



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

**Transformation der Energieversorgung –
Auswirkungen auf die Netze
der Niederspannung –**

ein Kurzbericht aus der praxisnahen Wissenschaft





Dipl. Ing. (FH) Carsten Jungandreas

Westsächsische Hochschule Zwickau

Fakultät Elektrotechnik

Schwerpunkt Energietechnik



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

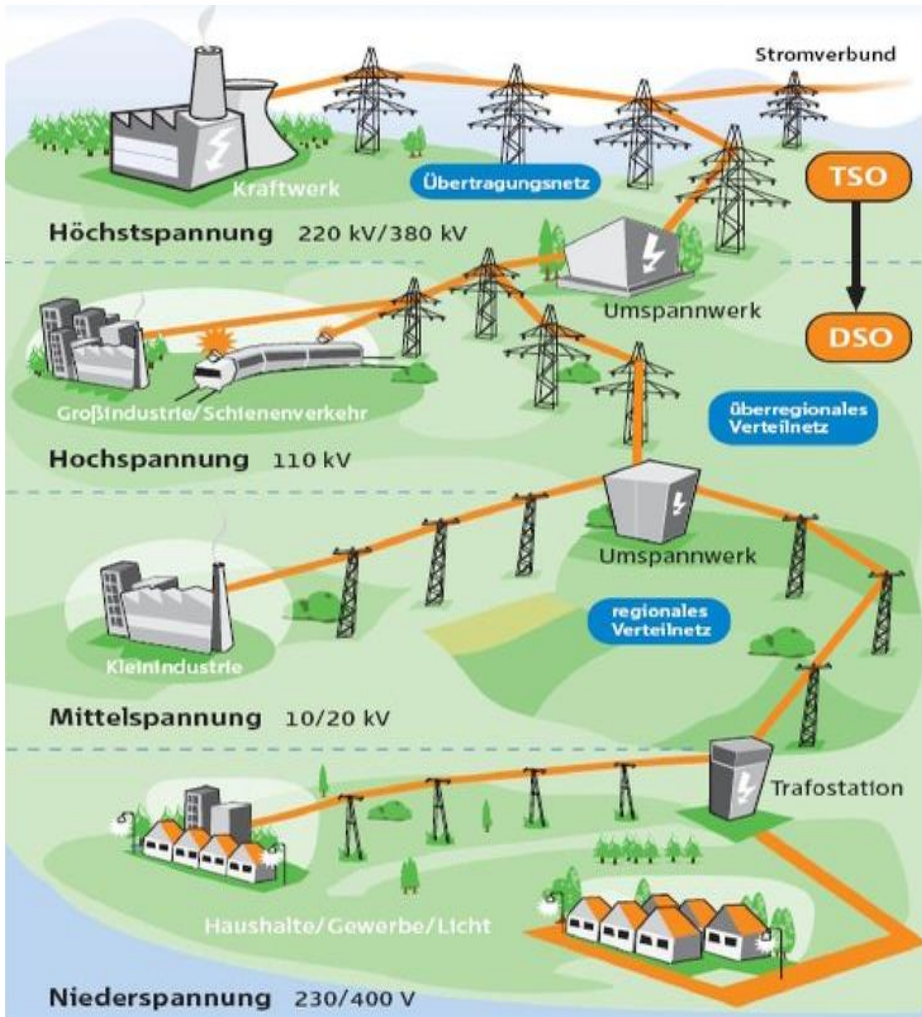


AII ELECTRIC SOCIETY
ALLIANCE

Entwicklung der Erzeugersituation



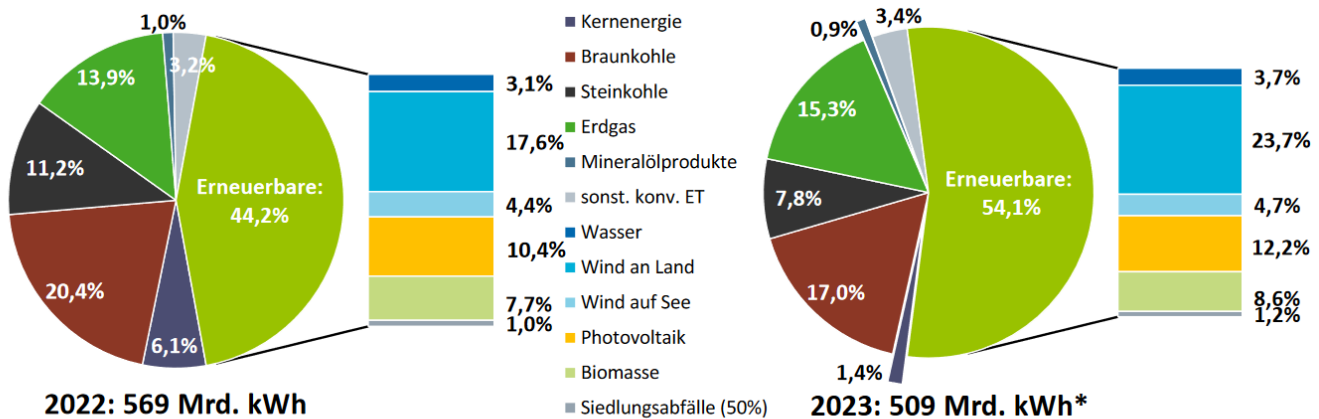
Entwicklung der Erzeugersituation



Quelle: Vorlesung Energierecht Dr. Kroneberg

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland

Vorjahresvergleich



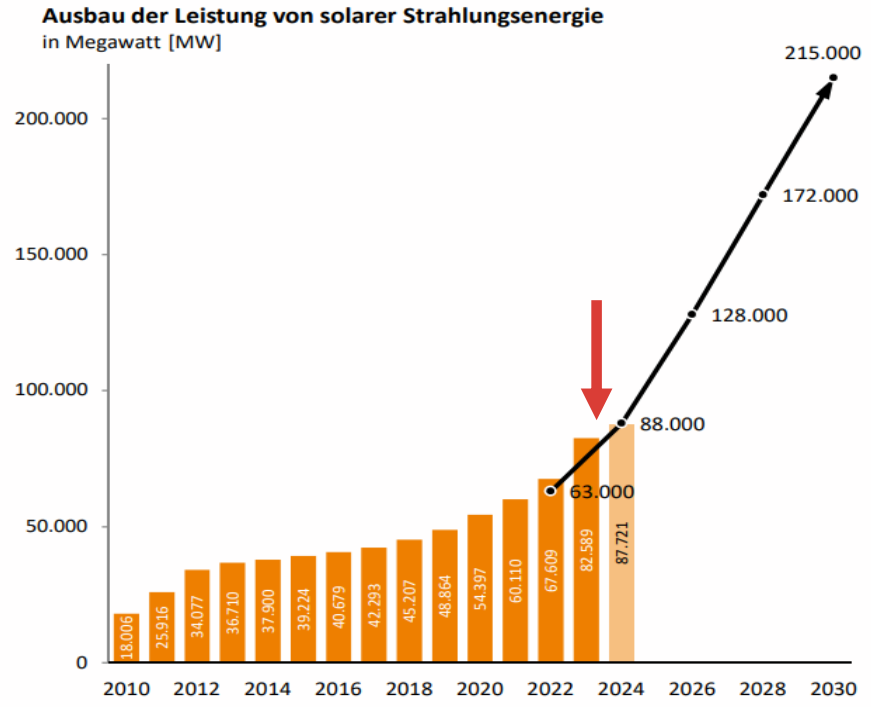
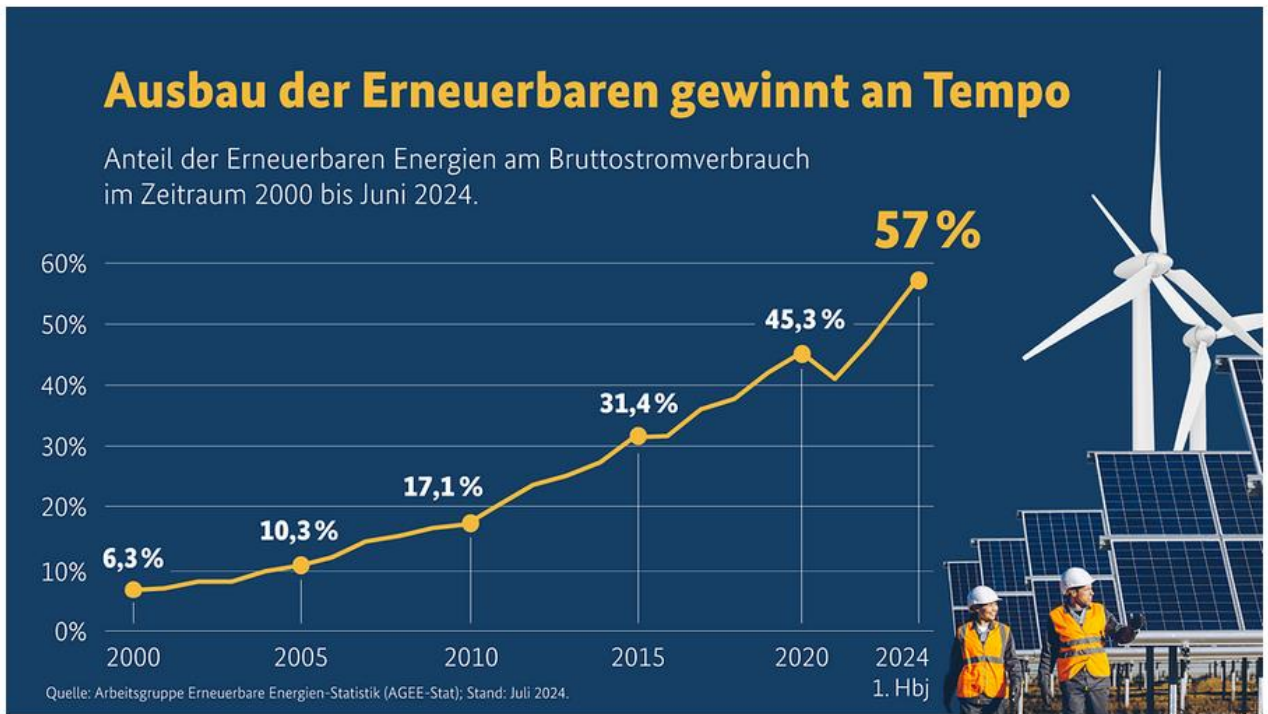
Quellen: Destatis, EEX, VGB, ZSW, BDEW; Stand 04/2024

* vorläufig; Rundungsdifferenzen

Deutschland ELT:

- Derzeitiger Elektroenergieerzeugung pro Jahr ca. **509 TWh** (2023) (Windenergie 137,8 TWh Wind. Braunkohle 87,5 TWh, Erdgas 80,0 TWh, Photovoltaik 61,1 TWh Steinkohle 44,1 TWh, Biomasse 43,8 TWh Wasserkraft 19,5 TWh, Sonstige Erzeuger 35,0 TWh)

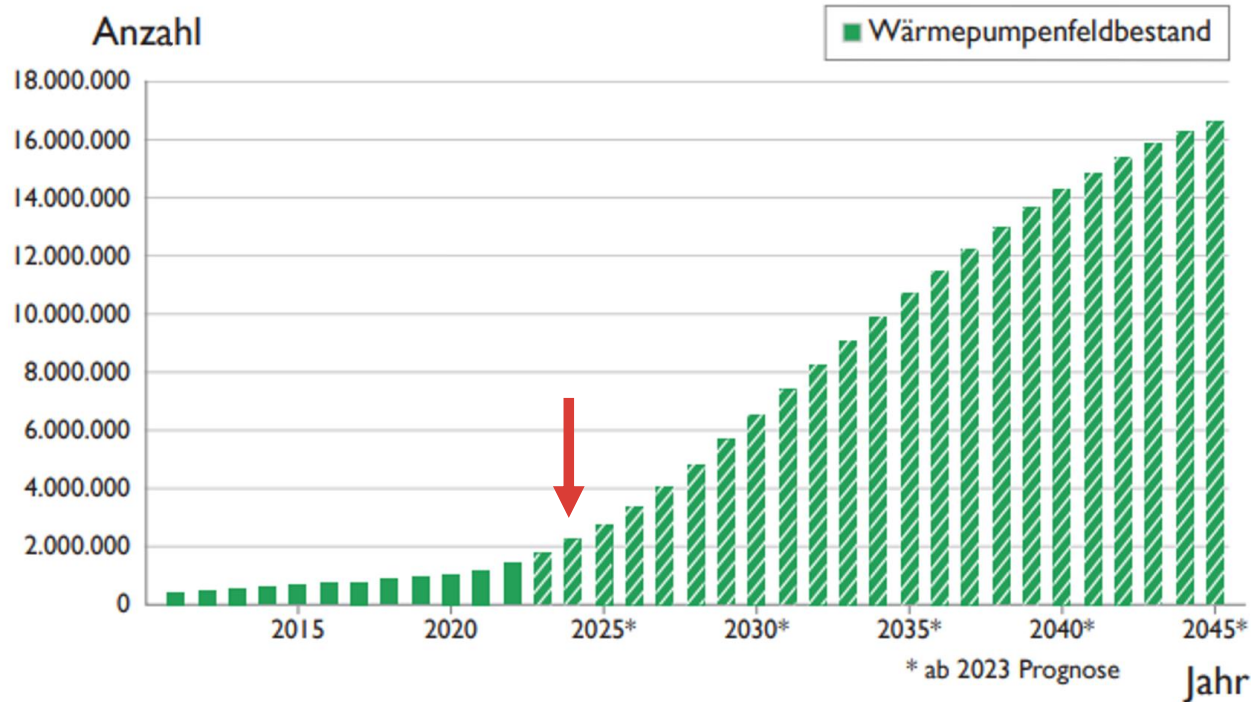
Ausbau der Photovoltaik Bestand und Ziele



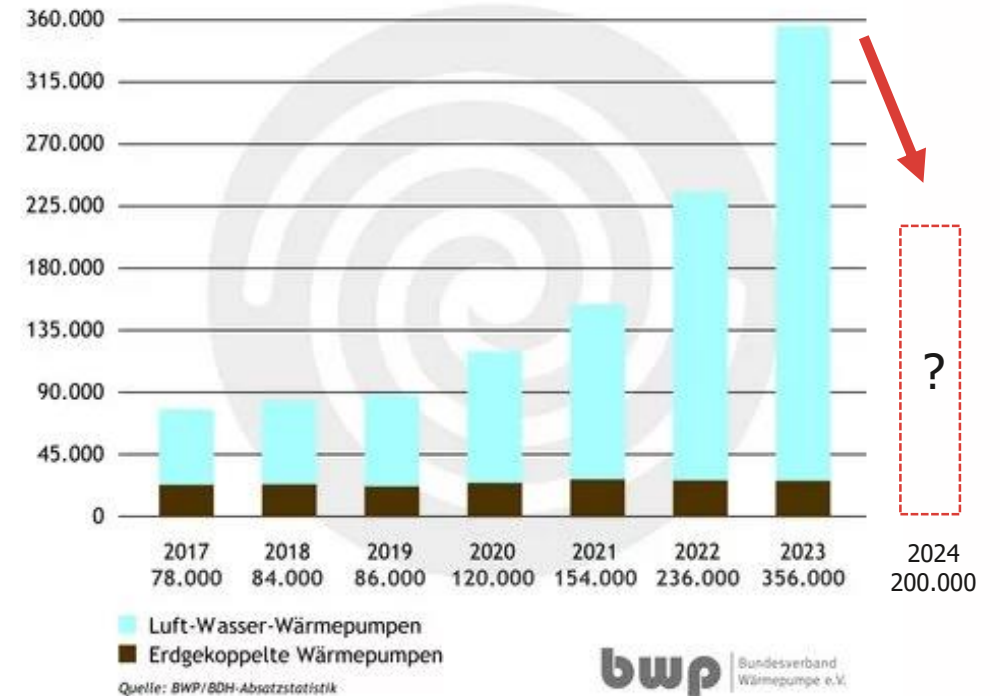
Der Anteil der Erneuerbaren Energien am Stromverbrauch hat weiter zugenommen.
Grafik: Bundesregierung

■ Ausbau der installierten Leistung im laufenden Jahr
■ Ausbau der installierten Leistung
➤ Ausbauziele nach EEG
Statistiken ausgewählter erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung - April 2024 [Bundesnetzagentur – 2024]

Ausbau der Wärmepumpen Bestand und Prognose



Absatzzahlen für Heizungswärmepumpen in Deutschland 2017 bis 2023



Branchenstudie 2023: Marktentwicklung – Prognose – Handlungsempfehlungen
[Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., 2023]



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

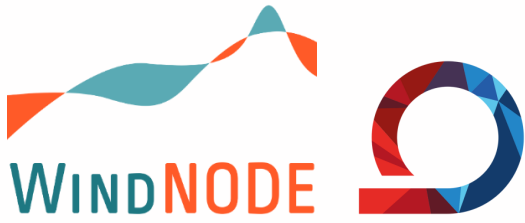


AII ELECTRIC SOCIETY
ALLIANCE

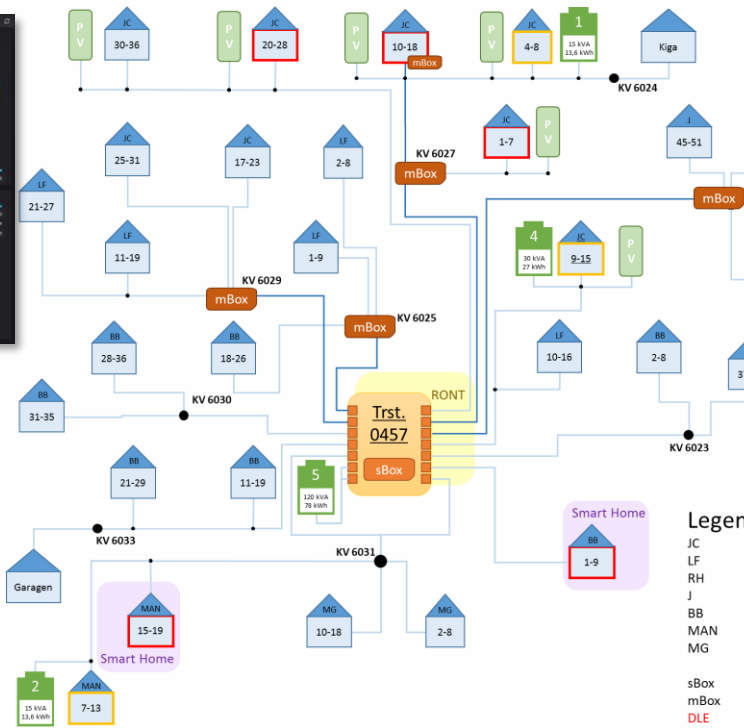
Abgeschlossene Projekte



Vorläuferprojekt: WindNODE



- Steigerung des Anteils regenerativer Energien in einem Quartiersnetzes
- Aufnahme von Messwerten aus der Niederspannung zur Analyse des Netzes



- Energiespeicher 1 (Energieautarkie)**
Speichergröße: 15 kVA / 2 x 6,8 kWh
- Energiespeicher 2 (Netzstabilisierung)**
Speichergröße: 15 kVA / 2 x 6,8 kWh
- Energiespeicher 4 (Mietstromkonzept)**
Speichergröße: 30 kVA / 3 x 9,0 kWh
- Energiespeicher 5 (Systemspeicher NS-Netz)**
Speichergröße: 120 kVA / 78,0 kWh



Laufzeit 2016 – 2021
Gesamtfördervolumen: 37 Mio. €
Anteil WHZ: 1,8 Mio. €

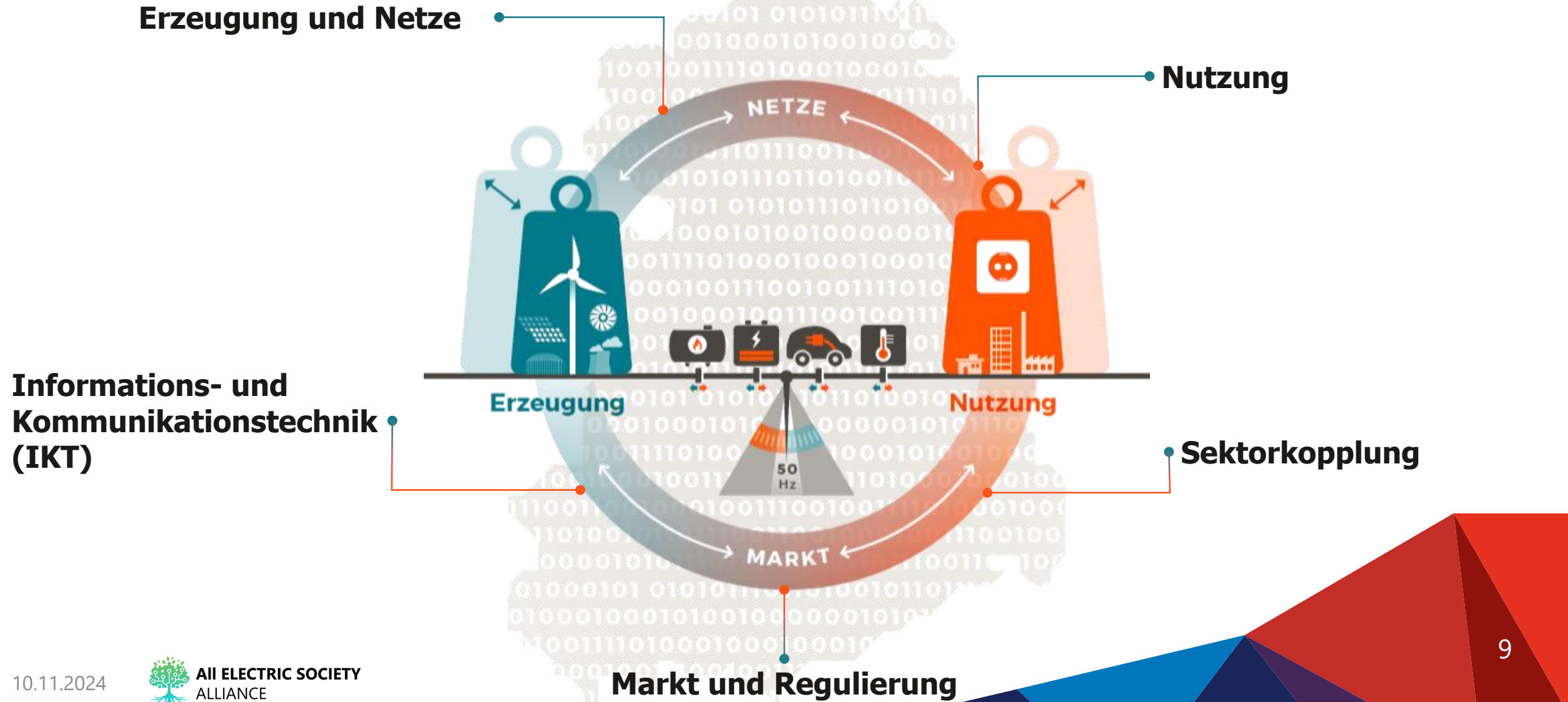
Legende

IC	Joliot-Curie-Straße
LF	Lion-Feuchtwanger-Straße
RH	Richard-Holz-Straße
J	Jacobstraße
BB	Bertold-Brecht-Straße
MAN	Martin-Andersen-Naxö-Straße
MG	Maxim-Gorki-Straße
sBox	Steuerbox
mBox	Messbox
DLE	Durchlauferhitzer

Vorläuferprojekt: WindNODE

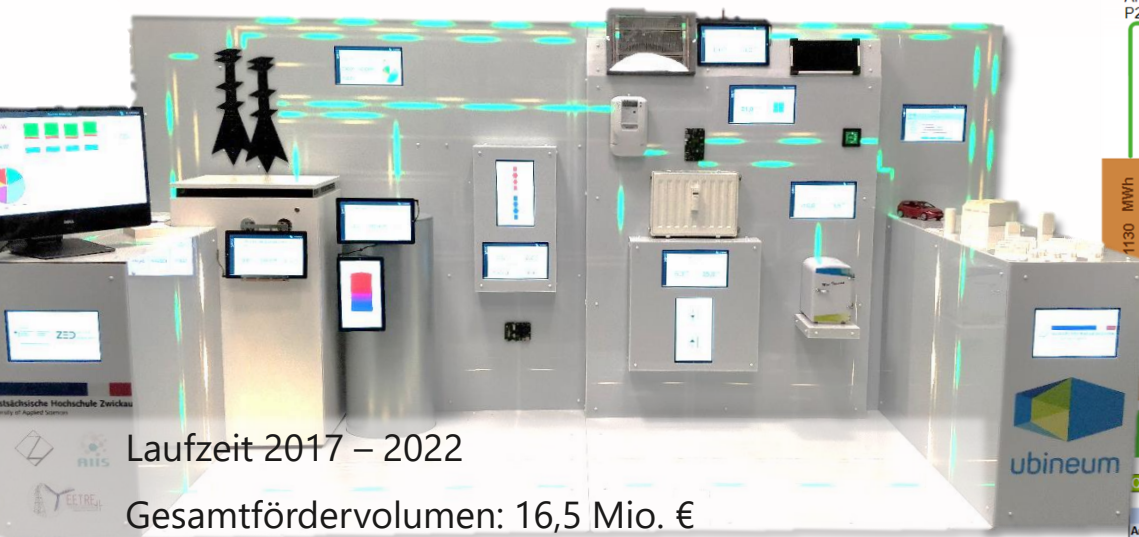


WHZ Westsächsische Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



Vorläuferprojekt: ZED

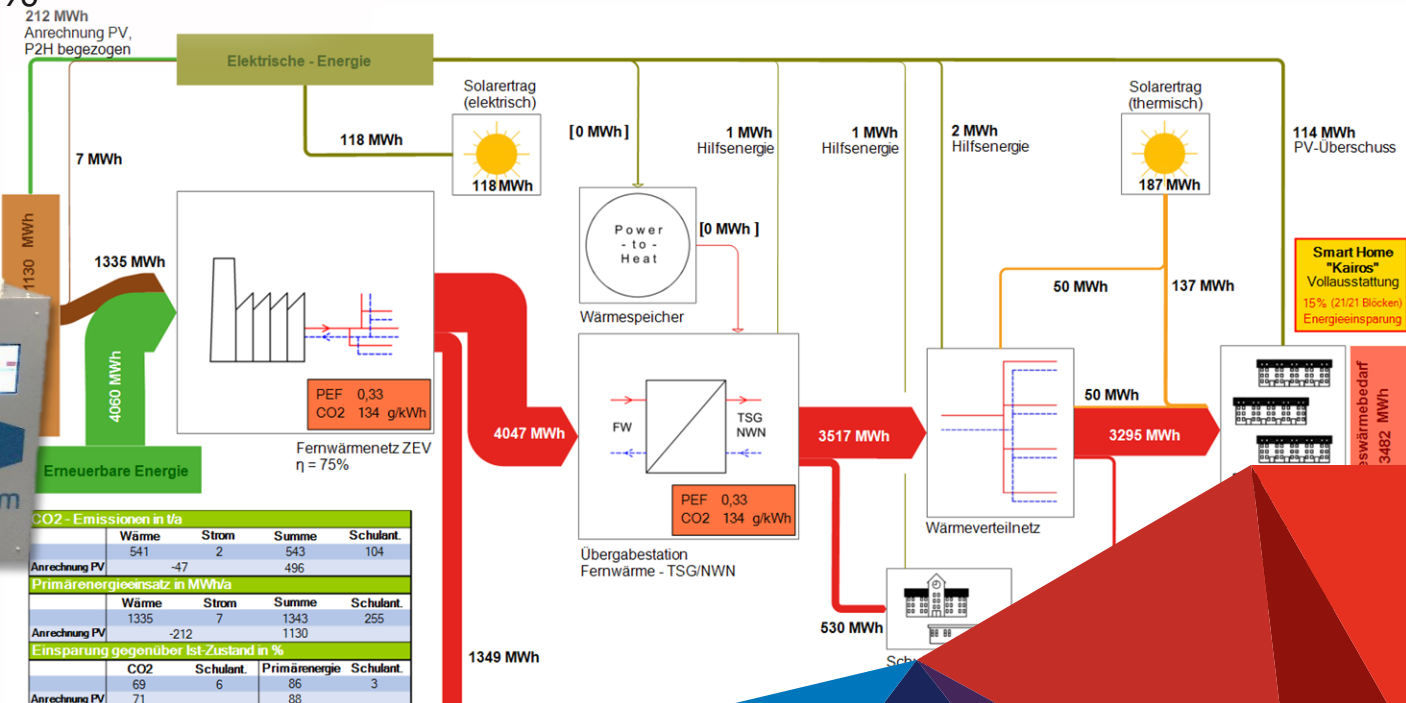
- Geplanter Aufbau eines elektrisch-thermischen Verbundsystems (Jedoch keine Umsetzung)
- Realisierung eines nutzerakzeptierten Null-Emissionsquartiers
- Prognostizierte Primärenergieeinsparung: 65%



Laufzeit 2017 – 2022

Gesamtfördervolumen: 16,5 Mio. €

Anteil WHZ: 4,5 Mio. €



Energieeinsparung im Realtest

Auftragsforschung
Industrie



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

- **Neubau**-Wohnanlage WA2 mit 137 Wohneinheiten
- Energetisch modern isoliert (EnEV 2014/16)
- Vollständig bezogen ab Januar 2020

Heizenergieverbrauch 2021/22 (korrigiert) :

460 MWh auf 10.000 m² Fläche

46 kWh/(m²a)



Heizenergieverbrauch der baugleichen (2019) Vergleichswohnanlage WA1 (ohne Kairos) gegenüber:

455 MWh/a auf 8200 m² Fläche

55 kWh/(m²a)

→ **Minderverbrauch: 17%** (~ 80 MWh)





WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



AII ELECTRIC SOCIETY
ALLIANCE

Laufende Projekte



Energieoptimiertes Reallabor Jena

Teilvorhaben 8: Konzeption und Erprobung virtueller Kraftwerksstrukturen am Beispiel der Stadt Jena

- elektrische Großspeichersysteme sowie PV- und Solarthermieanlagen
- Energiespeicher an Ladesäulen oder mit Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung kombinieren
- Wärme aus verschiedenen reg. Quellen dezentral erzeugen und Verlustwärme stärker nachnutzen
- Erzeuger, Speicher und Verbraucher zu virtuellem Kraftwerk vernetzen



Laufzeit 2023 – 2027

Gesamtfördervolumen: 40 Mio. €

Anteil WHZ: 6,5 Mio. €



Ausgangslage



Ziel: Konsequente Sektorenkopplung



JenErgieReal

Intelligente Netze
für nachhaltige Energie.



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

- Virtuelle Kraftwerksstruktur verbindet:
 - Erzeuger, Verbraucher und Speichermöglichkeiten von Energie
 - Sektoren Strom und Wärme
 - Sektoren Wohnen, Gewerbe und (Elektro-)Mobilität
- Skalierbar auf Stadtmaßstab
- Steuerung in Echtzeit



Virtuelles Kraftwerk

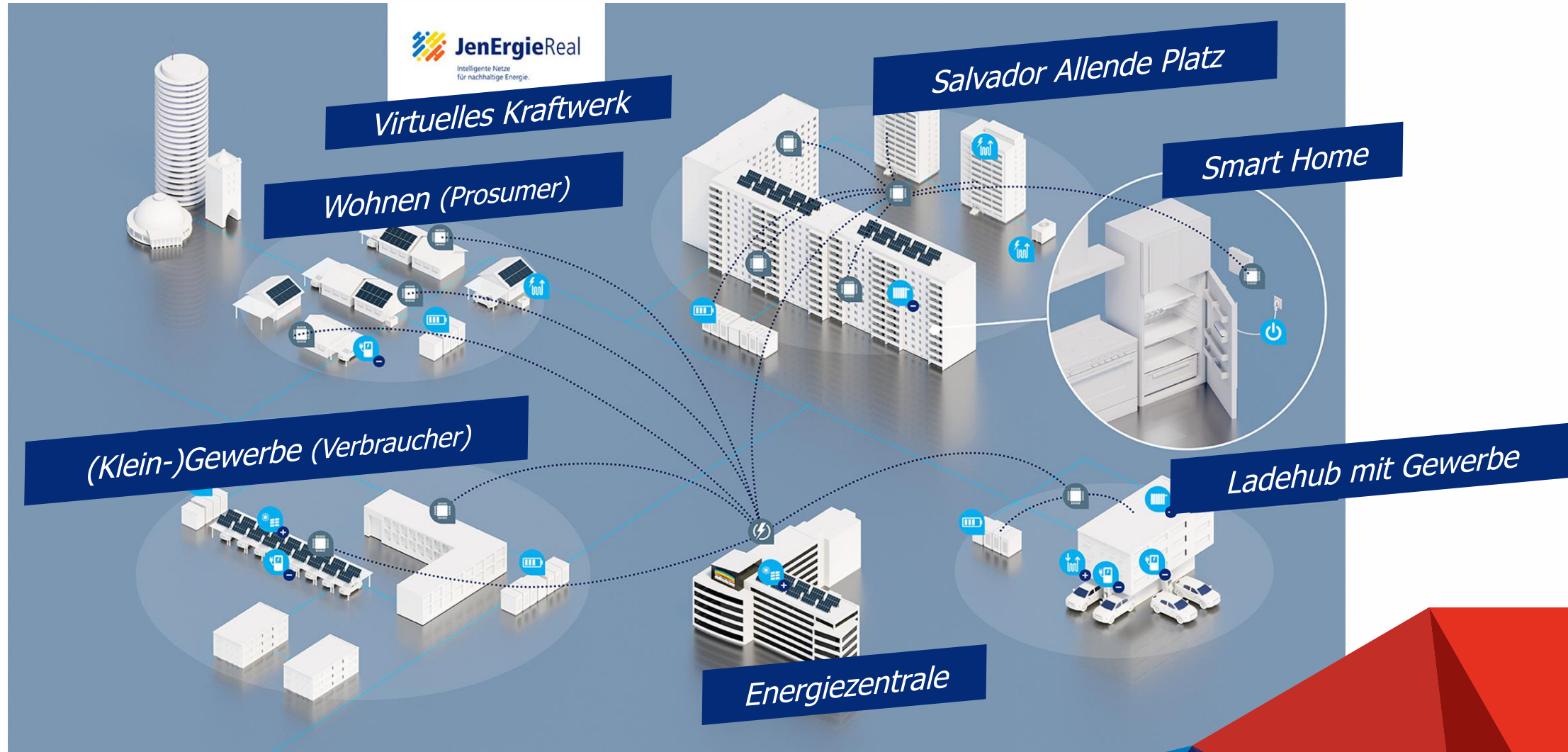


Sektorkopplung



Regulatorisches Lernen

Komponenten des virtuellen Kraftwerks



Versuchsquartier: Salvador-Allende-Platz



JenErgieReal

Intelligente Netze
für nachhaltige Energie.



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

- Verbrauchsprognose (Wärme + Strom)
- Heizkostenliberalisierung
- Flexibilitäten durch schaltbare Lasten



Komplexsanierungsmaßnahme mit Leerzug im zeitlichen
Kontext des Projektes

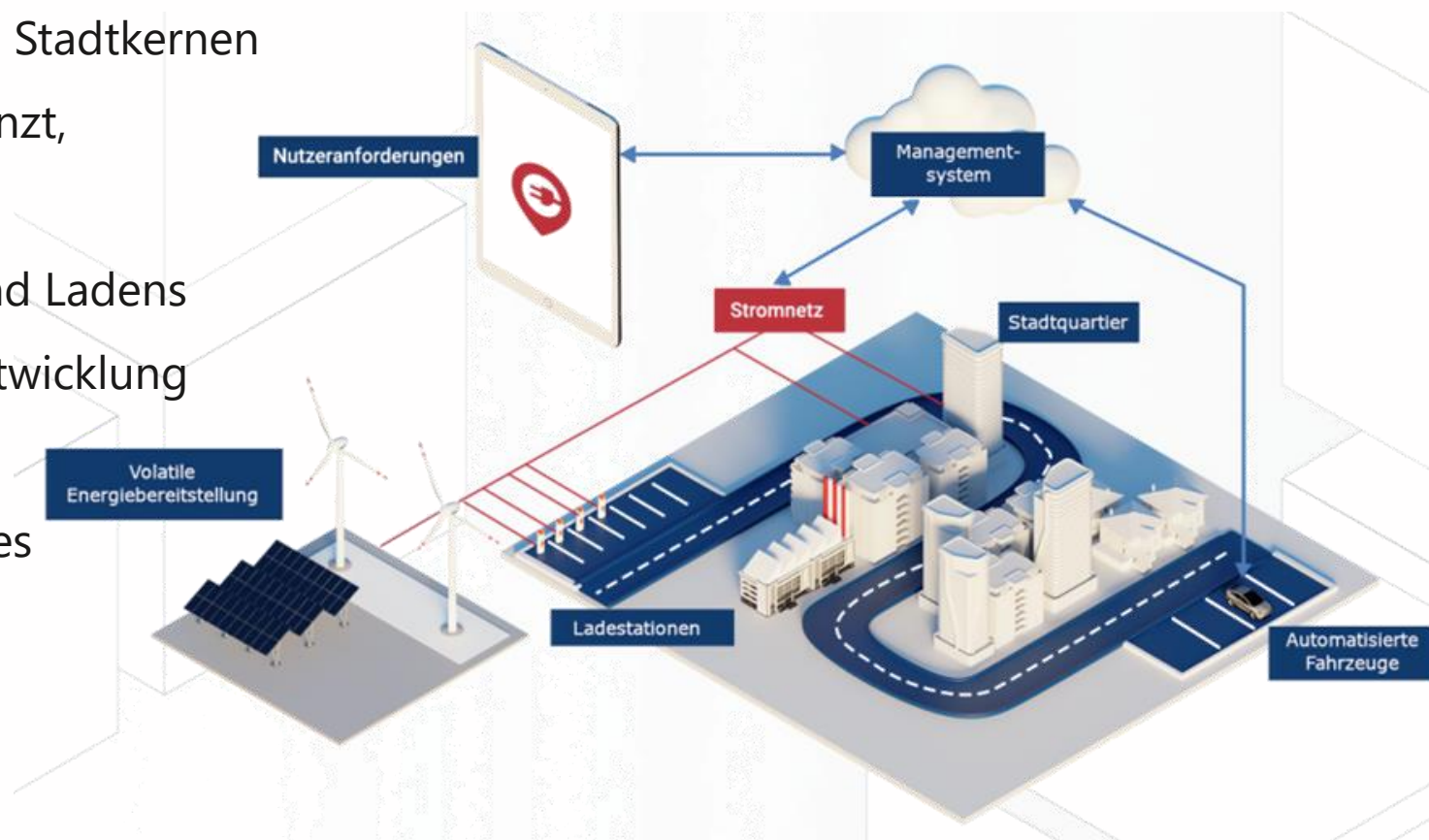


autonomous2grid – autonom zur Ladesäule



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

- Begrenzte Ladeinfrastruktur in dicht bebauten Stadtkernen
- Anreize zur Nutzung von E-Fahrzeugen begrenzt, wenn keine Ladestation in direkter Nähe
- Untersuchung des automatisierten Fahrens und Ladens entlang einer neuartigen Prozesskette und Entwicklung geeigneter Lösungskonzepte
- intelligente Verknüpfung des Energieangebotes mit dem Bedarf
- Akzeptanzforschung



Laufzeit 2023 – 2024

Gesamtfördervolumen: 0,8 Mio. €



Kofinanziert von der
Europäischen Union



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch
Steuermittel auf der Grundlage des vom
Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



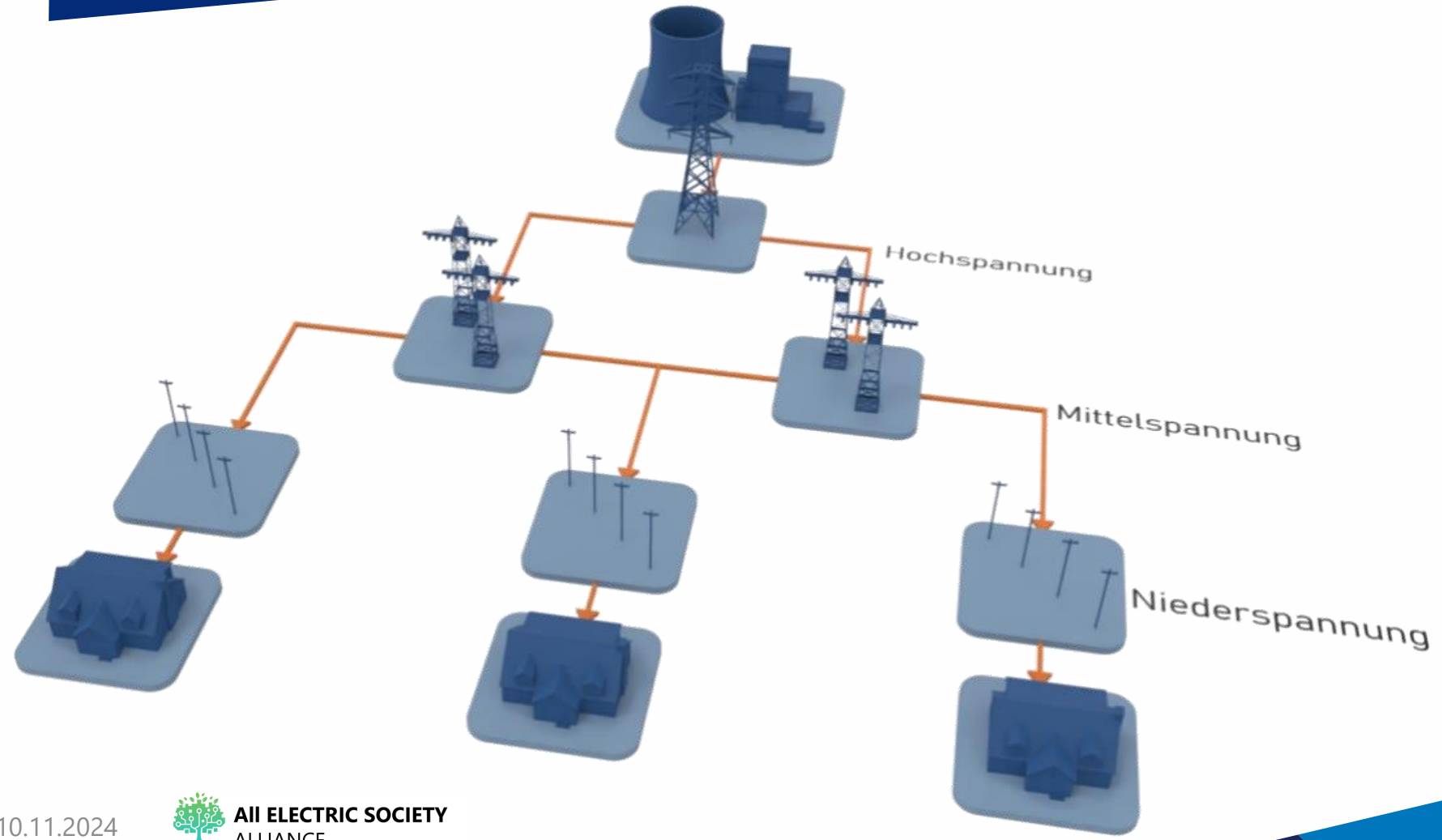
All ELECTRIC SOCIETY
ALLIANCE

Das zukünftige Netz – Maßnahmen und Möglichkeiten

Anforderungen an Netze



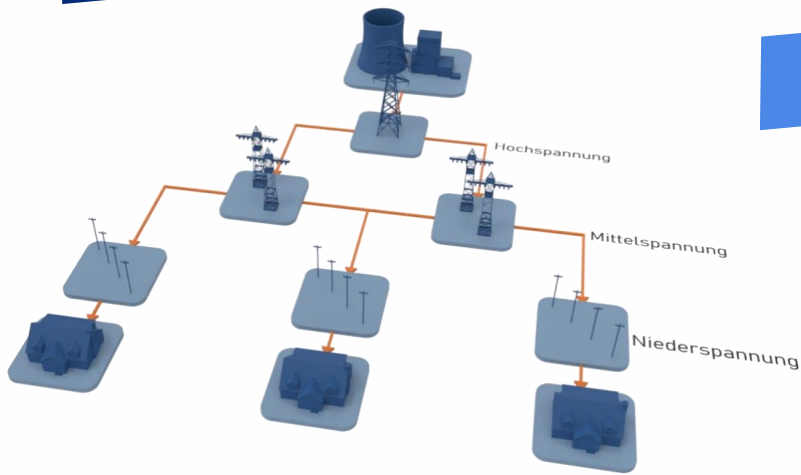
Bisherige Netzsituation



Anforderungen an Netze

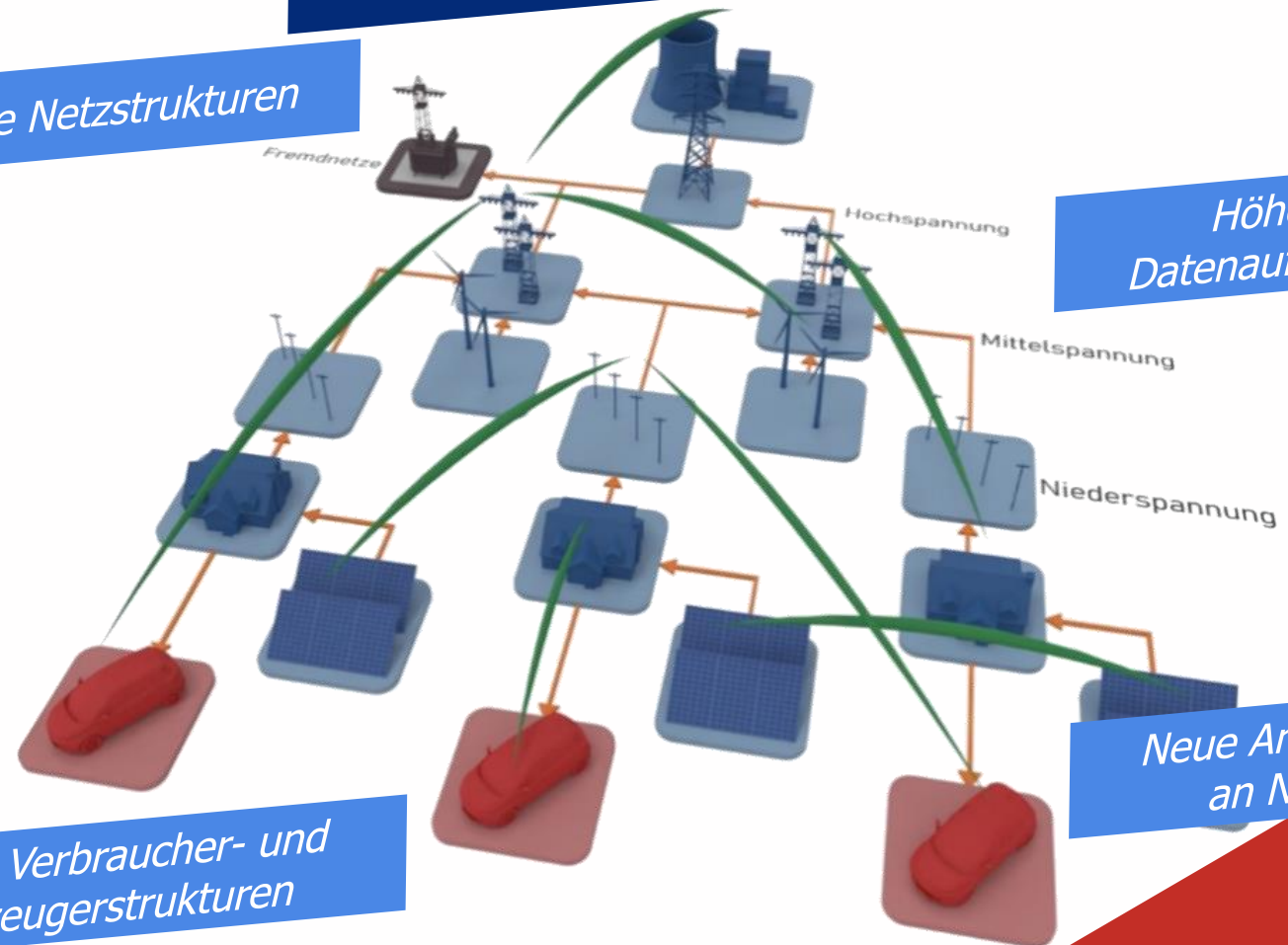


Bisherige Netzsituation



Zukünftige Netzsituation

Neue Netzstrukturen



Höheres Datenaufkommen

Neue Verbraucher- und Erzeugerstrukturen

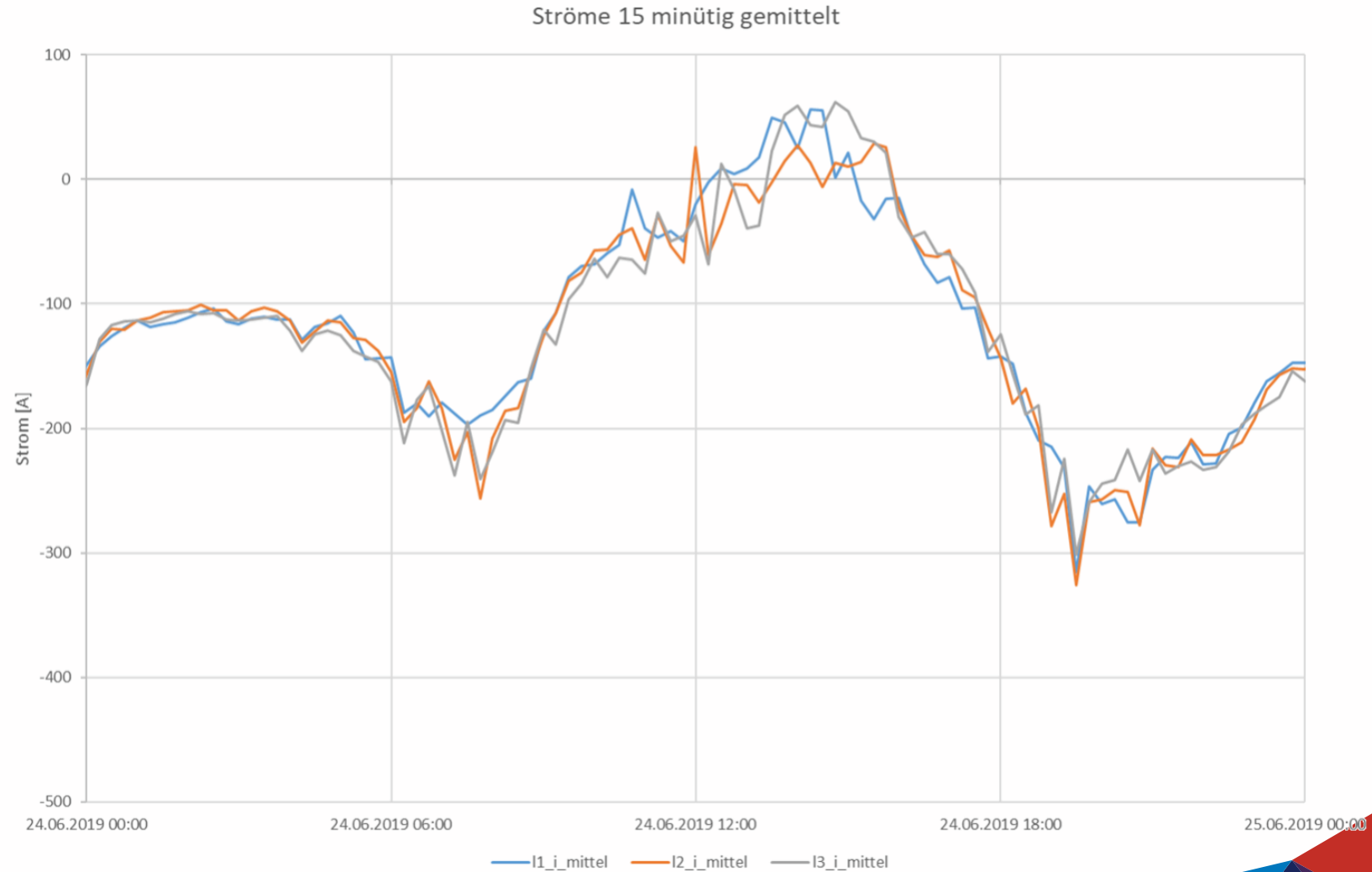
Neue Anforderungen an Netzschutz

Anomalien identifizieren

Hochaufgelöste Messung im Niederspannungsnetz

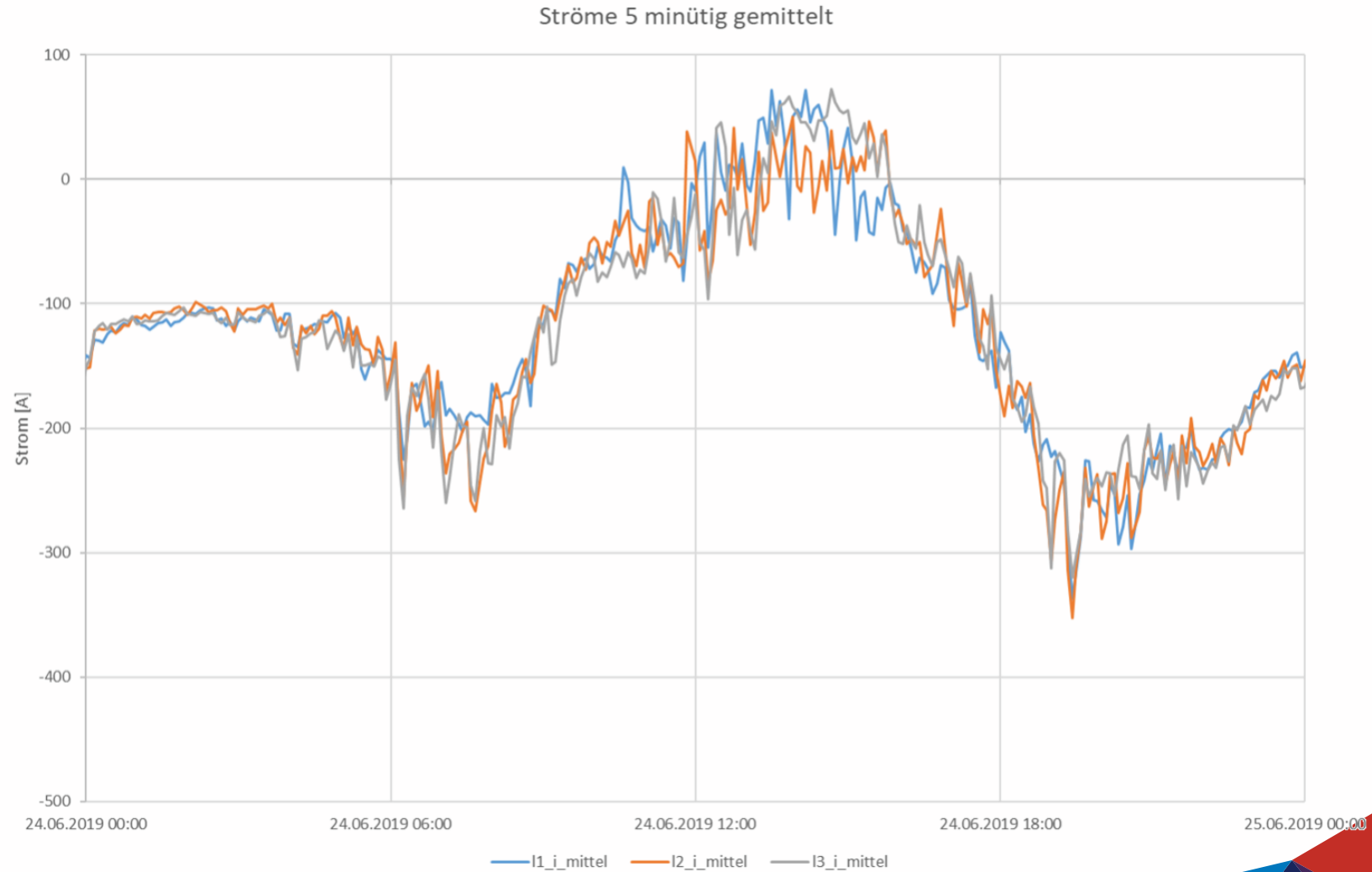


WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



Anomalien identifizieren

Hochaufgelöste Messung im Niederspannungsnetz

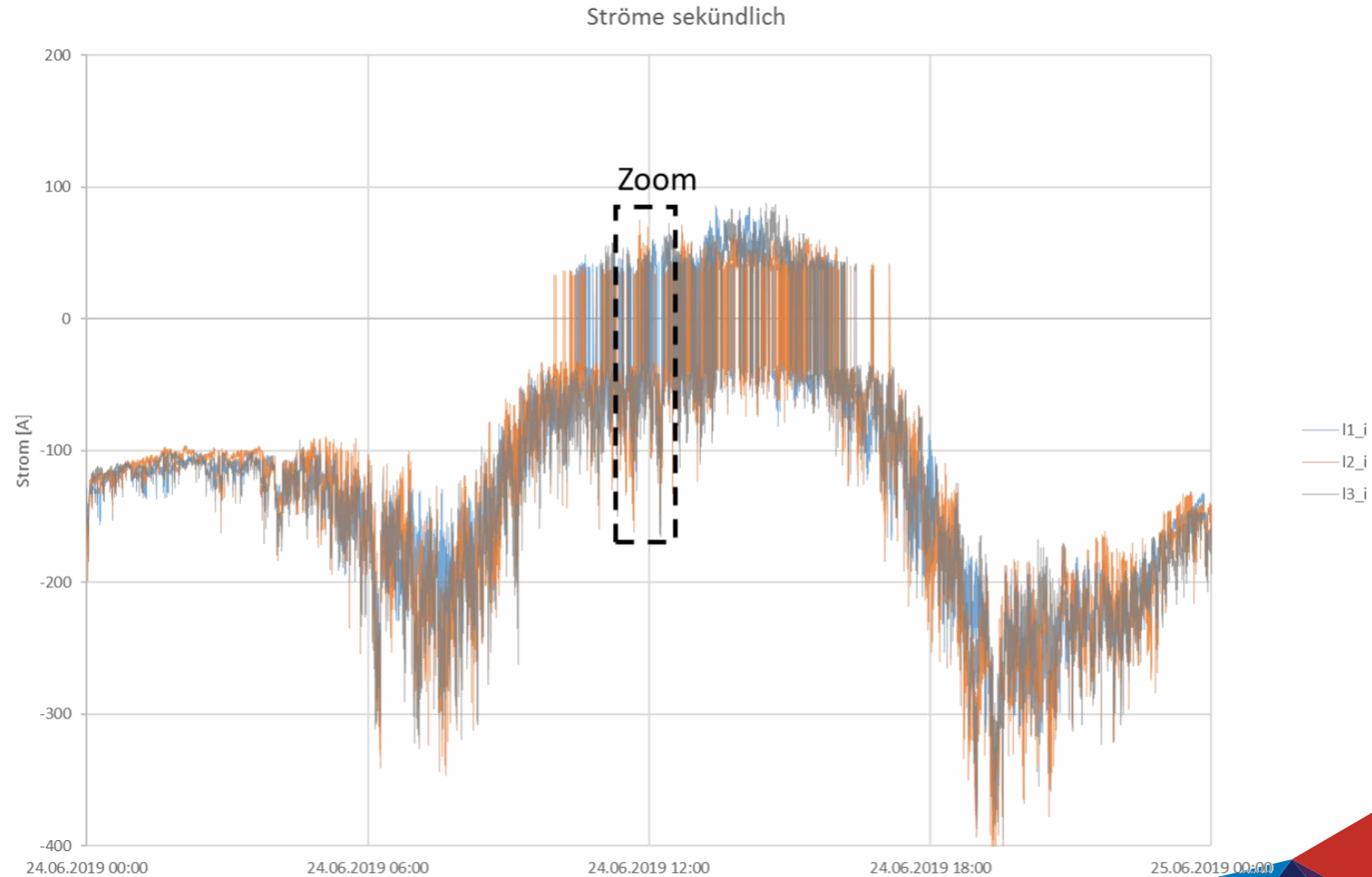


Anomalien identifizieren

Hochaufgelöste Messung im Niederspannungsnetz



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

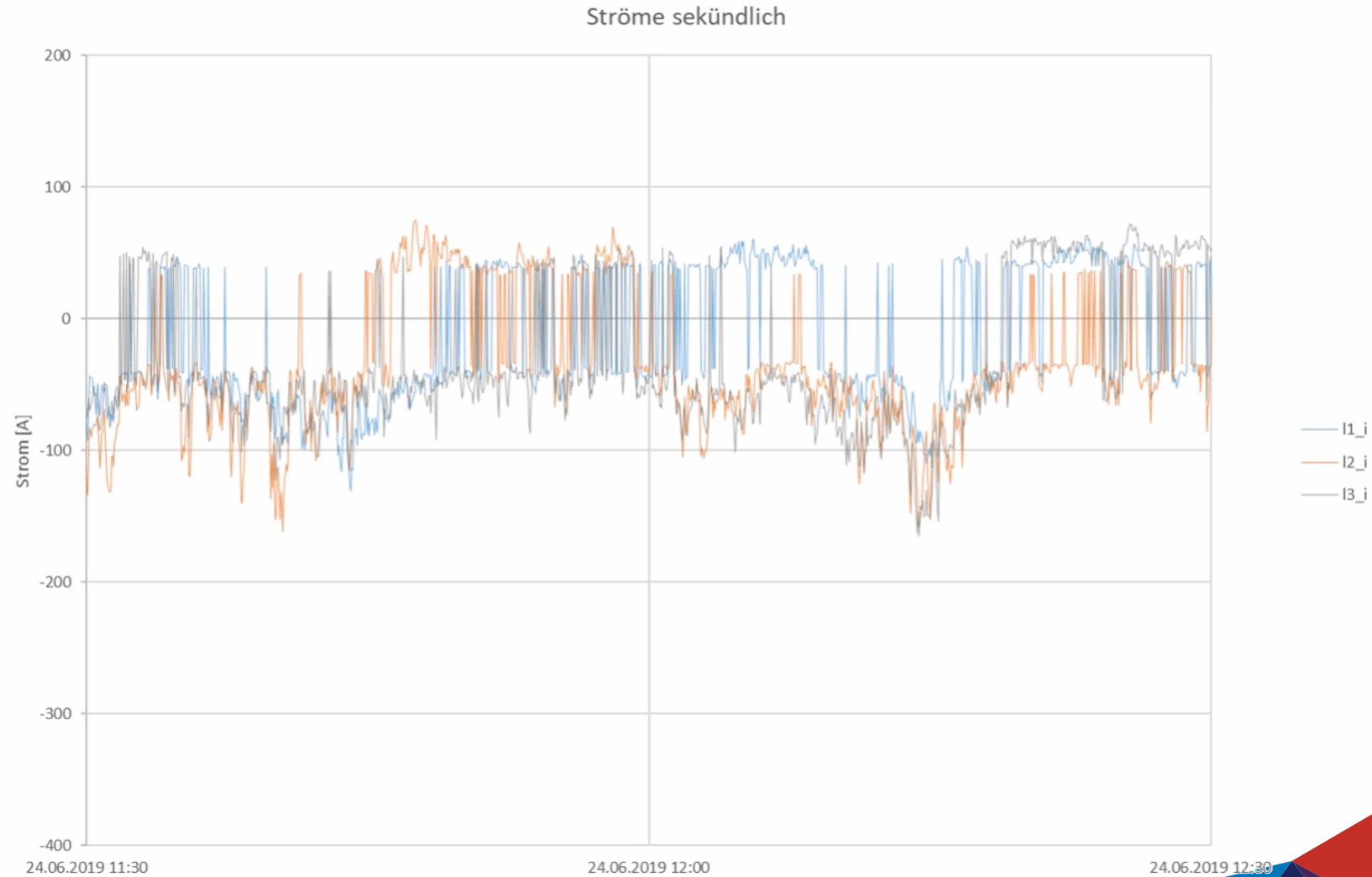


Anomalien identifizieren

Hochaufgelöste Messung im Niederspannungsnetz



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität





WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



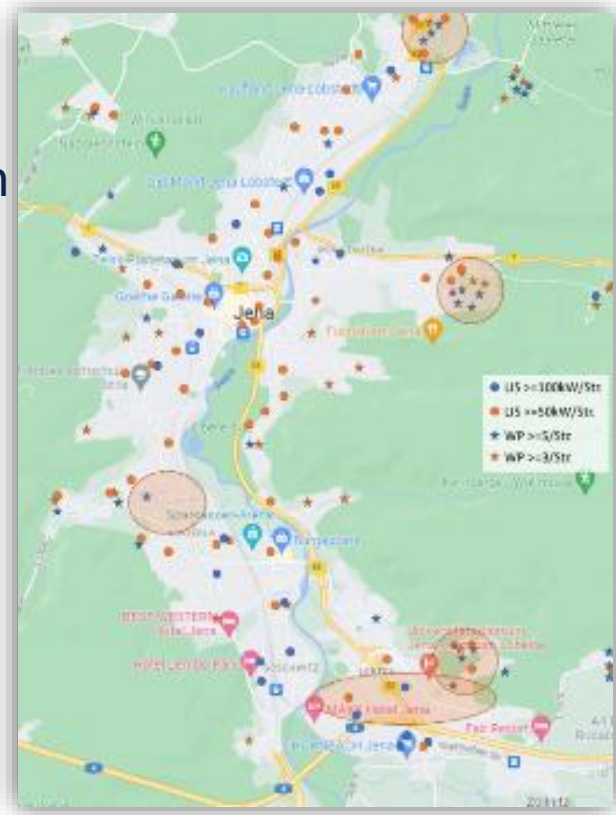
AII ELECTRIC SOCIETY
ALLIANCE

Netzsimulationen im Projekt JenErgieReal

Untersuchungsgegenstand Jena

Ermittlung von Netzschnittpunkten für hochauflösende Messungen



- Ermittlung von Netzgebieten mit hoher Durchdringung von LIS, PV und Wärmepumpen
- Identifizieren von Netzgebieten mit bestehenden Kapazitätsengpässen
- Bildung von Verbrauchertypklassen anhand bestehender Wohnungsbauten



Fuchslöcher Jena Ost

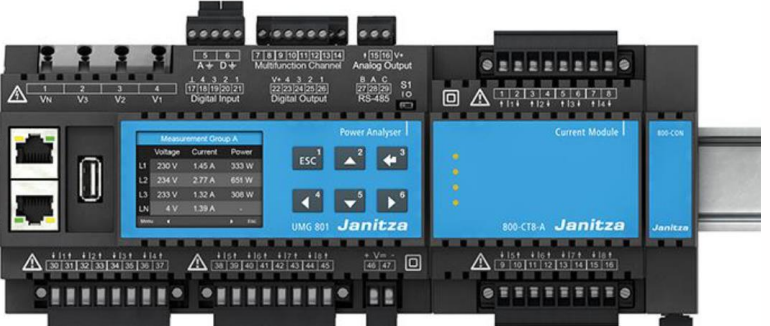
	Anzahl	Leistung
LIS	11	280 kW
PV	20	157 kW
WP	45	

Einfamilienhäuser; südliches Netzgebiet bereits an Kapazitätsgrenze
1 relevante Trafostation

Nutzung der Messdaten – Netzprognose, Planung und Quartierspeicher

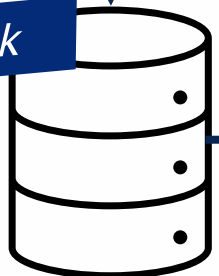
Messsystem



Quelle: Janitza UMG 801 mit Messmodul und Buskoppler

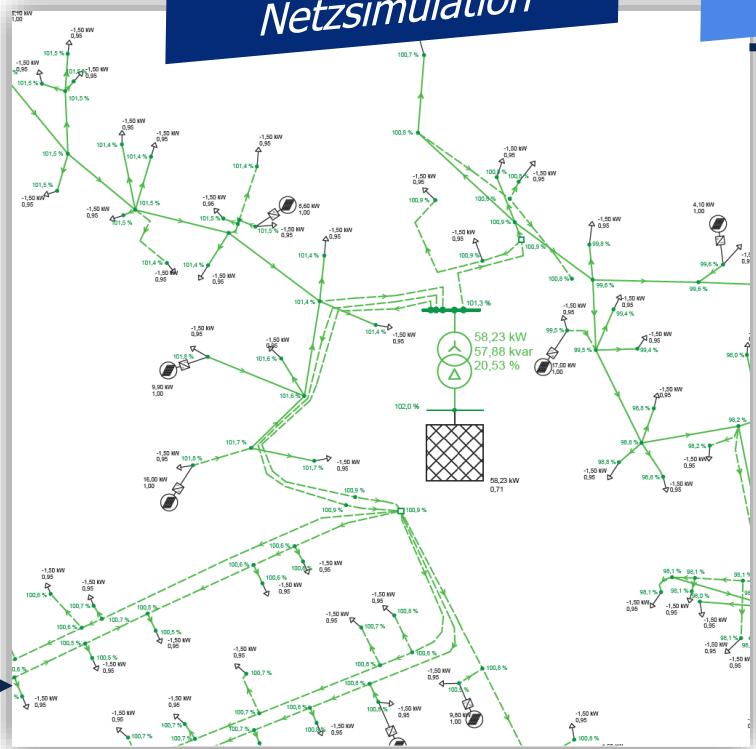
Messdaten

Datenbank

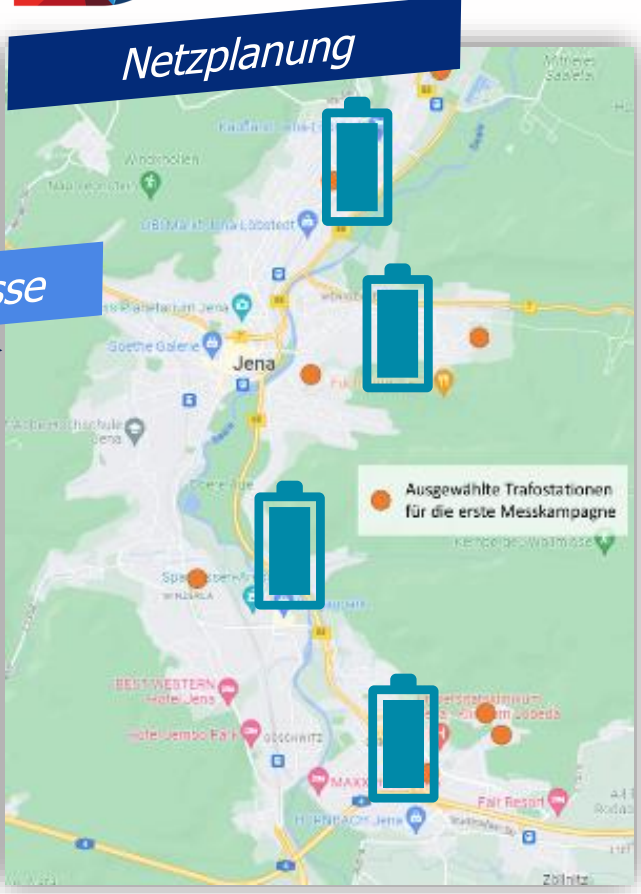


Datensätze

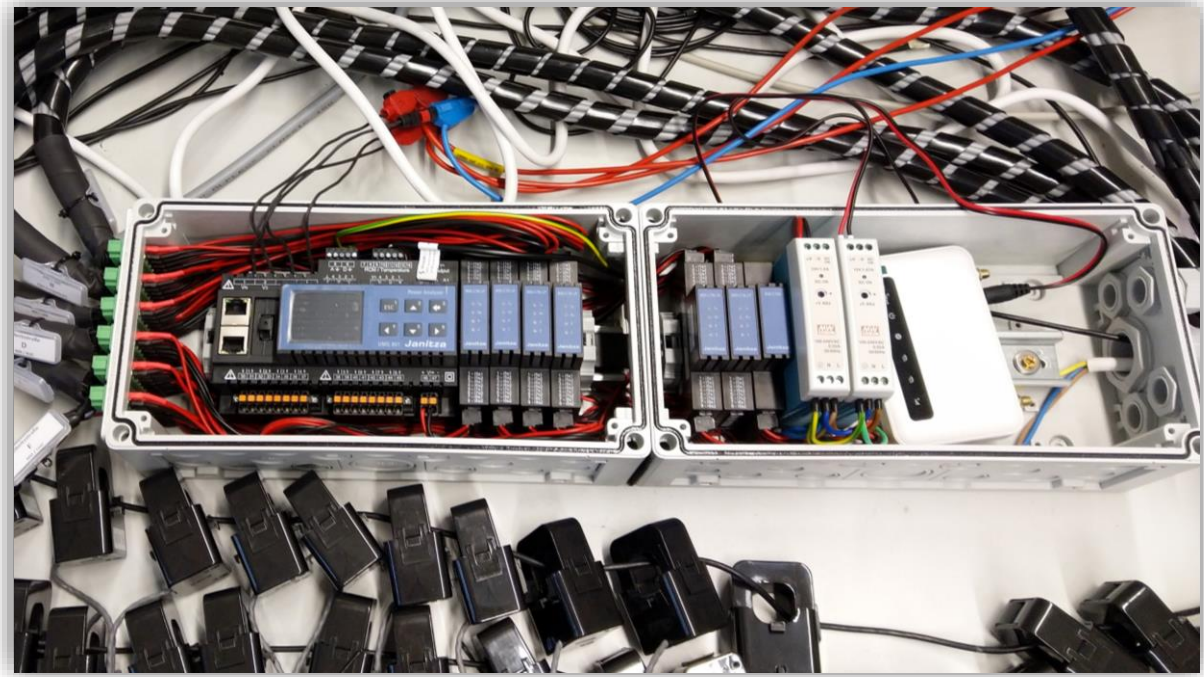
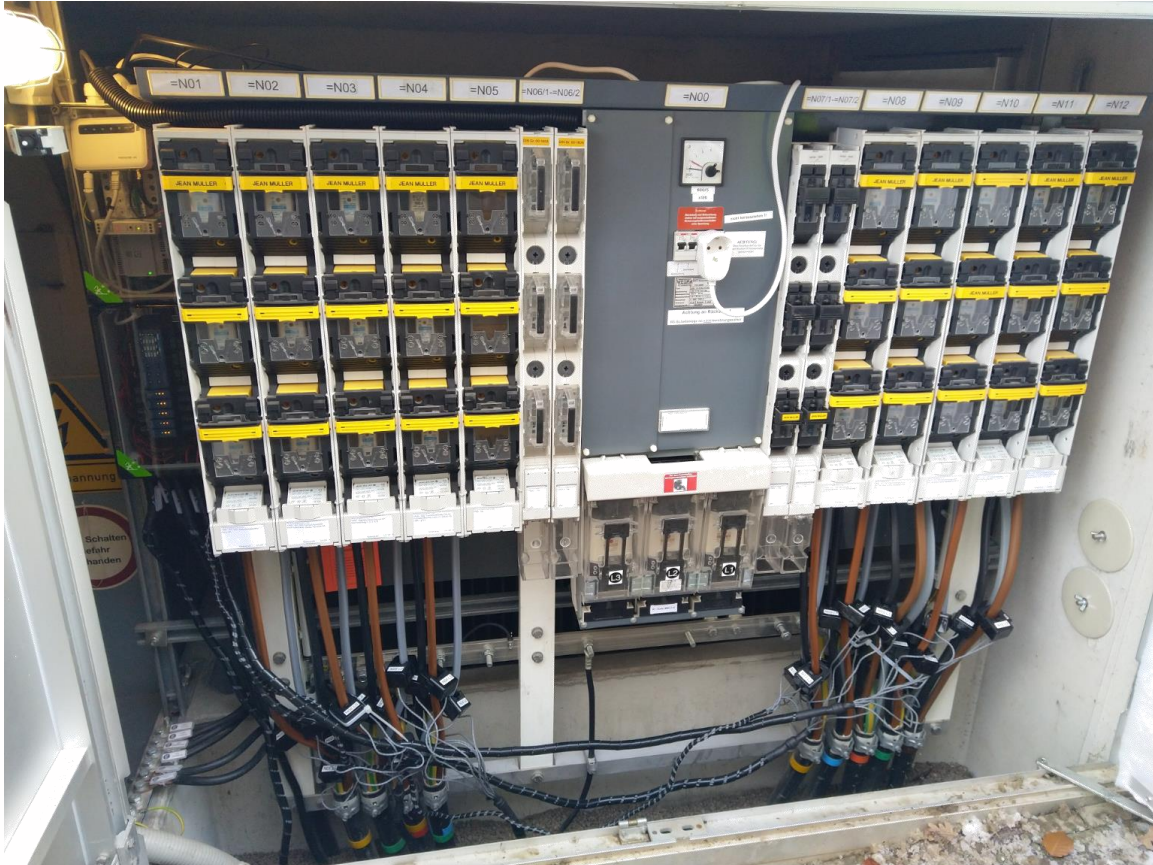
Netzsimulation



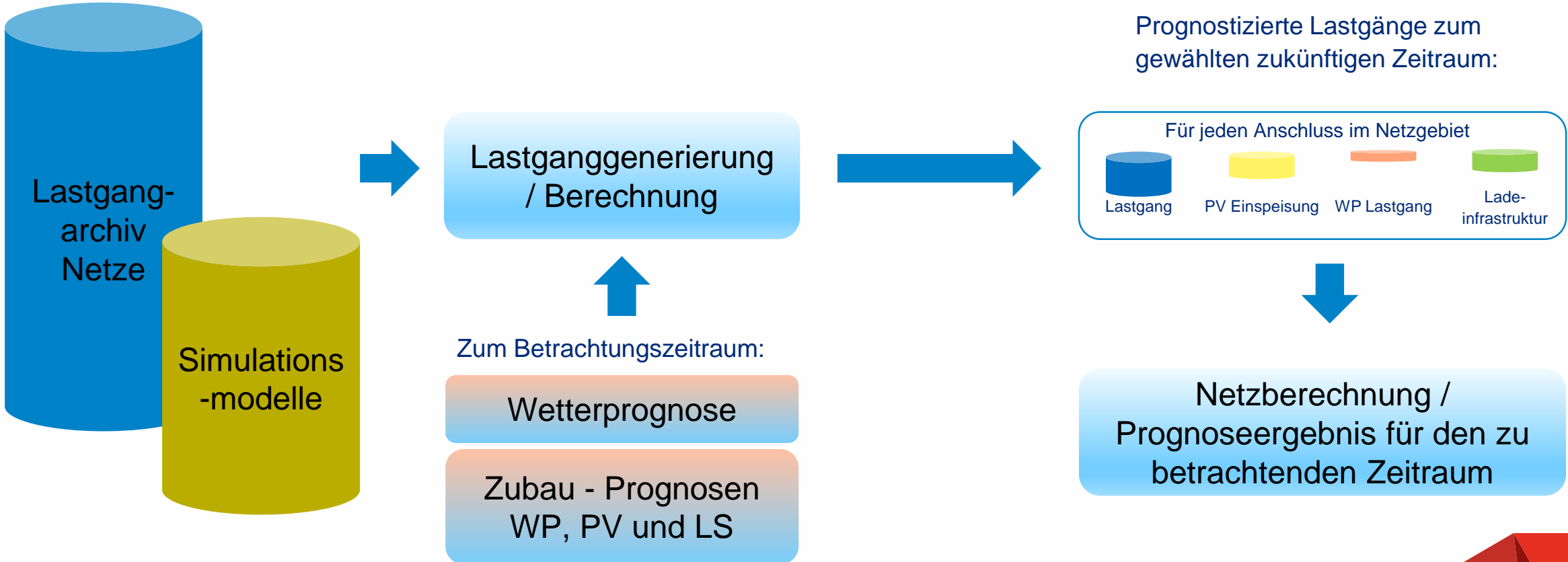
Ergebnisse



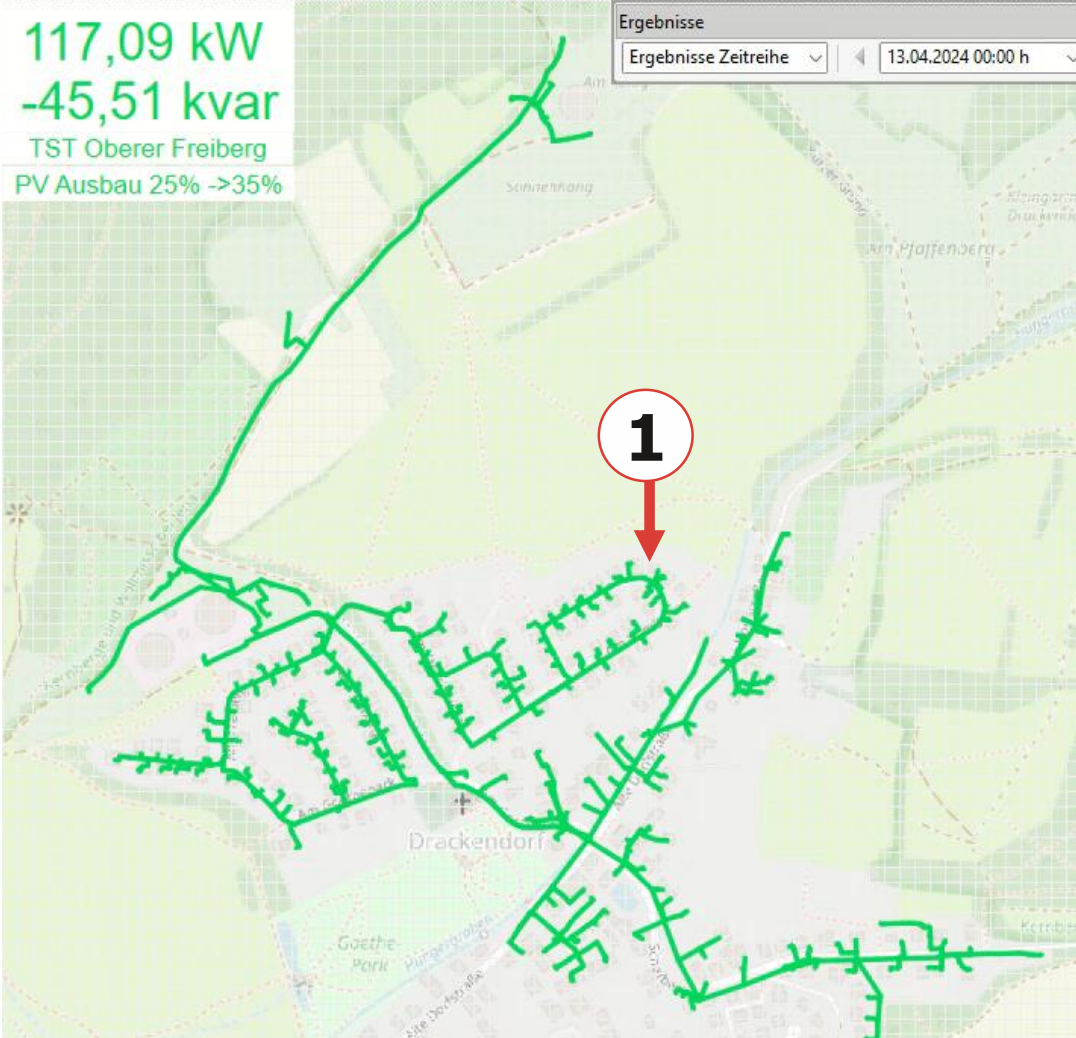
Messtechnik in den Stationen



Prognosemöglichkeiten in den Netz - Berechnungen

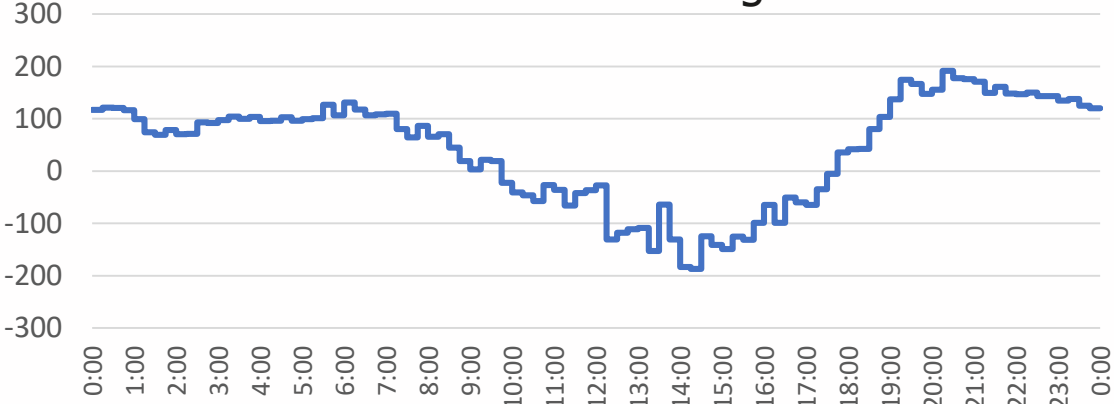


Simulation im realen Netzgebiet

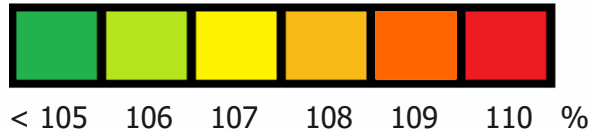
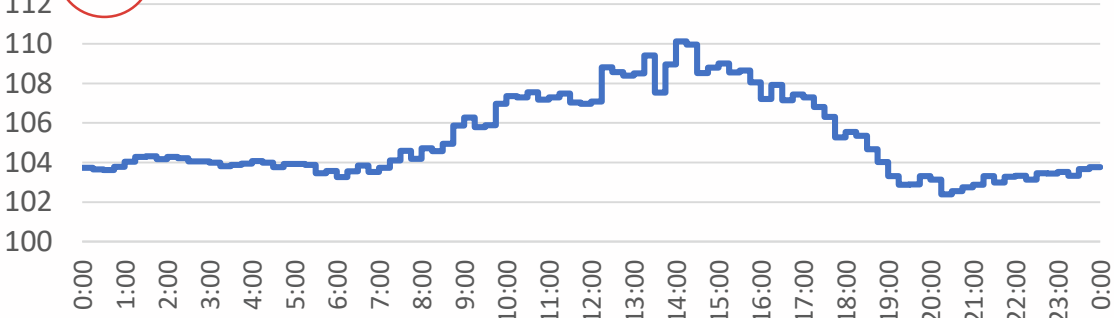


Zubau PV Jena OF (13.04.24)

Transformator Wirkleistung in kW



Spannungsverlauf U/Un in %



Anforderungen an die Netze



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



Versorgungssicherheit
mit fluktuierenden
Erzeugern !

Kurzschlussleistung !

Netzschutztechnik bei
zunehmender Durchdringung
mit erneuerbaren Energien
(Lastflussumkehr)

Wesentlich detailliertere
Erfassung der aktuellen
Netzparameter

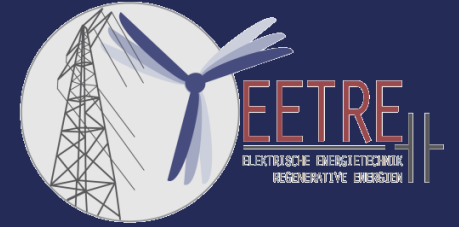
Datenaustausch
zwischen den Versorgern,
Betreibern und
Verbrauchern



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



ALL ELECTRIC SOCIETY
ALLIANCE



Vielen Dank!

Dipl. -Ing. (FH) Carsten Jungandreas

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

0375 / 536 2321

Carsten.Jungandreas.dhy@fh-zwickau.de

Westsächsische Hochschule Zwickau

Fakultät Elektrotechnik · Professur Elektrische
Energietechnik / Regenerative Energien