europe*]
- MPC for Multi-energy Systems
 - Digital Platform for Smart Multi-Energy Systems in Districts [[Bytschkow2019](#), *ISGT Europe*]
 - MIMO-MPC for frequency control with BESS and EV. [[Fu2023](#), *PowerCon*]





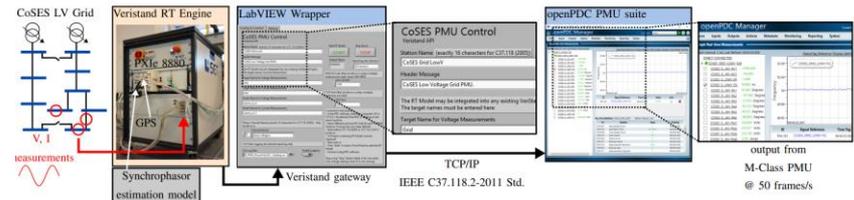
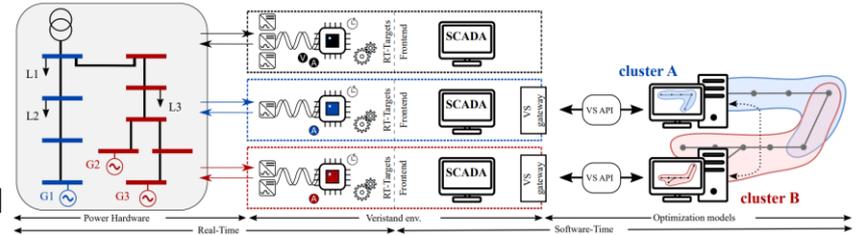
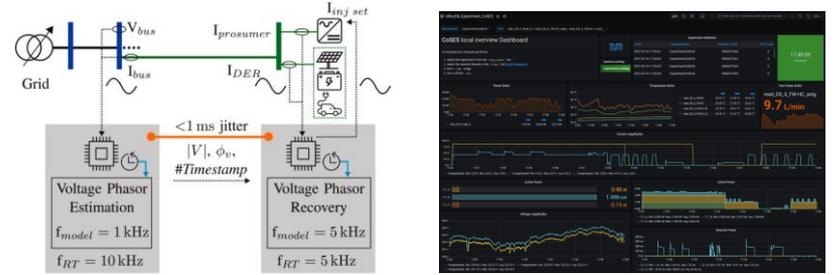
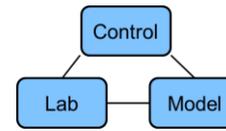
Model and Control synthesis

- Operation Strategies for 4&5GDHC Networks
 - Using booster heat pumps [Addinger2023, CISBAT]
 - Control Approach for Bidirectional Prosumer Substations in Smart Thermal Networks [Licklederer2024a, Applied Energy]
- Machine Learning Controllers for Building Automation
 - RL for Demand Response Problems [Ludolfinger2023a, PowerTech]
 - Adaptive Control of Practical Heat Pump Systems based on RL [Song2023, PowerCon]
 - Transformer Model Based Soft Actor-Critic Learning for HEMS [Ludolfinger2023b, PowerCon]



Power Hardware-in-the-loop

- Designing experiments in an ADG lab
 - CoSES research infrastructure [[Peric2020](#), PES GM]
 - IoT integration for CoSES [[Mayer2021](#), WF-IoT Conf.]
 - Decentralized harmonic analysis on RT controllers [[Sezgin2022](#), PSCC]
 - PHIL infrastructure in CoSES [[Mohapatra2022](#), ISGT Europe]
- PHIL implementation
 - Online decentral OPF in PHIL [[Cornejo2022](#), PES GM]
 - PHIL emulated M-Class PMU [[Mohapatra2023](#), PowerTech]
 - PHIL emulated Heat pumps for frequency response [[Song2024](#), PSCC]
- Experimental validation
 - 1-D multi-node model of a thermal energy storage tank [[DeLaCruz2023](#), Applied Energy]



Projects

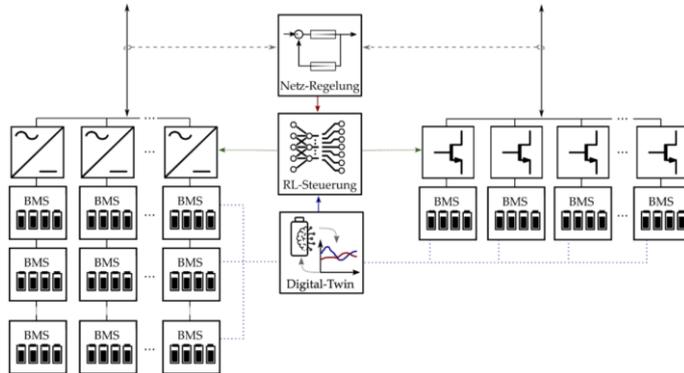
- **MEMAP (BMWK)**: A Digital Platform for Smart Multi-Energy Flow Management in Districts.
- **OSkit (BMWK)**: Optimized Sector Coupling in Neighborhoods via Smart Thermal Prosumer Networks.
- **STROM (BFS)**: Bavarian Research Consortium on "Energy - Sector Coupling and Micro-Grids".
- **IntEIHeat (DFG)**: Optimal Operation of Integrated Low-Temperature Bidirectional Heat and Electric Grids.
- **MCube**: Munich Cluster for the Future of Mobility in Metropolitan Regions - ComfficientShare.
- **KI-M-Bat (BFS)**: AI-Based Modular Battery Systems for Commercial and Grid Applications, Focus: Second Life Use.
- **OptiPaint (Industry)**: Thermo-fluid Model as a Digital Twin of a Vehicle Paint Shop for Energy Consumption Optimization.

Recently Started Projects

KI-M-Bat

AI-Based Modular Battery Systems for Commercial and Grid Applications, Focus: Second Life Use

Funding: Bayerische Forschungsstiftung (BFS), Mar/23-Feb/26

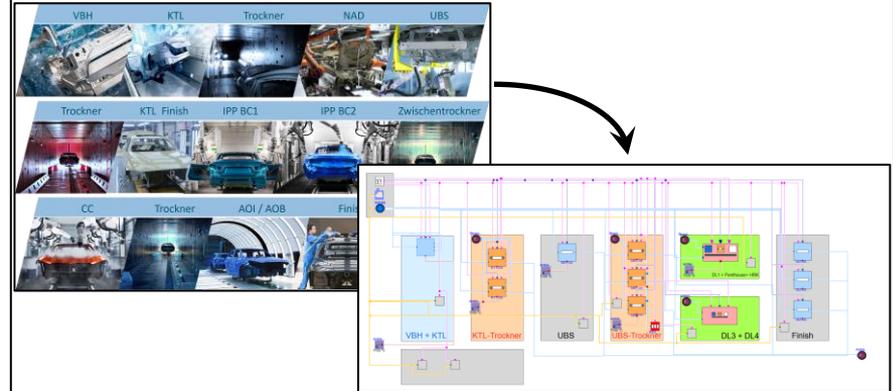


Contact: martin.cornejo(at)tum.de, prashant.pant(at)tum.de

OptiPaint

Thermo-fluid Model as a Digital Twin of a Vehicle Paint Shop for Energy Consumption Optimization

Funding: Industry Partner BMW, Jan/24-Dez/24



Contact: ulrich.ganslmeier(at)tum.de

Guided Tours through the lab

17:00 – 17:30 Uhr **Zusammenfassung, Erkenntnisse und Ausklang**

Prof. Dr. Thomas Hamacher (TUM)

ab 17:30 Uhr **Get-Together mit CoSES-Laborführung**

terminplaner **DFN** HINZUFÜGEN ▼ EINLOGGEN ▼ SPRACHEN ▼

CoSES-Laborführung

15 Minuten Führung durch das CoSES Labor. Es gibt Führungen in deutsch und evtl. englisch, außerdem mit Schwerpunkt eher auf der thermischen und eher auf der elektrischen Seite.

1. Führung - Fokus Wärme, deutsch Donnerstag, 12. September 2024 - 17:35	BUCHEN
1. Führung - Fokus Elektrisch, evtl. englisch (oder deutsch) Donnerstag, 12. September 2024 - 17:35	BUCHEN
2. Führung - Fokus Wärme, deutsch Donnerstag, 12. September 2024 - 18:00	BUCHEN
2. Führung - Fokus Elektrisch, evtl. englisch (oder deutsch) Donnerstag, 12. September 2024 - 18:00	BUCHEN

Registration:





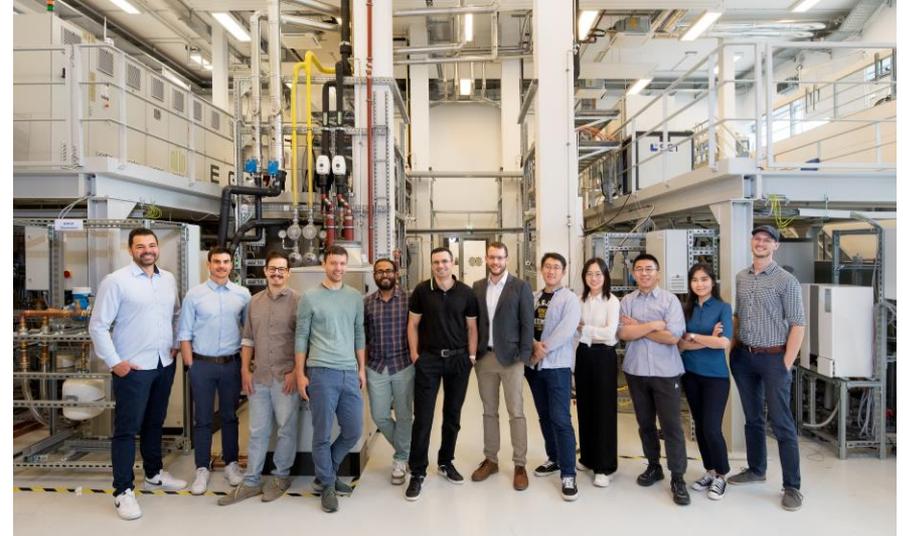
Center for Combined Smart Energy Systems (CoSES)

Contact to speaker(s): thomas.lickleder@tum.de , anurag.mohapatra@tum.de

Technical University of Munich (TUM)
CoSES Research Group
Lichtenbergstraße 4a
85748 Garching

Director: Prof. Thomas Hamacher
Lead electric: Anurag Mohapatra
Lead thermal: Thomas Lickleder

<https://www.mep.tum.de/en/mep/coses/>



List of team members

M.Sc. Anurag Mohapatra	anurag.mohapatra(at)tum.de
M.Sc. Thomas Lickleder	thomas.lickleder(at)tum.de
M.Sc. Ulrich Ganslmeier	ulrich.ganslmeier(at)tum.de
M.Sc. Saltanat Kuntuarova	saltanat.kuntuarova(at)tum.de
M.Sc. Prashant Pant	prashant.pant(at)tum.de
M.Sc. Adldinger Stefan	stefan.adldinger(at)stadtwerke-neuburg.de
M.Sc. Martin Cornejo	martin.cornejo(at)tum.de
M.Sc. Sebastian Eichhorn	sebastian.eichhorn(at)tum.de
M.Sc. Kun Fu	kun.fu(at)tum.de
M.Sc. Peiyao Guo	peiyao.guo(at)tum.de
M.Sc. Thomas Haupt	thomas.haupt(at)hs-ansbach.de
M.Sc. Verena Kleinschmidt	verena.kleinschmidt(at)tum.de
M.Sc. Ulrich Ludolfinger	ulrich.ludolfinger(at)haw-landshut.de
M.Sc. Vivek Tanjavoru	vivek.tanjavoru(at)hs-kempten.de

CoSES Retreat

- 3-4 days
- hut near Berchtesgaden
- research presentations
- topic discussions
- strategy alignment
- hikes, games and socializing
- PhDs, students & cooperation partners

- 6th – 9th May 2024



Regular Team Meetings & Activities

CoSES Group Meeting (internal)

(biweekly, thursdays)

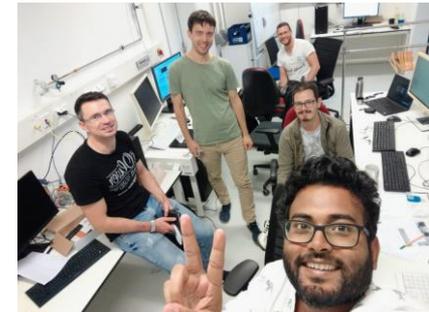
- organizational topics
- strategy alignment
- short pitches (3min) of ongoing work by everyone
- socializing



CoSES Seminar (open)

(biweekly, thursdays)

- research presentations
- guest researchers and student works
- positiv-critical feedback and discussions
- [free to join \(hybrid\)](#)



Netzintegration - Leaflet HEMS

HEMS-Symposium am 12.09.2024

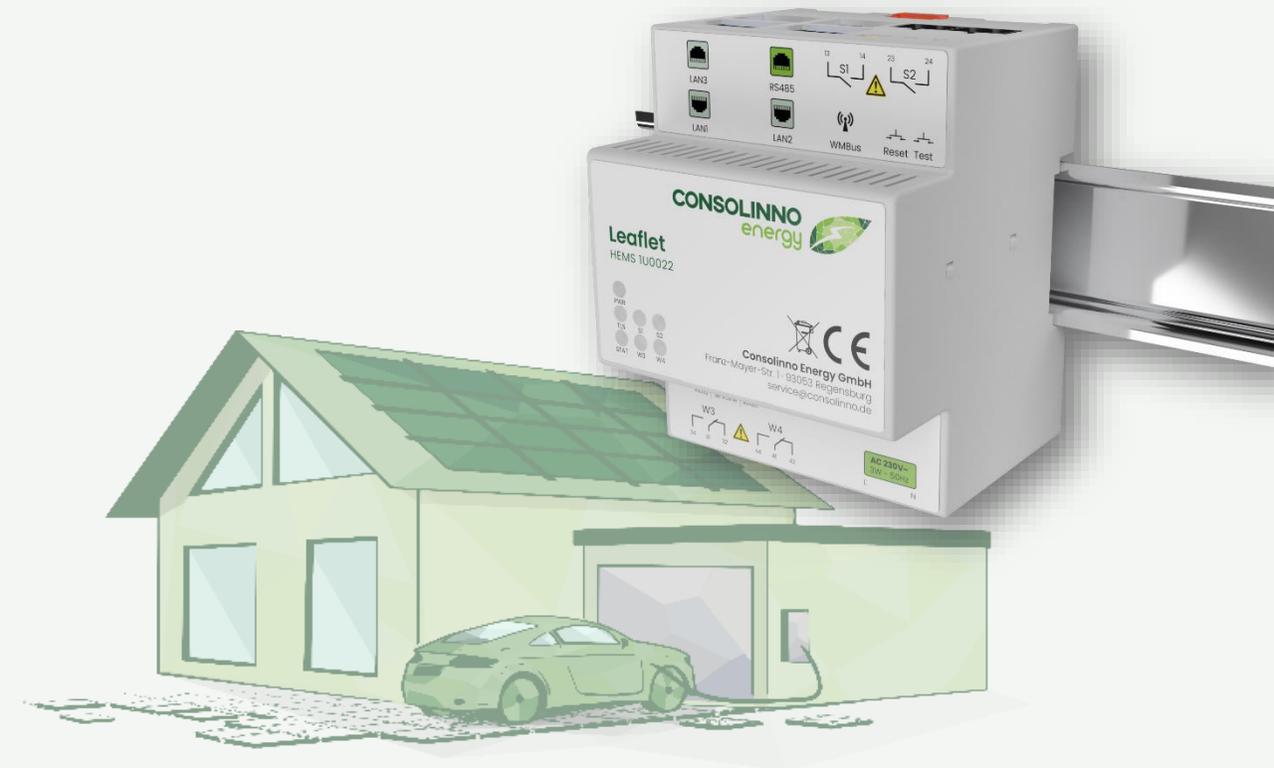
Klaus Nagl



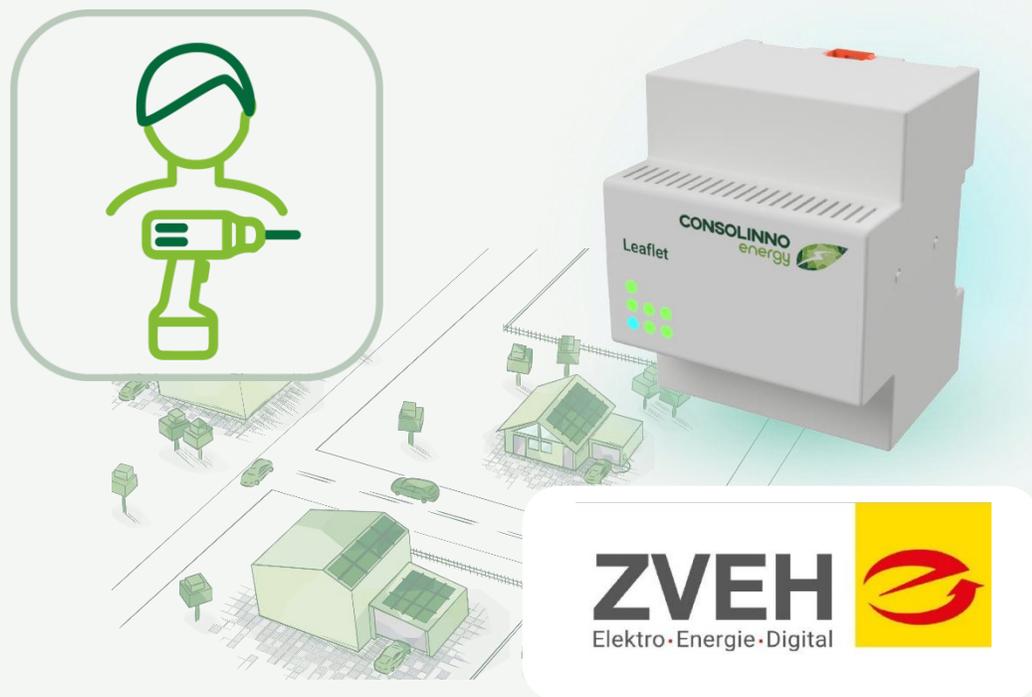
Leaflet HEMS

Der herstellerunabhängige Energiemanager

- + Für Neu- UND Bestandsanlagen geeignet
- + Kompatibilität wird ständig erweitert
- + Over the Air Updates
- + Datenschutz, Daten gehören dem Kunden
- + Daten am Gerät
- + Cyber Security by Design



Unsere Kundengruppen



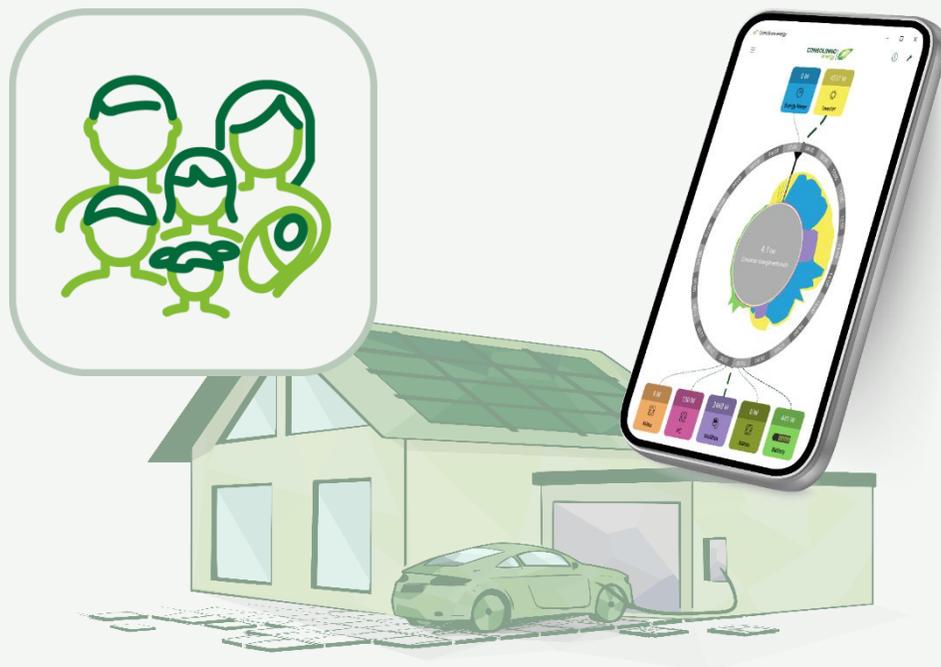
Solarteure, Installateure:

Qualität und Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Marktbegleitern.

Herstellerunabhängiger Energiemanager:

- + Einfache Installation mit Assistent
- + Minimaler Verkabelungsaufwand
- + Dokumentation für alle Geräte im Service-Portal
- + Direkter Service & Support durch Fachkräfte
- + Coming soon: Monitoring-Portal
- + **Vom ZVEH empfohlene Lösung**
- + Konkurrenzfähig ggü. Mitbewerbern
- + Netzdienliche Steuerung von Verbrauchern & Erzeugern

Unsere Kundengruppen



Privatpersonen:

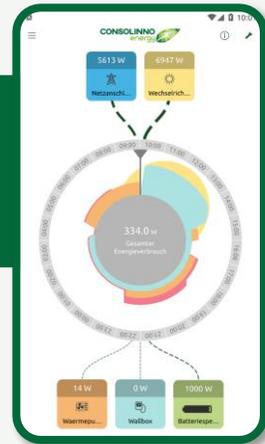
Kosten und CO₂ sparen.

Alle wichtigen Funktionen in EINEM Gerät:

- + Transparenz: Per App Energieflüsse live verfolgen
- + Kosten und CO₂ sparen
- + Herstellerunabhängig, in jedem Netzgebiet verfügbar
- + Transparenz: Per App Energieflüsse live verfolgen
- + Kosteneinsparung, schnelle Amortisation des HEMS und der Gesamtanlage
- + Kombinierbar mit jedem Stromanbieter
- + Future ready

Wir optimieren jedes Energiesystem.

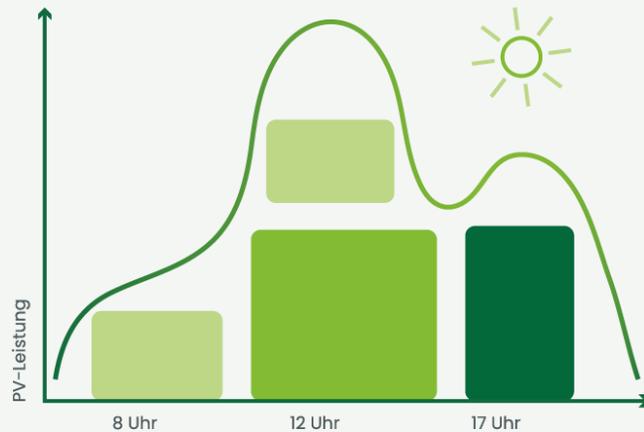
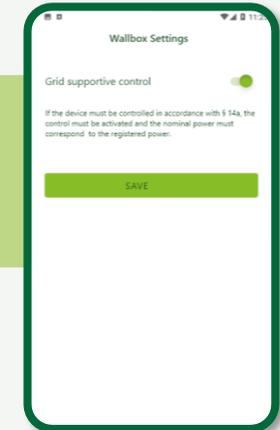
Optimierung des Eigenverbrauchs



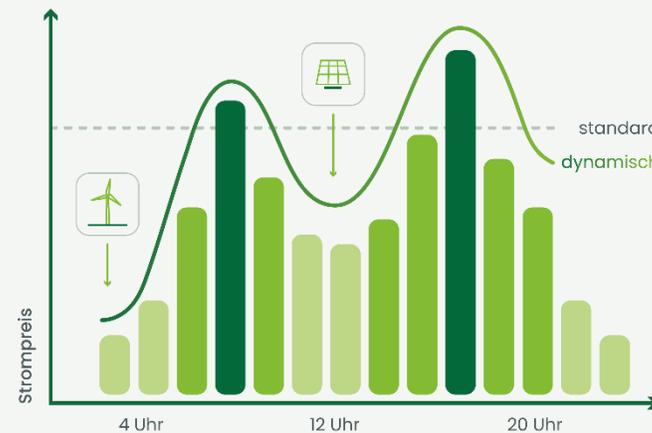
Dynamische Tarife



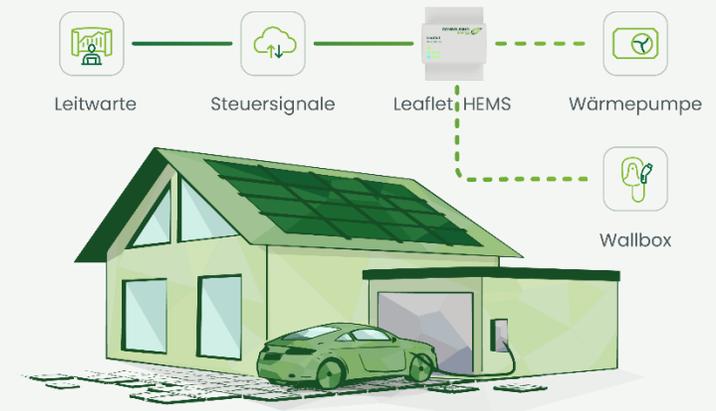
Netzdienliche Steuerung § 14a



Mit jedem Hersteller und jedem Gerät.

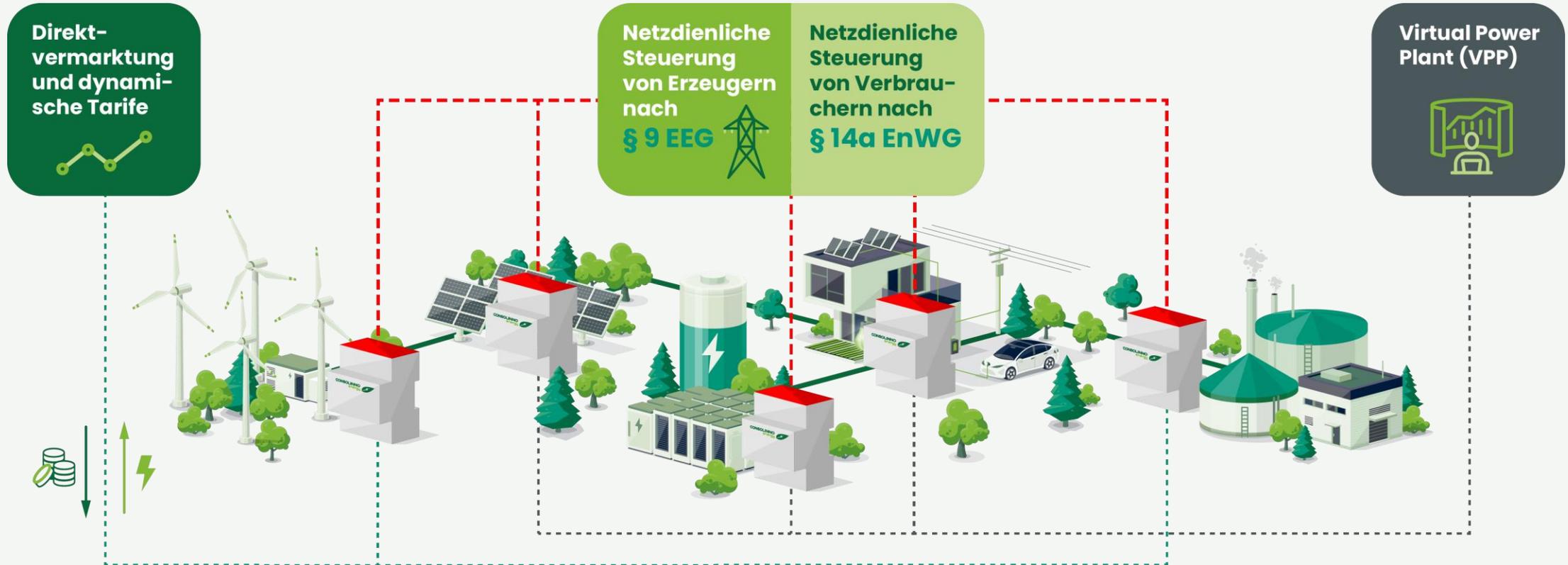


Mit jedem Anbieter.



Bei jedem Netz- und Messstellen-Betreiber. An jedem Ort.

Netzintegration mit dem Leaflet HEMS



Kompatibilität im Netzbetrieb



- Leaflet HEMS unterstützt alle marktüblichen Protokolle Richtung Netzleittechnik
- Nutzung mit oder ohne SMGW-Infrastruktur (Funkrundsteuertechnik – rückwärtskompatibel)
- Unterschiedliche Anschlussmodelle, z.B. eigene Steuerbox des Netzbetreibers
- Zukunftsfähige Plim-Übertragung: EMS kann untersch. Plim-Signale entgegennehmen (Fahrpläne, Hüllkurven, ad hoc Signale usw.)
- BSI-Vorgaben TR03109-5 werden erfüllt

Gerätekompatibilität in der Liegenschaft



- Herstellerneutral: alle marktüblichen Geräte (Erzeuger, Verbraucher) werden unterstützt
- Kompatibilität zu Wechselrichtern, Wärmepumpen, Wallboxen, Heizstäben etc. wird laufend erweitert
- OTA-Softwareupdates werden unterstützt

Kompatibilität FNN Steuerbox (VDE Norm)

- Stromversorgung
- Installateursfreundlich
- Sicherheitsnormen werden eingehalten
- Installation in der Unterverteilung
- Langlebigkeit (auf 20 Jahre Betrieb ausgelegt entsprechend Lastenheft)



Umsetzung § 14a: Drei Varianten

Externe Steuerbox via Relais

- ... unidirektionale Kommunikation mit drei Schaltstufen

Externe Steuerbox via EEBus

- ... bidirektionale Kommunikation mit absoluter Vorgabe in Watt



**Die Intelligenz sollte lokal
in der Liegenschaft sitzen.**

Interne Steuerbox- Funktion

- bidirektionale Kommunikation mit absoluter Vorgabe UND Fahrplänen
- Transparenz: Dauer des Eingriffs
- weitere Geschäftsmodelle: Übermittlung der dynamischen Tarife, Direktvermarktung oder Virtuelle Kraftwerke über iMSys-Infrastruktur

Aktuell: Mischform lokale Regelung & Optimierung, unterstützt durch Cloud-basierten Optimierer.

Vorteile

- Anlagenbetreiber kann Bestandsgeräte weiterbetreiben, keine aufwändige Adapterinstallation notwendig
- Eigenverbrauchsoptimierung und Tarifoptimierung
- Alle Optimierungsoptionen unter Einbezug der Netzdienlichkeit
- Hohe Kosteneinsparung durch Optimierungsoptionen
- Weitere Kosteneinsparung: Netzbetreiber-Einbindung direkt in einem Gerät

Höhere Wirtschaftlichkeit, schnellere Amortisation, zukunftsfähig!

Über Software-Updates werden neue Marktmodelle nachgeliefert, z.B. Vermarktung von Batteriespeicher, bidirektionales Laden (V2G), Primärregelleistung (PRL) ...



WIR MACHEN DIE ENERGIEWENDE WAHR.

Kontakt:

Tel.: +49 (0)941 20 300 000

Mail: office@consolinno.de

<https://consolinno.de>

Anbindung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen

Aus Sicht eines Heimspeicher- & HEMS-Herstellers

12.09.2024

Johannes Ruf, Armin Golla, Max Taiber, Ingo Mauser (EnBW)

1. HEMS Symposium TU München & HS Ansbach



- 01** Einführung HEMS & SteuVE
- 02** § 14a EnWG-Umsetzung bei Herstellern von HEMS & SteuVE
- 03** SMGW-Anbindung von HEMS & SteuVE
- 04** Zusammenfassung



- > Das Konsultationsverfahren (2023) und die Festlegung durch die BNetzA (11/2023) verleiteten zur ursprünglichen Interpretation:

§ 14a EnWG und „digitalisierte“ Steuerbarkeit werden ein Treiber für HEMS sein.



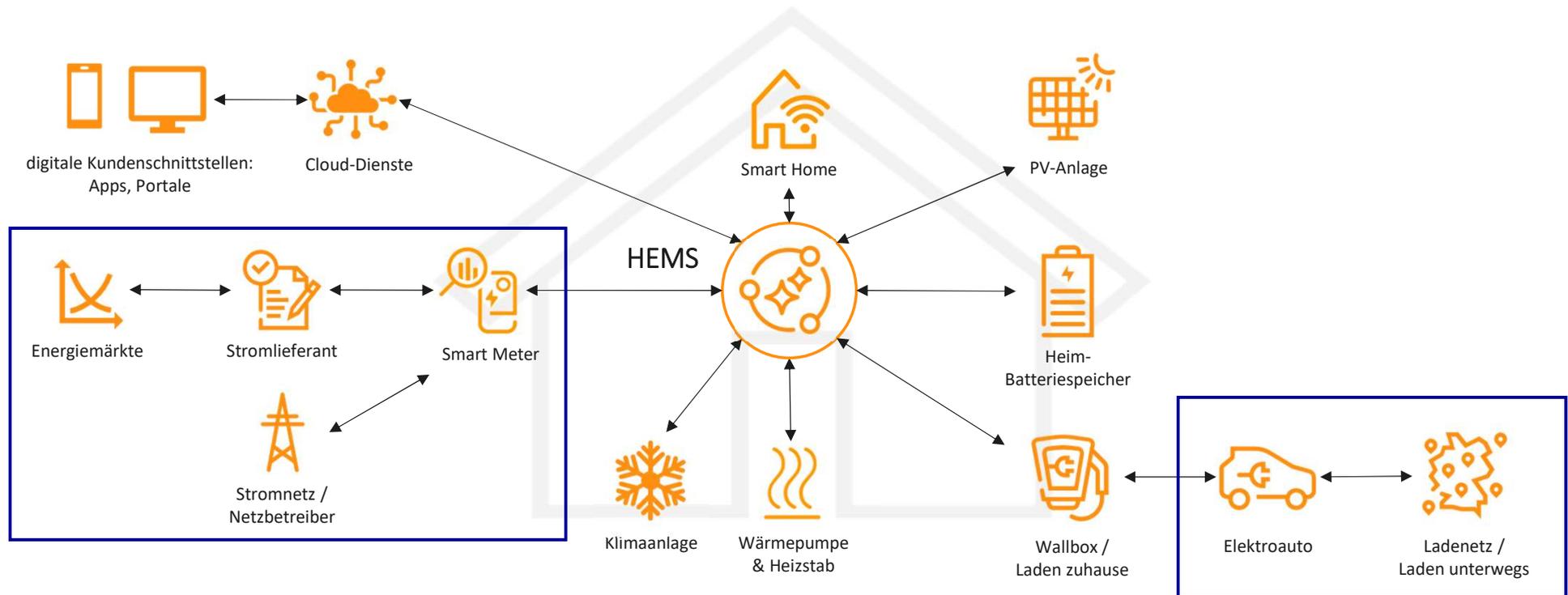
- > § 14a-EMS-Steuerung vorteilhaft für Anschlussnehmende mit mehreren SteuVE und eigener Erzeugung



Vision: **HEMS als Dreh- und Angelpunkt im lokalen Energiesystem des Kunden**

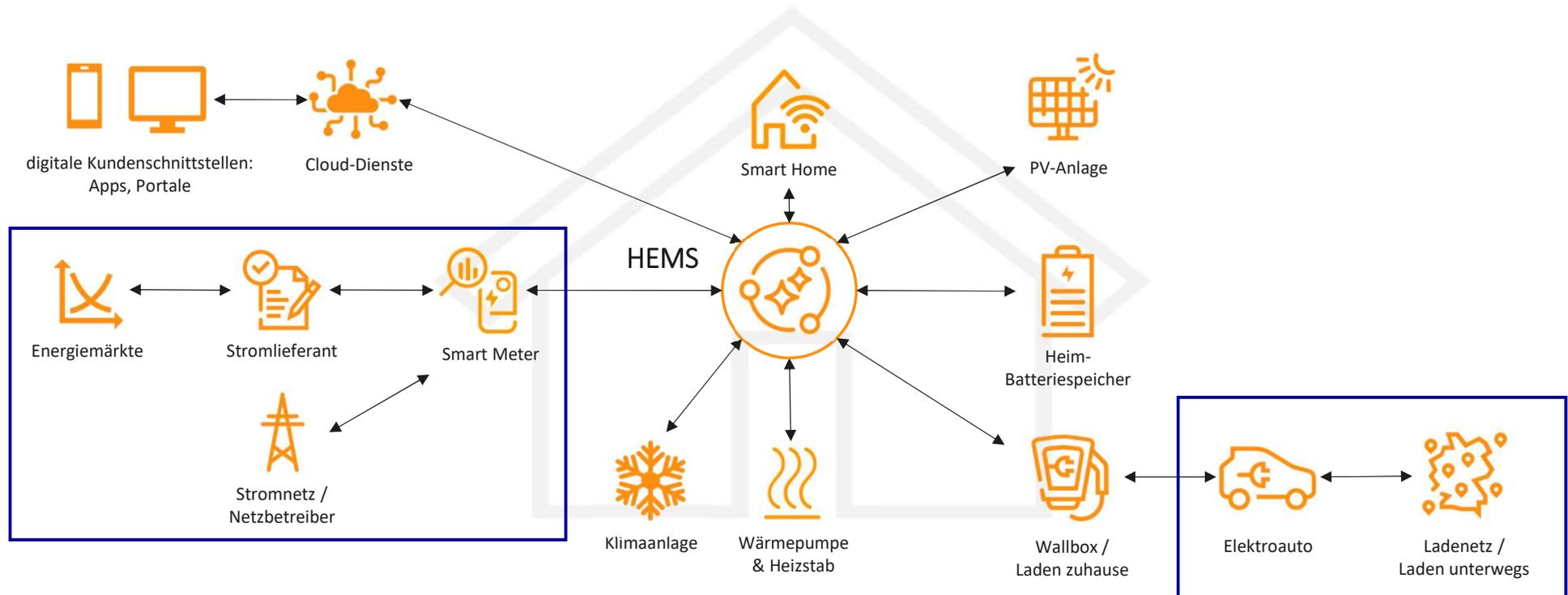
Große Erwartungen der HEMS-Hersteller

Das HEMS ergänzt seinen Fokus der lokalen Optimierung um die markt- und netzdienliche Integration von Prosumern.



Große Erwartungen der HEMS-Hersteller

Das HEMS ergänzt seinen Fokus der lokalen Optimierung um die markt- und netzdienliche Integration von Prosumern.



Und das ist erforderlich! Nur über mehr Netzverträglichkeit lassen sich die gesamtgesellschaftlichen Kosten für Bestands-EEG-Anlagen verringern und der Marktwert Solar erhöhen.



- > Das Konsultationsverfahren (2023) und die Festlegung durch die BNetzA (11/2023) verleiteten zur ursprünglichen Interpretation:

§ 14a EnWG und „digitalisierte“ Steuerbarkeit werden ein Treiber für HEMS sein.



- > § 14a-EMS-Steuerung vorteilhaft für Anschlussnehmende mit mehreren SteuVE und eigener Erzeugung



Vision: **HEMS als Dreh- und Angelpunkt im lokalen Energiesystem des Kunden**



..... und dann kamen die Umsetzung und der Hand-Shake mit der Realität bei Herstellern, VNB und MSB:

- > Lokale Hardware-Schnittstellen nicht vorhanden
- > Technik für die Steuerungseinrichtungen unklar
- > Parallel existierende Umsetzungsvarianten
- > Unklarheit bei Umsetzungsfristen und Anforderungen
- > Netzseitige Kommunikationsinfrastruktur bis CLS-Endpunkt nicht bereit
- > Verunsicherung bei „allen“ Stakeholdern: VNB/MSB, Fachbetrieben, Herstellern, Anschlussnehmenden

Blitzlicht Hersteller von Wärmepumpen

Kein Komfortverlust mit STIEBEL ELTRON-Wärmepumpen

Aktuelle Wärmepumpen von STIEBEL ELTRON sind so intelligent steuerbar, dass sie auf das EEBUS-Signal des Netzbetreibers reagieren und dementsprechend ihre Heizleistung und damit die Leistungsaufnahme anpassen können. In Verbindung mit dem neuen ISG Connect von STIEBEL ELTRON (verfügbar ab 01.02.2024) schalten die Wärmepumpen also bei einem entsprechenden Signal des Netzbetreibers nicht komplett ab, sondern reduzieren temporär die Leistung.

Wenn es zu einem Eingriff durch den Netzbetreiber kommt, steht Ihnen dennoch eine garantierte Leistungsuntergrenze von 4,2 kW zur Verfügung. Die entspricht einer Heizleistung von etwa 12kW, die für ca. 90 Prozent der deutschen Halshalte ohne Komforteinbußen ausreicht. Zudem ist die vorsorgliche Steuerung durch den Netzbetreiber als Übergangslösung auf maximal zwei Stunden pro Tag begrenzt. Das ist weniger als die möglichen Sperrzeiten in aktuellen Wärmepumpenstrom-Tarifen (bis zu dreimal zwei Stunden pro Tag).

Quelle: [Stiebel Eltron](#)

Blick auf den Markt: § 14a oft Elefant im Raum

Blitzlicht Hersteller von Wärmepumpen

Direkte Ansteuerung der Wärmepumpe mit EVU-Kontakt. ✓

Dieser Kontakt ist ein ansteuerbarer An- und Ausschalter und war **bislang der Standard**. Das heißt, die Leistung der Wärmepumpe kann nicht gedimmt werden, sondern sie wird im Bedarfsfall abgeschaltet. Entweder vollständig oder nur die Zusatzheizung, die ein Teil der Wärmepumpe oder ein separates Gerät sein kann. Eine Abschaltung ist aber maximal für zwei Stunden pro Tag und nur im Notfall erlaubt. Die Digitalisierung des Stromnetzes soll die Abschaltung in Zukunft zugunsten eines regelbaren Leistungsbezugs ablösen.

Direkte Ansteuerung der Wärmepumpe über EEBUS. ✓

Im Gegensatz zum EU-Kontakt erlaubt die EEBUS-Schnittstelle eine exaktes Herunterregeln, das „Dimmen“ der Leistungsaufnahme. Ist nur eine Wärmepumpe angeschlossen, steht immer eine Leistung von mindestens 4,2 kW zur Verfügung. Sind mehrere Wärmepumpen in Kaskade angeschlossen, wie zum Beispiel bei Mehrfamilienhäusern, ist die Mindestleistung höher. **Vaillant empfiehlt den Anschluss der Wärmepumpe über EEBUS**, denn Sie als Anwender haben in Verbindung mit der myVAILLANT-App noch viele > weitere Vorteile.

Indirekte Ansteuerung der Wärmepumpe über ein Energiemanagement-System. ✓

Hierbei sind Wärmepumpen und alle weiteren steuerbaren Verbrauchseinrichtungen, einer Steuer- und Regeleinrichtung vorgeschaltet – das Energiemanagement-System (EMS). Sollte im Ausnahmefall der Netzbetreiber diese dimmen, können Sie über das EMS vorgeben, wie die verfügbare Leistung auf die dahinter angeschlossenen Geräte verteilt werden soll. Besteht nur geringer Heizbedarf, und z. B. Ihr E-Auto soll schnell geladen werden, können Sie die verfügbare Gesamtleistung entsprechend dieser Priorität aufteilen. Ein EMS ist eine externe Regeleinheit, die nicht Teil der Wärmepumpe ist. Die meisten EMS sind gemäß BEG EM förderfähig.

Quelle: [Vaillant](#)

Blick auf den Markt: § 14a oft Elefant im Raum



Blitzlicht Hersteller von Wallboxen

KEBA KeContact-Wallboxen erfüllen das Kriterium

Um die geforderte Steuerbarkeit sicherstellen zu können, braucht es die Konnektivität der Ladestation. Die KEBA KeContact-Wallboxen sind gleich für mehrere Arten der Steuerung ausgerüstet: Sie bieten die branchenüblichen Schnittstellen wie den potenzialfreien Kontakt X1, Modbus TCP und bei der KeContact P30 x-series, der Dienstwagen-Wallbox, der PV-Edition bzw. der neuen Produktgeneration KeContact P40 zudem OCPP an. Ab der nächsten Software Version 1.18 kann auf der KeContact P30 bei entsprechender Konfiguration der DIP-Switches, beim Öffnen oder Schließen des Freigabekontaktes X1, der verfügbare Ladestrom auf 0A oder 6A EnWG konform reduziert werden. Bis inkl. Software Version 1.17.1 war dieser mit 8A definiert. Bei der P40 wird die Definition des Ladestroms über den X1 in 1A-Schritten genau möglich sein.

Quelle: [Keba](#)

Blick auf den Markt: § 14a oft Elefant im Raum

SENEC

Blitzlicht Hersteller von Energiemanagementsystemen



Alle gridBox Versionen erfüllen die im Beschluss BK6-22-300 definierten Anforderungen an ein EMS und können gesetzeskonform eingebaut und genutzt werden.

gridX §14a EnWG konform.

Die gridBox erfüllt alle Anforderungen eines Energie-Management-Systems (EMS), um Netzbetreibersignale zur notfallbedingten, netzorientierten Steuerung "behind-the-meter" zu empfangen und die angeschlossenen Steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (SteuVe) gesamthaft zu steuern.

Datum: April 2024

Quelle: [gridX](#)



Abb.: gridBox 5.0

Diese gridBox Versionen sind §14a-konform:

- gridBox 5.0
- gridBox 4.5s
- gridBox 4.5
- gridBox 4.0
- gridBox Edge
- gridBox Edge Atom

Blick auf den Markt: § 14a oft Elefant im Raum

Unsere aktuelle Wahrnehmung ist:

1

Viele Hersteller haben weiterhin eine abwartende Haltung bei der Umsetzung von § 14a EnWG eingenommen.

2

Hersteller von SteuVE ohne HEMS scheinen das Thema ebenfalls eher zu meiden bzw. kommunizieren dazu nicht proaktiv.

3

Entsprechend selten ist bisher erkennbar, dass Marktbegleiter das Thema § 14a & HEMS aktiv selbst besetzen.

4

Vor allem dedizierte HEMS-Hersteller besetzen das Thema zusehends.

So, und wie machen wir das bei SENECE?



Umsetzung der § 14a-SteuVE-Anbindung im SENECE.PowerPilot

1

Bereits umgesetzt

§ 14a-Abschalten der SteuVE über HEMS und Signal-Eingang über Relaiskontakte (DI) von FRE / SB / CLS-Gateway

- > Konformität mit regulatorischem Rahmen gegeben
- > Verringerter Verdrahtungsaufwand für Installateur

2

Aktuell in Umsetzung

§ 14a-Dimmen der SteuVE über HEMS und Signal-Eingang über Relaiskontakte (DI) von FRE / SB / CLS-Gateway

- > Mehrwert der Produktlösung EMS-Ansteuerung für Kund:in erlebbar

3

Zukünftig

§ 14a-Dimmen der SteuVE über HEMS und Signal-Eingang über Relaiskontakte (DI) oder Digitalschnittstelle von SB / CLS-Gateway

- > Komplexitätsreduktion der Produktlösung EMS-Ansteuerung für Fachbetriebe und Kund:in erlebbar

§ 14a wird in der Übergangszeit eigene physische Schnittstellen erforderlich machen

Schnittstellen stellen Hersteller vor Herausforderungen: Welche Schnittstellen und wie viele? Sonderlösung für deutschen Markt notwendig?

Erwartete „Evolution der Schnittstellen“:



Übergangslösungen zur Bereitstellung von ausreichend Relaiskontakten für alle aktuell verwendeten Ansteuermöglichkeiten:
Einspeisesteuerung, Verbrauchersteuerung, SG-Ready-Wärmepumpensteuerung -> alles Relais-Kontakte

Dedizierte HEMS-Gateways mit ausreichend physischen Schnittstellen für alle Übergangslösungen

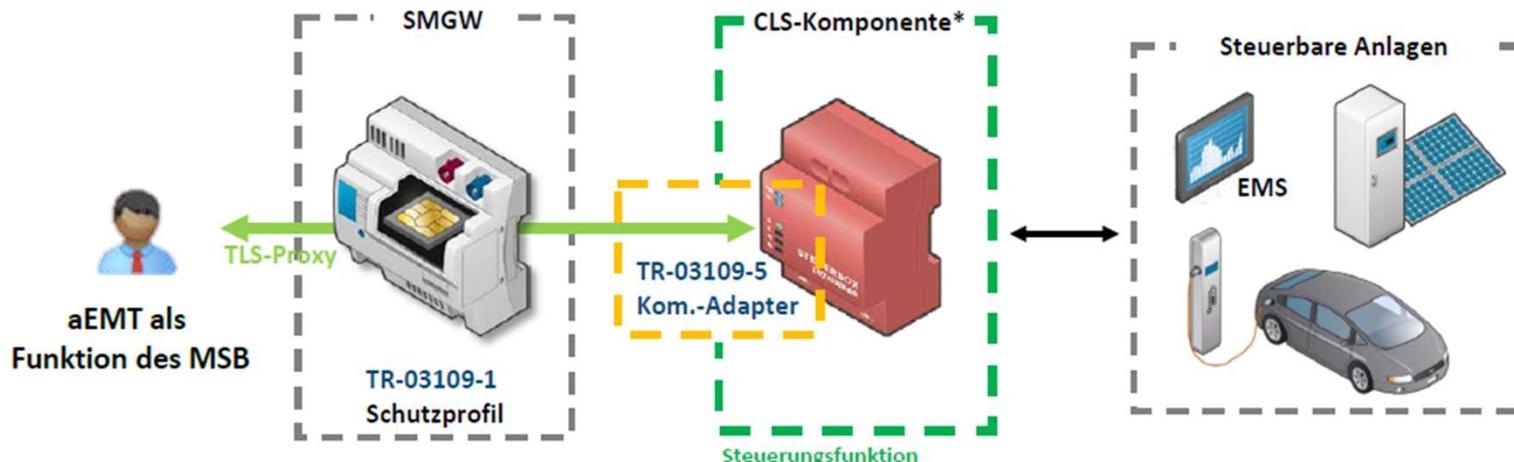
Reduktion der Komplexität und Standardisierung führen zu weniger physischen Schnittstellen

Tolle, sehr digitale Zukunft

Anbindung HEMS an SMGW

Variante 1

Bereits spezifizierte Architektur mit „zusätzlicher CLS-Komponente“



Kommunikationsanbindung zwischen EMS, CLS-Komponente und CLS (SteuVE) bleibt HEMS-Hersteller überlassen.

Varianten:

1. Proprietär
2. Standards (SunSpec, EEBUS)

Quelle: Zielbild des BSI-Impulspapiers Steuerung mit Nachweisführung im SMGW vom 30.08.2024

Lösung mit Branche erarbeitet, definiert durch die erforderlichen TR & PP, aktuell in Entwicklung / Umsetzung

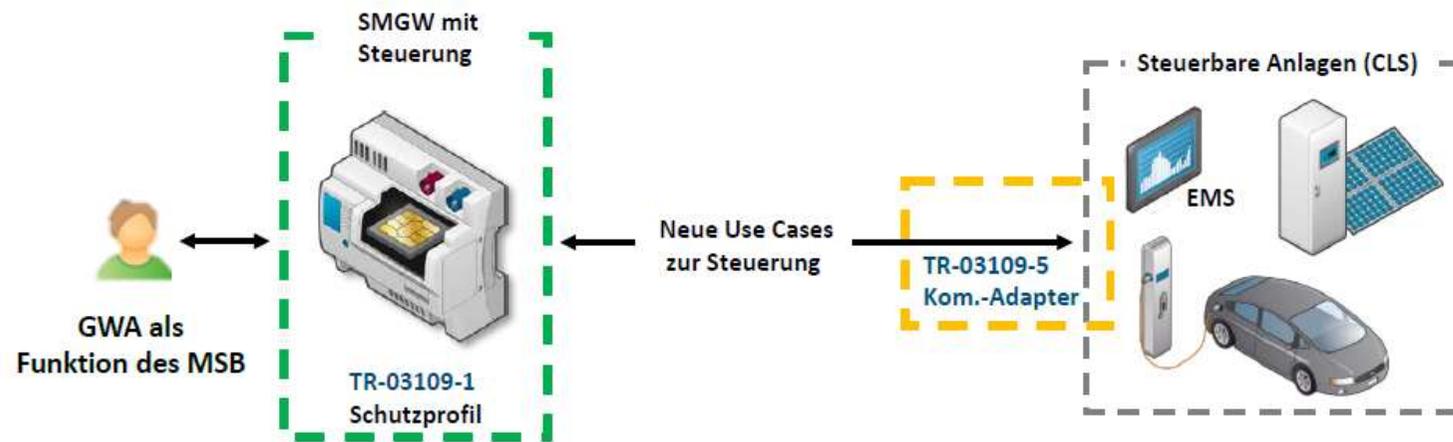
Varianten:

1. CLS-Komponente als separate Hardware z.B. in Form einer Steuerbox (siehe Lastenheft 1.4) oder eines CLS-Gateways (z.B. PPC) oder eines Mehrwertmoduls (z.B. Theben SE)
2. CLS-Komponente als Bestandteil eines SMGW

Anbindung HEMS an SMGW

Variante 2

Aktueller BSI-Impuls und mögliche Alternative Steuerung mit Nachweisführung im SMGW



Kommunikationsanbindung zwischen SMGW und EMS wird durch SMGW-Regulierung bestimmt

BSZ kann als Markteintrittsbarriere wirken, zu höheren Verbraucherpreisen führen und erhöht die Komplexität bei Herstellern von EMS & CLS in Branchen, die aktuell stark unter Druck sind

Quelle: Zielbild des BSI-Impulspapiers Steuerung mit Nachweisführung im SMGW vom 30.08.2024

Aktuell in Konsultation / Diskussion

Implikationen:

1. mutmaßlich beschleunigte Sicherheitszertifizierung (BSZ) erforderlich für EMS (und CLS, falls kein EMS eingesetzt wird)
2. unklar, ob Alternative zu etablierter Architektur oder eigentliche Zielarchitektur

§ 14a und HEMS - Chancen & Risiken

Für den HEMS-Hersteller



Chancen

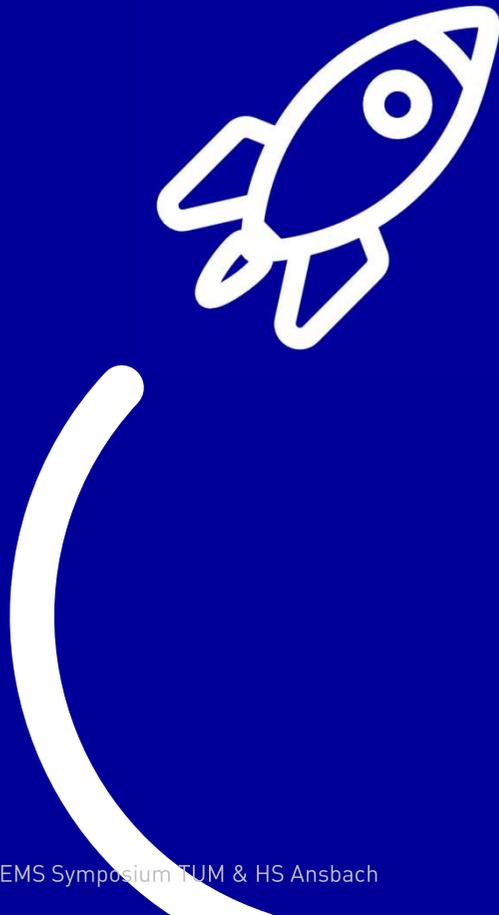
- Mehrwerte, die Attention & Zahlungsbereitschaft der Endkundin erhöhen:
 - weniger Komforteinbußen
 - mehr Transparenz
 - einfache Erfüllung der Nachweispflicht
 - geringerer Installationsaufwand
- Möglichkeit der Fachunternehmerbindung
- perspektivisch „Kommunikationsschnittstelle“ des VNB zum Anschlussnehmenden



Risiken

- Berücksichtigung regulatorischer Vorgaben
- Entwicklungsmehraufwände
- ggfs. Notwendigkeit einer Lizenzierung (je nach Aufbau der Kommunikationskette bzw. „HEMS-Träger-Hardware“)
- mehr „Verantwortung“ (insbesondere bei § 14a-EMS-Steuerung)

Zusammenfassung



SENEC

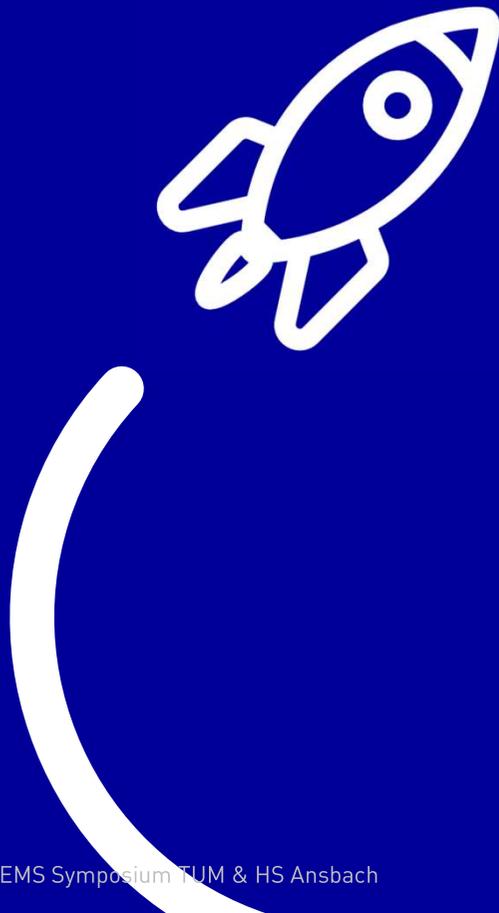
§ 14a grundsätzlich als Treiber für den Einsatz von HEMS: **HEMS als Dreh- und Angelpunkt im lokalen Energiesystem des Kunden**

Thema aber irgendwie immer noch eine heiße Kartoffel

Unklarheiten bzgl. der Kommunikationskette über die SMGW-Infrastruktur übertragen sich auf Hersteller von HEMS & SteuVE

Die Übergangszeit bedeutet Koexistenz von Kommunikationsschnittstellen und Kommunikationsketten und führen für Hersteller, Fachbetriebe und Endkund:innen zu Mehraufwänden.

Zusammenfassung



SENEC

§ 14a grundsätzlich als Treiber für den Einsatz von HEMS: **HEMS als Dreh- und Angelpunkt im lokalen Energiesystem des Kunden**

Thema aber irgendwie immer noch eine heiße Kartoffel

Unklarheiten bzgl. der Kommunikationskette über die SMGW-Infrastruktur übertragen sich auf Hersteller von HEMS & SteuVE

Die Übergangszeit bedeutet Koexistenz von Kommunikationsschnittstellen und Kommunikationsketten und führen für Hersteller, Fachbetriebe und Endkund:innen zu Mehraufwänden.

Aber: Das Thema lohnt sich. Eine gute Umsetzung ist ein entscheidender Beitrag zur erfolgreichen Energiewende im Verteilnetz.



Kontakt

Johannes Ruf

Produktmanager Heating Ventilation Air Conditioning (HVAC)

E-Mail: jo.ruf@enbw.com

SENEC GmbH
Wittenberger Str. 15
04129 Leipzig



Nutzung von dynamischen Stromtarife bei FENECON

HEMS – Symposium 2024

12.09.2024
Alexander Stöger

Stromspeicher & Energiemanagement für die 100% Energiewende

- Eigentümer-geführtes Familienunternehmen aus Niederbayern
- 2011 Gegründet als „Garagenfirma“
- >320 Mitarbeiter
- >140m EUR Umsatz
- Entwicklung komplett & Produktion teilweise in Deutschland
- Vom Heimspeicher bis multi-MWh-Großspeicher
- Open Source-basiertes Energiemanagementsystem



FENECON Stromspeichersysteme

Heim & Landwirtschaft - aktuelles Portfolio

FENECON

Home 10



8,8 – 66 kWh | 10 kW

FENECON

Home 20



14 – 168 kWh | 20 kW

FENECON

Home 30



14 – 168 kWh | 30 kW

FENECON Stromspeichersysteme

Commercial

FENECON Home Batterietürme
kombiniert mit einem KACO 92
Wechselrichter.

84 – 210 kWh | 92 kW



FENECON Stromspeichersysteme

Gewerbe & Industrie | Solarpark | Ladepark

Industrial S



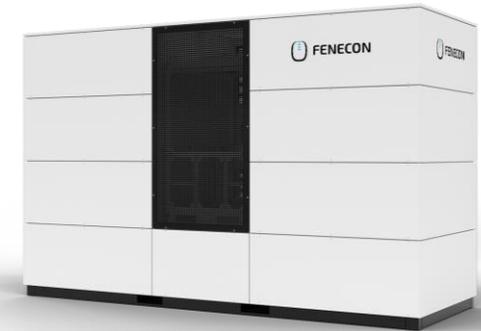
92 kW – 184 kW
82 kWh – 164 kWh

Industrial M



88 kW – 704 kW
246 kWh – 656 kWh

Industrial L



736 kW – multi-MW
1,3 MWh – multi-MWh

Über FENECON

Auszeichnungen 2023/2024

Top Innovator 2023



Entrepreneur Of The Year 2023



Jury-Preis in der
Kategorie
Nachhaltigkeit



Publikumspreis über
Manager Magazin
Online-Abstimmung

CarBatteryReFactory

Bayern, Deutschland und South-Carolina, USA

- Industrielle Produktionsstandorte für Großspeichersysteme auf Basis von Elektrofahrzeugbatterien
 - Ersatzteilbatterien (Zero-Life) -> Fahrzeughersteller
 - Obsolete (First-Life) -> Produkte
 - Gebrauchtbatterien (Second-Life) -> Speicherfarmen
- Kapazität: ca. 500 Großspeicher pro Jahr
- Produktion von Energiemanagementsystemen für Heim-, Gewerbe- und Industriespeicher



Bild: CarBatteryReFactory, Deggendorf



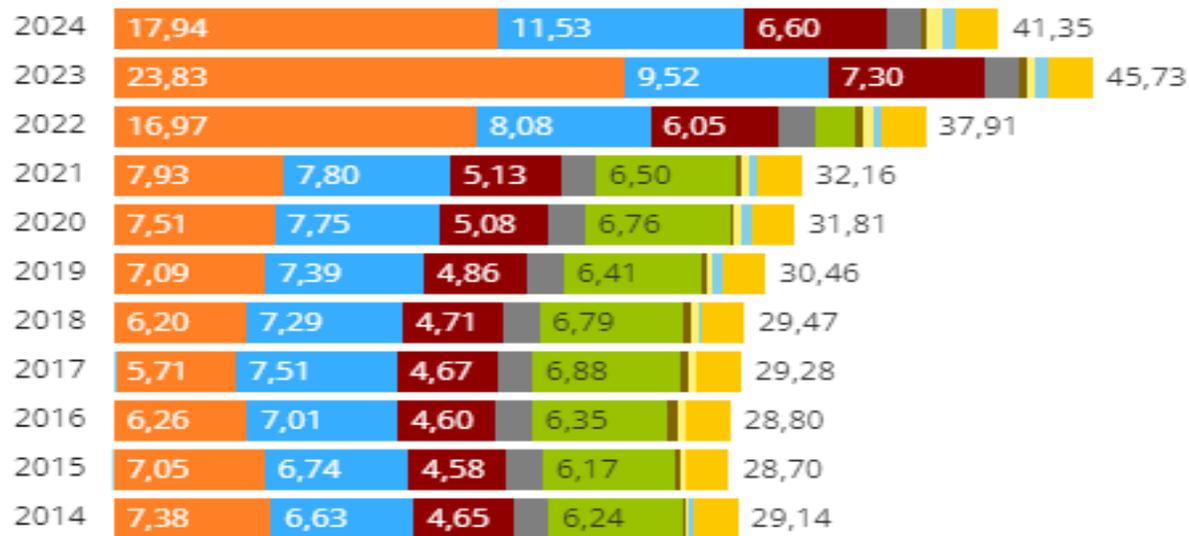
Bild: CarBatteryReFactory 2, Greenville

02

smartes Energiemanagement für dynamische Stromtarife in der Praxis



Private Haushalte



¹ EEG-Umlage entfällt ab 01.07.2022; 2022 Mischwert, 1. Hj. 3,72 ct/kWh

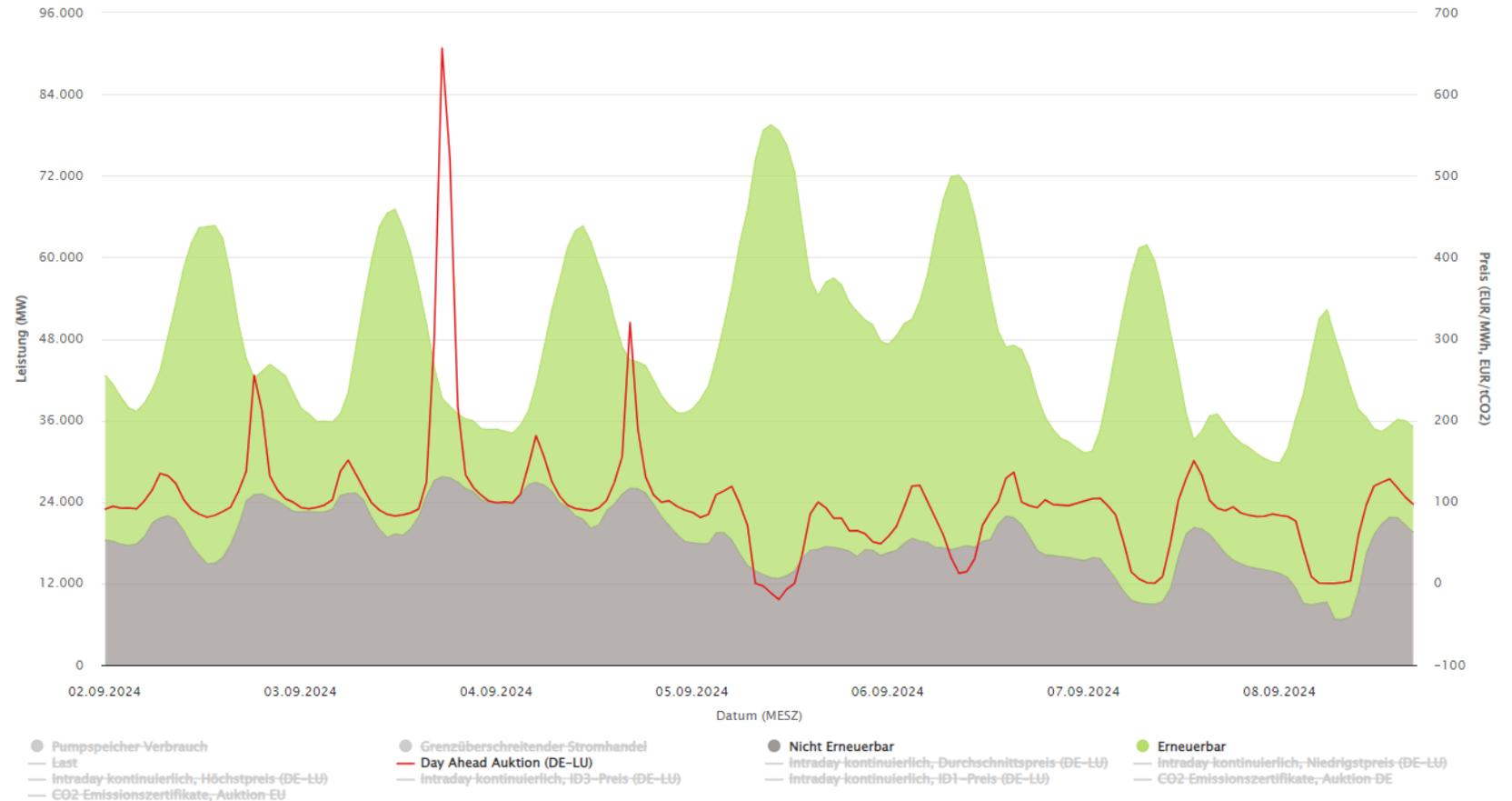
■ Beschaffung, Vertrieb
 ■ Netzentgelt inkl. Messung und Messstellenbetrieb
 ■ Mehrwertsteuer
 ■ Konzessionsabgabe
 ■ EEG-Umlage¹
■ KWK-Aufschlag
 ■ §19 StromNEV-Umlage
 ■ Offshore-Netzzulage
 ■ Umlage f. abschaltbare Lasten
 ■ Stromsteuer

Quelle: BDEW Strompreisanalyse Februar 2024

Stromproduktion und Verbrauch in Deutschland in Woche 36 2024

Kein Energieversorger kann sich einen gleichbleibenden Strompreis leisten

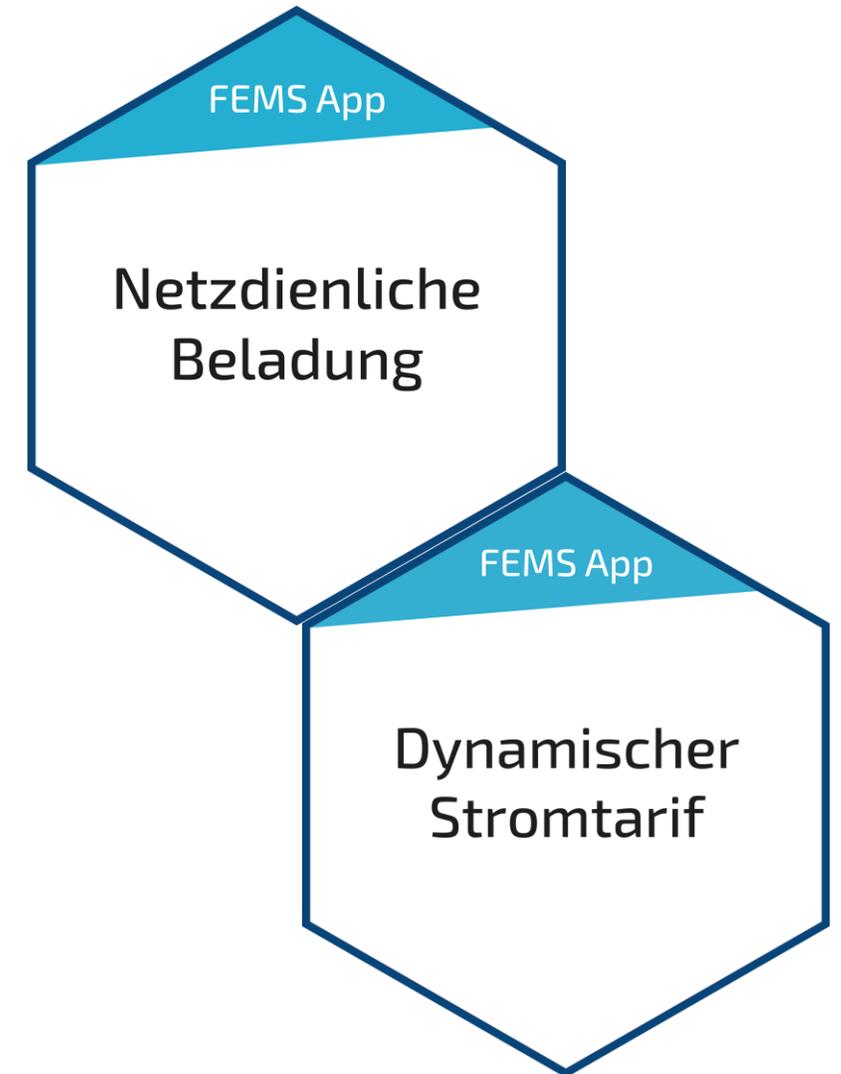
Stromproduktion und Börsenstrompreise in Deutschland in Woche 36 2024



Quelle: Fraunhofer ISE: www.energy-charts.de, Abruf vom 11.06.2024

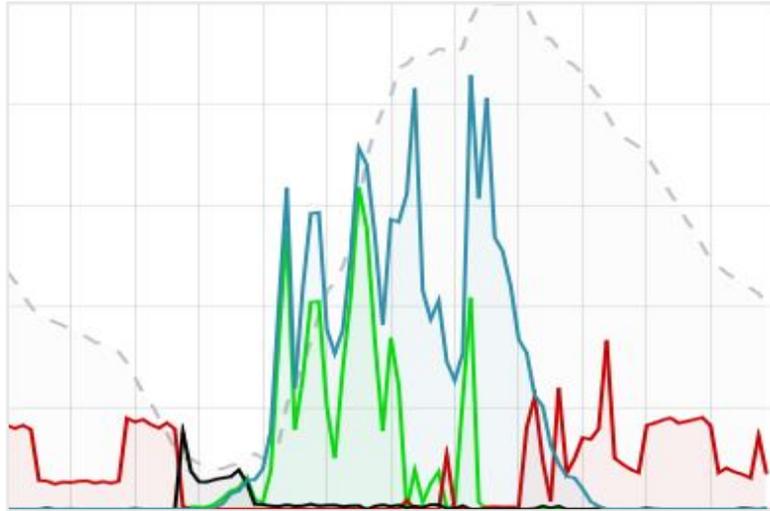
Eigenverbrauchsoptimierung 2.0

Der Innovationssprung zur nächsten Generation klassischer Eigenverbrauchsoptimierung



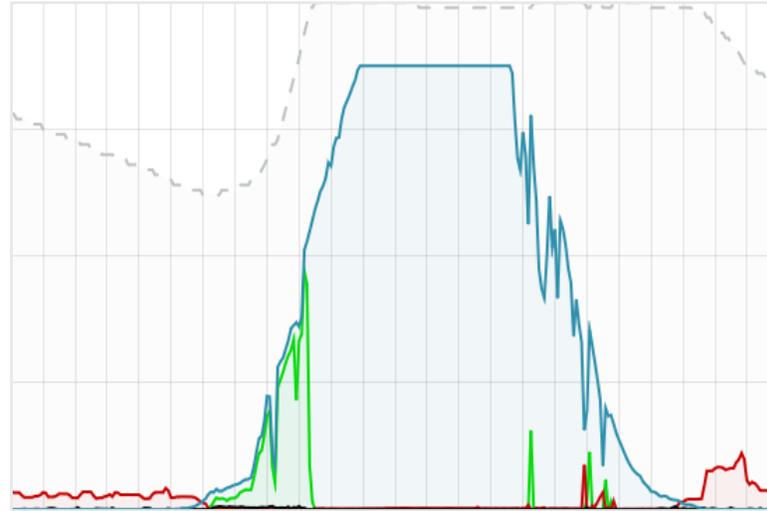
Klassische Eigenverbrauchsoptimierung

Zeitpunkt-Regelung am Netzanschlusspunkt („Nullausregelung“)



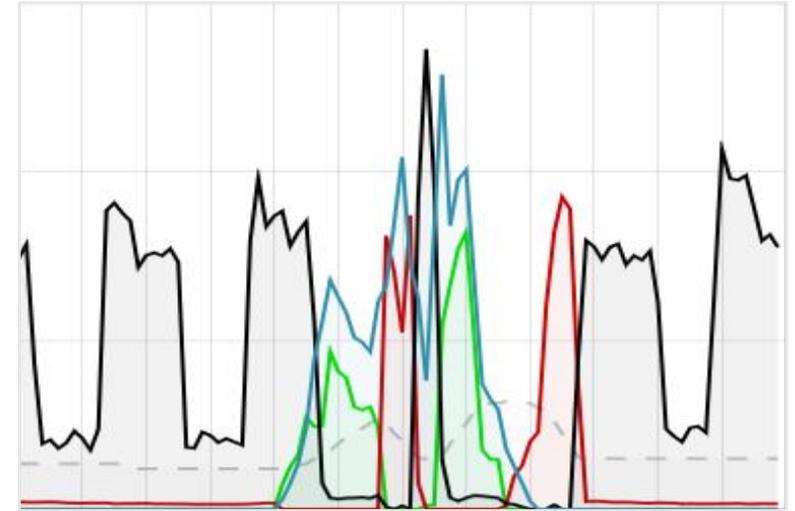
Spätfrühling/Frühherbst

- Optimal genutzt



Sommer

- Batterie kaum genutzt
- Netzüberlastung
- Abregelung der Einspeisung



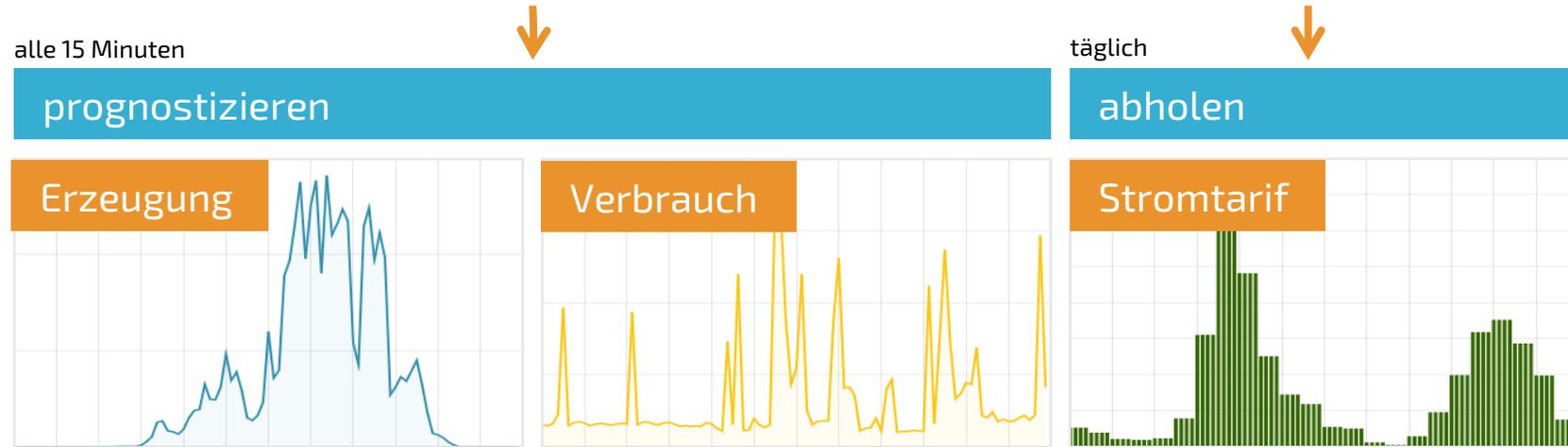
Winter

- Batterie kaum genutzt
- Reststrombezug zur ungünstigsten, teuersten Zeit
- Mögliche Dimmung des Netzbezugs (§14a EnWG)



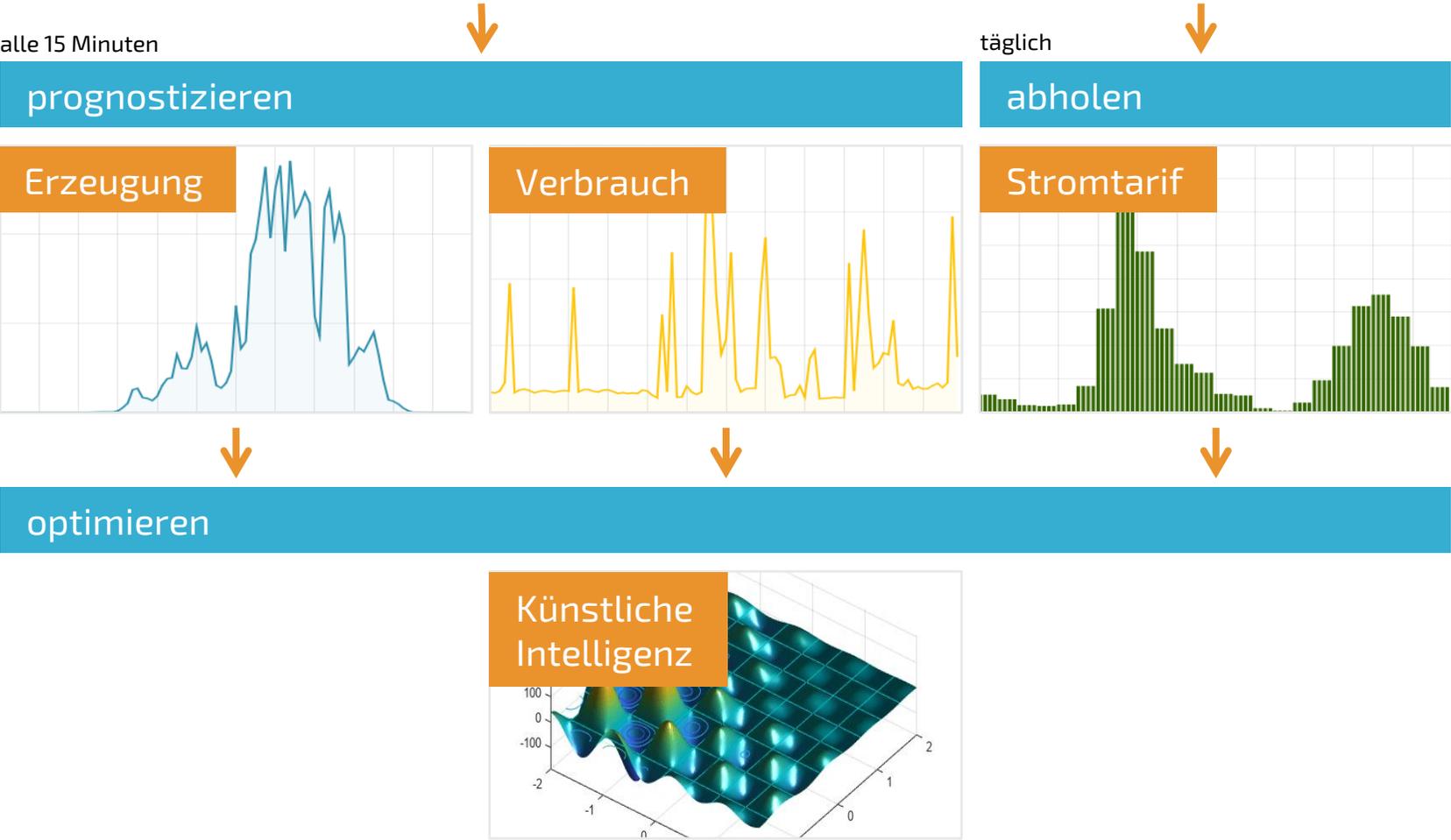
Eigenverbrauchsoptimierung 2.0

Zeitraum-Betrachtung im Energie-Plan



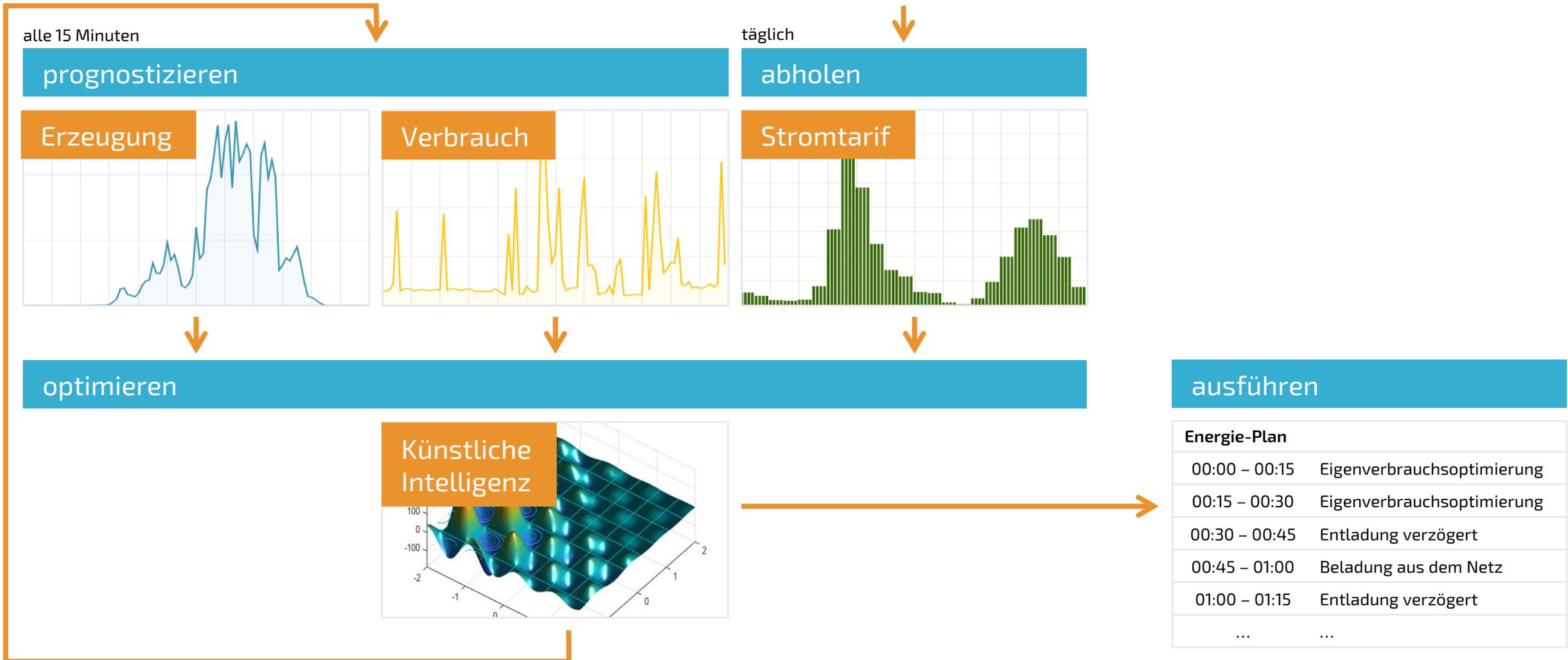
Eigenverbrauchsoptimierung 2.0

Zeitraum-Betrachtung im Energie-Plan



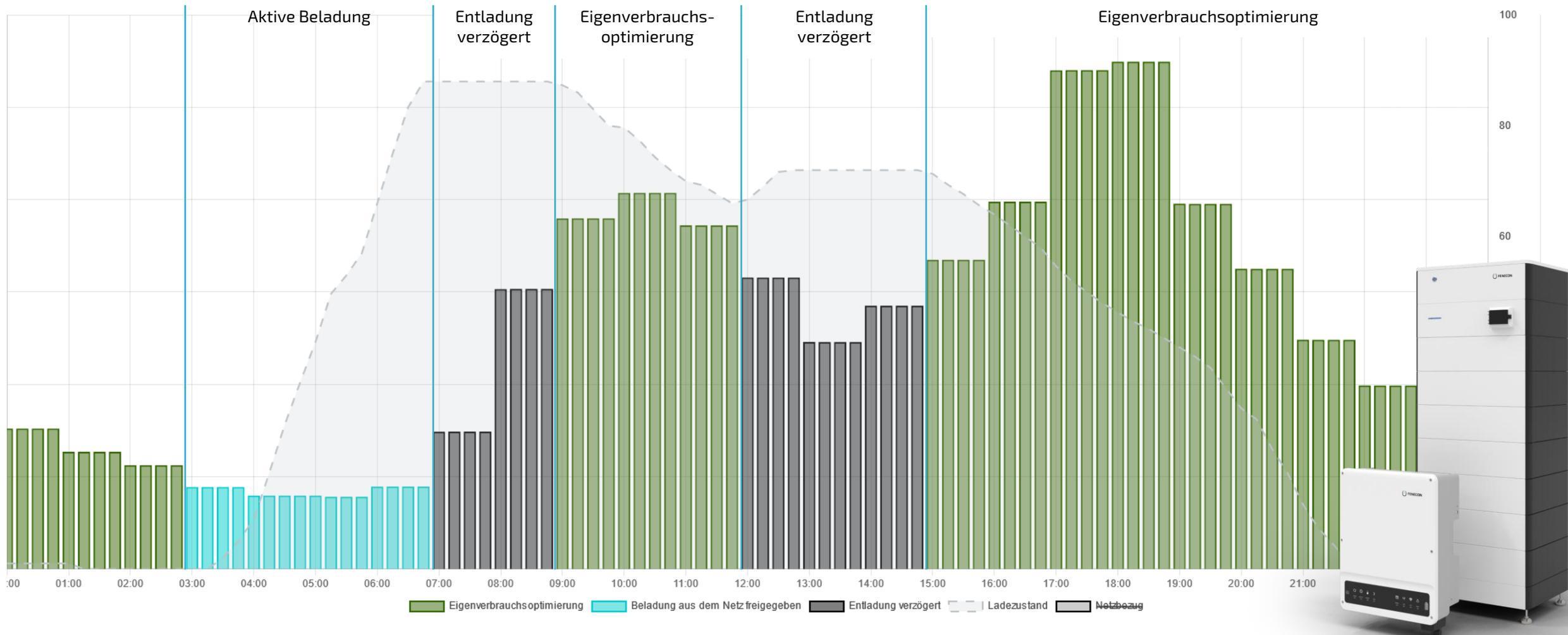
Eigenverbrauchsoptimierung 2.0

Zeitraum-Betrachtung im Energie-Plan

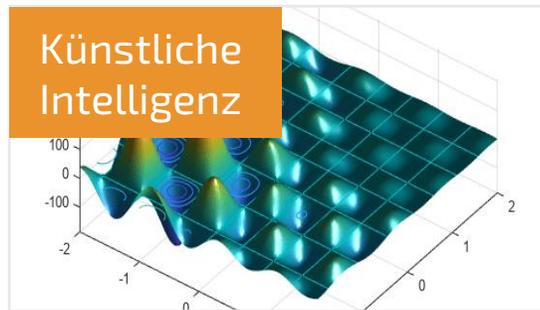


Optimaler Energie-Plan im Winter

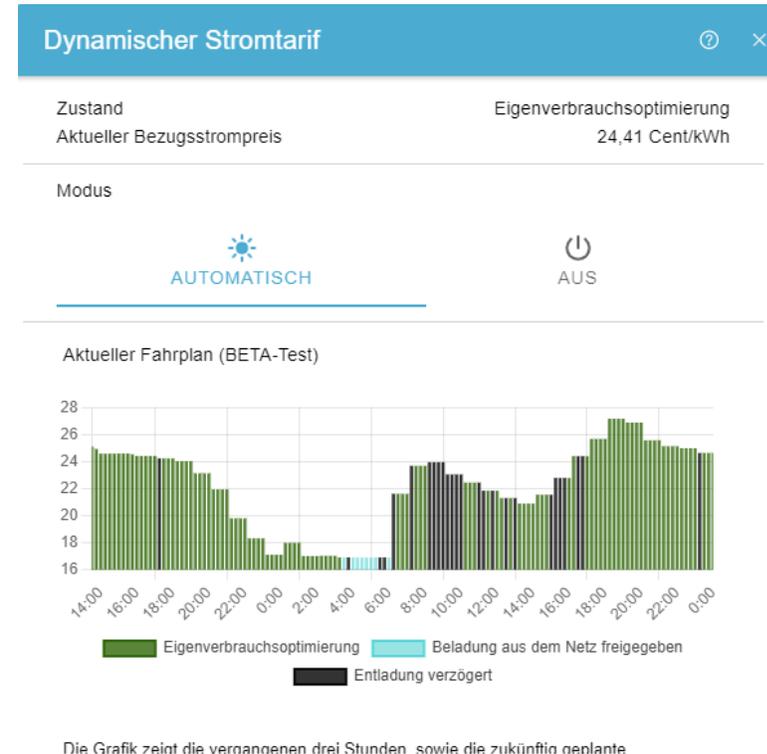
Minimale Reststromkosten & Entlastung des Netzes



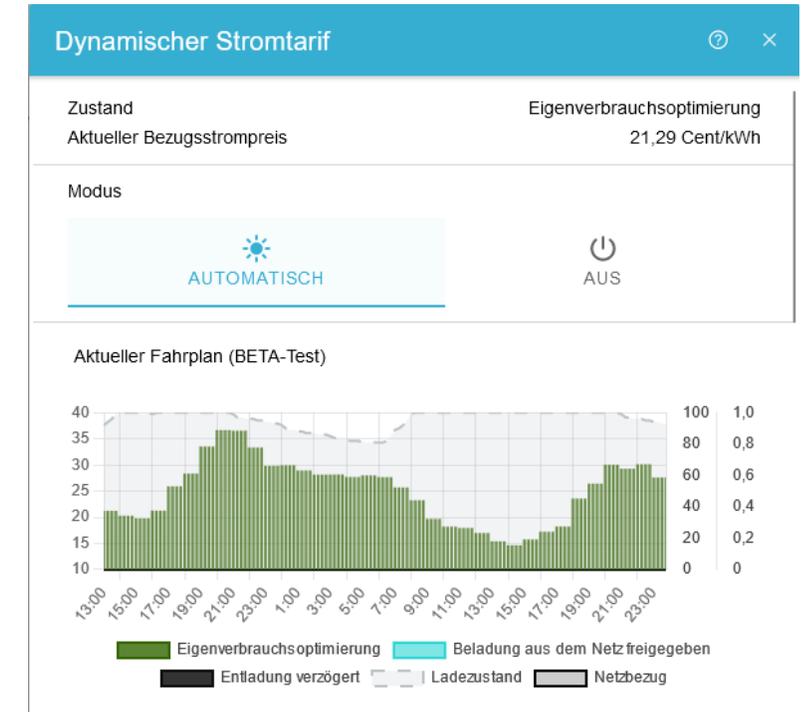
- Modus „**AUTOMATISCH**“
⇒ alles Weitere macht die KI



Winter



Sommer



Smart ist nicht:
Ein Schieberegler, der täglich neu eingestellt werden muss

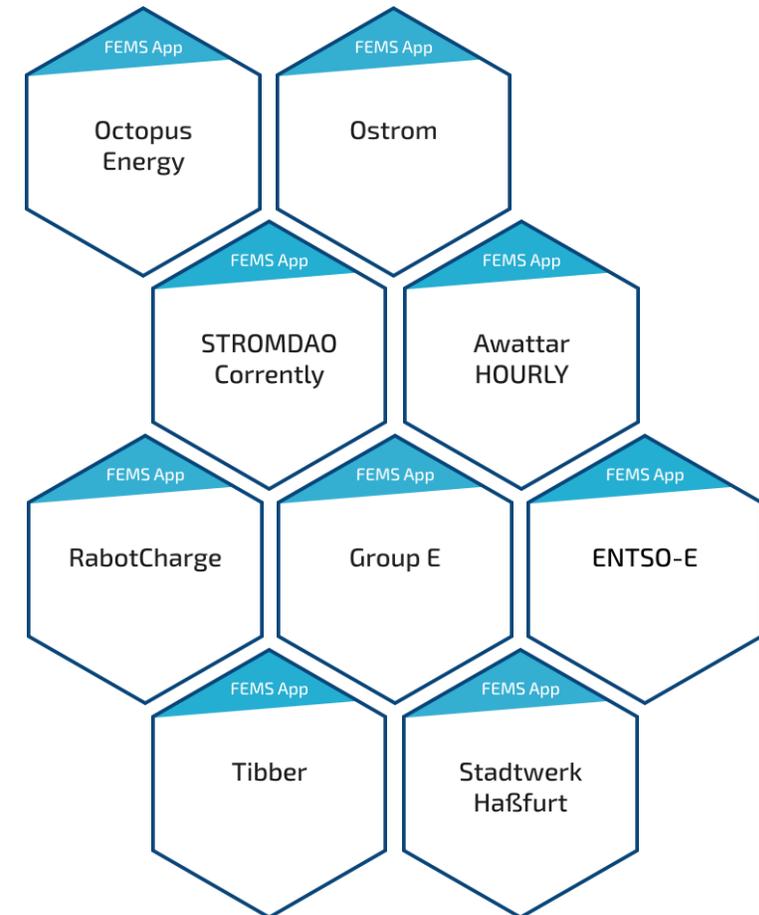
Unabhängigkeit des Energieversorgers

Der Kunde wählt den Energieversorger

Besonders günstig / grün / innovativ / lokal? (z. B. Stadtwerk)

- Umfangreichste Kompatibilität am Markt
- Alle bekannten Namen: Tibber, aWATTar, RabotCharge, Ostrom, Octopus Energy,...
- Innovative Anbieter
 - STROMDAO Corrently: Grünstromindex
 - Group E: dynamische Netzentgelte (Schweiz)
 - Stadtwerk Haßfurt: mit oder ohne Preisgrenze
- Kompatibel mit jedem Tarif mit Day-Ahead-Preisen der europäischen Strombörse
- Einfach und kostenfrei wechseln

Zum Stichtag deinstallieren Sie einfach die bisherige App und installieren kostenfrei die App für Ihren neuen Anbieter



Vorteile der FEMS App Dynamischer Stromtarif

Vollautomatischer
Betrieb

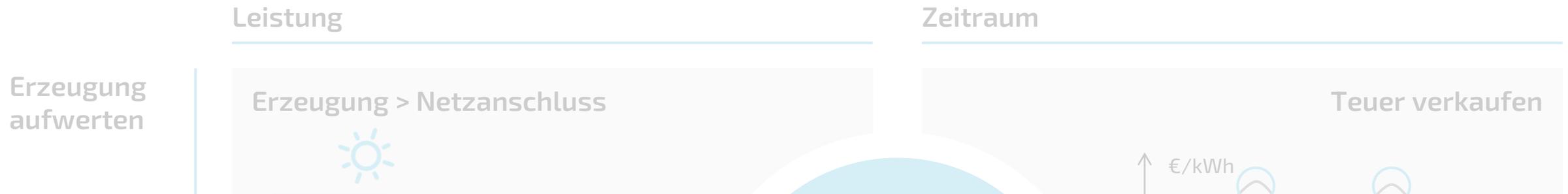
Sie behalten Ihre
Unabhängigkeit

Einmaliger Kauf:
kein Abonnement &
lebenslange
Updates

OpenEMS
Community

Energy Journey





„Energiemanagement und Speicher an jedem Netzanschluss – die Energy Journey aktiv gestalten“, Franz-Josef Feilmeier (2022)

frei nach „A Computer on every desk and in every home“ von Bill Gates (1980)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

FENECON GmbH
Brunnwiesenstr. 4, 94469 Deggendorf, Germany
+49 9903 6280-0 | info@fenecon.de | www.fenecon.de

