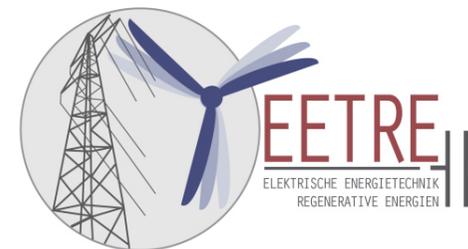




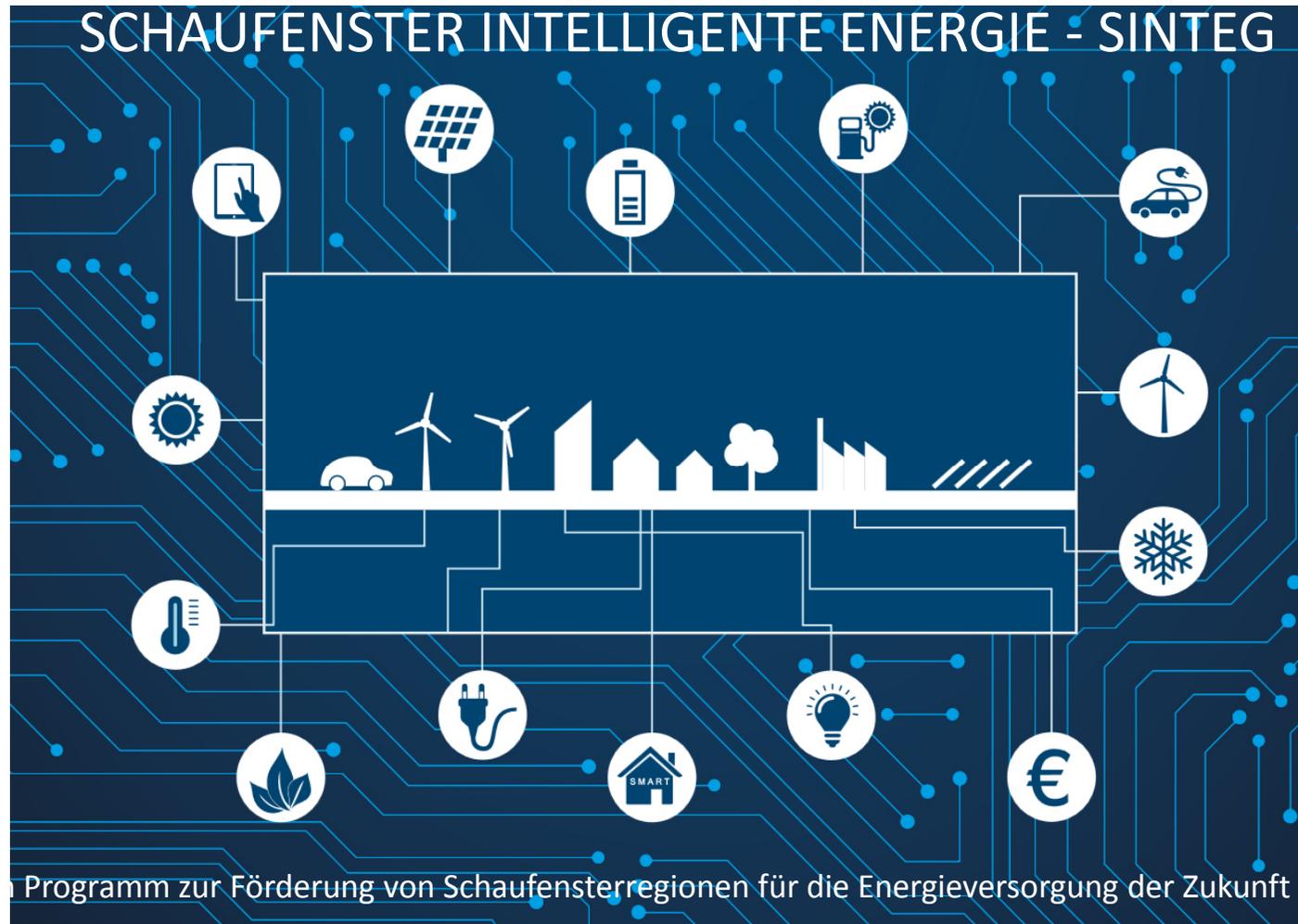
CERBERUS Anwendertreffen



**Anwendung von CERBERUS im Rahmen von "WindNODE" in der „Modellregion Zwickau“
- Energiespeichereinsatz, Quartierssteuerung und Berücksichtigung der Elektromobilität**

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Hempel, M.Sc.
S. Hommel, C. Dzuirzik, B. Veit, M. Bodach
Fakultät Elektrotechnik
Professur Elektrische Energietechnik / Regenerative Energien

SCHAUFENSTER INTELLIGENTE ENERGIE - SINTEG



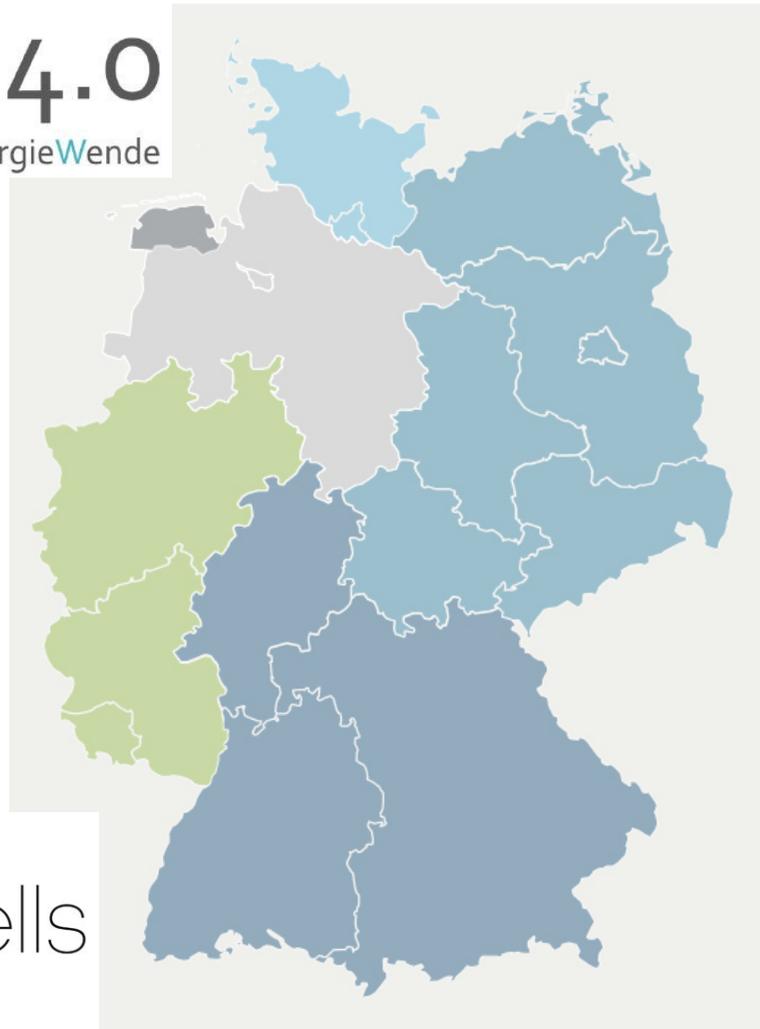
Programm zur Förderung von Schaufensterregionen für die Energieversorgung der Zukunft

NEW 4.0

Norddeutsche EnergieWende



DESIGNETZ
VERBUNDEN MIT KREATIVER ENERGIE



Insgesamt:

- 300 Projektpartner
- Fördervolumen über 200 Mio. €
- Eigenmittel der Unternehmen über 300 Mio. €

WindNODE

Konsortium WindNODE



WindNODE

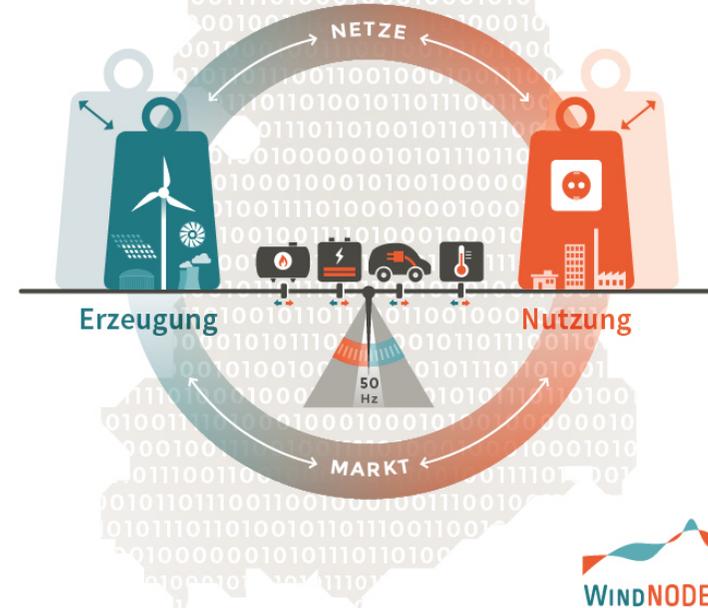
„WindNODE“ - Nordostdeutschland ist dabei!

Förderung aus dem „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (SINTEG)“ beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

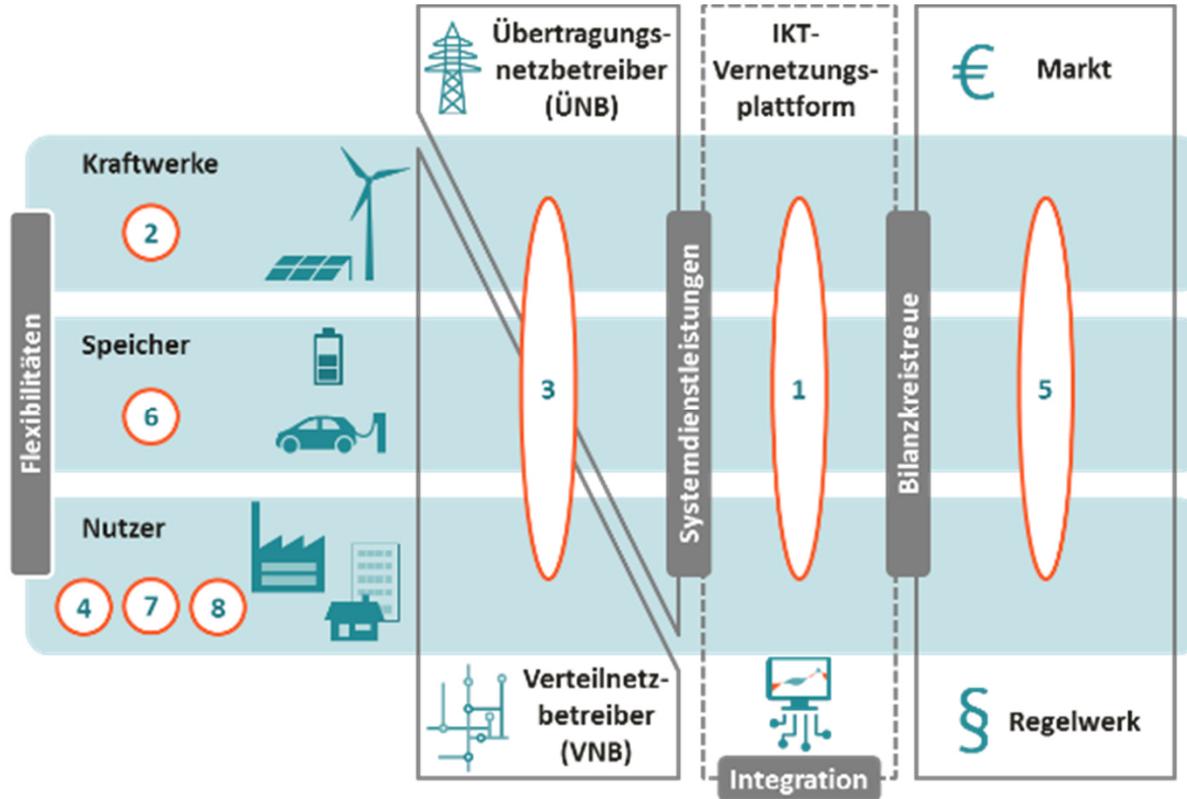
70 Partner u.a. 50Hertz, Bosch, energy saxony, Siemens, Fraunhofer und Hochschulen (Berlin, Rostock, Magdeburg, Cottbus-Senftenberg, Zwickau)



Fördervolumen für WindNODE ca. 35 Mio. €



WindNODE



Partizipation und Dissemination



- 1 IKT-Vernetzungsplattform – Digitalisierung des Energiemarktes
- 2 Flexible Erzeugung und Regionalkraftwerk
- 3 Effiziente Betriebskonzepte für Stromnetze
- 4 Vernetzter Endkunde – steuerbare Lasten und neue Dienstleistungen
- 5 Marktdesign und Regulierung – neue Spielregeln und Rollen im Energiesystem
- 6 Neue Flexibilitätsoptionen – Speicher und Power-to-Value
- 7 Lastverschiebepotenziale – Flexibilitäten bei industriellen Lasten
- 8 Quartierskonzepte – Prototypen der Smart City
- 9 Partizipation & Dissemination – Schaufenster zum Mitmachen & Nachmachen

- Primäre Ziele:
- Steigerung der Energieeffizienz
 - Senkung der CO₂-Emissionen



Projektziele



Cluster

- I. Einsatz von Energiespeichersystemen
- II. Schaffung einer energieeffizienten Infrastruktur
- III. Klimagerechtes Verbrauchsverhalten
- IV. Zukunftsträchtige Quartiersentwicklung

Wirtschaft



Energieversorgung



Energiespeicher



Wohnungsbau

Wissenschaft



Professur für
Vernetzte Systeme
in der Betriebswirtschaft



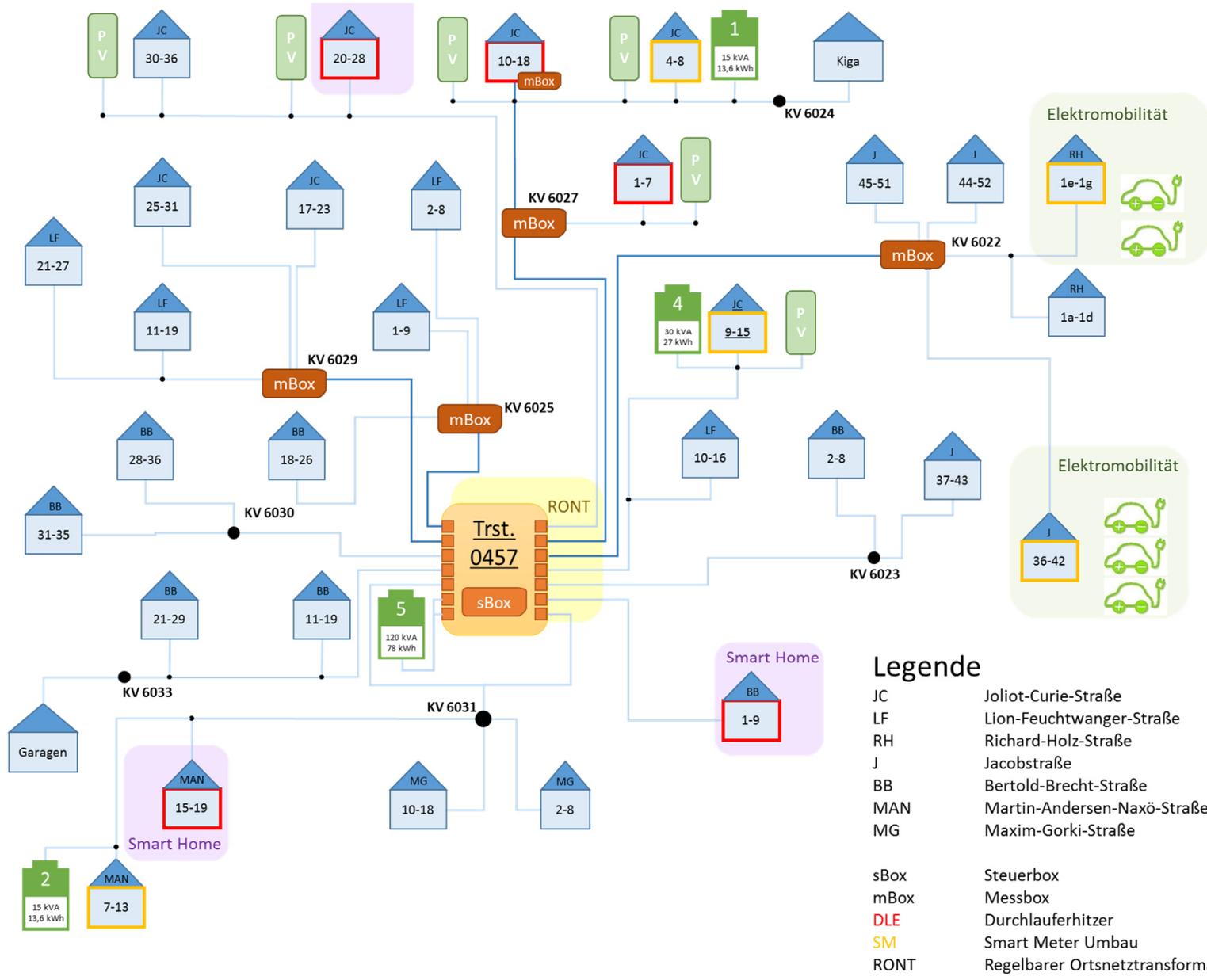
Professur für
Elektrische Energietechnik
/Regenerative Energien

Modellregion Zwickau

Partnerorientierte Projektziele :

- **Optimierten Netzbetrieb**
- **Angepassten Steuerung für Energiespeichersysteme**
- **Intelligenten Infrastruktur für Niederspannungsnetze**
- **Prognoseverfahren und Steueralgorithmen**
- **Stabilität der Energieversorgung**
- **Monitoringsystems**
- **Nachhaltige Gestaltung des Lebens**
- **Bezahlbares Wohnen für alle Generationen**
- **Entwicklung eines Energiemarktes**





Energieversorgungsnetz dezentrales Gebiet

- Vermaschtes Niederspannungsnetz
- 4-stöckiger Geschößwohnungsbau

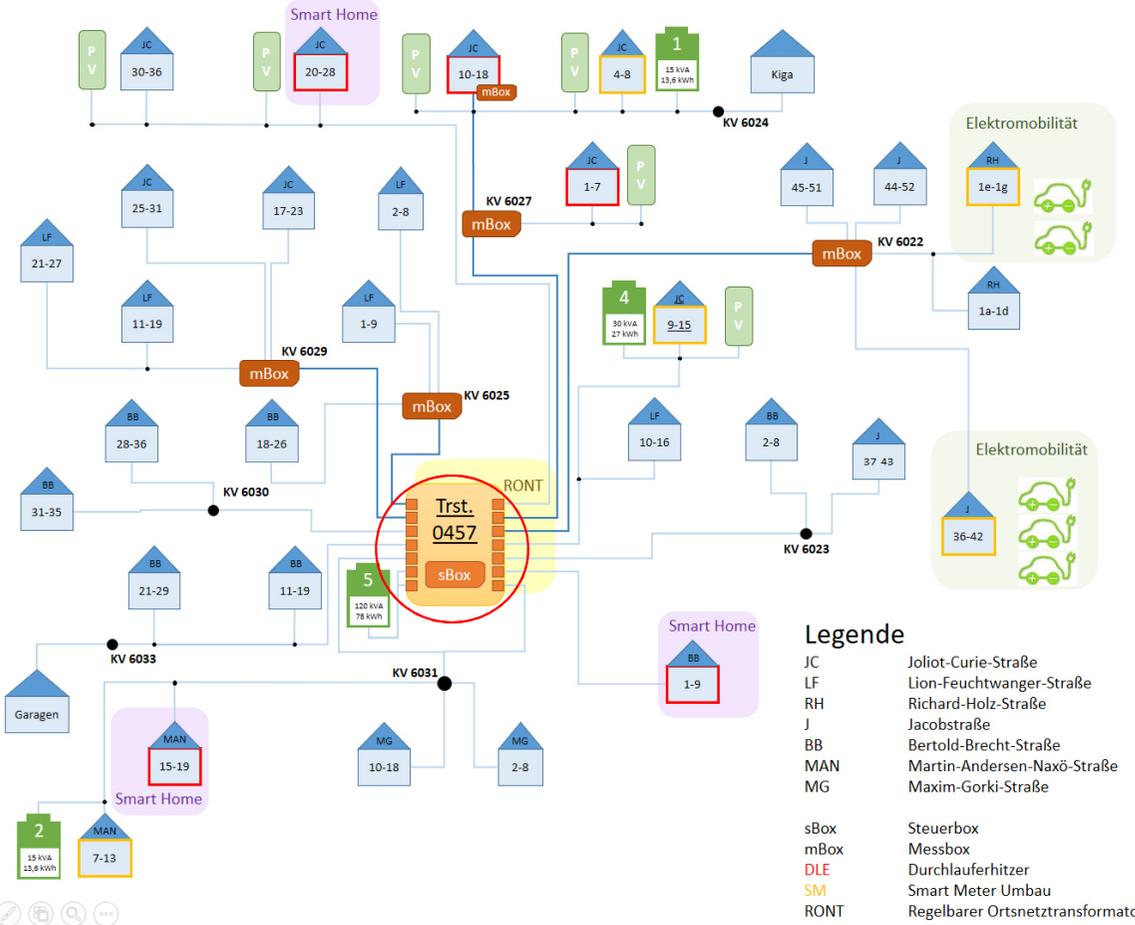
Mit:

- PV-Anlagen mit 211,8 kWp
- 1109 Wohneinheiten
- 4 Batteriespeicher
- Regelbarer Ortsnetztransformator (RONT)
- Messsystem

Legende

JC	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
SM	Smart Meter Umbau
RONT	Regelbarer Ortsnetztransformator

Regelbarer Ortsnetztransformator



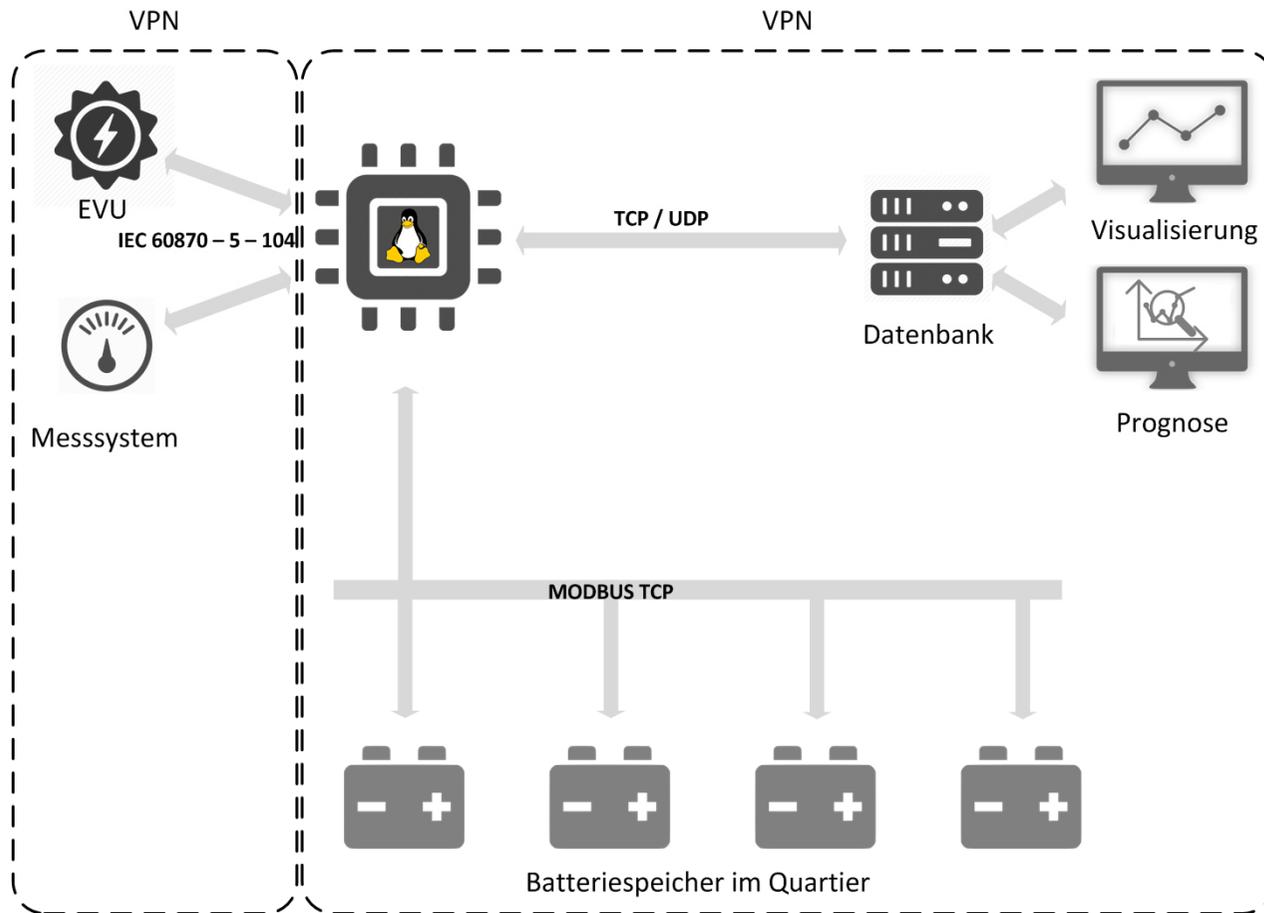
RONT

Ziel: Spannungshaltung

Speziell in Blick auf das Zusammenspiel von:

- Elektromobilität
- PV-Einspeisung
- Batteriespeichern





IKT- Infrastruktur

- Kommunikation zwischen Peripherie
- Sicherheit durch getrennte Netzwerke

Stationäre Simulation

Herangehensweise

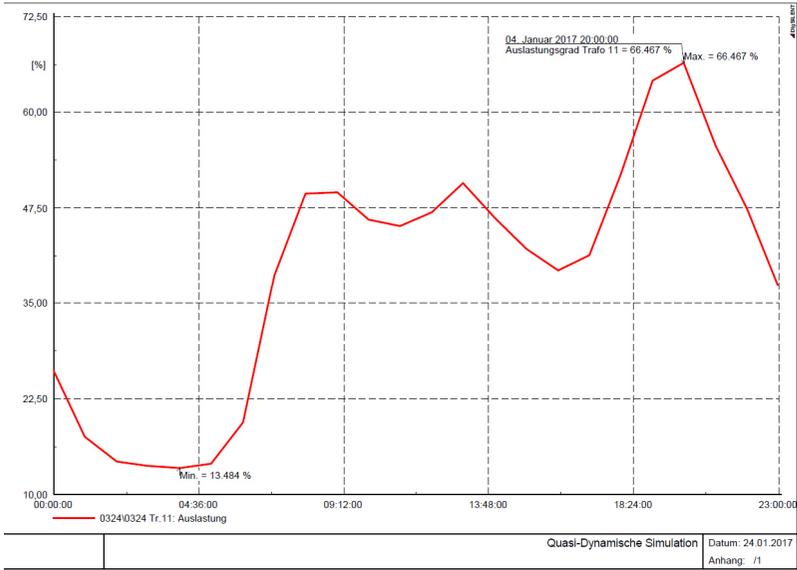
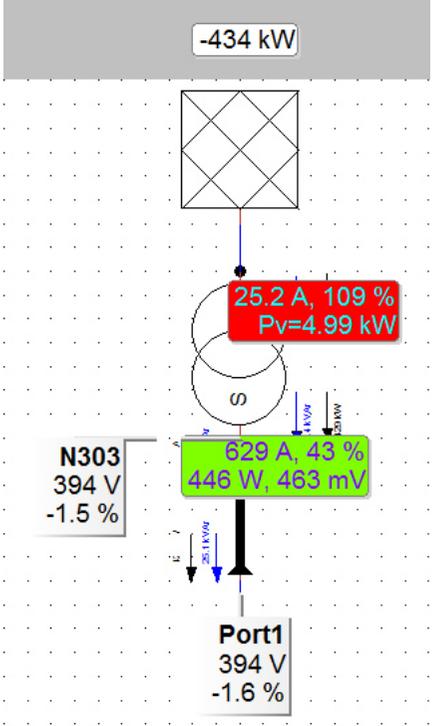


Abb.: Tageslastgang Wochentag Winter

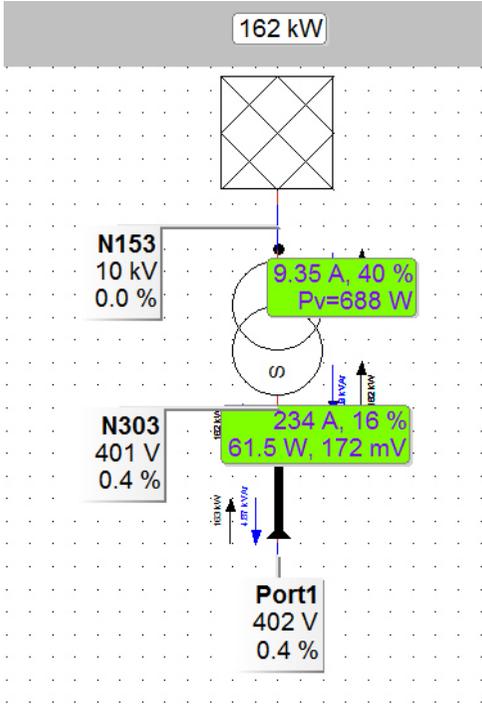
Schleppzeiger in der Station stand bei Besichtigung auf ca. 600 A

2 Betrachtungsszenarien:

1. Maximale Last ohne regenerative Einspeisung



2. Maximale reg. Einspeisung (211 kW) bei minimaler Last (10 %)



Energiespeicherdimensionierung

Einsatzszenarien in Einzelbetrachtungen

Netzdienlich / Netzverträglich

Lokal

- Spannungshaltung
- Lastverschiebung
- ...

Systemdienlich /
Systemverträglich
Systemweit

- Regelenergie
- Redispatching
- ...

Marktwirtschaftlich

- Erlösoptimierung
- Eigenverbrauchmaximierung
- ...

Energiespeicher 1 (Energieautarkie)

Speichergröße: 15 kVA / 2 x 6,8 kWh



Energiespeicher 2 (Netzstabilisierung)

Speichergröße: 15 kVA / 2 x 6,8 kWh



Energiespeicher 4 (Mieterstromkonzept)

Speichergröße: 30 kVA / 3 x 9,0 kWh



Energiespeicher 5 (Systemspeicher NS-Netz)

Speichergröße: 120 kVA / 78,0 kWh



Beispiel: Ermittlung der Speichersystemparameter

Energiespeicher 2 (Netzstabilisierung)

Speichergröße:
15 kVA / 2 x 6,8 kWh



Energiespeicher 5 (Systemspeicher NS-Netz)

Speichergröße: 120 kVA / 78,0 kWh



Ziel: Spannungsfall kleiner 3%, für 45 Min.

Ziel: 11 % Leistungsreserve für mindestens 30 Min. (2 zusätzliche 22 kW Lader)

Leistung Energie- speicher in kW	Spannung in V	Spannung in % zu 400 V
0	387	-3,4
5	388	-3,1
10	389	-2,9
15	389	-2,6
20	390	-2,4
25	391	-2,2
30	392	-1,9
35	393	-1,7
40	394	-1,5
50	396	-1
100	405	1,3

Szenario: Maximale Einspeisung, 10% Last Szenario: Maximale Last, keine Einspeisung

Leistung Energie- speicher in kW	Stromfluss über Trafo in A	Transformator- belastung in %	Spannung am Trafo in V	Spannung am Trafo in % zu 400 V	Leistung Energie- speicher in kW	Stromfluss über Trafo in A	Transformator- belastung in %	Spannung am Trafo in V	Spannung am Trafo in % zu 400 V
0	-234	40	401	0,4	0	629	109	394	-1,5
10	-219	38	401	0,3	10	615	106	394	-1,4
20	-205	36	401	0,3	20	600	104	394	-1,4
30	-191	33	401	0,3	30	586	101	394	-1,4
40					40	571	99	395	-1,4
50	-162	28	401	0,2	50	556	96	395	-1,3
60					60	542	94	395	-1,3
75	-126	22	401	0,2	75	520	90	395	-1,2
120	-90,5	16	400	0,1	120	484	84	395	-1,2
150	-19,6	3	400	0	150	411	71	396	-1
200	54,4	9	399	-0,1	200	339	59	396	-0,9

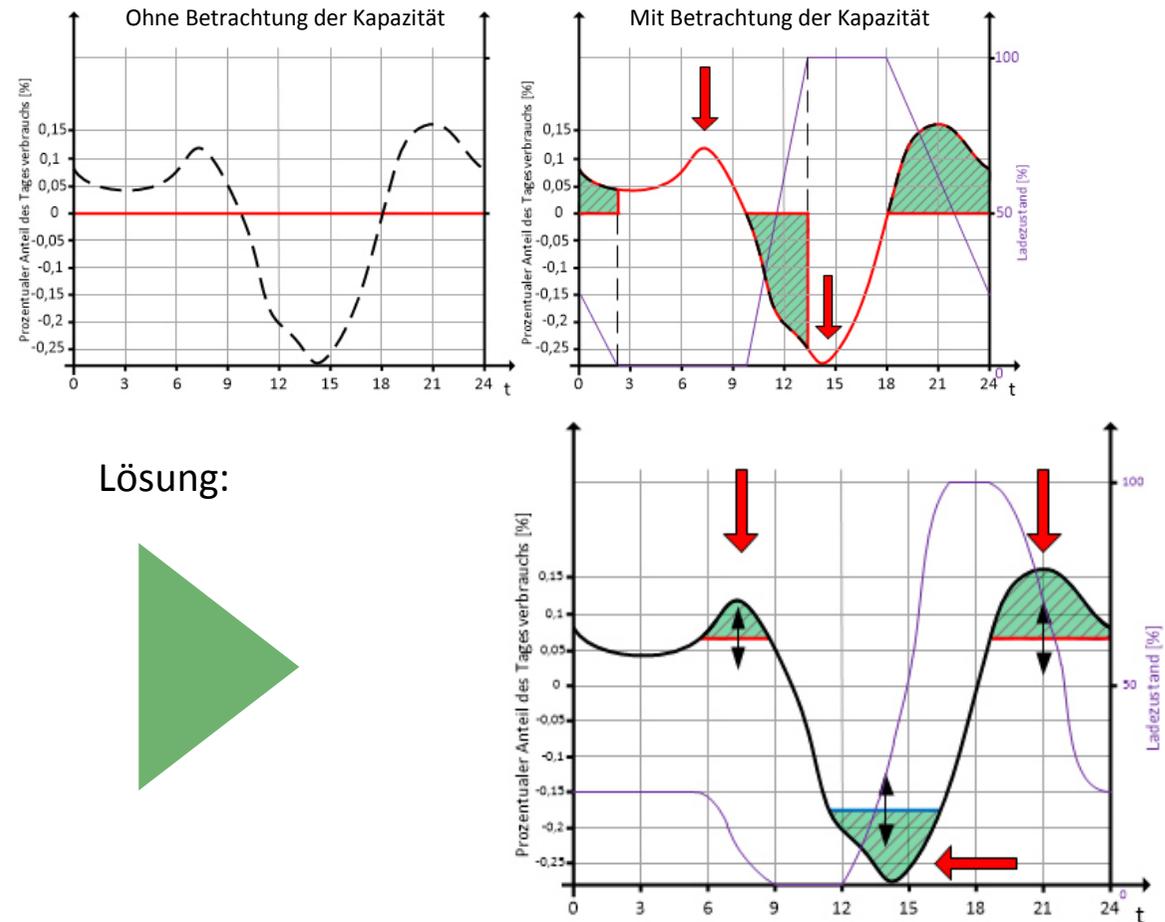
Interne Betriebsführungen

- Bisherige Betriebsführungen der eingesetzten Energiespeicher nicht netzdienlich
- Hervorgerufen durch verschiedene Interessen der Betreiber (Eigenverbrauchsmaximierung / Systemdienstleistung)

Voraussetzungen

- Geschärfte Lastprofile (iMSys)
- Prognosen für PV

Nullregelung



Spezialfall „Spannungshaltung“

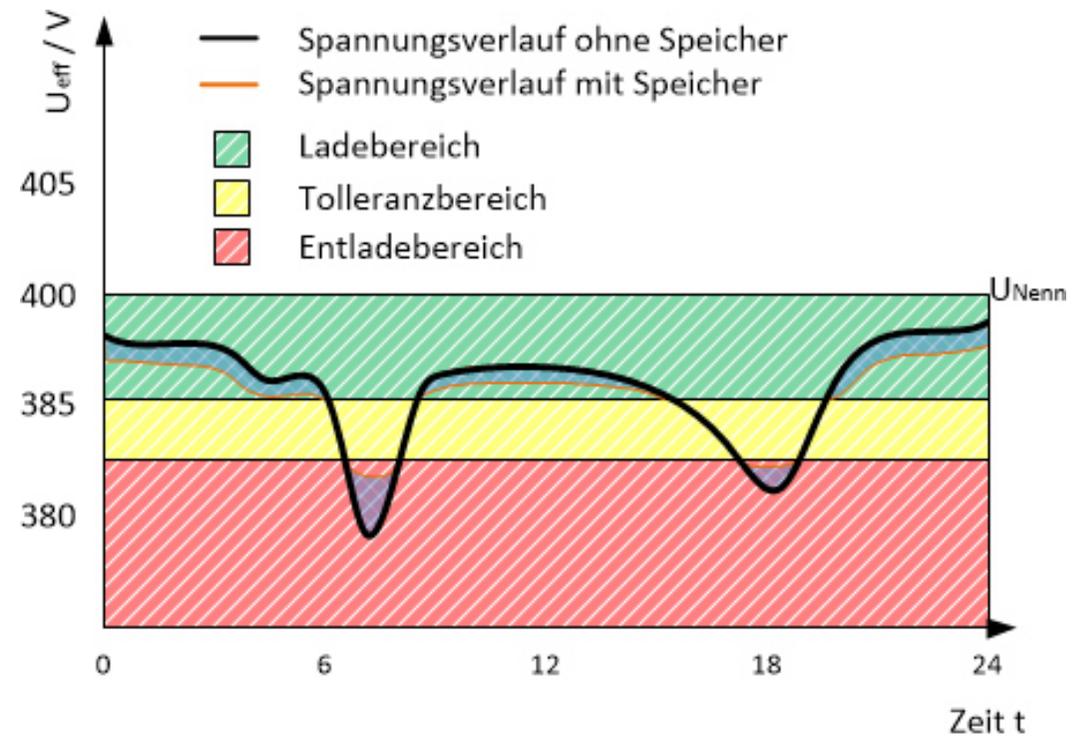
- Rein netzdienliche Betriebsführungen

Zielstellung

- Halten eines vorgegebenen Spannungsbandes

Voraussetzungen

- Geschärfte Lastprofile (iMSys)
- Lokale Messwerte



Interaktionen zwischen den Speichersystemen

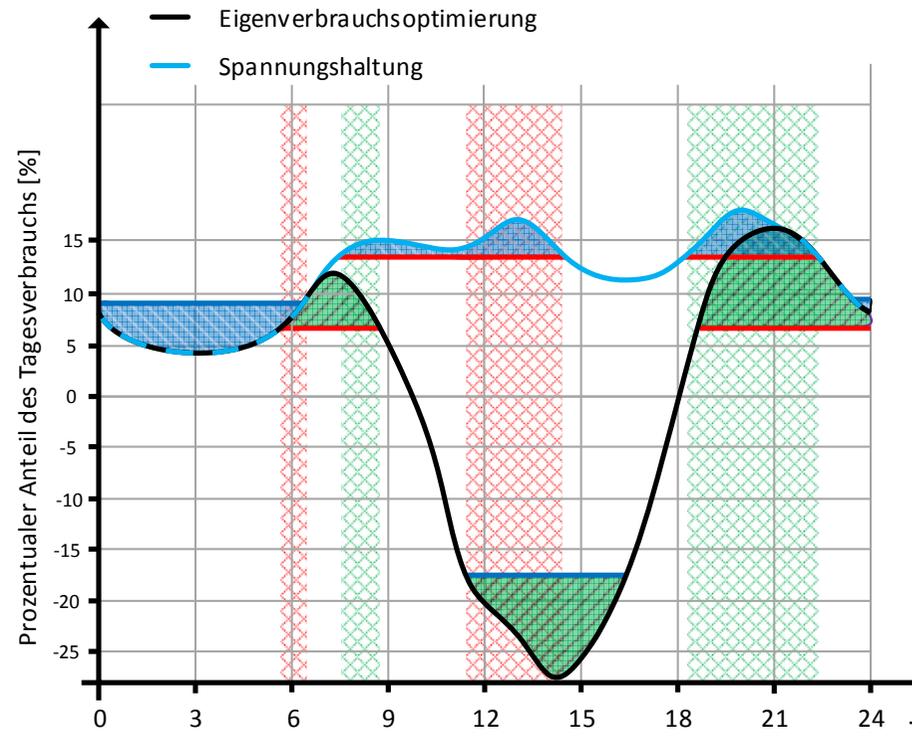
- Grundlage für effizienten Betrieb des Gesamtsystems

Zielstellung

- Hoher Nutzungsgrad Erneuerbarer Energiequellen
- Netzentlastung durch Vermeidung von „Energieverschiebungen“

Voraussetzungen

- Kenntnis über Betriebsführung der Batteriespeicher (Eigenverbrauch / Lastverschiebung)



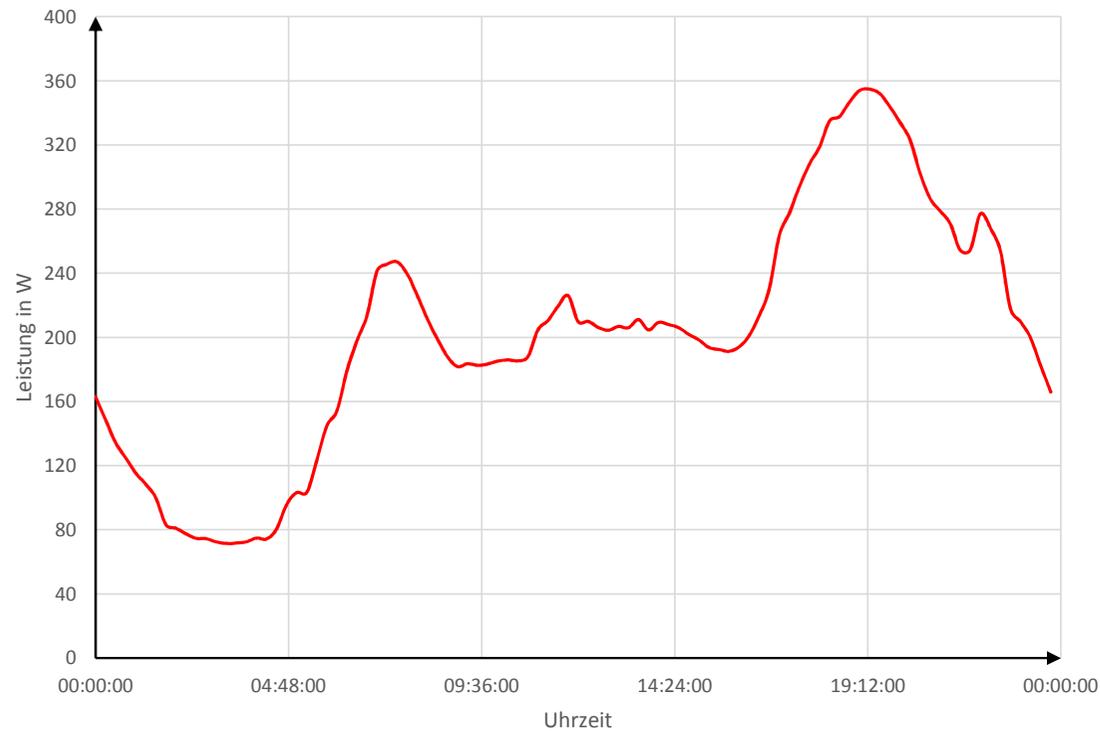
→ Prioritäten

1. Betriebsmittelschutz
2. Regenerative Einspeisung
3. Spannungshaltung

Messdaten elektrischer Energieverbrauch

- Aus Viertelstundenmesswerten eines kompletten Wohngebäudes (34 Wohnungen)

► Mittelung eines Standardlastprofils der Wohnungen für einen Tag



„Transiente“ Simulation

The screenshot displays a simulation software interface with a menu bar (Datei, Bearbeiten, Ansicht, Zeichnung, Modellierung, Zeichnen, Analyse, Fenster, Hilfe) and a toolbar. On the left, a 'Modelle' pane shows a tree view with 'Cerberus' selected, containing a 'Cerberus Transient' model. Below it is a component library with items like 'Netzeinspeisung', 'Zwe Wicklungs-Transformator', 'Dreiwicklungs-Transformator', 'Schiene', 'Reihendrosselspule', 'Freileitung', 'Kabel', 'Schalter', 'Sicherung / Schutzgerät', 'Wattmeter', 'Netzregler', 'Impedanzmessung / Schutz', 'Last', 'Asynchronmaschine', 'Eigenerzeugungsanlage', 'Kompensationsanlage', 'Kompensationsspule', 'Saugkreis', 'BSD-Export', and 'Speicher'.

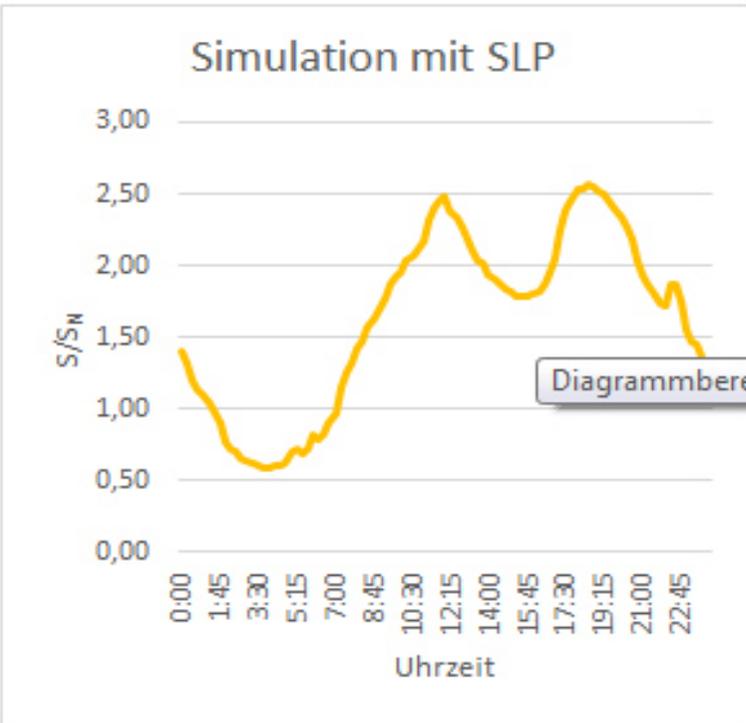
The main workspace shows a circuit diagram with a voltage source 'X1' (399 V, -0.2%) and a load 'Last' (191 W, LAST_1). A data point 'TF1' is highlighted in green. A 'LOOKUP - XY-Zeitfunktion' dialog box is open, showing the following data:

t	x(t)
1	81.54761905
2	74.20634921
3	67.16269841
4	62.40079365
5	57.63888889
6	54.16666667
7	49.90079365
8	41.56746022

The dialog also includes options for 'Anzeige/Ausgaben', 'Kommentare', 'Interpolation' (Keine Interpolation), 'Periodendauer [s]' (0), 'Verhalten bei Lastfluss' (Wert für t=0), and 'Eingabe Datenpaare'. At the bottom, there are buttons for 'Variablen', 'OK', 'Abbrechen', and 'Übernehmen'.

„Transiente“ Simulation

- Vergleich Standardlastprofil und Messung



Tagesverlauf Standardlastprofil



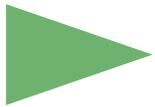
Tagesverlauf Messprofil

Vergleich der Scheinleistung für die Minimal-, Maximal- und Durchschnittsbelastung

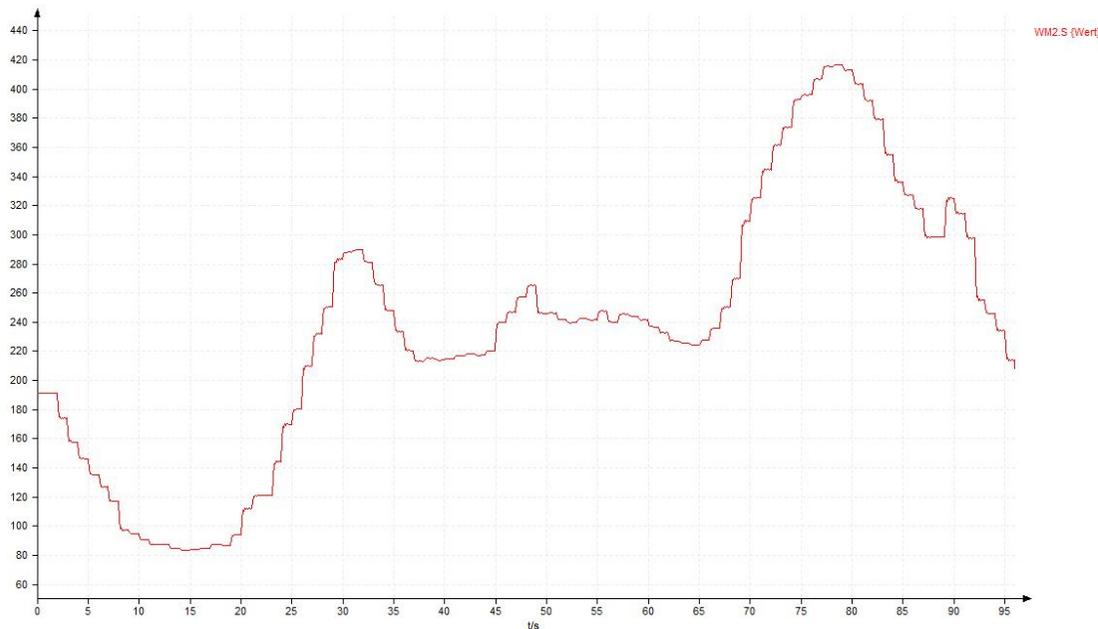
	$\frac{S}{S_N} min$	$\frac{S}{S_N} max$	$\frac{S}{S_N} \emptyset$
SLP	0,59	2,57	1,63
Messwerte	0,18	1,57	0,68

Simulation zur weiteren Einbindung der Elektromobilität

- Erinnerung: Stationäre Simulation,
 - Trafo bei maximaler Last zu 109 % belastet



- „Transiente“ Simulation (1/4 h Auflösung), angepasst an die reale Transformatorbelastung



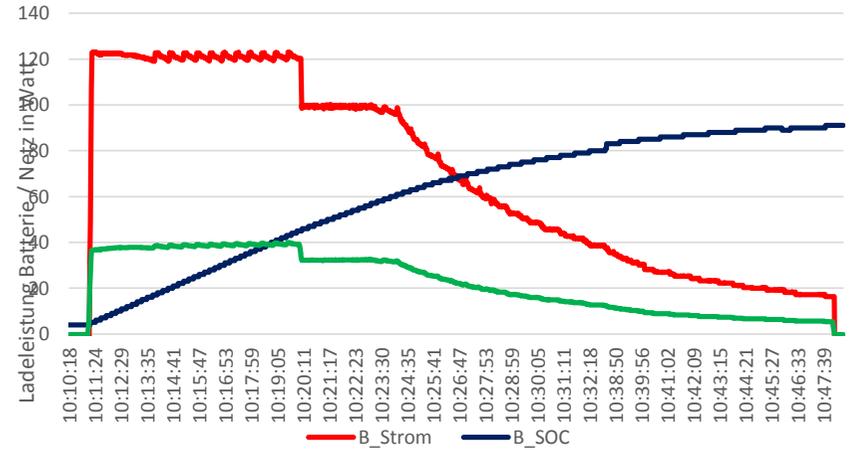
Maximale
Trafobelastung:
416,8 kVA
= 104,2 % Auslastung

Elektromobilität, reale Messdaten

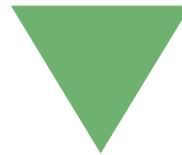
Normal-Ladung 3 KW



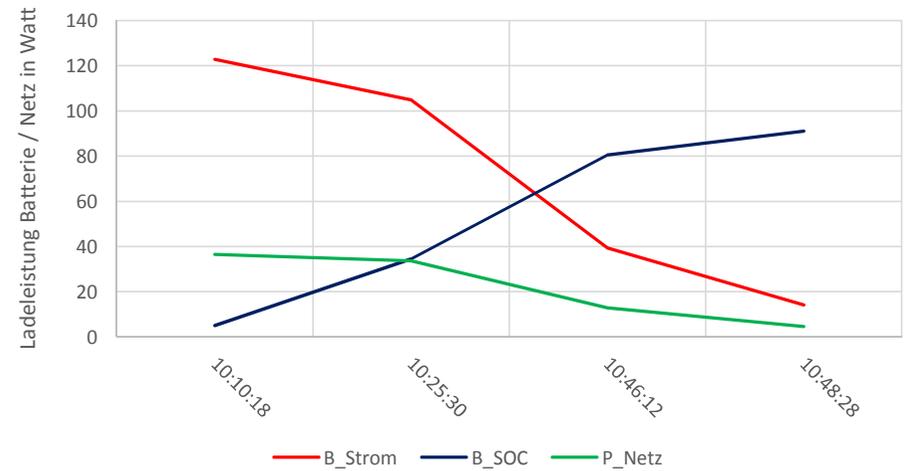
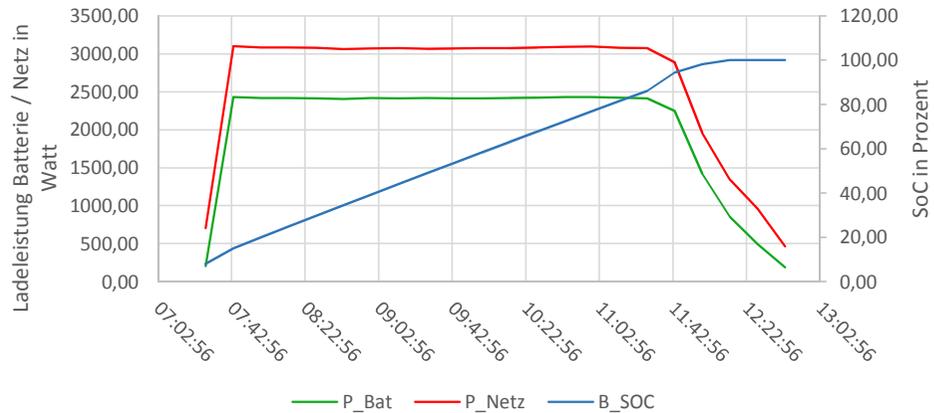
Schnell-Ladung 40 kW



Sekündliche
Messwerte



¼ Stunden
Skalierung



Simulation zur Einbindung der Elektromobilität

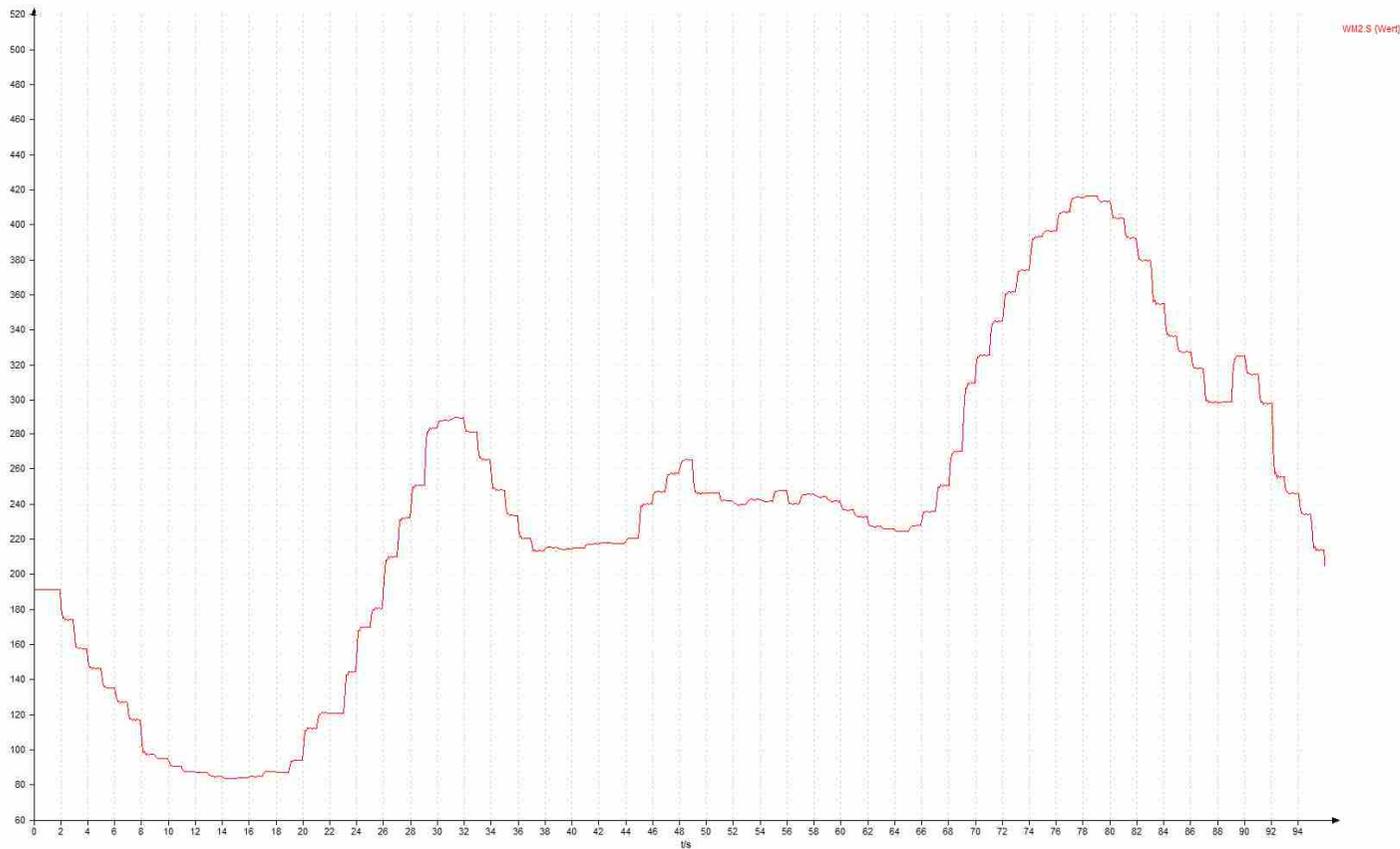
- Stationäre Simulation mit einer Kurzzeitüberlastung des Transformators bis 130 % und einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 der Ladepunkte:
 - Theoretisch 84 kW Ladeleistung vorhanden.
 - 23 Ladepunkte mit 3,6 kW möglich → 2.1 % Durchdringung.



- Größere Anzahl an Elektromobilitätsladepunkten ohne bauliche Veränderung der Betriebsmittel nur möglich mit Messung der Energieflüsse und intelligenter Steuerung.
 - Entwicklung einer Software zur Energieflusssteuerung an Ladepunkten.

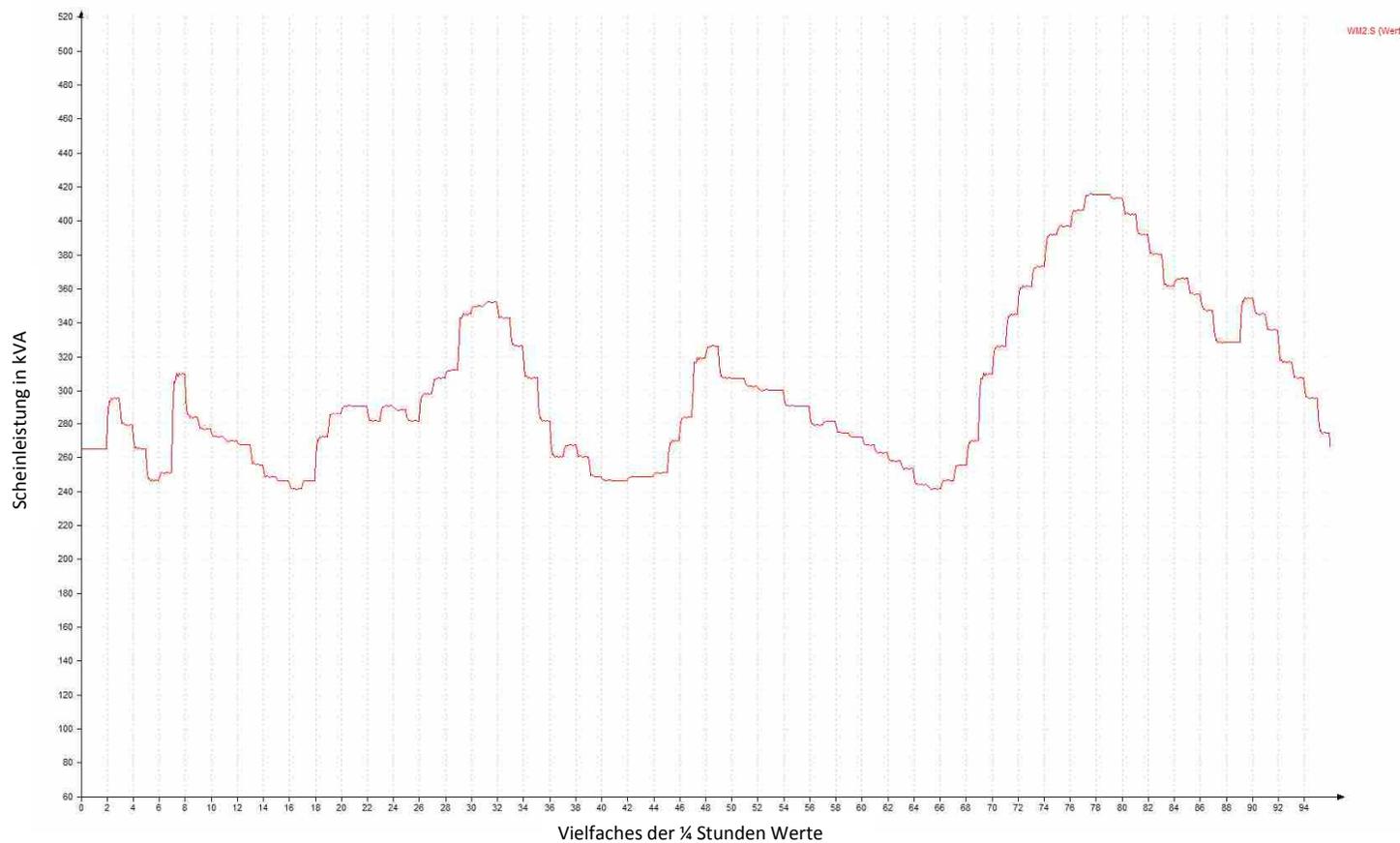
„Transiente“ Simulation zur Einbindung der Elektromobilität

- Trafoscheinleistung bei Normalzustand entsprechend erstelltem Standardlastprofil.



„Transiente“ Simulation zur Einbindung der Elektromobilität

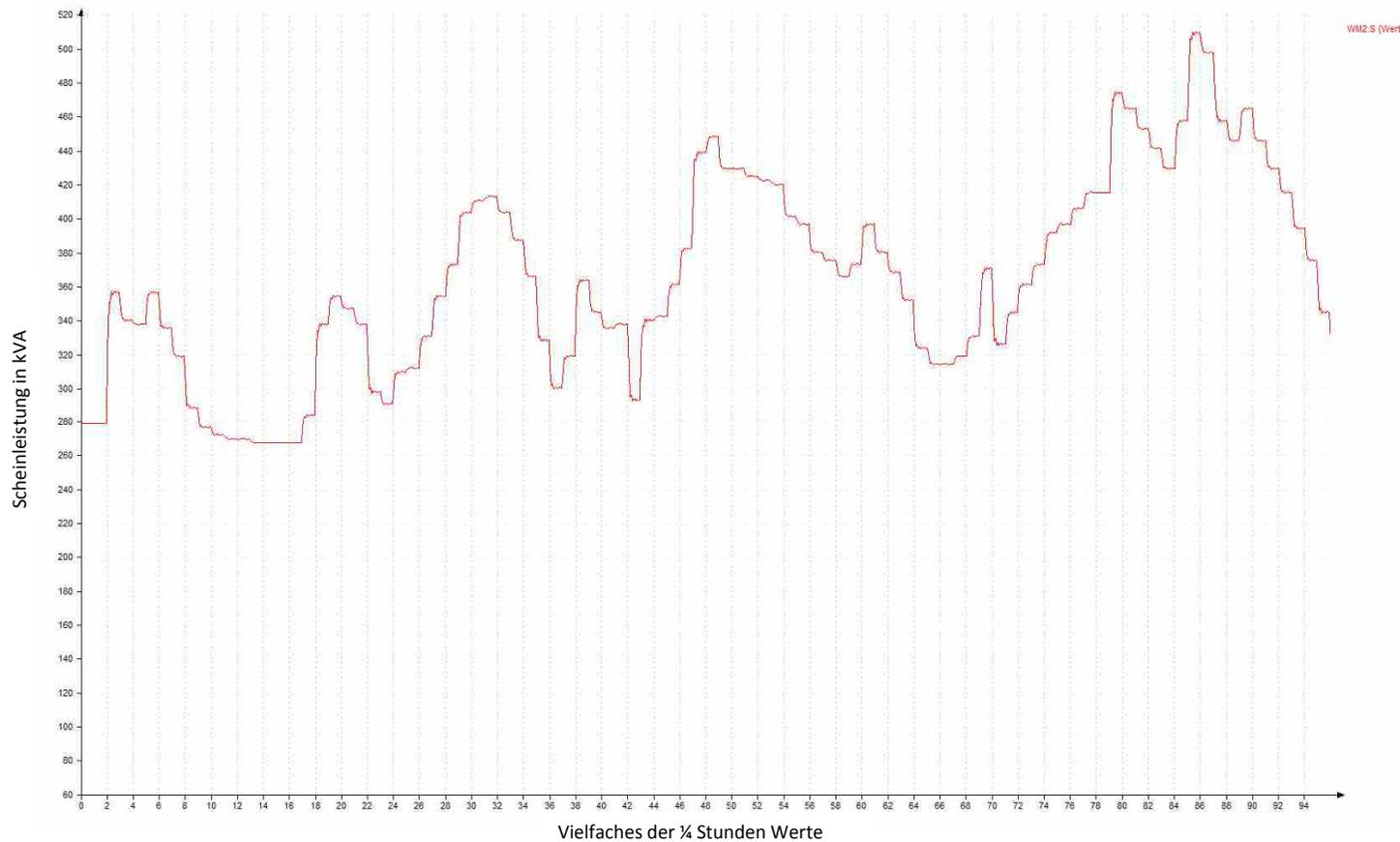
- Trafoscheinleistung bei 10 % Durchdringung mit E-Mobilität



110 Ladepunkte,
gleichmäßig verteilt im
Netz.

„Transiente“ Simulation zur Einbindung der Elektromobilität

- Trafoscheinleistung bei 20 % Durchdringung mit E-Mobilität



220 Ladepunkte,
gleichmäßig verteilt
im Netz

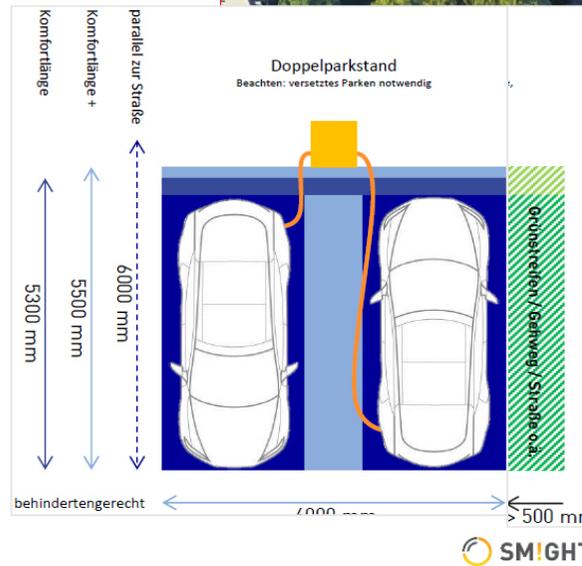
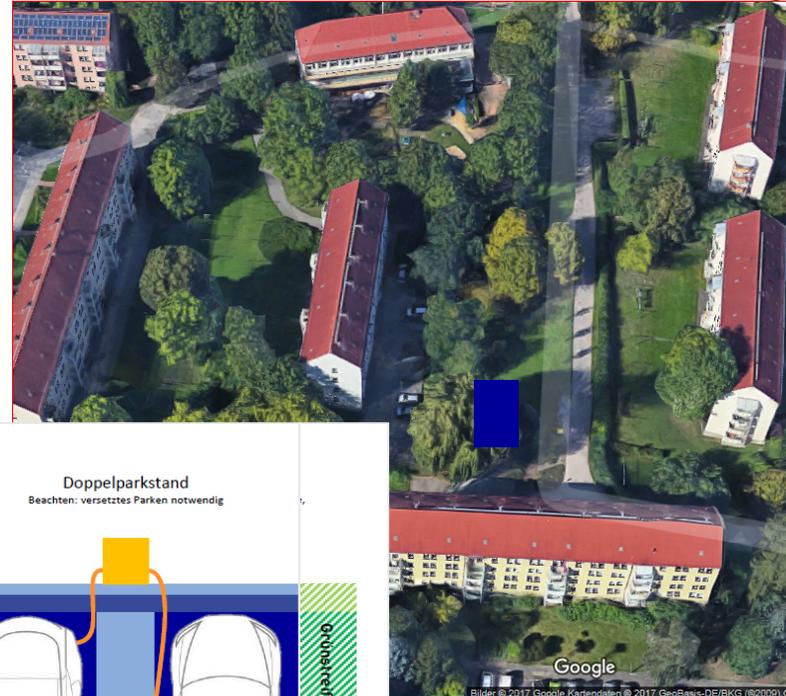
Lösung zur Einbindung der Elektromobilität ins Quartier

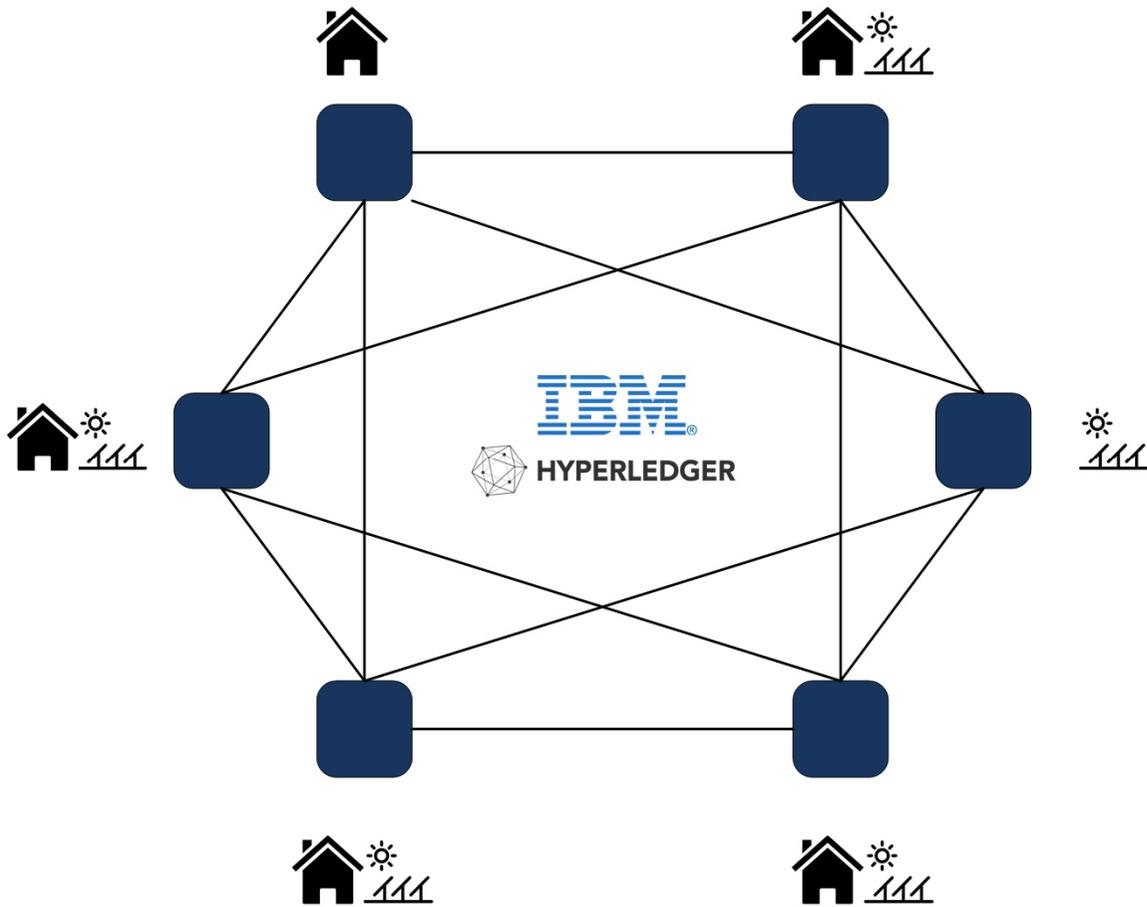
CERBERUS:

- Intelligente Ladesteuerung implementiert

Modellregion Zwickau

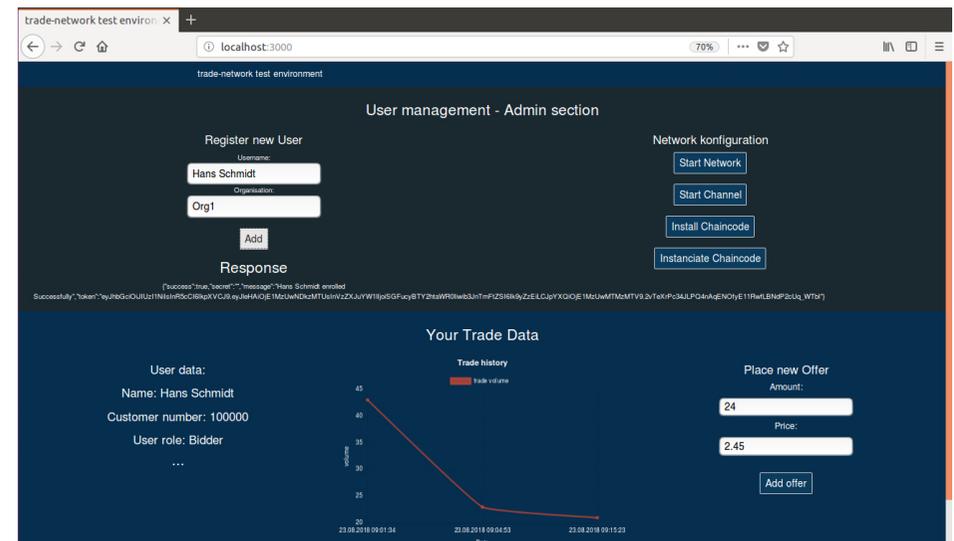
- Gesteuertes Laden durch Eingabe in einer Bedienoberfläche.
Anreiz: Kostengünstiges Laden.
- Einfache Einbindung in der Technik der Wohnungsbaugesellschaft.
- Einbindung der Bewohner mittel APP oder Freigabekarte.
- Voraussichtlich bauseitig Ende Oktober abgeschlossen.



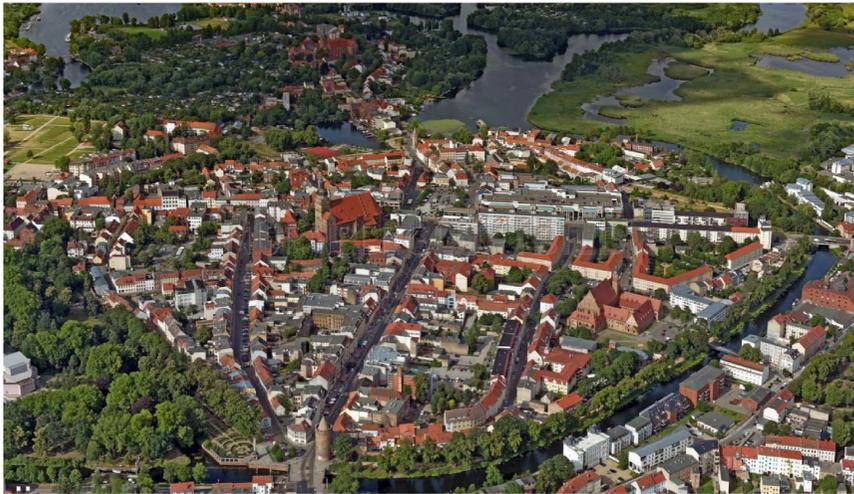


Regionaler Energiemarkt

- Direkte Vermarktung zwischen den Marktteilnehmern
 - Interaktion mit App
 - Blockchain-Technologie
-
- Erhöhung der Akzeptanz
 - Einbindung ins Projekt



Nächste Schritte mit Cerberus



Aktuell sind Energie-Konzepte häufig analog, verteilt, unvollständig und nicht nachhaltig kontrolliert.

Kommunikation und Steuerung ist schwierig

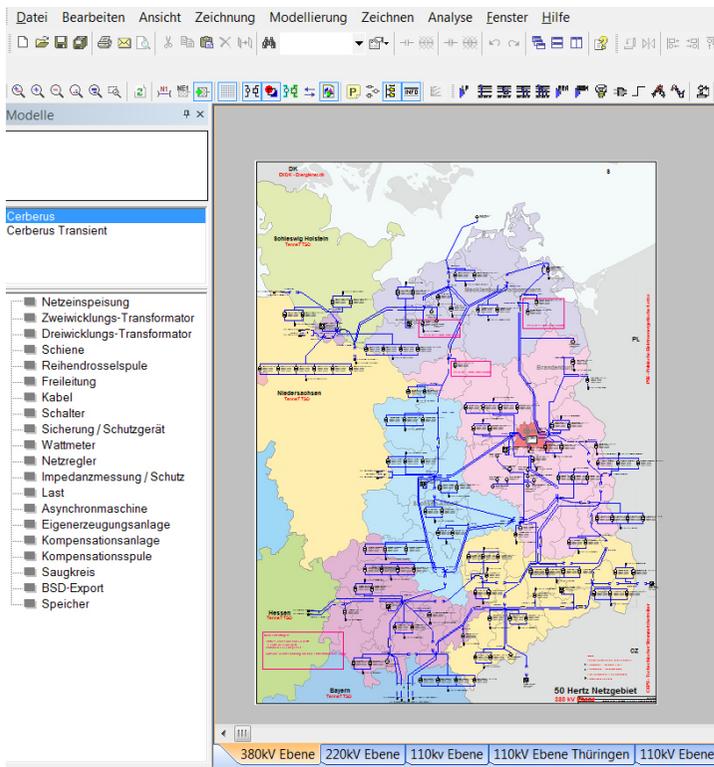


Das DEUP-System führt alle Aspekte der Energiewende zusammen und lässt so die Ableitung der optimalen Maßnahmen zu.

Eine verständliche Kommunikation und Steuerung wird möglich

Nächste Schritte mit Cerberus

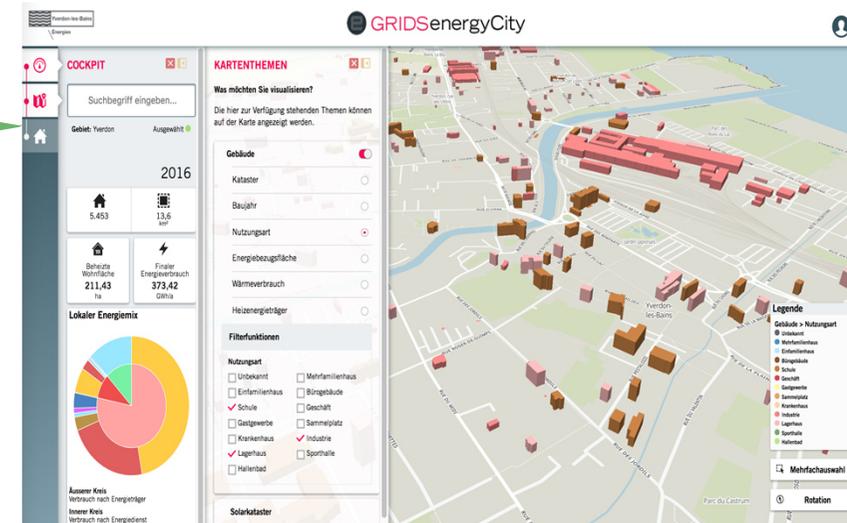
Mit **CERBERUS** - Abbildung der gesamten WindNODE-Region (380/220/110 kV) und Simulation mit allen Einspeisern und Verbrauchern, Energieaustausch mit anderen Regelzonen und Ausland.



Schnittstellendefinition

Übergabe der
Simulationsergebnisse

Übergabe verschiedener
Eingabewerte/Szenarien





Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Fragen?