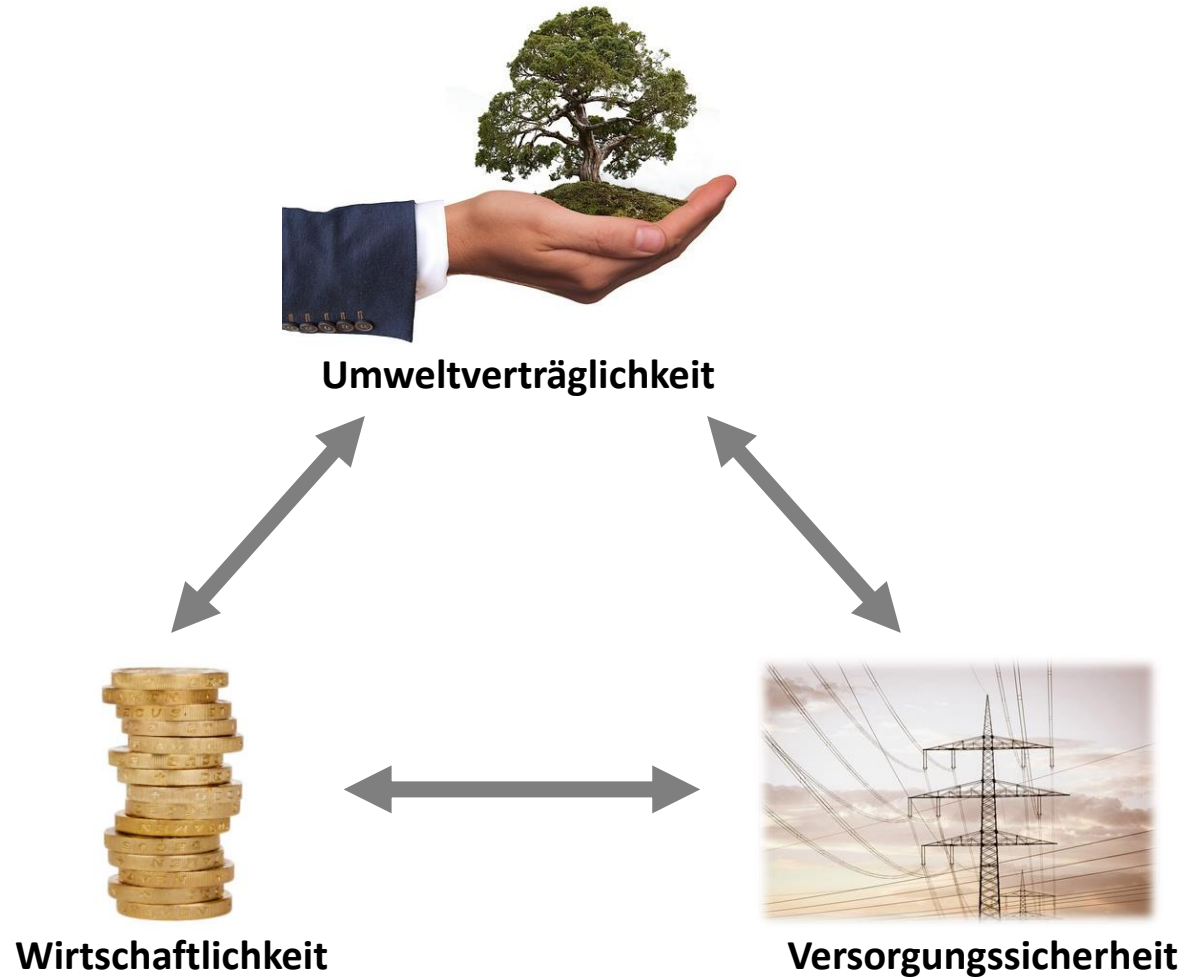


Neue Forschungsinitiativen für die KI in der Energiewende

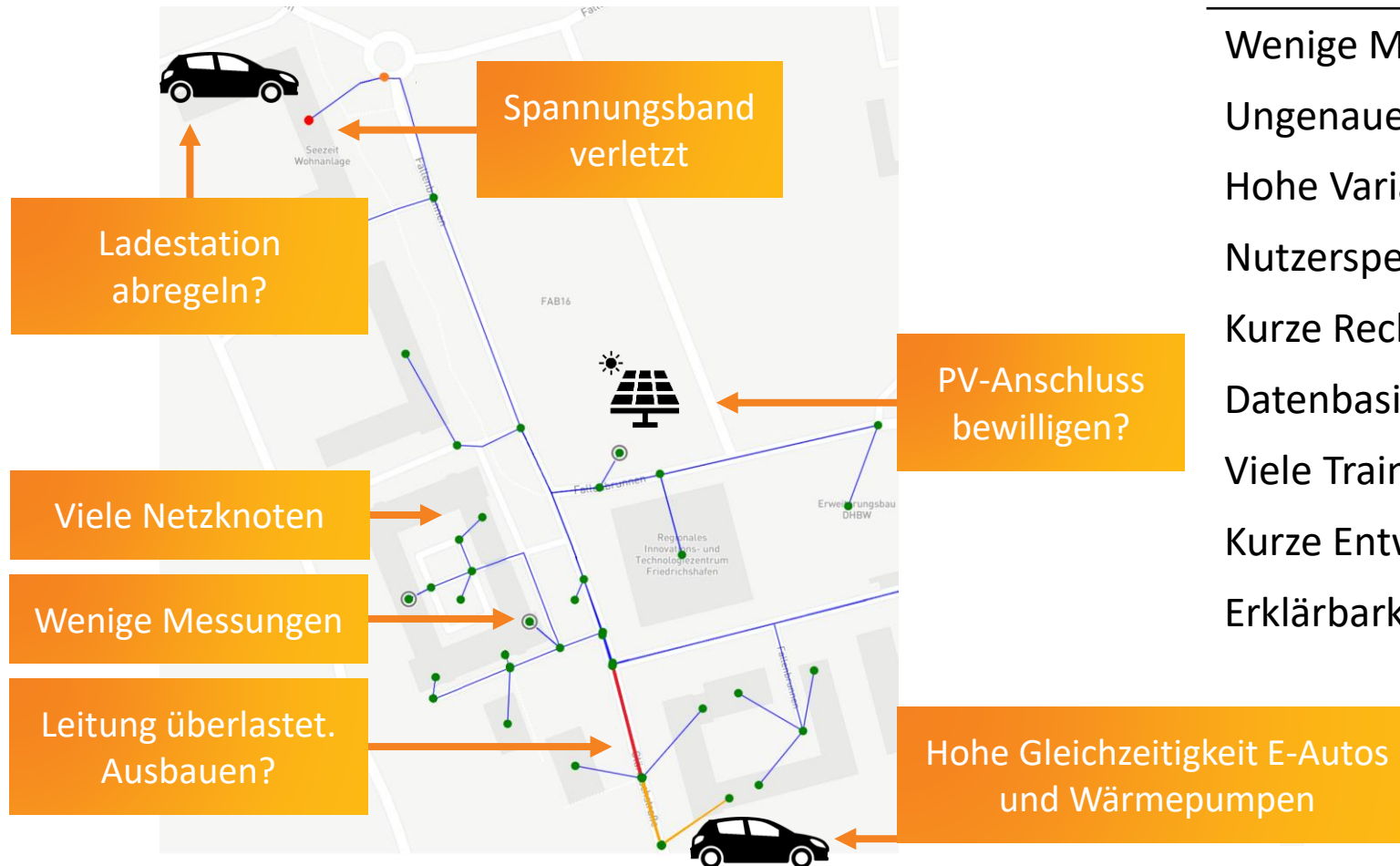
Dr. Bodo Rückauer, Fraunhofer ISE
VDE-Forum
Freiburg, 17.5.24

Im Spannungsfeld der Energiewende: Welchen Beitrag kann KI hier leisten?



KI als Schlüsseltechnologie für die
Optimierung von Verteilnetzen

Herausforderungen im Verteilnetz



Anforderungen	Konv.	KI
Wenige Messungen	✗	✓
Ungenaue Modelle	✗	✓
Hohe Variabilität	✗	✓
Nutzerspezifische Prognosen	✗	✓
Kurze Rechenzeiten	✗	✓
Datenbasierte Automatisierung	✗	✓
Viele Trainingsdaten	✓	✗
Kurze Entwicklungszeit	✓	✗
Erklärbarkeit	✓	✗

KI-Werkzeugkasten für datenbasierten Netzbetrieb



Methode



**Topologie-
Erkennung**



**Netzteil-
nehmer
Erfassung**



**Zustands-
schätzung**



**Last- &
Ertrags-
prognosen**



**Betriebs-
Regler**

Topologie-Erkennung

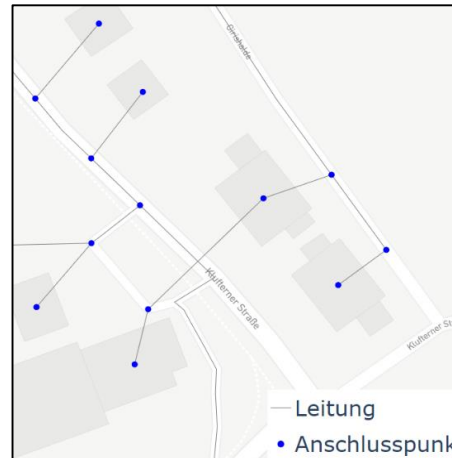
Schritt 1: Initiales digitales Netzmodell

- Geo-Daten
- Zensus-Daten
- Lastprofile



- Cluster-Bildung
- Trafo in Lastschwerpunkt
- Kabel entlang Straßen

- Rechenfähiges digitalisiertes Netzmodell



Topologie-Erkennung

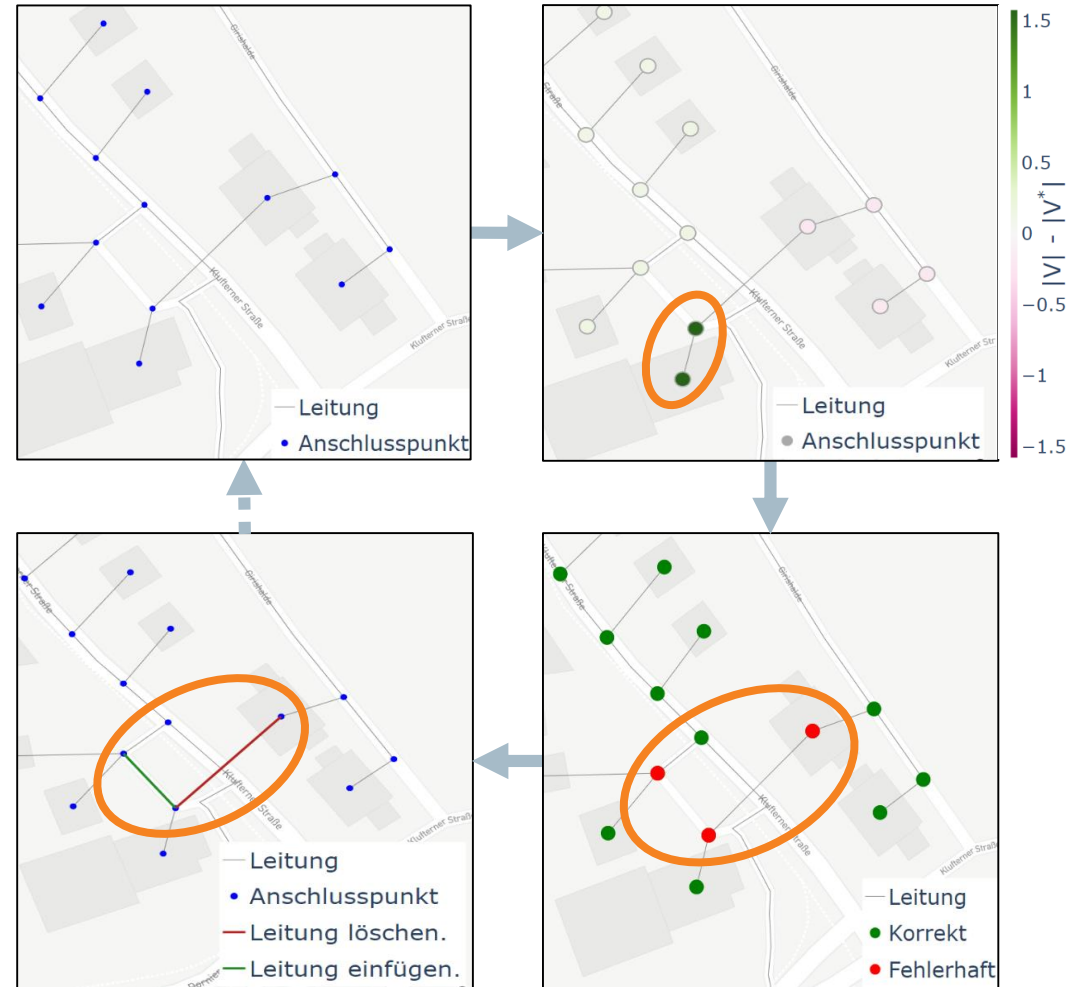
Schritt 2: Validierung & Korrektur

- Initiales Netzmodell
- Messwerte



- Vergleich Messwerte mit Modellprognosen
- Klassifiziere Anomalien

- Korrekturvorschläge
- Validiertes Netzmodell



Lokalisieren von neuen Netzteilnehmern

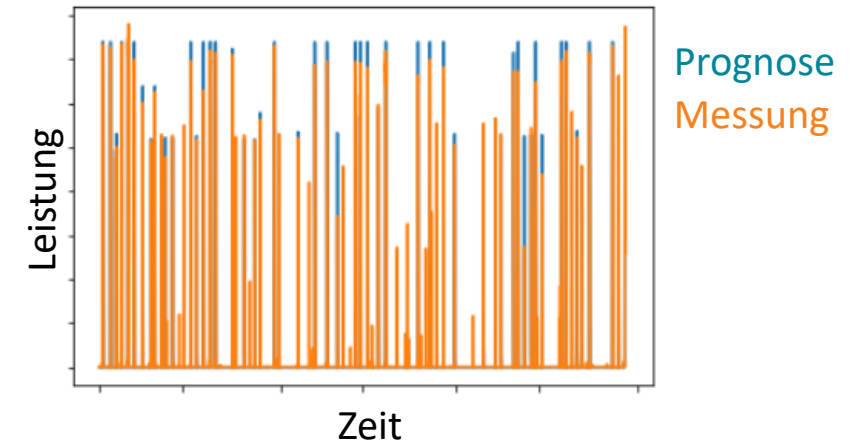
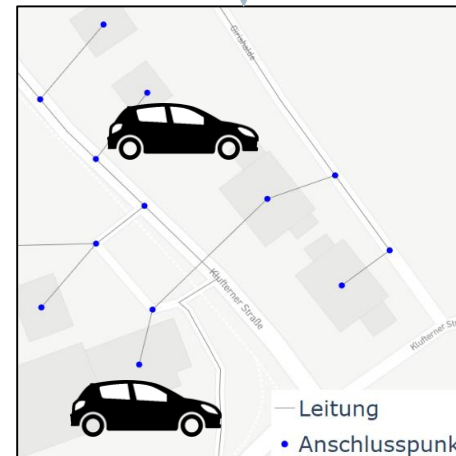
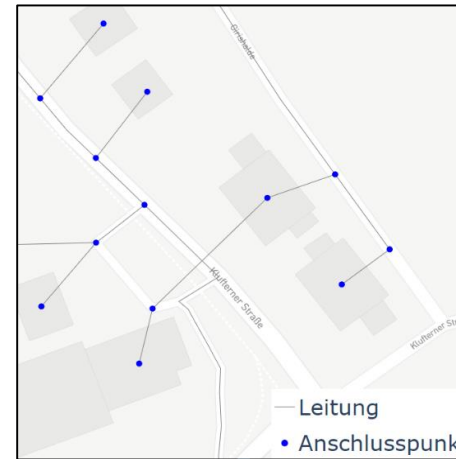
Wärmepumpen, mobile Großverbraucher (E-Autos)

- Netzmodell
- Aggregierte Lastzeitreihen



- Disaggregation der Lastzeitreihen mit Sequence-to-Point und Transformer DNN

- Identifikation von Lade-Ereignissen



~90% Genauigkeit



Netz-Zustandsschätzung

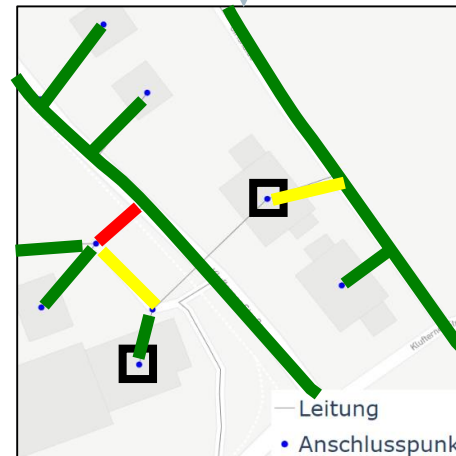
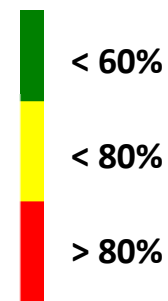
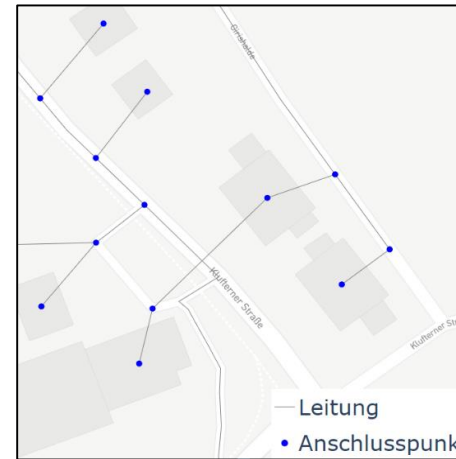
Grundlage für stabile Netzbetriebsführung

- Netzmodell
- Messungen mancher Verbraucher / Erzeuger

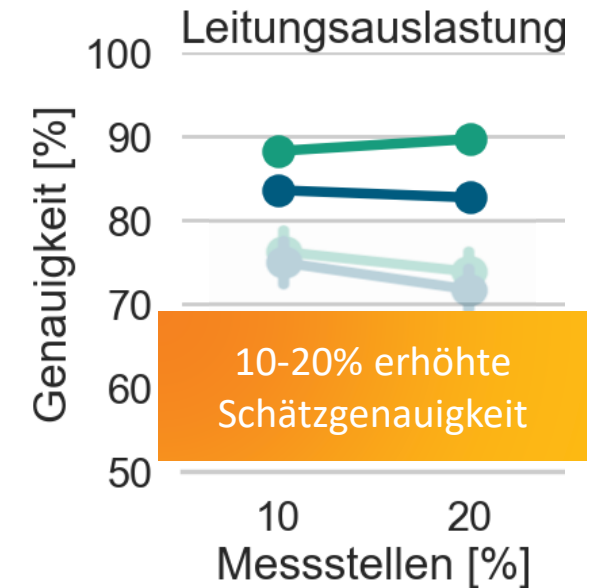


- Ergänzung fehlender Werte durch SSPOG
- Entfernung von Rauschen

- Schätzwerte für P , Q , V , θ
- Netzzustand (Leitungsauslastung, Spannungsbandverletzungen)



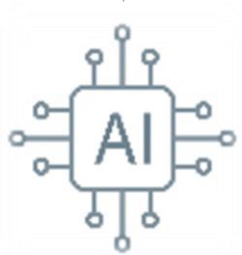
Genauigkeitsklasse



Prognose der Erträge

Wie Zustandsschätzung, aber vorausblickend

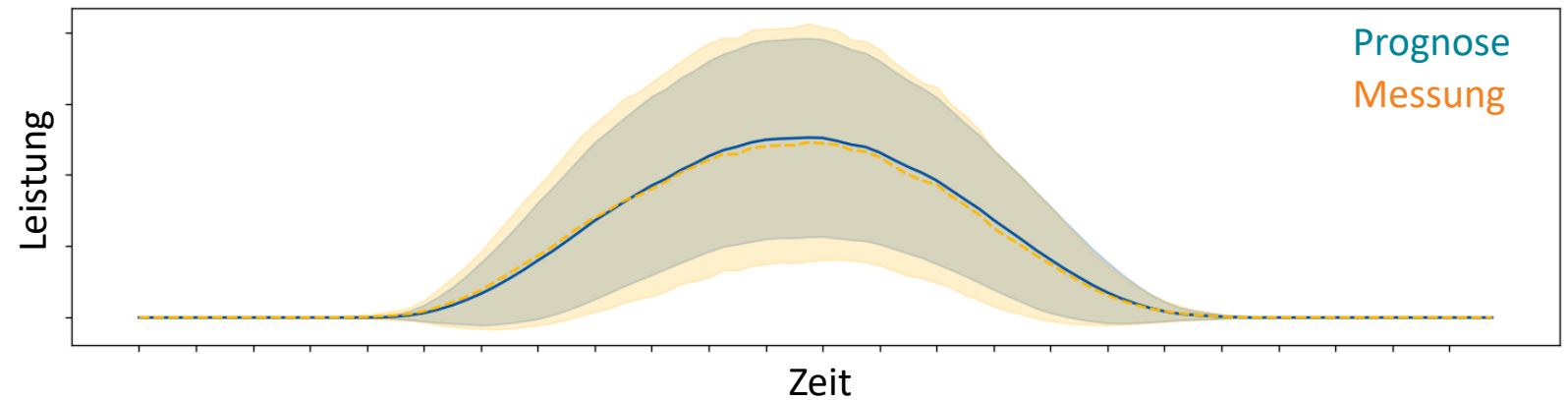
- Wetterberichte
- Stammdaten
- Datenblätter



- Kontinuierliches, rekurrentes Lernen der örtlichen Besonderheiten und Veränderungen

- Ertrags-Zeitreihen aller Erzeuger

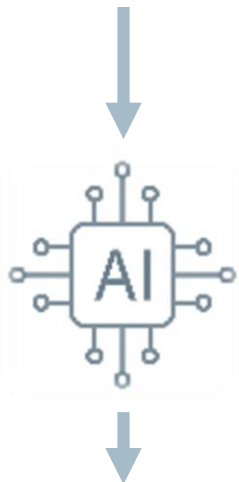
Nennleistung	380
Wirkungsgrad	20.3
Temperatur-K.	-0.34
...	...



Prognose der Lasten

Wie Zustandsschätzung, aber vorausblickend

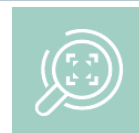
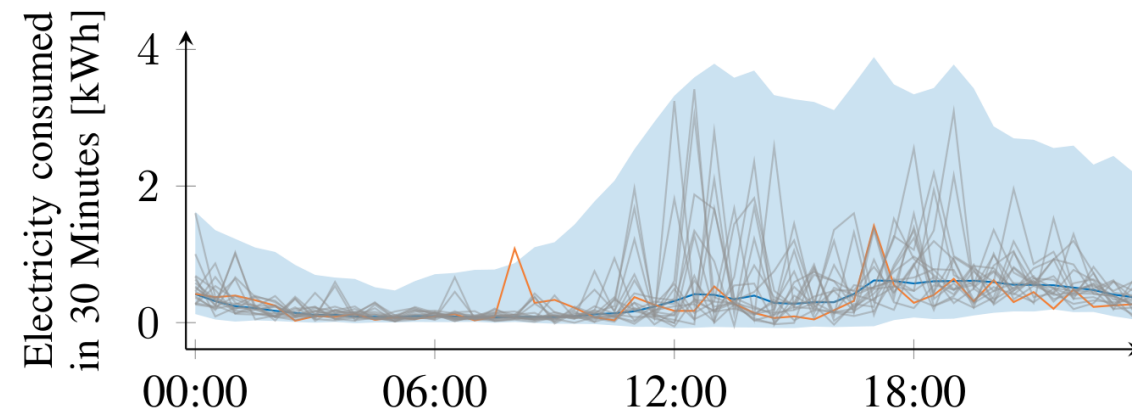
- Gebäudespezifische Metadaten



- Probabilistische Prognose mit „normalizing flows“

- Last-Zeitreihen aller Verbraucher

Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Tag	14/08/2022
Uhrzeit	00:00
Zeitschritte	48
...	...



Regelungssystem

Zum Engpassmanagement in der Leitwarte

Manuela Linke

Hochschule Konstanz

Technik, Wirtschaft und Gestaltung

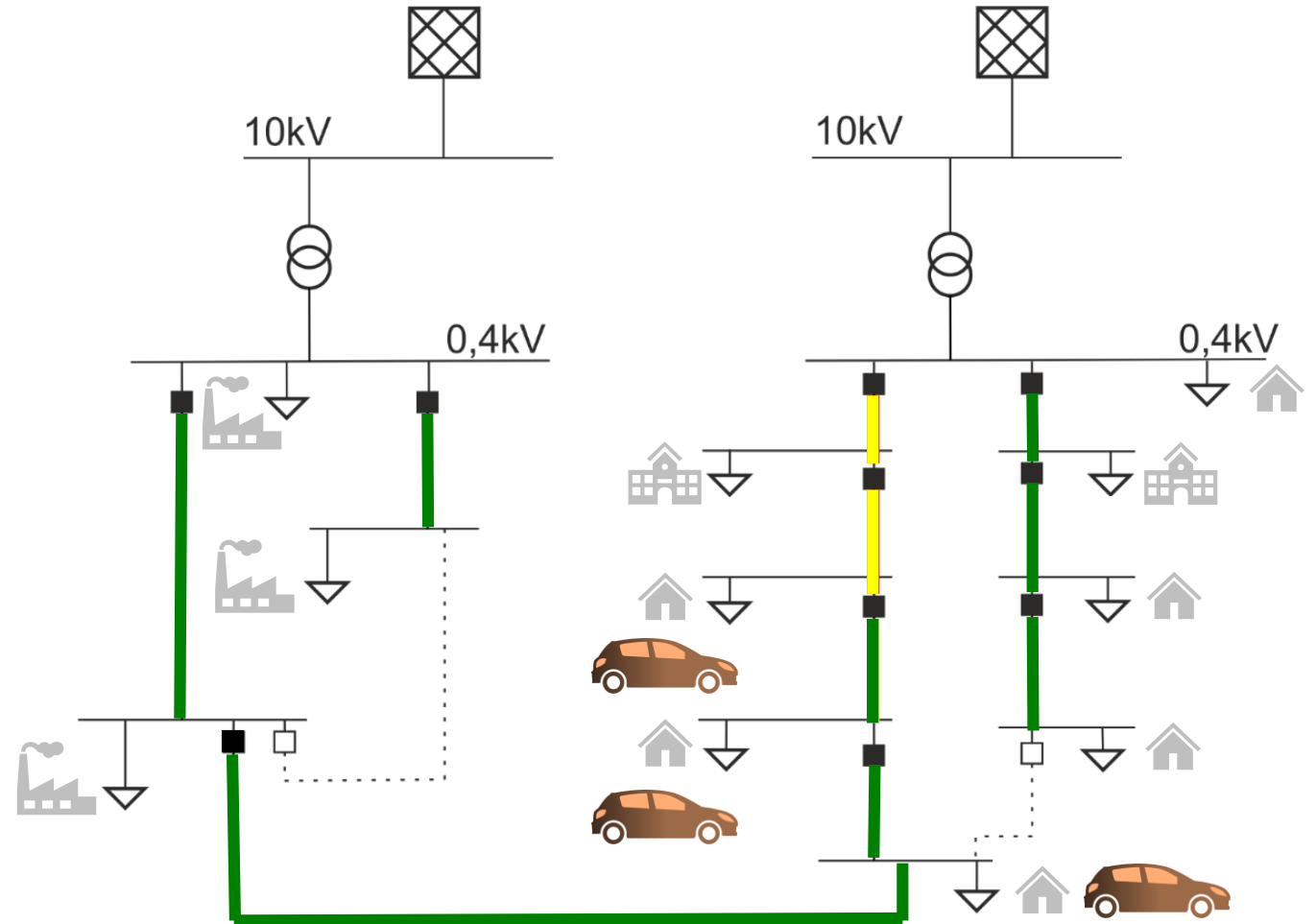
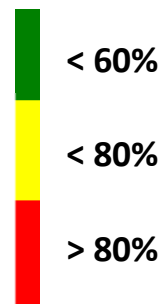
- Zustandsschätzung
- Last- / Ertragsprognosen



- Spannungsabweichung > 3%?
- Leitungs- / Trafo-Überlastung?

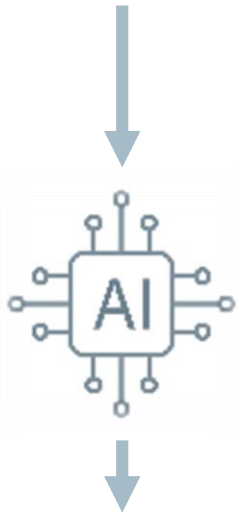
Lösungsvorschläge:

- Trafo-Stufenstellung
- Fernsteuerbare Schalter
- Abregelung von Erzeugung / Verbrauch



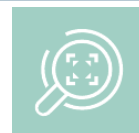
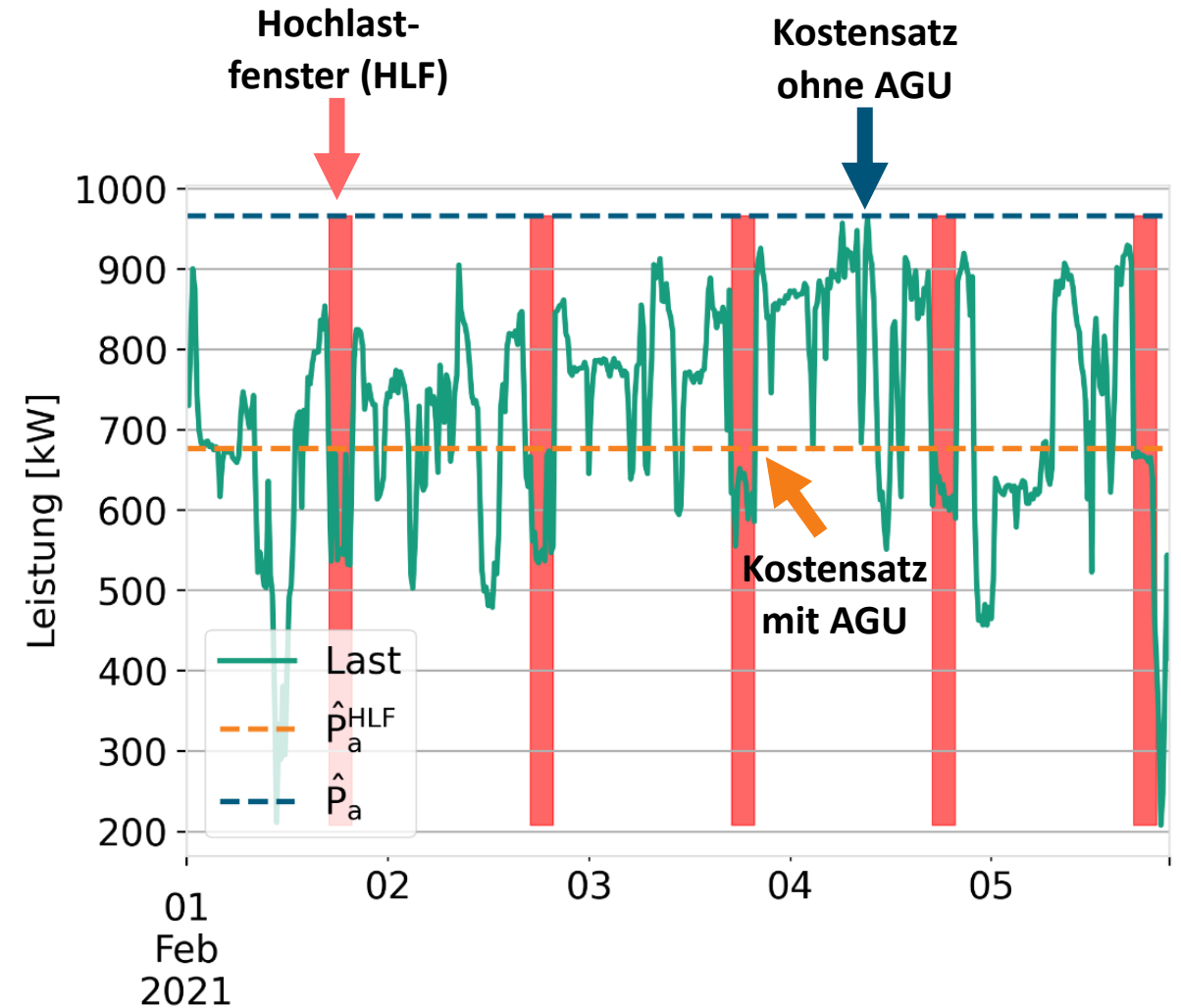
Betriebsführung von Batteriesystemen In Industriebetrieben

- Last- / Ertragsprognosen



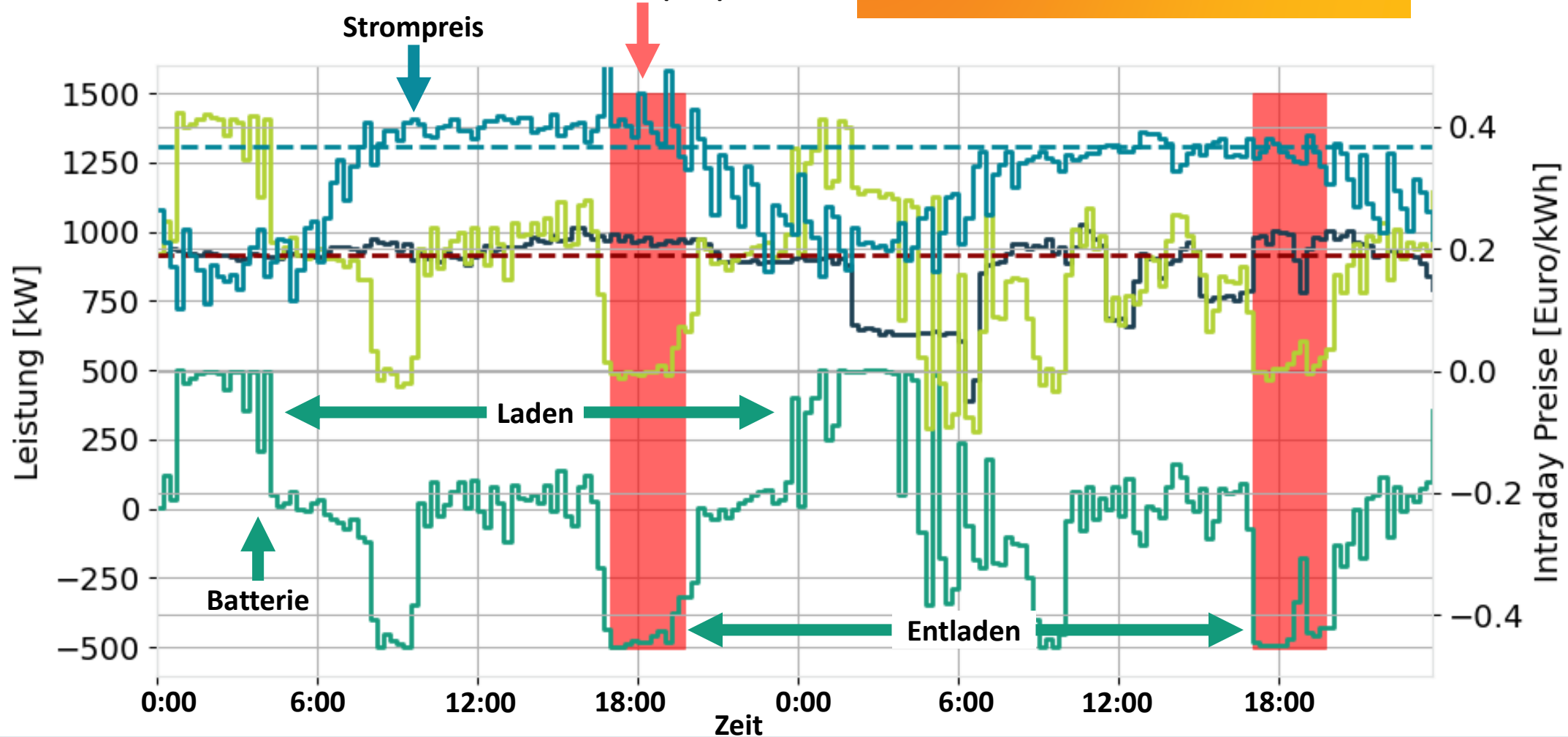
- Energie-Arbitrage (EA)
- Atypische Netznutzung (AGU)
- RL-Agent lernt optimalen Betrieb

- Steuerbefehle für Batterie-(Ent-)Ladung



Betriebsführung von Batteriesystemen In Industriebetrieben

100k EUR Einsparung für Industrie-Großbetrieb während eines Jahres



Zusammenfassung

KI: Keine eierlegende Wollmilchsau.

Aber nützlich für:

- Automatisierte Digitalisierung
- Unterstützende Prognosen und Stabilitätsanalysen
- Schiedsrichter für Flexibilitäten in fluktuierendem Verteilnetz



**Topologie-
Erkennung**



**Netzteil-
nehmer
Erfassung**



**Zustands-
schätzung**



**Last- &
Ertrags-
prognosen**



**Betriebs-
Regler**

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Kontakt

Dr. Bodo Rückauer
Intelligente Netze
Tel. +49 761 4588-5275
bodo.rueckauer@ise.fraunhofer.de

Fraunhofer ISE
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg
www.ise.fraunhofer.de