Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage

F. Heimgärtner[1], B. Nold[2], F. Truckenmüller[2], M. Menth[1]

[1] Universität Tübingen, Lehrstuhl Kommunikationsnetze
[2] Hochschule Reutlingen, Reutlinger Energiezentrum

Inhalt

1. Reutlinger Energiezentrum
2. Strommarkt und Virtuelle Kraftwerke
3. Demonstratorprojekt
4. Aufbau, Kommunikation und Steuerung
5. Anlagen, Teilnehmer und Digitale Zwillinge
6. Lastmanagement mit Elektrofahrzeugen

Reutlinger Energiezentrum (REZ)
- ein Lehr- und Forschungszentrum

DEMONSTRATOR
Virtuelles Kraftwerk
Neckar-Alb

1. Ausbildung:

Masterstudiengang: „Dezentrale Energiesysteme und Energieeffizienz“

2. Angewandte Forschung:

12 forschende Professoren

Fakultäten Technik, Angewandte Chemie und ESB Business School

Praxislabore:

- Demonstrator Virtuelles Kraftwerk
- Prüfstand Kraft-Wärme Kopplung
- Distributed Ledger Technology
- Stromnetzsimulator

3. Gesellschaftliche Entwicklung:

Beratung, Austausch, Veranstaltungen

Finanzierung durch:

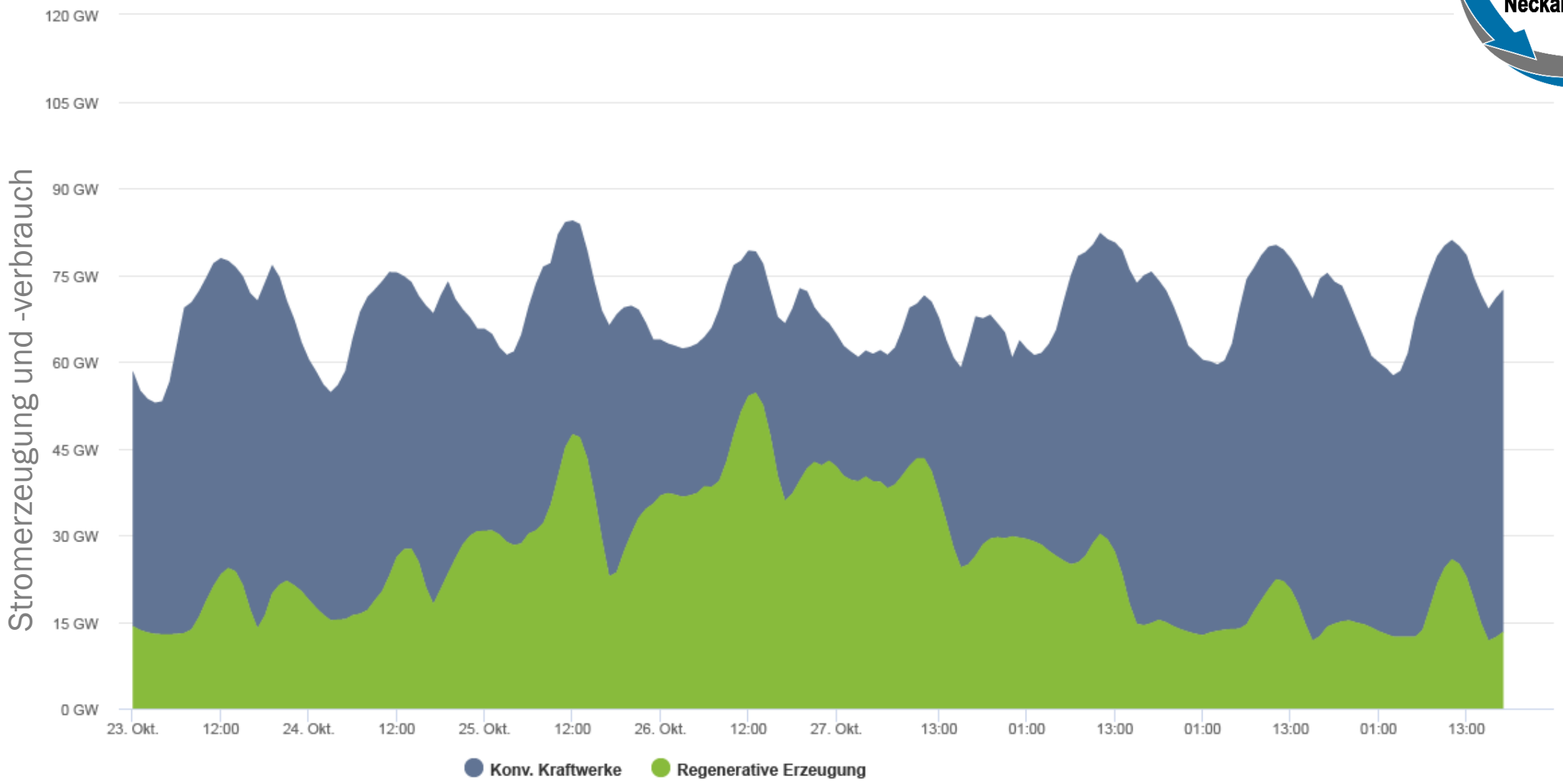
Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

KSG Karl Schlecht Stiftung

BKW

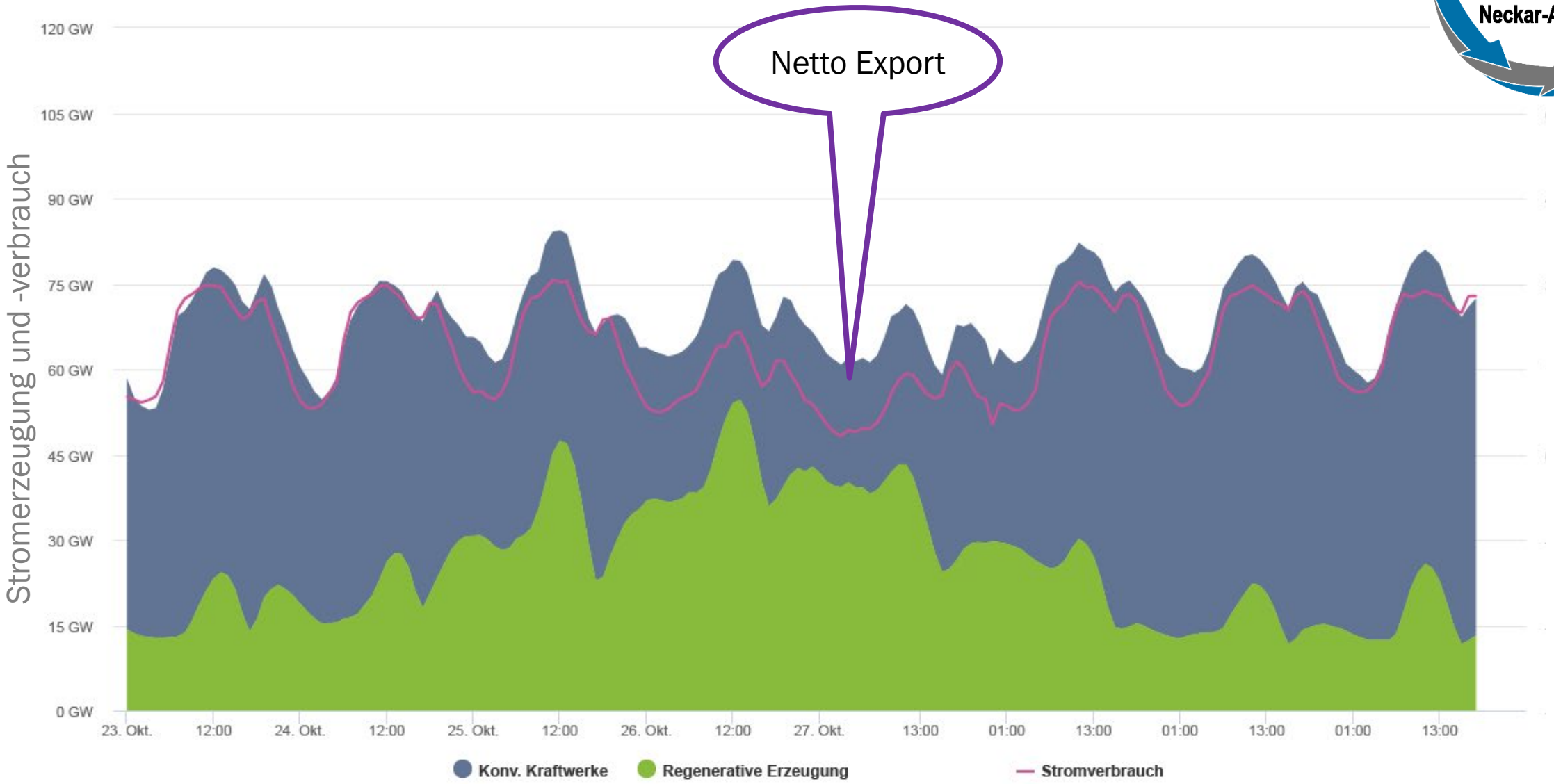
& Projektmittel

Stromerzeugung letzte Woche in Deutschland



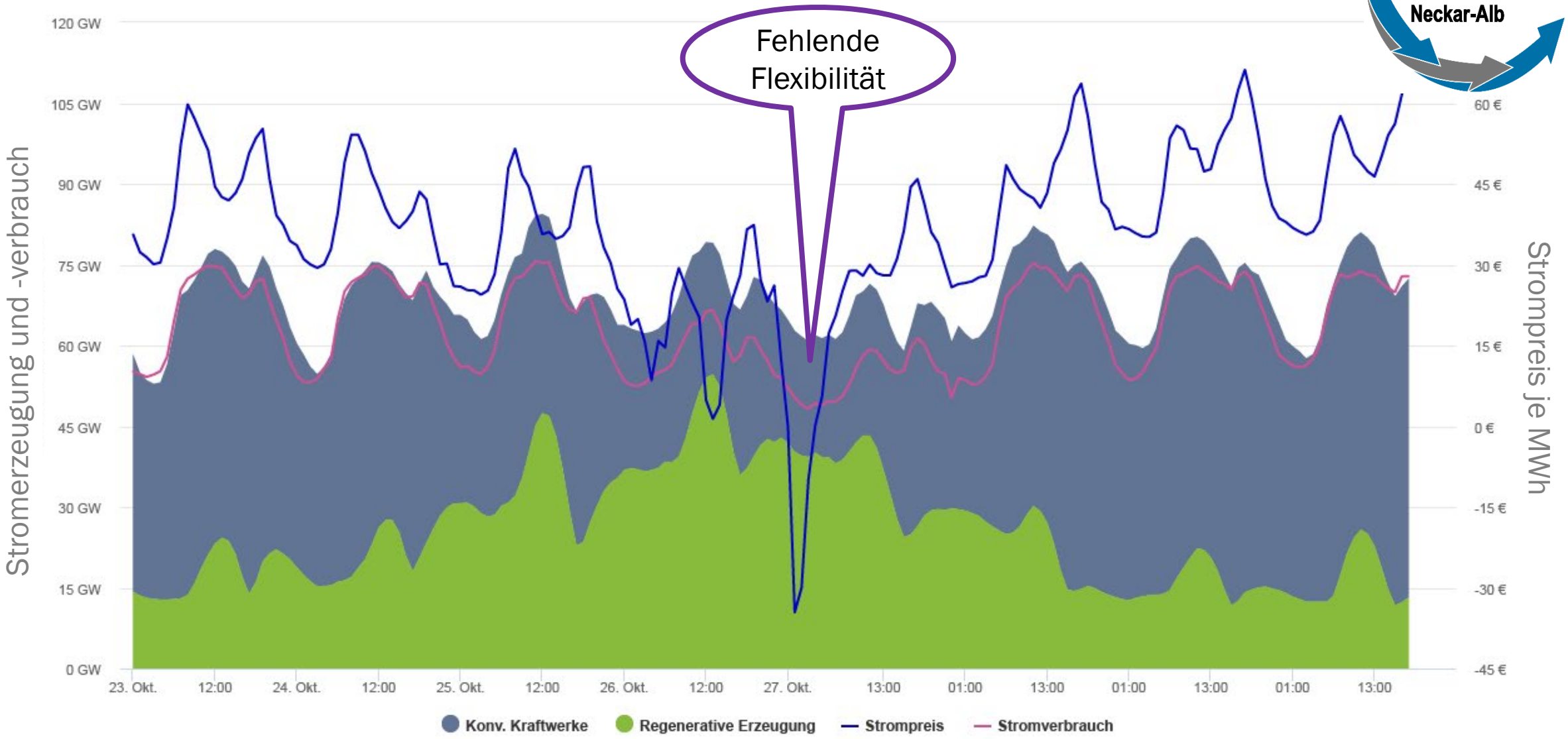
Agora Energiewende; Stand: 30.10.2019, 19:30

Erzeugung und Verbrauch



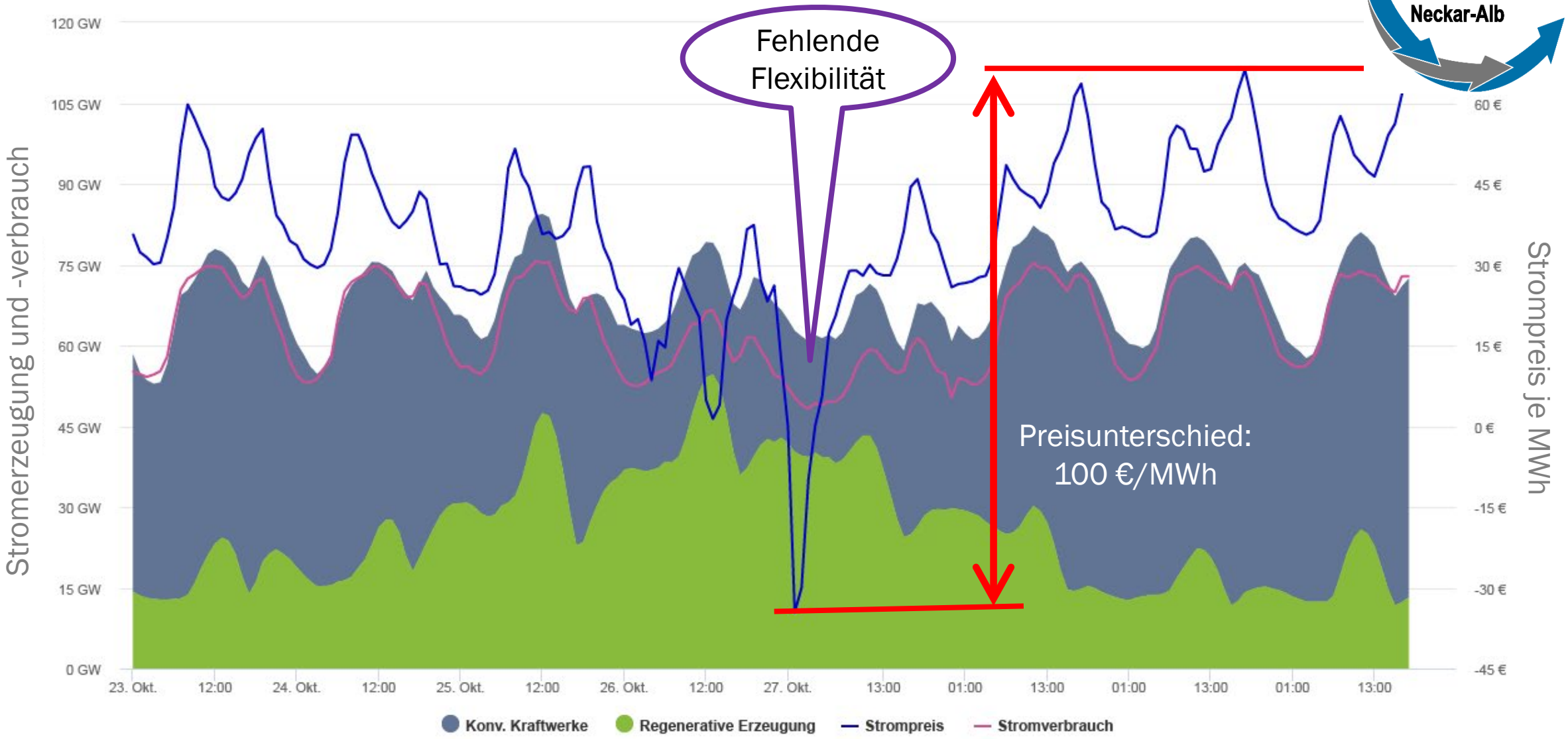
Agora Energiewende; Stand: 30.10.2019, 19:30

Strompreis (day ahead)



Agora Energiewende; Stand: 30.10.2019, 19:30

Strompreis (day ahead)



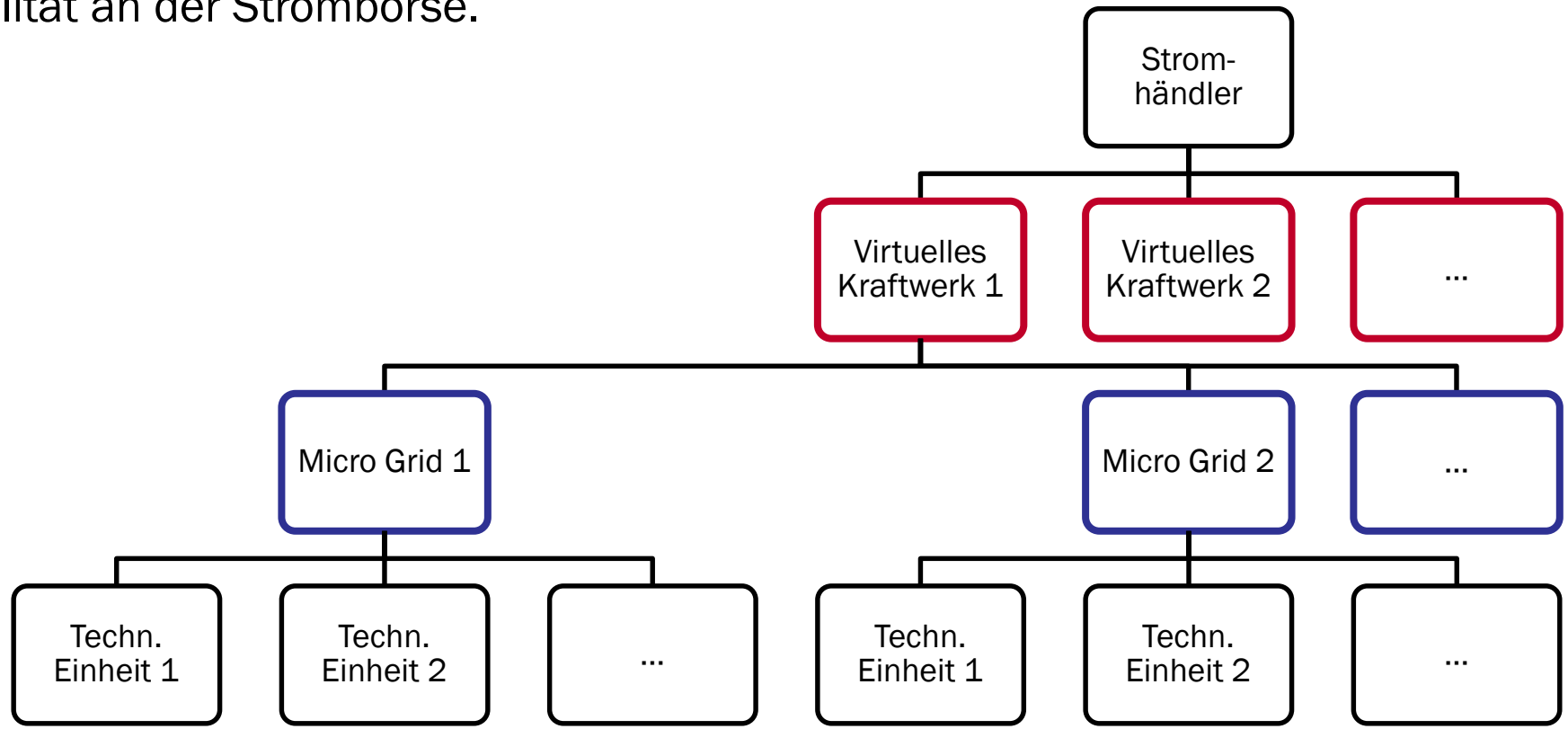
DEMONSTRATOR Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb

Agora Energiewende; Stand: 30.10.2019, 19:30

Virtuelle Kraftwerke

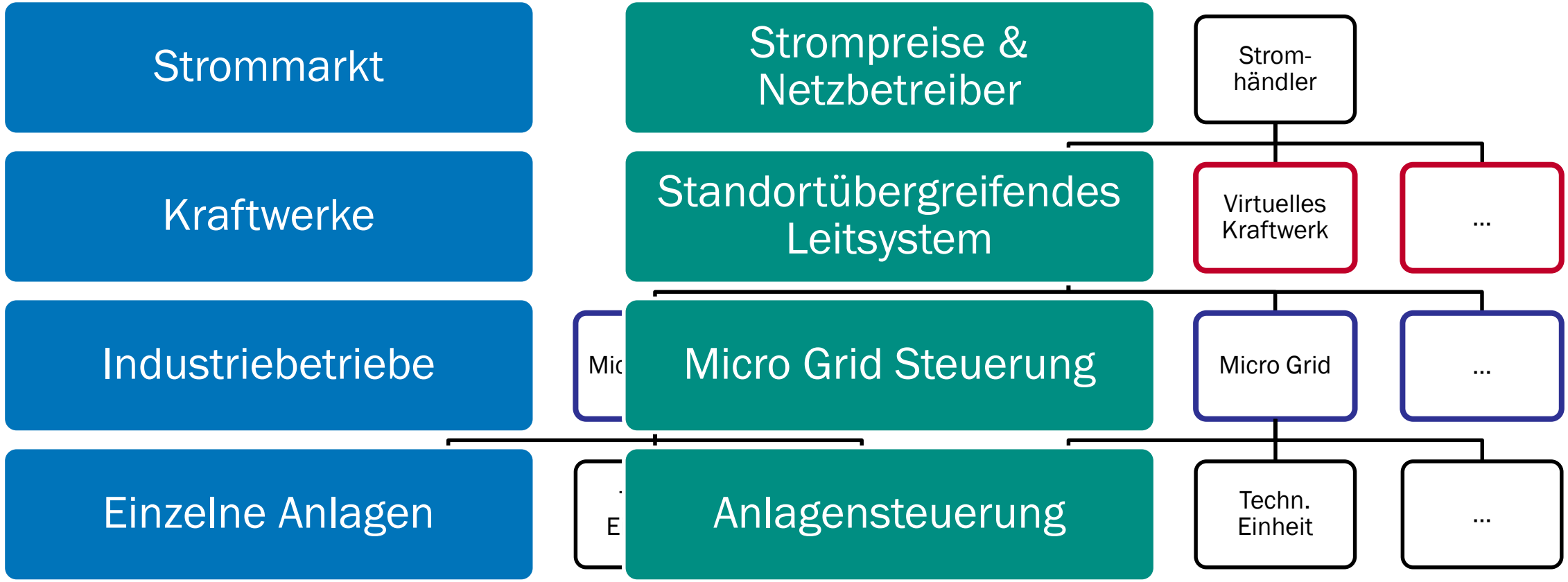
Bündeln die Leistung dezentraler Energieanlagen.

Vermarkten ihre Flexibilität an der Strombörse.



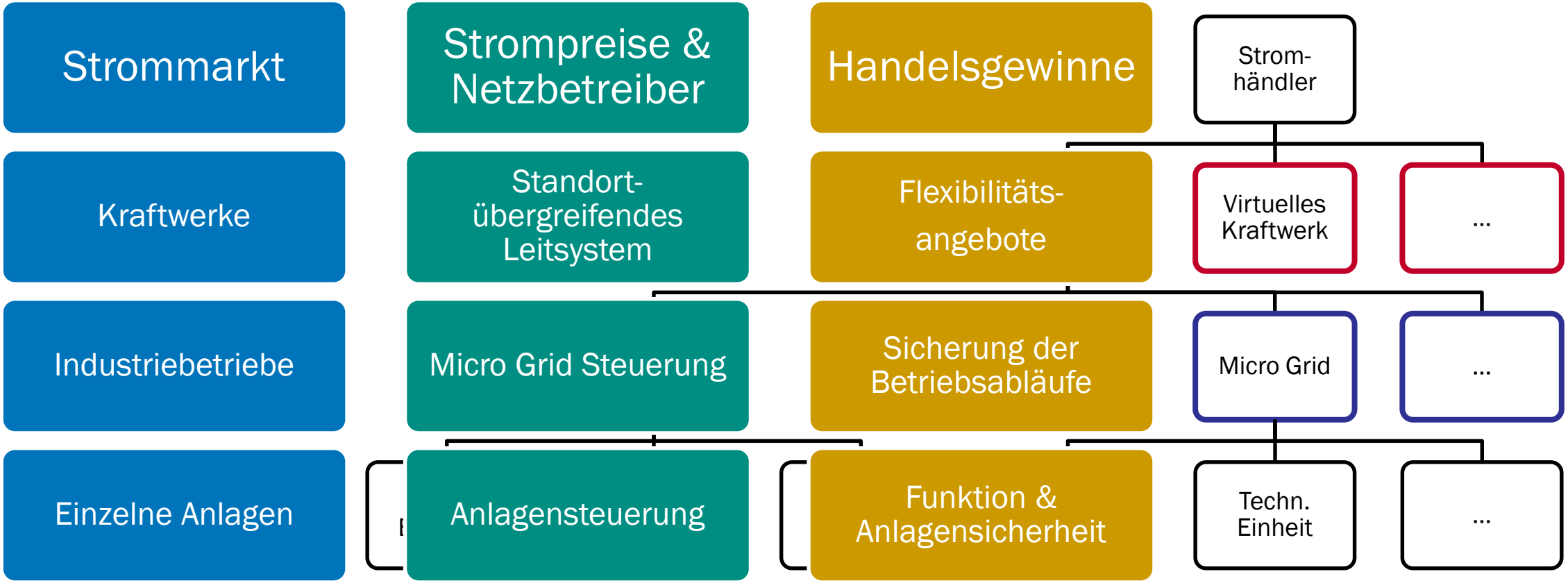
Ebenen in Virtuellen Kraftwerken

Steuerebenen in Virtuellen Kraftwerken



B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

Verantwortung im Virtuellen Kraftwerk



Demonstrator
Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb

Aufbau und Betrieb eines Virtuellen Kraftwerks am REZ

Demonstrations- und Versuchsanlage für:

- Technische Umsetzung und Anwendungen in der Industrie
- IT-Sicherheit
- Sektor Kopplung, Fahrplanabstimmung und Optimierung
- Aus- und Weiterbildung

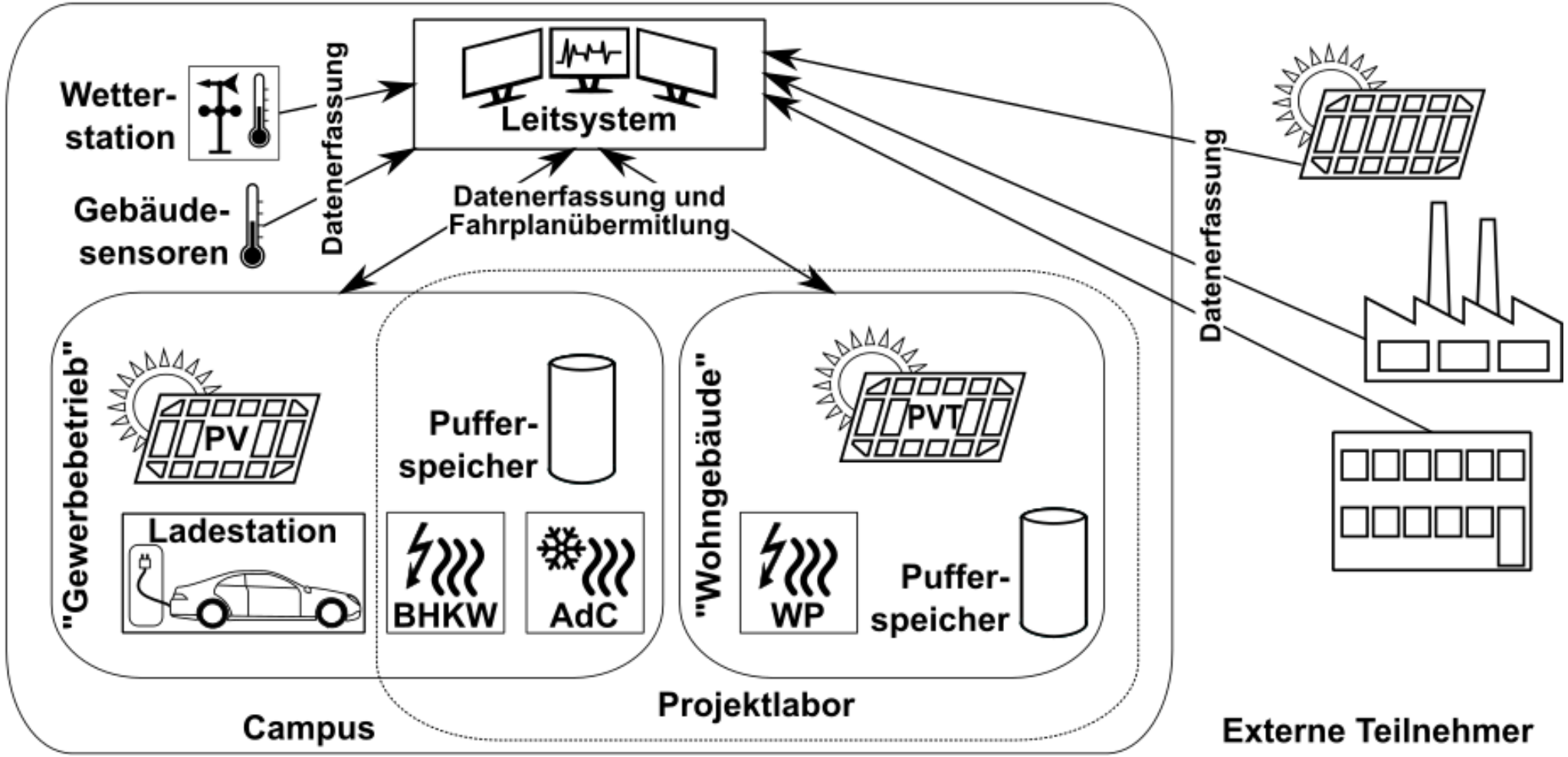
Förderung durch das Land Baden-Württemberg:
„Demonstrationsprojekte Smart Grids und Speicher“

Projektlaufzeit:
2015 bis 2019

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

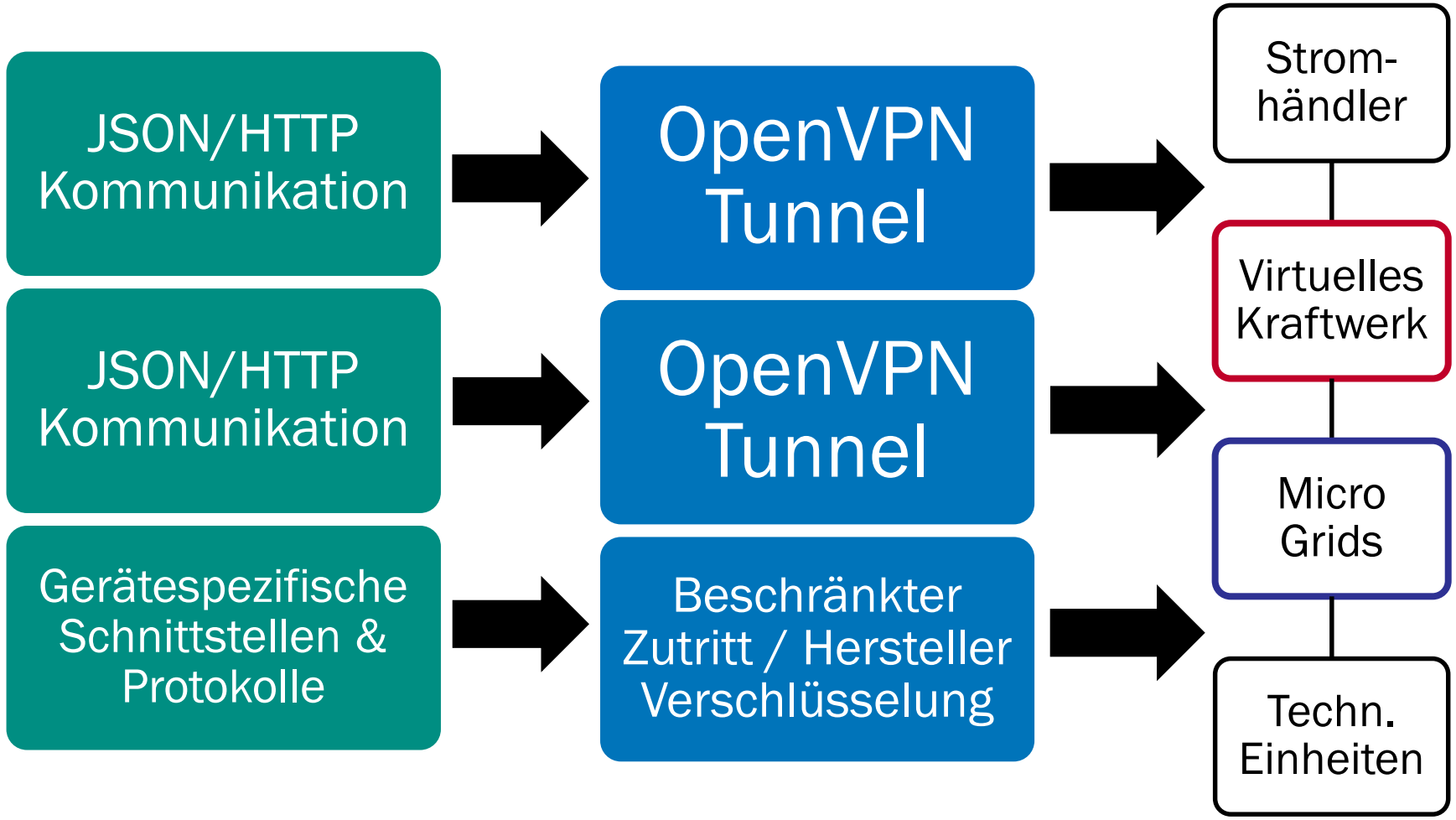
Eröffnung im Februar 2018

Kommunikation im Demonstrator



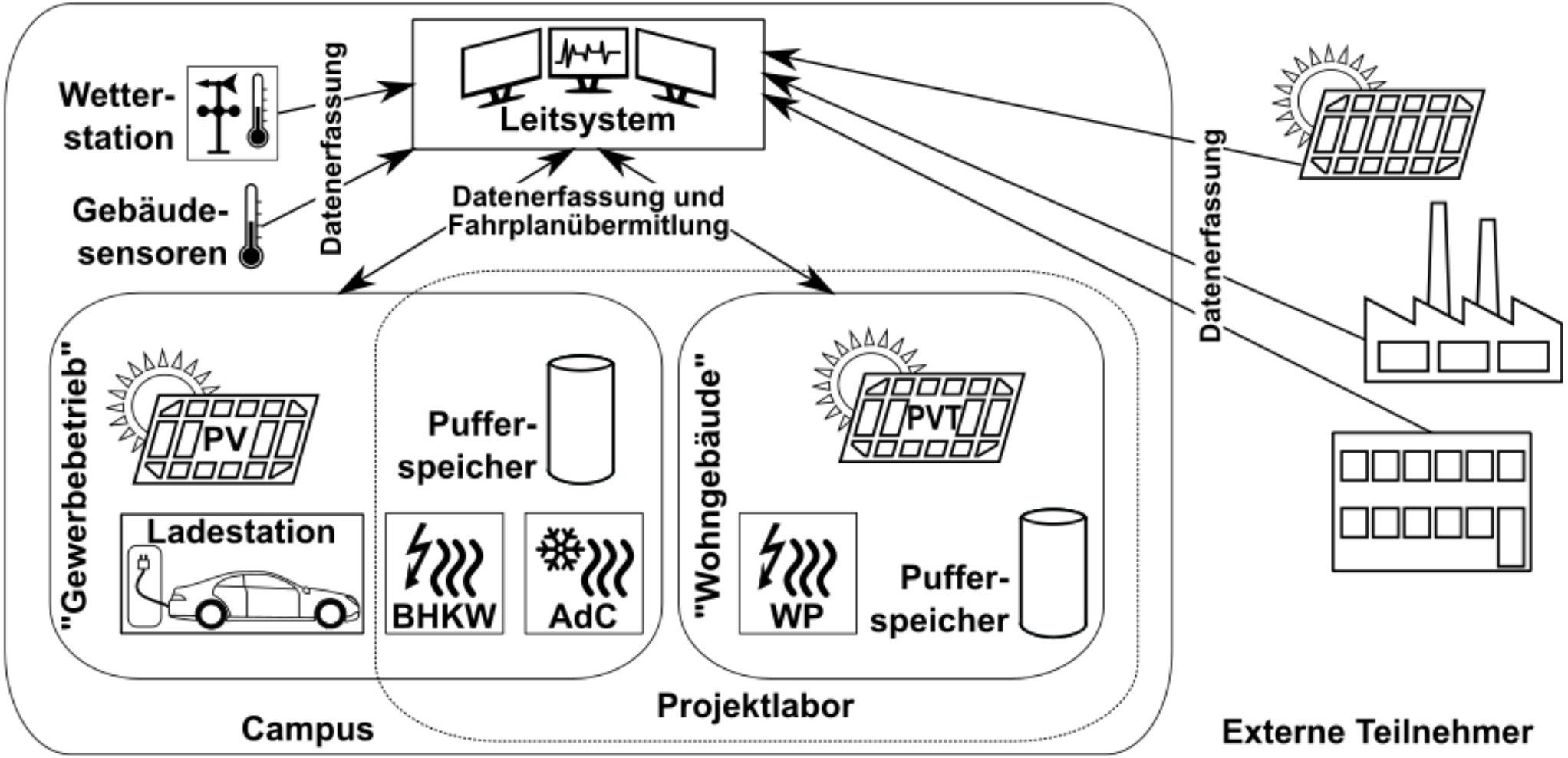
B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

Kommunikation und Sicherheit



[F. Heimgärtner et. al. ETG-Kongress 2017]

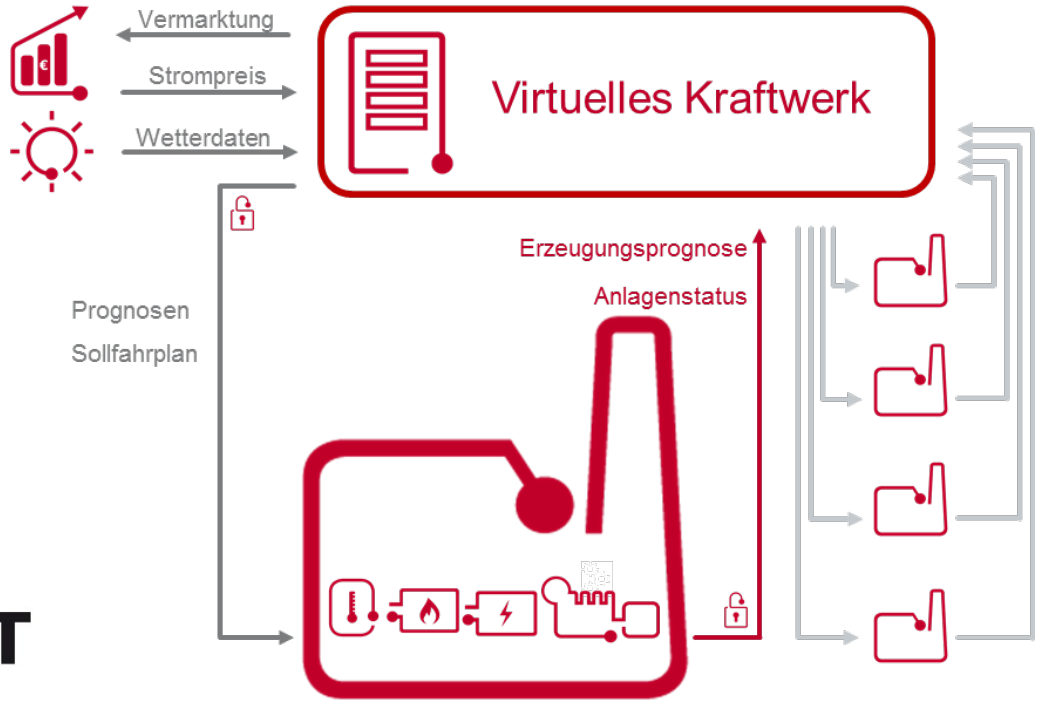
Steuerung im Demonstrator

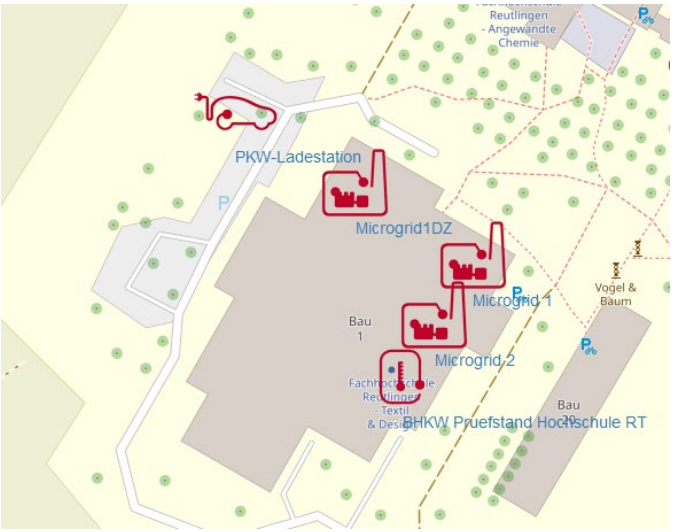


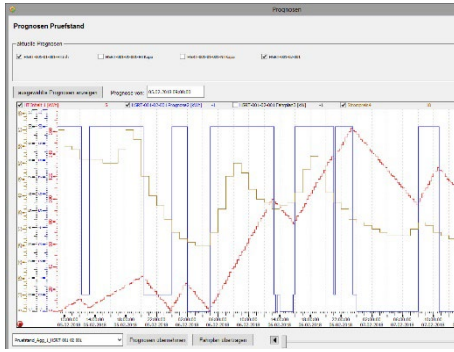
B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

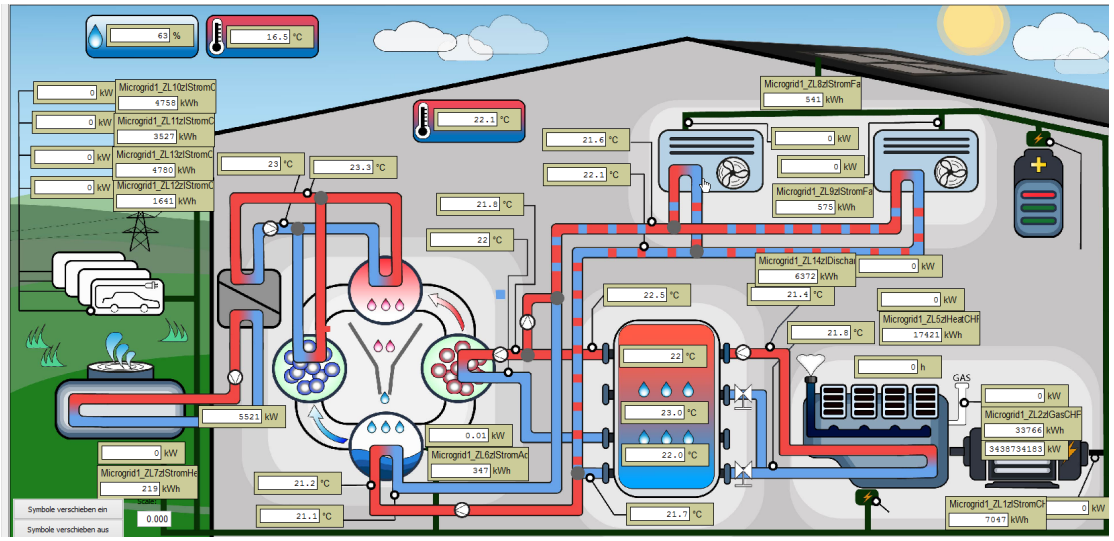
Leitsystem – standortübergreifende Kontrolle

- Kommunikation mit Stromhandel und Micro Grids
- Erstellung KI-basierter Prognosen und Fahrpläne
- Optimierung der Gesamtkosten mit Vorgaben
- Flexibilitätsband-Fahrplan mit Standortrückkopplung





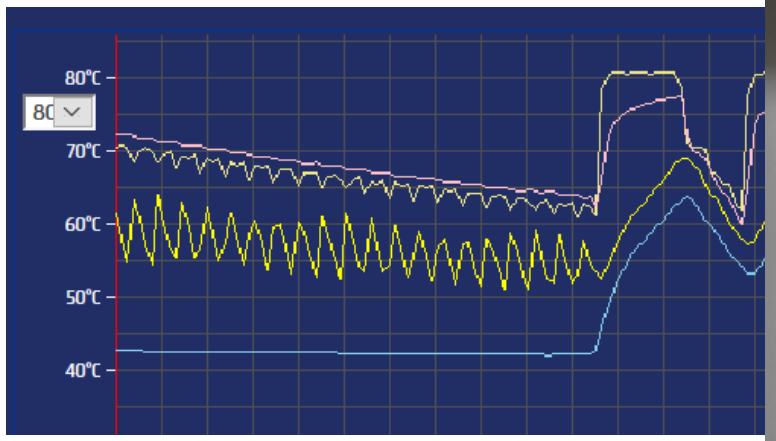


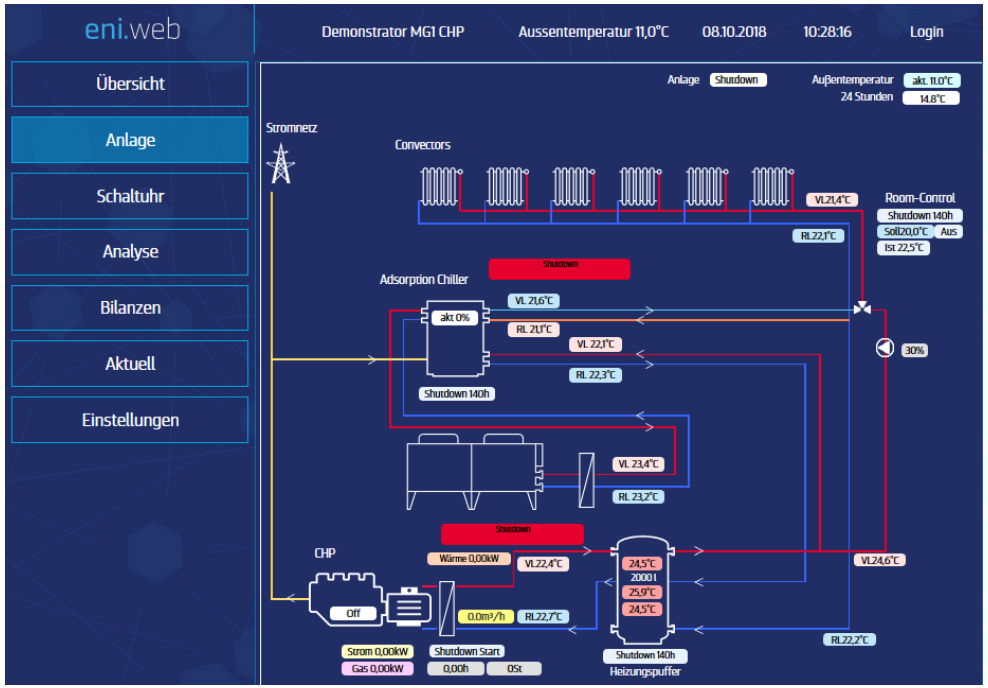


B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

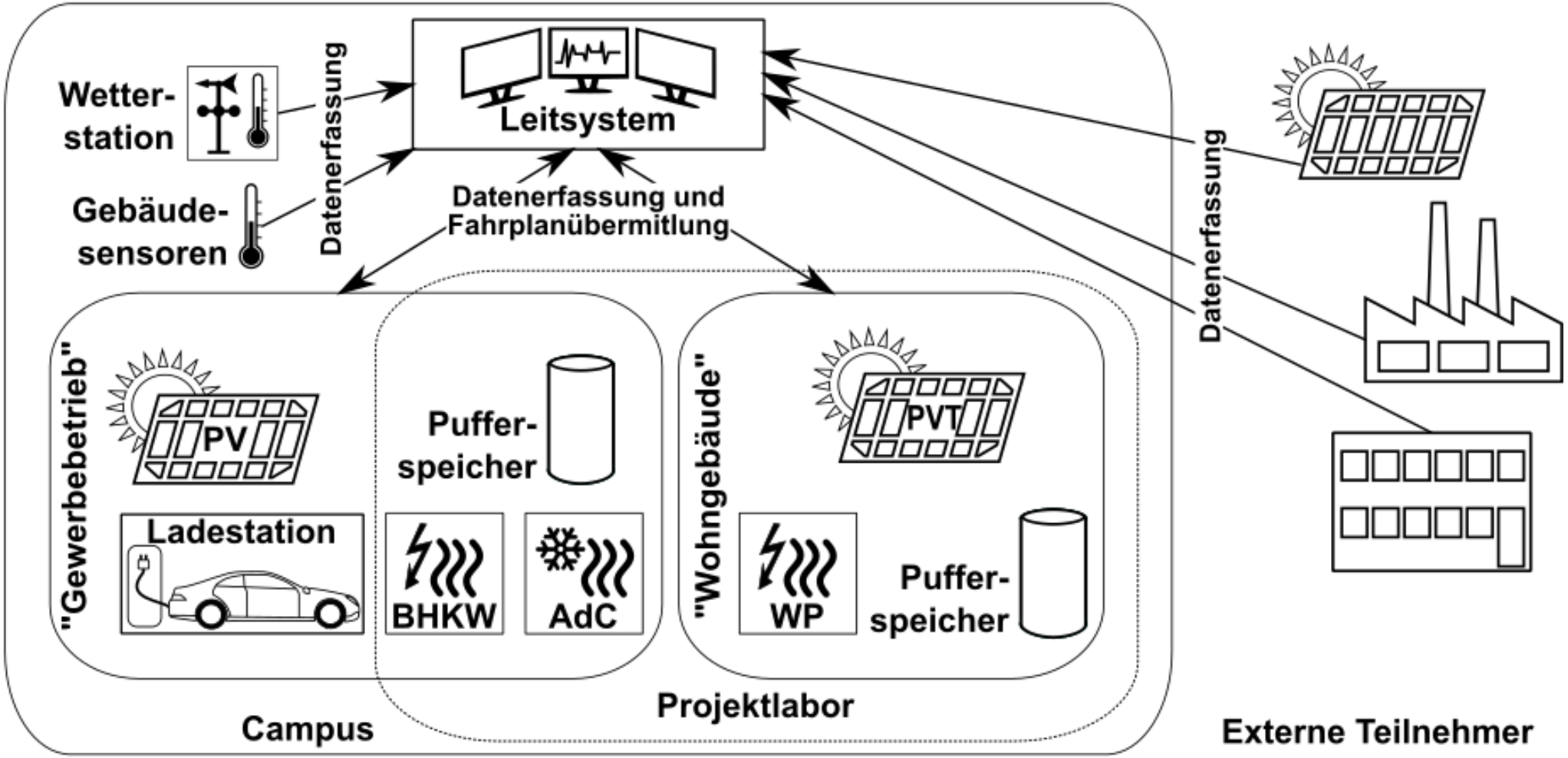
Micro Grid Steuerung

- Kommunikation mit Leitsystem und Anlagen
- Fahrplan Ausführung, autonomer Betrieb oder manuelle Anlagensteuerung
- Sicherung der Betriebsabläufe
- Lokale Visualisierung und Archivierung der Energiedaten





Anlagen im Demonstrator



B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

Micro Grid „Gewerbebetrieb“ am Campus

Lokale Anlagen zur Sektorkopplung von Stromversorgung, Heizung, Kühlung und Mobilität

- Photovoltaikanlage 200kWp
- Blockheizkraftwerk 20kW el.
- Ladeinfrastruktur 4 x 22kW
- Warmwasserpufferspeicher
- Adsorptionskältemaschine
- Gebläsekonvektoren

B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

Micro Grid „Wohngebäude“ am Campus

Anlagen zur Sektorkopplung von Strom- und Wärmeversorgung:

- Wärmepumpe
- PVT-Kollektor:
  - Photovoltaik
  - Solarthermie
  - Umgebungswärmetauscher
- Warmwasserpufferspeicher
- Eisspeicher
- Niedertemperaturheizkörper

Externe Teilnehmer am Demonstrator

DEMONSTRATOR
Virtuelles Kraftwerk
Neckar-Alb

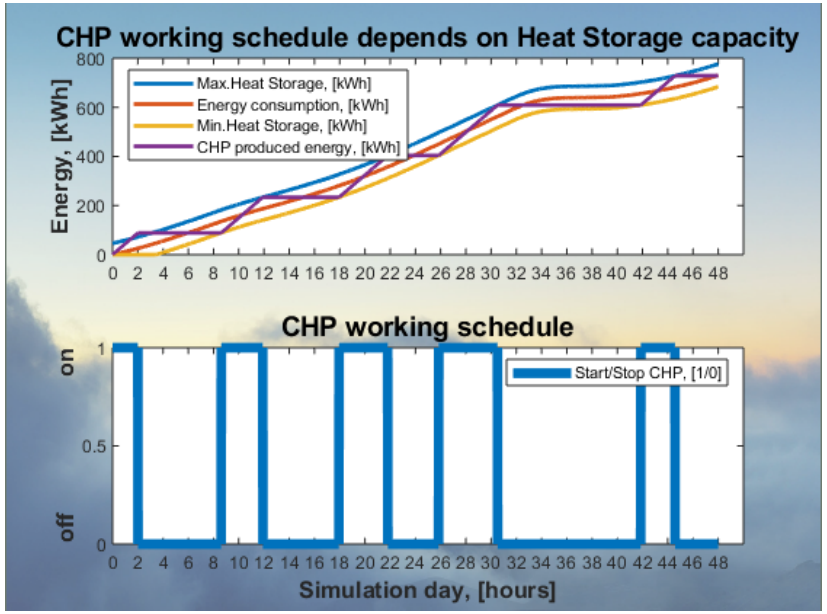
1.	Wohn- und Geschäftsgebäude	(Wärme: 8 MWh/a,	Strom: 3 MWh/a)
2.	Wohnheim	(Wärme: 50 MWh/a,	Strom: 10 MWh/a)
3.	Büroräume mit Werkstatt	(Wärme: 100 MWh/a,	Strom: 5 MWh/a)
4.	Maschinenbau 1	(Wärme: 240 MWh/a,	Strom: 1 GWh/a)
5.	Maschinenbau 2	(Wärme: 500 MWh/a,	Strom: 225 MWh/a)
6.	Lebensmittelproduktion	(Wärme: 600 MWh/a,	Strom: 1.5 GWh/a)
7.	Maschinenbau 3	(Wärme: 1.2 GWh/a,	Strom: 2.8 GWh/a)

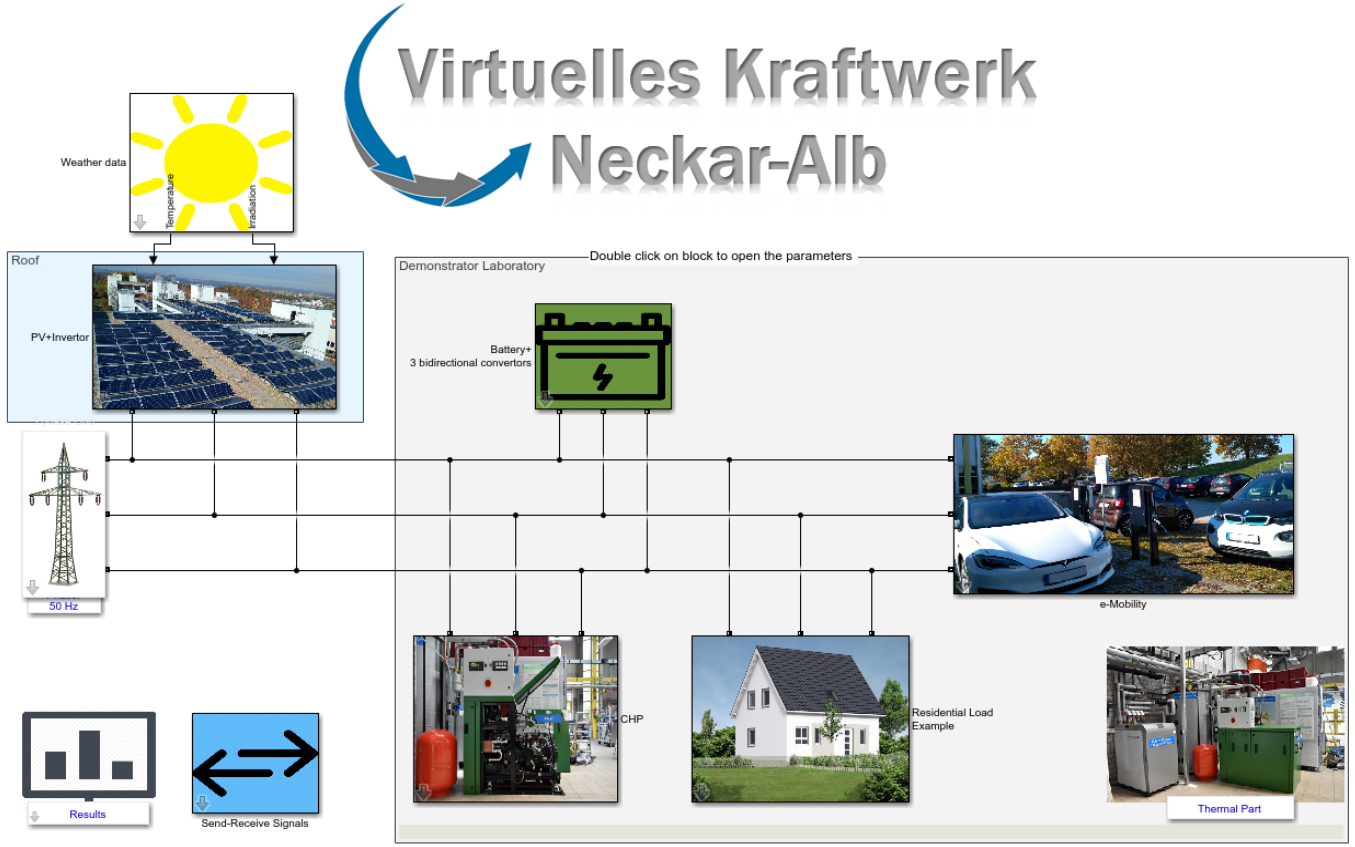
Alle Teilnehmer haben einer anonymen Veröffentlichung ihrer Energiedaten zugestimmt.

PATAVO
Energie. Ressourcen. Effizienz.

Digitale Zwillinge

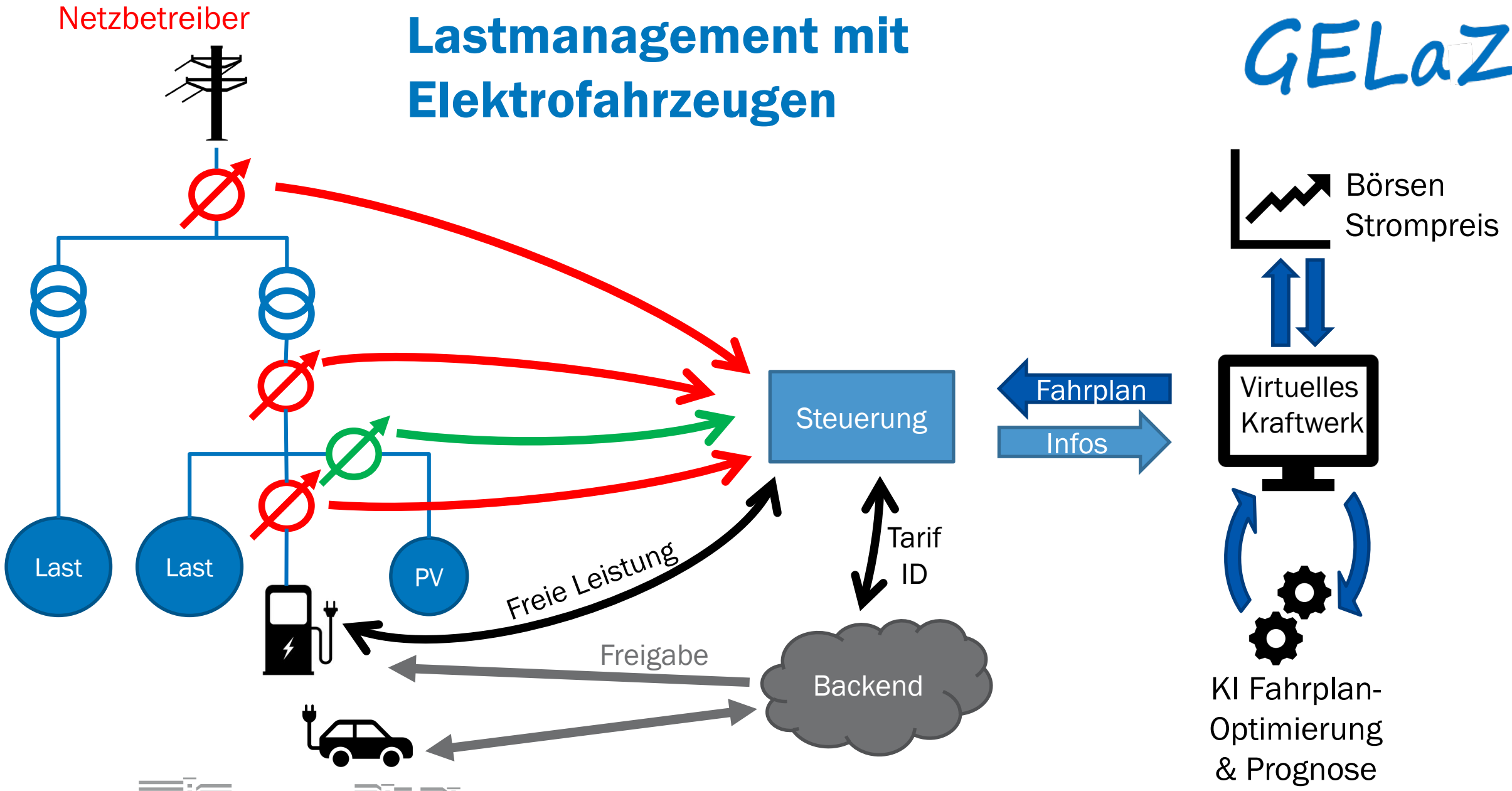
- Matlab/Simulink Modelle realer Anlagen
- Echtzeit Interaktion mit dem Leitsystem
- Berücksichtigung realer Wetter und Anlagendaten
- Vorgabe von Lasten
- Test von Optimierungsalgorithmen





B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

Lastmanagement mit Elektrofahrzeugen



B. Nold et. al. *Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage*, Smart Energy and Systems, Dortmund 4.11.2019

Vielen Dank

DEMONSTRATOR
Virtuelles Kraftwerk
Neckar-Alb

für Ihre Aufmerksamkeit,

die Unterstützung der Konsortialpartner:

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

AVAT

PATAVO
Energie. Ressourcen. Effizienz.

MES
MACK ELECTRONIC SYSTEMS GMBH

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

enisyst
energy intelligence

ENERGIEFREY
FREUDE AN ENERGIE

und die Förderung der Projekte durch das Land Baden-Württemberg

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT