

HT  
WE  
GI

Hochschule Konstanz  
Fakultät Elektrotechnik  
und Informationstechnik

# KI-basierte Betriebsführung für das Verteilnetz

Manuela Linke



AI4Grids Symposium 20. September 2022

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit  
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Netzbetriebsführung

The background of the slide features a black and white silhouette illustration. It shows several power lines stretching across the frame, with numerous small birds perched on them. A large wooden utility pole stands in the middle ground, and a wind turbine is visible on the right side. The overall scene is set against a plain white background.

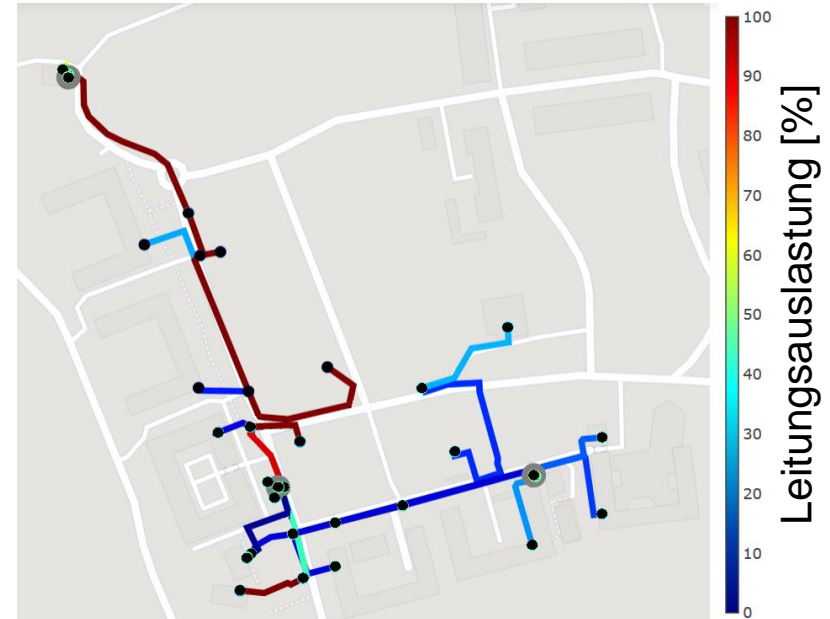
Sicherstellung eines einwandfreien Betriebs der elektrischen Anlagen:

- Überwachung von Strömen und Spannungen
- Durchführung von Maßnahmen des Netzengpassmanagements
- Steuerung des Schaltzustandes

# Problemstellung

## Wie wird die Sicherheit und Stabilität des Verteilnetzes gewährleistet?

- Konventionelle Verfahren fokussiert auf einzelne Aufgaben
- Lange Rechenzeiten
- Nicht ausgelegt auf Unsicherheiten im Netz (z.B. durch regenerative Erzeuger)



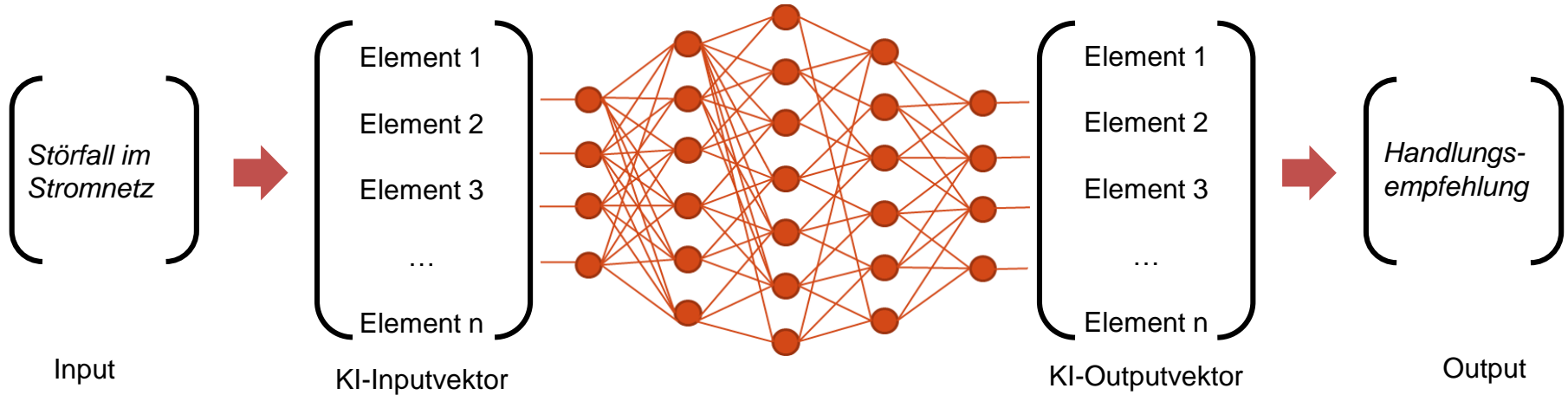
Leitungsauslastung in einem Niederspannungsnetz.

# Forschungsidee

## **Netzbetriebsführung auf Basis von KI**

- Intelligente Vernetzung von Erzeugern und Verbrauchern
- Berücksichtigung von Flexibilitäten
- Handlungsfähig bei kurzfristig auftretende Überlastungen im Netz
- Reduzierung von Netzverstärkungs- und -ausbaumaßnahmen

# KI-basierte Netzbetriebsführung



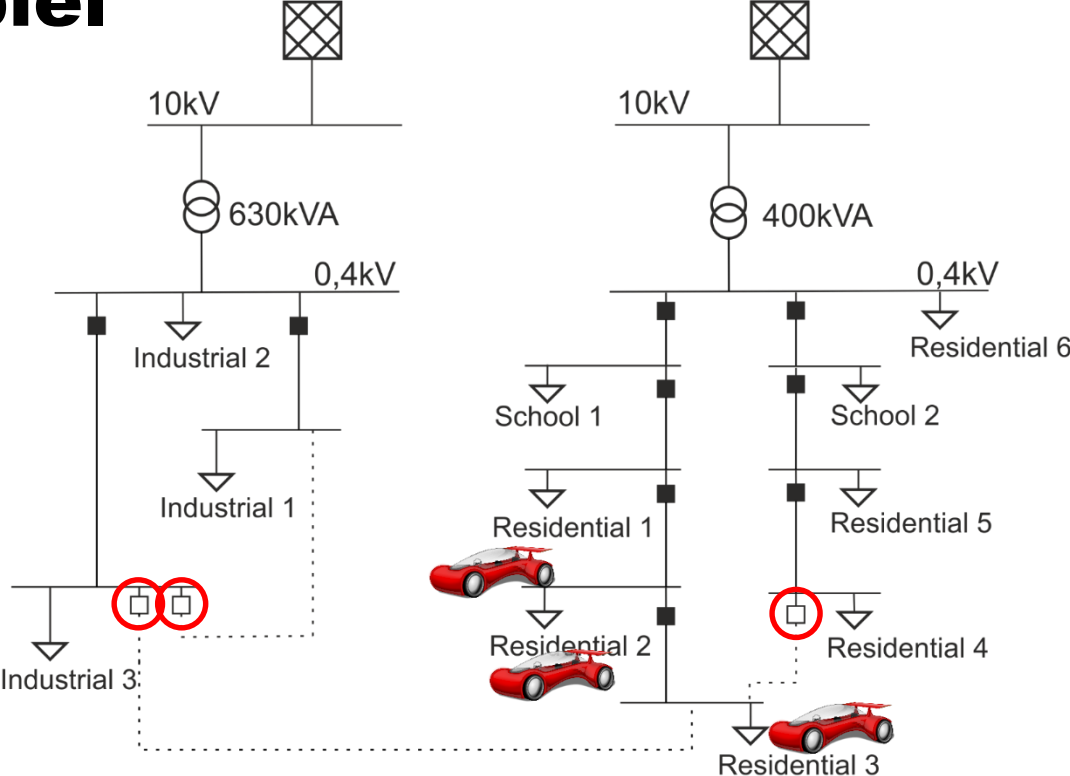
## Betrachtete Störfälle im Netz:

- Spannungsabweichung  $\geq 3$  Prozent
- Leitung oder Transformator überlastet

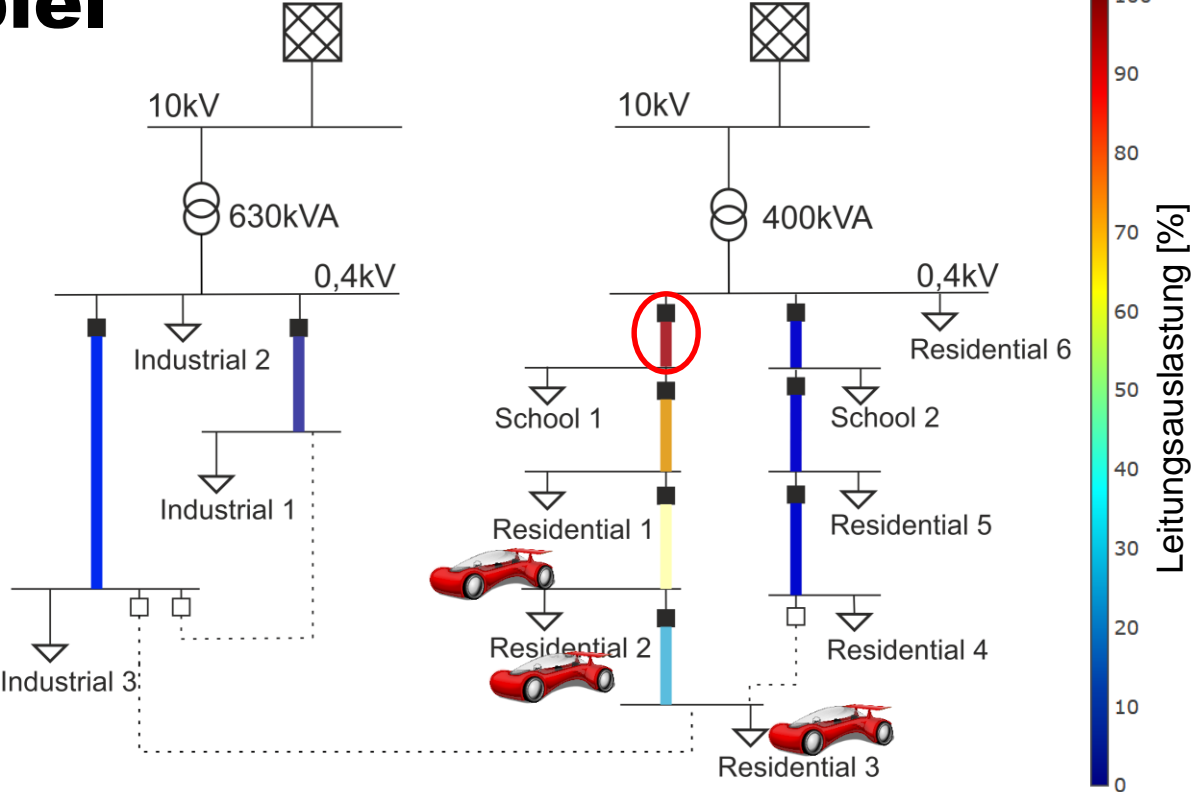
## Wahrscheinlichkeit für Lösung:

- Stufensteller der Transformatoren
- Fernsteuerbare Schalter
- Abregelung von Erzeugung / Verbrauch

# Beispiel



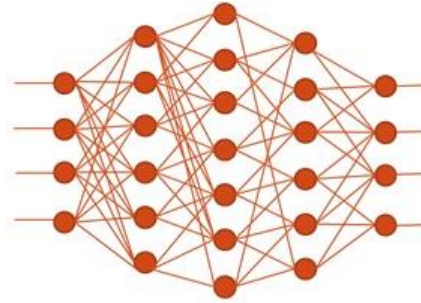
# Beispiel



# Beispiel

Inputvektor

$$\begin{pmatrix} Last1 \\ Last2 \\ Last3 \\ Last4 \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix}$$



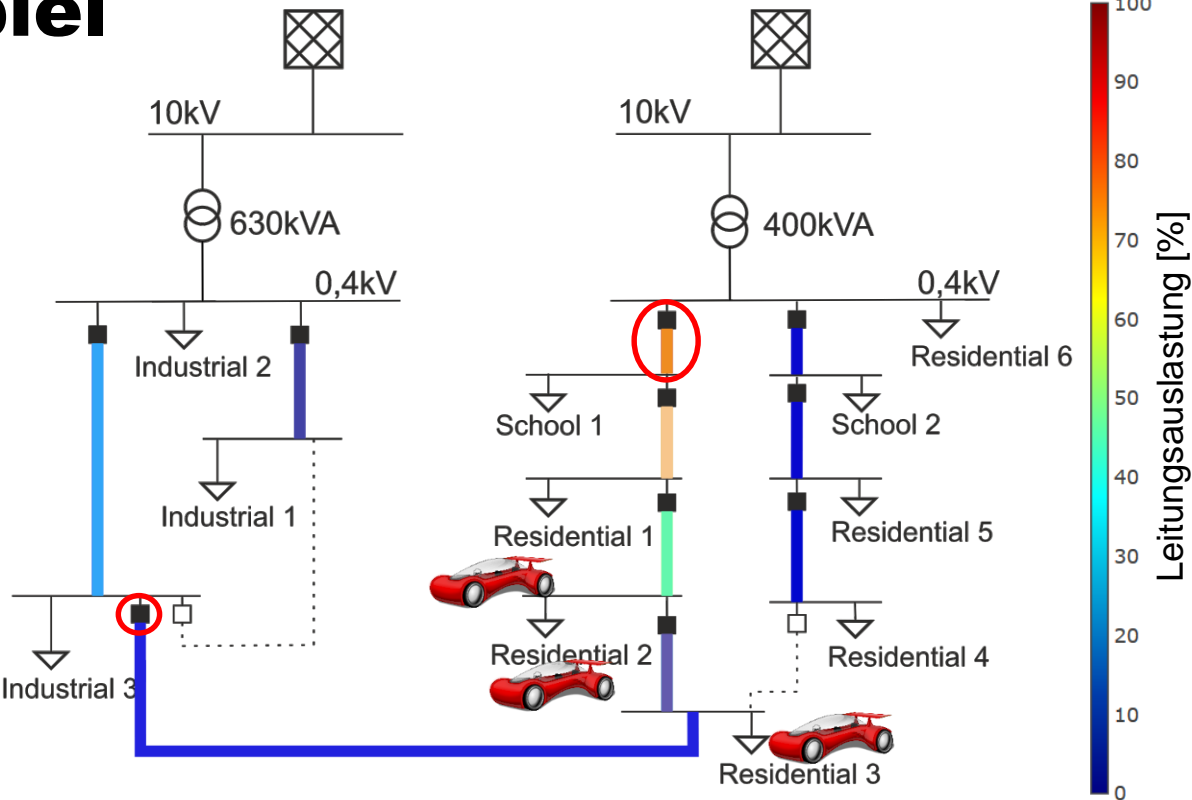
Outputvektor

$$\begin{pmatrix} 0.002 \\ 0.05 \\ 0.8 \\ 0.001 \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix}$$

**➔ SchlieÙe Schalter 6!**

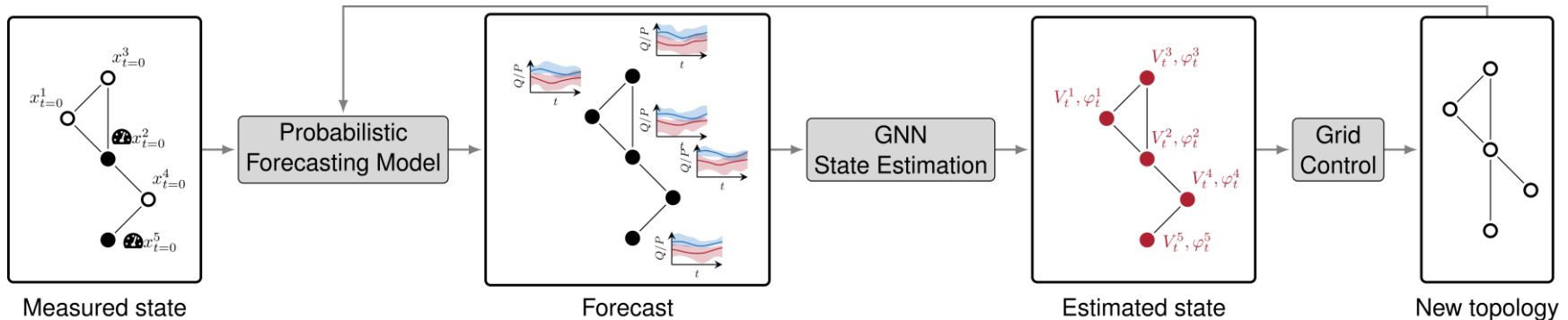


# Beispiel

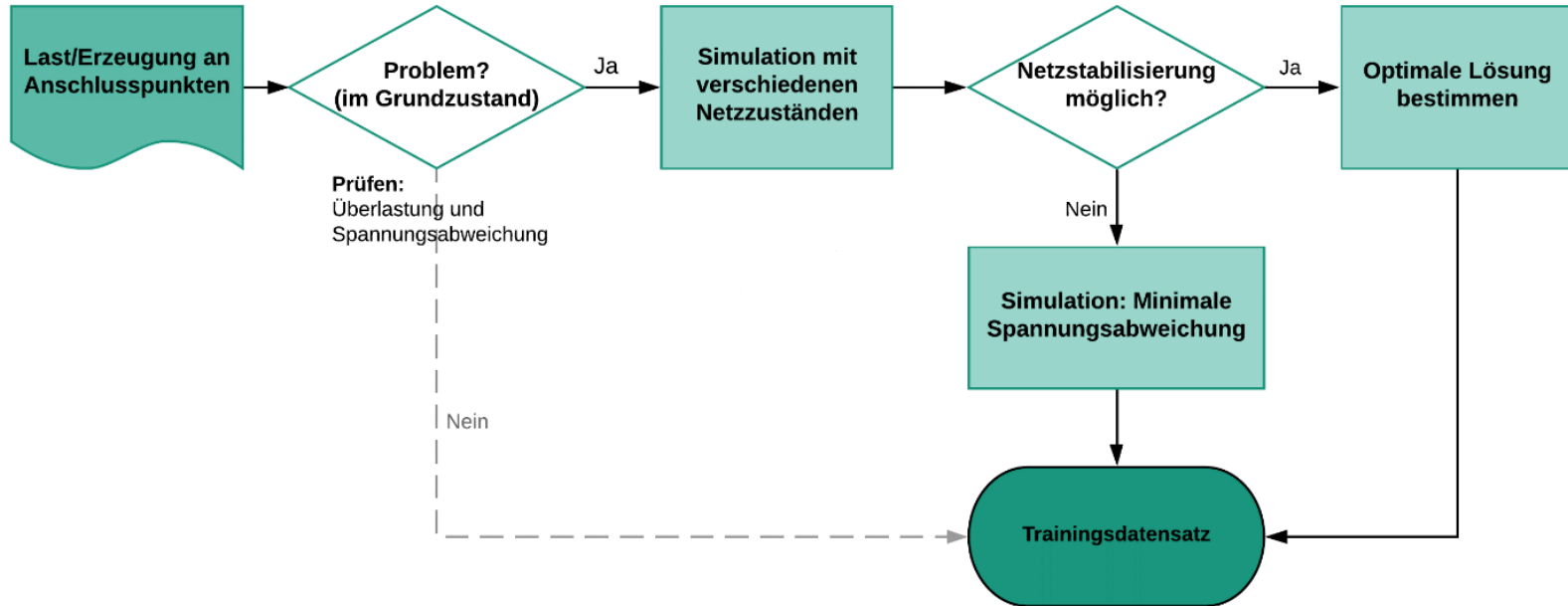


# Was wird dafür benötigt?

- Vollständige Abbildung eines Stromnetzes
- Historische und aktuelle Verbrauchs- und Erzeugungsdaten
- Störfälle und Lösungen (real oder simuliert) für das Training
- Einen geeigneten KI-Algorithmus

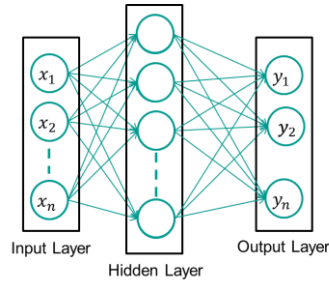


# Generierung des Trainingsdatensatzes

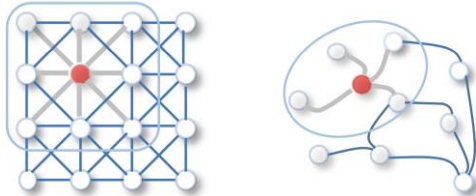


# Untersuchte KI-Algorithmen

## Fully Connected Neural Network (FCNN)

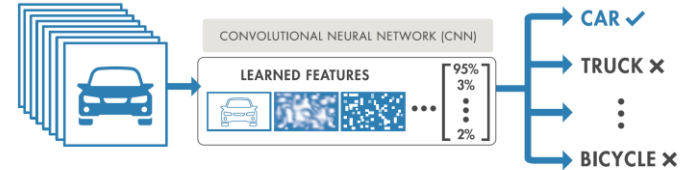


## Graph Neural Network (GNN)



Bildquelle: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.00596>

## Convolutional Neural Network (CNN)



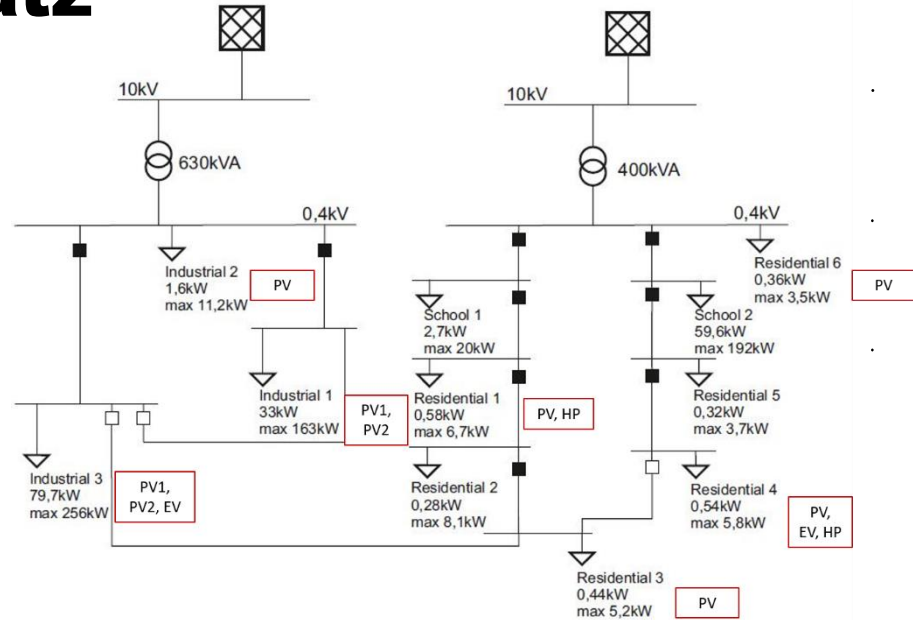
Bildquelle: <https://de.mathworks.com/campaigns/offers/deep-learning-with-matlab.html>

# Trainingsdatensatz

**Data:** CoSSMic-Project<sup>1</sup>

**Szenario:** Die maximal gemessene Last an 3 Netzanschlusspunkten wurde verdoppelt oder verdreifacht

➔ 8160 Störfälle + Lösungen

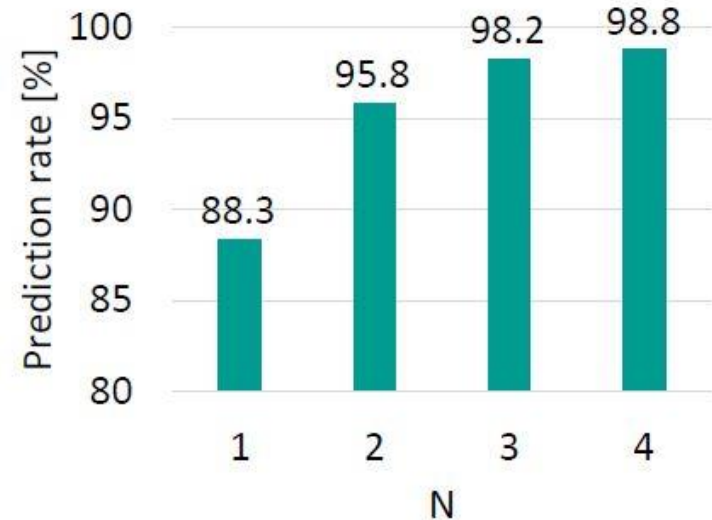


<sup>1</sup> Open Power System Data. 2017. Data Package Household Data. Version 2017-11-10. [https://doi.org/10.25832/household\\_data/2017-11-10](https://doi.org/10.25832/household_data/2017-11-10).

# Ergebnisse FCNN

**Vorhersagewahrscheinlichkeit  
einschließlich der N am  
höchsten bewerteten  
Lösungen:**

Zusätzliche Rechenzeit auf unserem  
Simulationsrechner: 0.1 s  
(statt 10 s für alle 624 Kombinationen)



M. Linke et al., 36th European Photovoltaic Solar Energy Conference and  
Exhibition. <https://doi.org/10.4229/EUPVSEC20192019-6CV.1.21>



# Ergebnisse CNN

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	Residential 6	0
0	0	0	0	School 1	0	School 2
0	0	0	0	Residential 1	0	Residential 5
0	Industrial 2	0	0	Residential 2	0	Residential 4
Industrial 3	0	Industrial 1	0	Residential 3	0	0
0	0	0	0	0	0	0

a)

Residential 6	School 2	Residential 5	Residential 4	0
School 1	0	0	0	0
Residential 1	0	0	0	0
Residential 2	0	0	Industrial 2	Industrial 1
Residential 3	0	0	Industrial 3	0

b)

0	Residential 3
0	Residential 2
0	Residential 1
Industrial 1	School 1
Industrial 2	Residential 6
Industrial 3	School 2
0	Residential 5
0	Residential 4

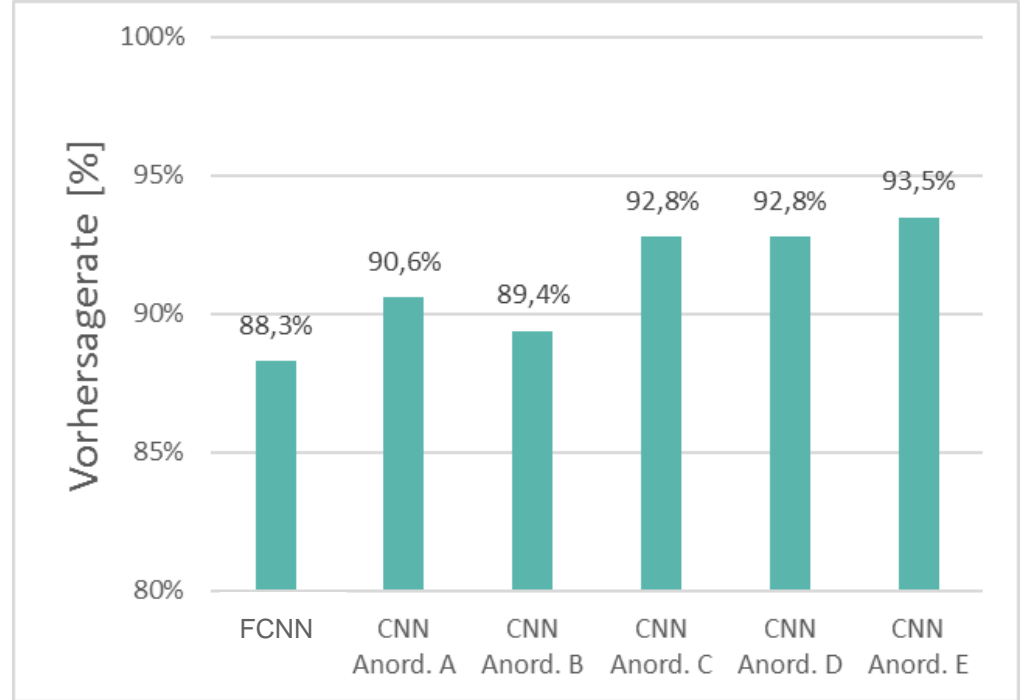
c)

Industrial 1
Industrial 2
Industrial 3
Residential 3
Residential 2
Residential 1
School 1
Residential 6
School 2
Residential 5
Residential 4

d)

Industrial 1
Industrial 2
Industrial 3
0
Residential 3
Residential 2
Residential 1
School 1
Residential 6
School 2
Residential 5
Residential 4

e)



# Ausblick

- Untersuchungen zur Netzbetriebsführung auf Basis von GNN-Algorithmen
- Implementierung in den Gesamtalgorithmus
- Test am Digital Grid Lab (Fraunhofer ISE)



**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**

Kontakt:  
[mlinke@htwg-konstanz.de](mailto:mlinke@htwg-konstanz.de)