

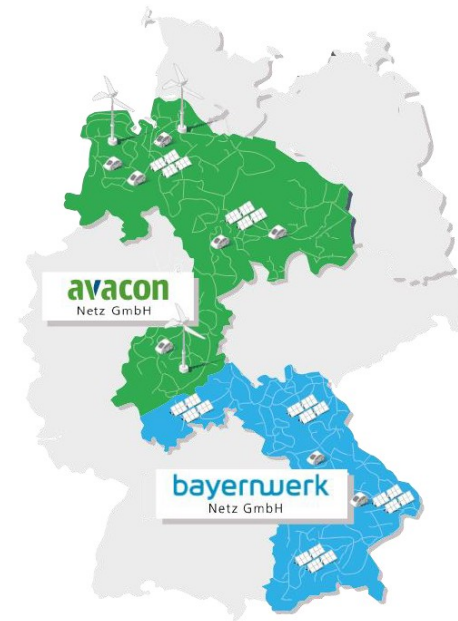
# MODELLTIEFE IN VERTEILNETZEN:

Analyse und Bewertung von  
Detailgraden in Netzstudien

18. Symposium Energieinnovation

---

H. Wang, D. Mende, J. Schmiesing, J. Brantl,  
A. Schön, P. Lytaev, J. Wiemer, D. Geiger, M. Braun



Gefördert durch:



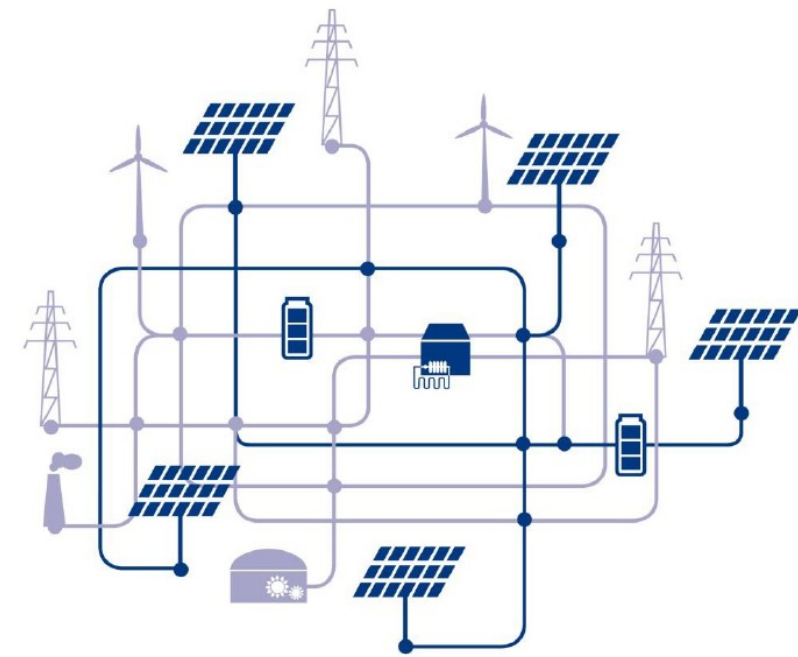
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Einleitung

## Energiesystem während der Energiewende:

- Höhere Durchdringung dezentraler Erzeugungsalgen (PV, Wind, Biomasse...)
- Integration neuer Verbraucher wie Batterien, E-Kfz und Wärmepumpe
- Themen wie Szenarien, Netz- und Kunden-Modellierung sind wichtig (Netzstudien)
- z.B. Neue Herausforderungen für eine robuste und kostenoptimale Netzplanung



@Fraunhofer IEE: Studie PV-Netzintegration

### Netzplanung „Status Quo“:

- DEA werden möglichst berücksichtigt
- Nutzung von Gleichzeitigkeitsfaktor
- Worst-Case-Betrachtung
  - Starklastfall und Schwachlastfall
  - Szenarien kommen selten vor



Detailgrad?  
Aufwand?  
Genauigkeit?

### Netzplanung „Zukunft“:

- DEA und Verbraucher werden berücksichtigt
- Tageskurven und Prognosen werden explizit modelliert
- Wichtigkeit der Darstellung zeitlicher Korrelation
- Auswahl typischer Netznutzungsfälle mit Eintrittswahrscheinlichkeit

# Agenda

---

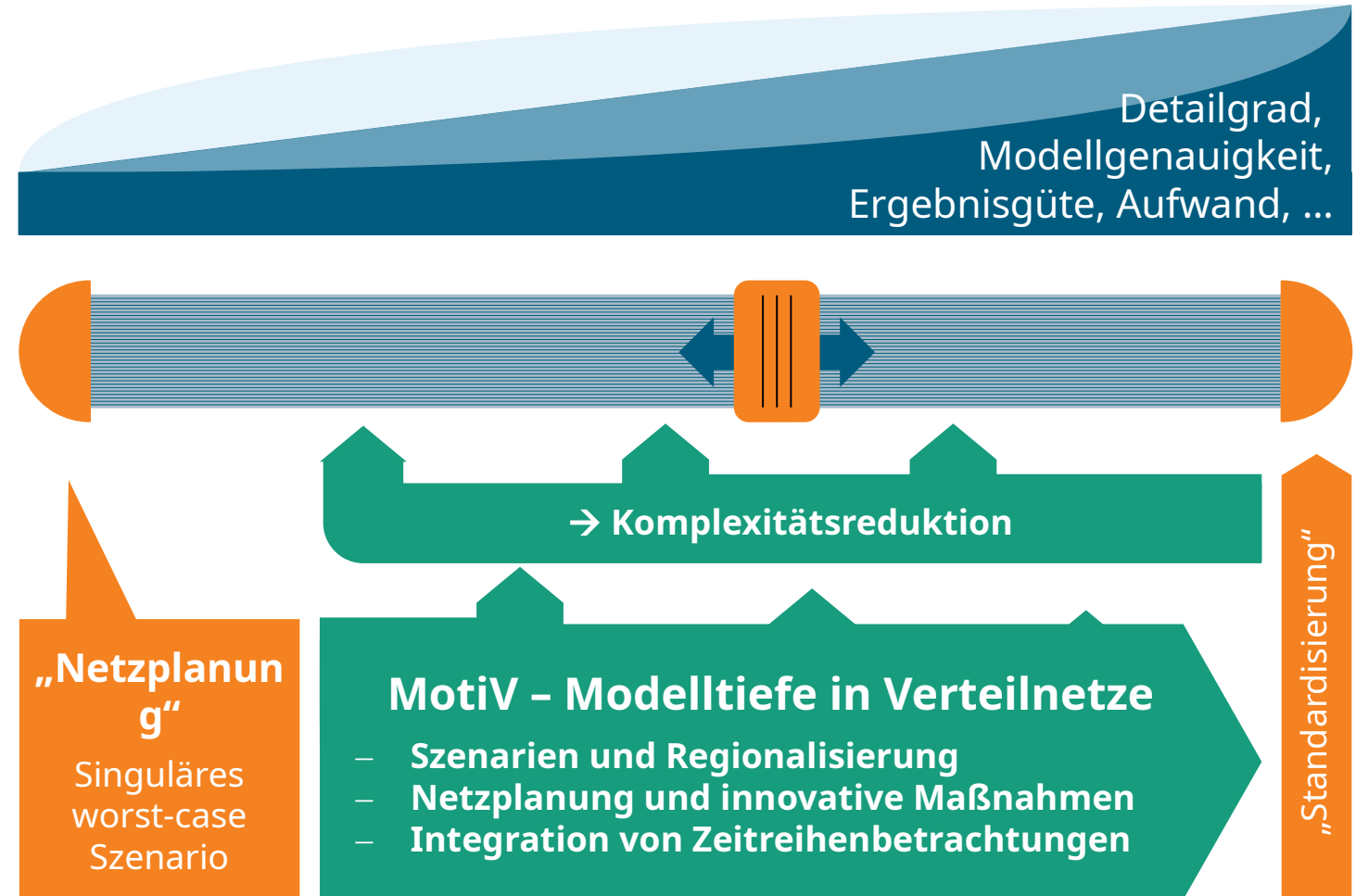
- **Einleitung**
  - **Ziel des Projekts „MotiV“- Modelltiefe in Verteilnetzen**
  - **Betrachtete Themenfelder:**
    - Szenarien und Regionalisierung
    - Modellierung der Netze
    - Auswahl der relevanten Netznutzungsfälle
    - Modellierung der Erzeugungsanlagen und Verbraucher
- **Zusammenfassung**

# Ziel des Projekts „MotiV“

## Ziel des Projekts:

- Umstrukturierung des Energiesystem
- Netzstudien mit verschiedenen Themenfelder
- MotiV mit „Fokus auf Zielnetzplanung“
- Das Optimum zwischen:
  - Notwendiger Datenbedarf (Netze & Kunden)
  - Modellierung- und Detailierungsgrad
  - Rechenaufwand
  - Innovative und praktische Maßnahmen
  - Ergebnissgüte

**Best-Practice-Leitfaden für die Netzausbauplanung „Zukunft“**





# Szenarien und Regionalisierung

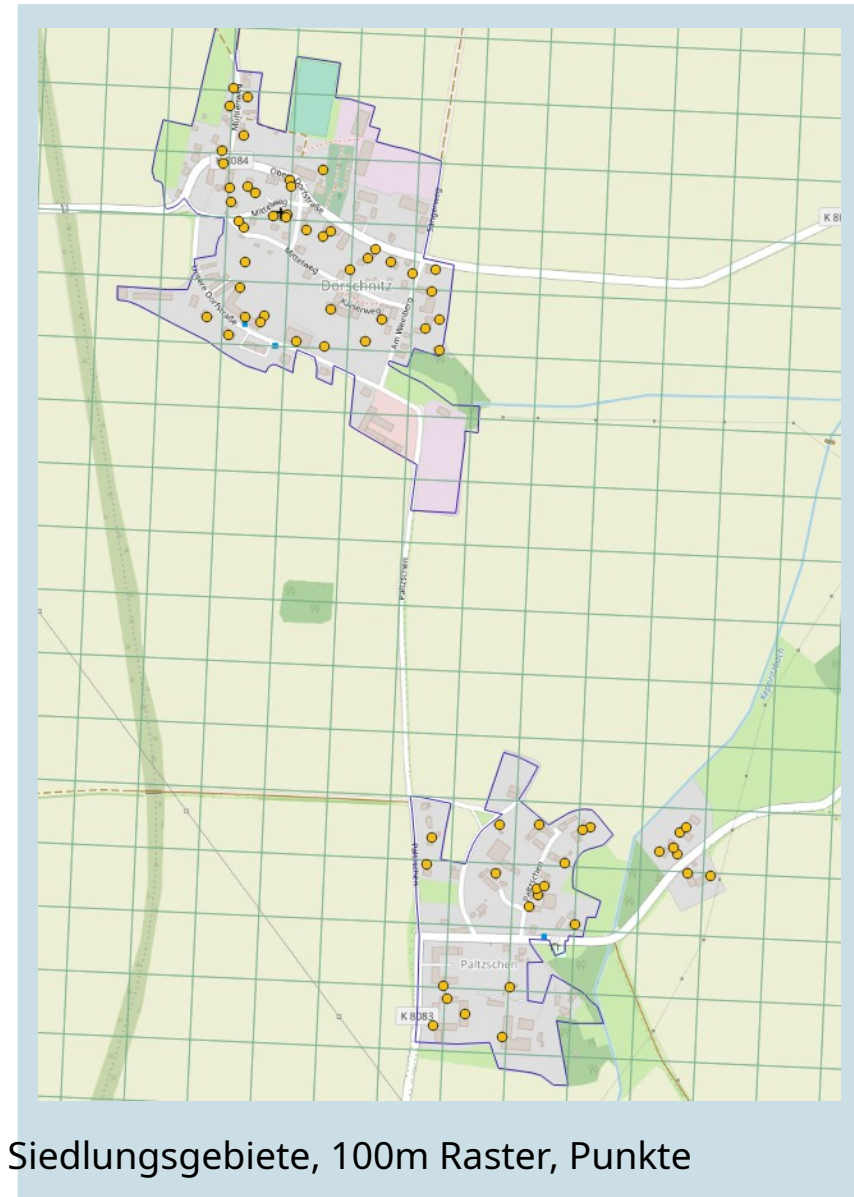
## Regionale Auflösung und räumlichen Verortung

### Modellierungsansatz

- Untersuchung verschiedener räumlicher Ebenen (Gemeinde, Siedlungsgebiete, koordinatenscharfe Platzierung) und Verfahren zur Verteilung künftiger EZA und Verbraucher
- Entwicklung eines Frameworks zu detaillierten Szenarienerstellung:
  - Standortscharf
  - Mehrere Verteilungen möglich, probabilistische Ansätze
  - Verknüpfung mit Netzmodellen integriert

Zukünftige Erzeuger und Verbraucher aus Zubauszenarien sollen immer möglichst standortscharf abgebildet werden

Zur Senkung der Unsicherheit bei der Verteilung zukünftiger Anlagen und zur Identifizierung von robuster Maßnahmen sollten mehrere Verteilvarianten simuliert werden



Siedlungsgebiete, 100m Raster, Punkte

# Modellierung der Netze

Transparenz und Vollständigkeit der Datensatz

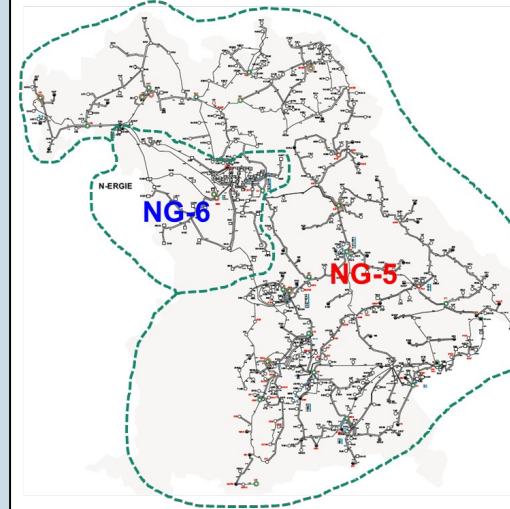
## Modellierungsansatz

- Versuch mit Detailmodellierung für alle Netzebenen im Verteilnetz
- Gute Transparenz und Datenbasis für die HS- und MS-Ebenen
- Automatisierte Erstellung der NS-Netze auf Basis vorhandener Daten möglich
- Mögliche Maßnahmen für NS-Ebene werden umfangreich diskutiert und anhand ausgewählten NS-Netzen untersucht

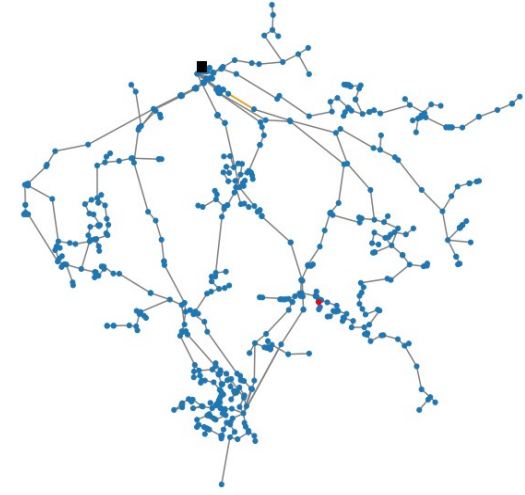
Die NS-Ebene weist aufgrund hoher Anzahl der Netze und Kunden sowie fehlender rechenfähiger Netzmodelle leider nur eingeschränkte Transparenz auf.

Standardisierte und automatisierte Netzausbaumaßnahmen insbesondere für die NS-Ebene wichtig, mit möglicher Verfolgung des NOVA-Prinzips.

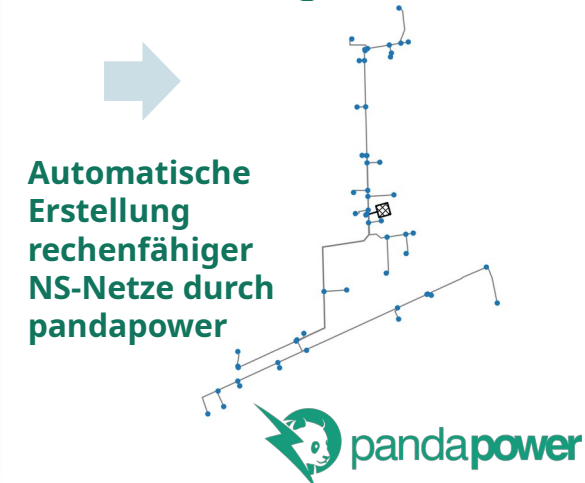
## Modellierung der HS-Ebene (Beispiel Netzgruppe 5 und 6)



## Modellierung der MS-Ebene (Beispiel Seebach)



## Modellierung der NS-Ebene



# Auswahl der relevanten Netznutzungsfälle

## Worst-Case-Betrachtung gegenüber Zeitreihensimulation

### Modellierungsansatz

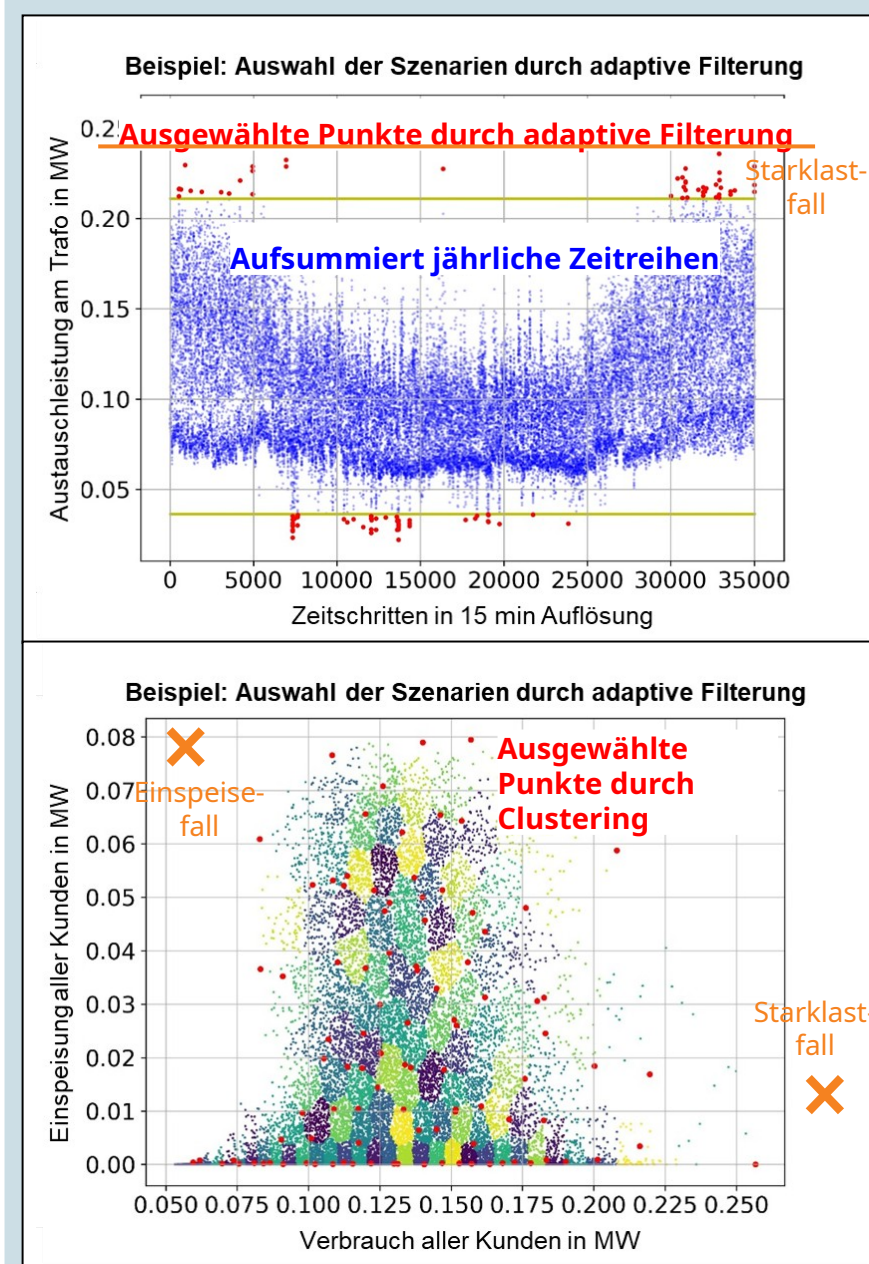
- Status Quo → Gleichzeitigkeitsfaktor vs. Zeitreihensimulation
- Ausgewählte reale NS-Netze als Beispiel untersucht
- Auswahl der Worst-Case durch Methoden „Adaptive Filterung“ und „Clustering“
- Vergleich ausgewählter Worst-Case-Szenarien mit vollständiger Zeitreihensimulation

### Ergebnis

- Grenzwertverletzung treffen während des Jahres nur vereinzelt auf
- Relevant sind Szenarien mit hoher Einspeisung / Verbrauch
- Die zeitliche Korrelation soll möglichst abgebildet und berücksichtigt werden

Während der Netzplanung ist es wichtig und zielführender, die relevanten Worst-Case-Szenarien abzubilden.

Verknüpfung  
zu klassischer  
GLZF-Methode





# Auswahl der relevanten Netznutzungsfälle

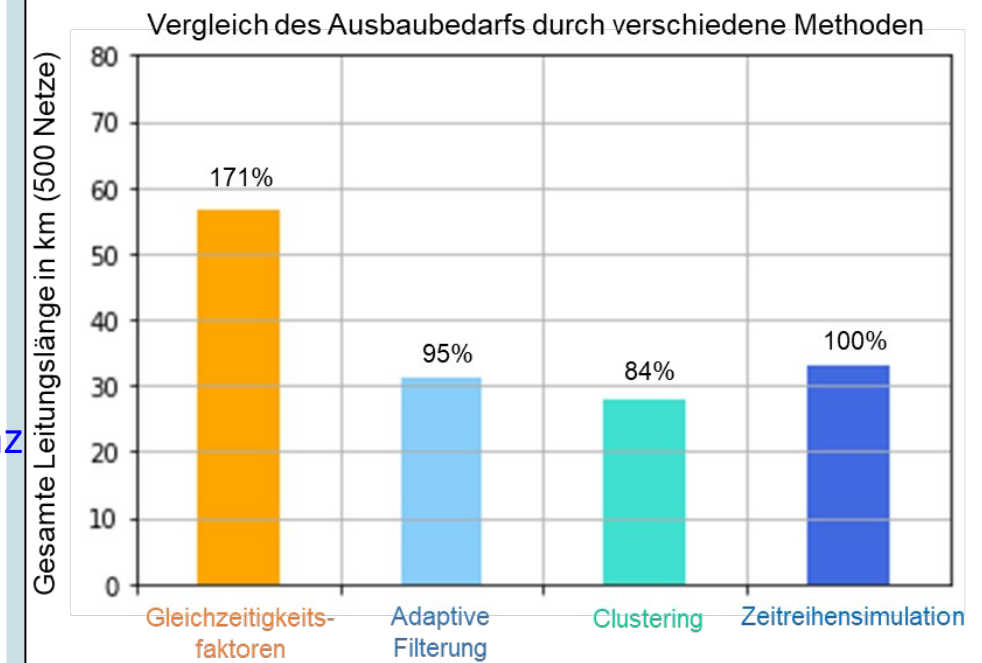
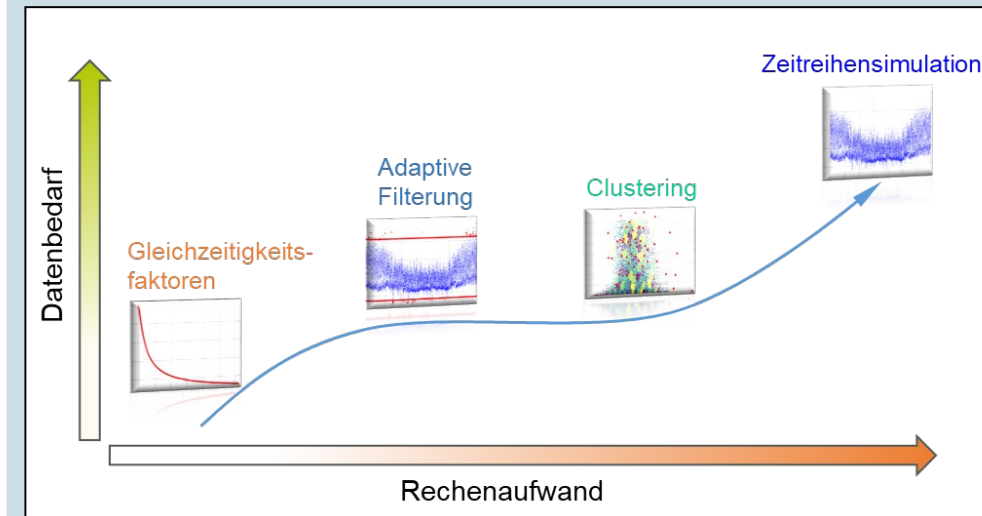
## Nutzung von klassischem Gleichzeitigkeitsfaktor

### Modellierungsansatz

- Insgesamt 500 stark belastete reale NS-Netze untersucht
- Exemplarische Bestimmung des Netzausbaubedarfs aufgrund ausgewählter Szenarien
- Auswahl der Worst-Case-Szenarien durch folgenden 4 Methoden:  
„Gleichzeitigkeitsfaktor“ | „Adaptive Filterung“ | „Clustering“ | „Zeitreihensimulation“

### Ergebnis

- Vergleich des ermittelten Ausbaubedarfs durch verschiedenen Methoden
  - **Zeitreihensimulation** mit höchster Detailierungsgrad dient als Referenz
  - Erkennbare Überschätzung durch Nutzung des klassischen GLZ-Faktors
- Während der Netzplanung ist es von entscheidender Bedeutung, die zeitliche Korrelation verschiedener Arten von Einspeisern und Verbrauchern zu berücksichtigen und realistisch abzubilden



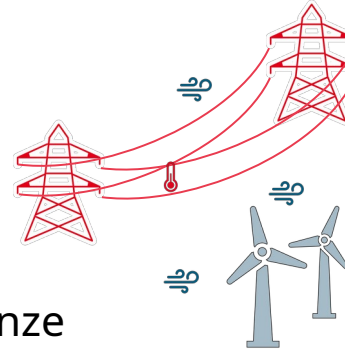


# Modellierung von Erzeuger- und Verbrauchsanlagen

## Optimierungsmaßnahmen und gesteuertem Kundenverhalten

### Optimierungsmaßnahmen

- Dynamische Freileitungsmonitoring
- Spitzenkappung nach §11 EnWG
- Planerische Auslegung auf dynamische Auslastungsgrenze

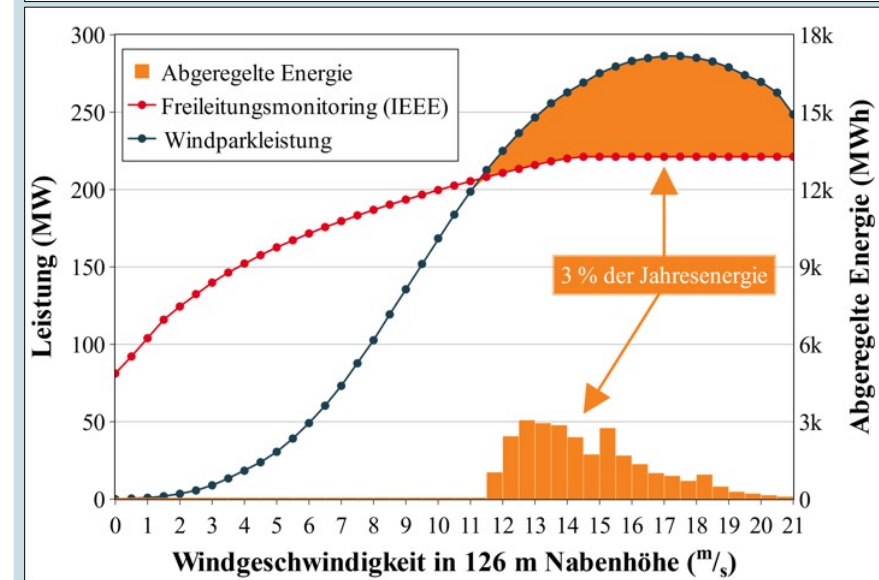
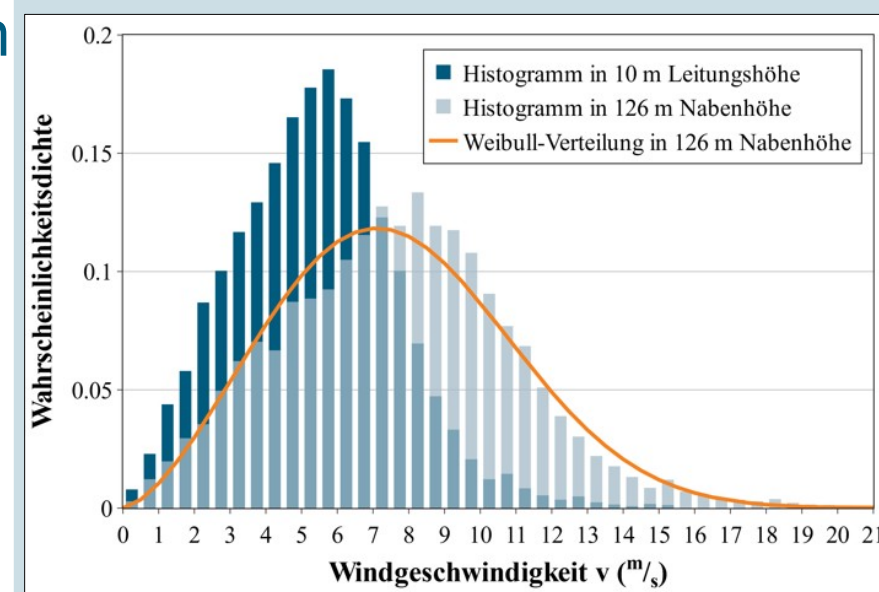


### Gesteuertes Kundenverhalten

- Gesteuerte Zeitreihen bilden das Verhalten vereinfacht ab
- Abbildung des Nutzerverhaltens durch Leistungsflussregler, welcher das Nutzerverhalten detaillierter abbilden und für weiterführende Analysen eingesetzt werden kann.

Optimierungsmaßnahmen Freileitungsmonitoring und Spitzenkappung in der Netzplanung durch Leistungskennlinien kombinierbar.

Der notwendige Detaillierungsgrad der Abbildung von gesteuertem Kundenverhalten schwankt je nach Art der Netzstudie.



# Agenda

---

- **Einleitung**
- **Ziel des Projekts „MotiV“ - Modelltiefe in Verteilnetzen**
- **Betrachtete Themenfelder:**
  - Szenarien und Regionalisierung
  - Modellierung der Netze
  - Auswahl der relevanten Netznutzungsfälle
  - Modellierung der Erzeugungsanlagen und Verbraucher
- **Zusammenfassung**

# Zusammenfassung

## Szenarien und Regionalisierung

Auf Niederspannungsebene ist ein hoher Detailgrad sowie eine probabilistische Variation der Szenarien und Regionalisierung entscheidend für Netzstudien.

## Modellierung der Netze

Der Detailgrad der Netzmodellierung kann je nach Art der Untersuchung variieren. Eine gute Datengrundlage ist jedoch unerlässlich für effektive Netzstudien.

## Auswahl der relevanten Netznutzungsfälle

Die Auswahl relevanter Netznutzungsfälle für die Netzplanung muss den Herausforderungen des wandelnden Energiesystems gerecht werden. Sie sollte effizient, robust und zukunftssicher sein und zugleich gut nachvollziehbar bleiben.

## Modellierung der Erzeugungsanlagen und Verbraucher

Verschiedene Anlagentypen benötigen unterschiedliche Modellierungsansätze, um diese zu abbilden und zu analysieren. Bei der Modellierung ist sicherzustellen, dass diese auf den Typ der Netzstudie abgestimmt ist.



Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit

Detailgrad,  
Modellgenauigkeit,  
Ergebnisgüte, Aufwand, ...

Motiv: Modelltiefe in Verteilnetzen

Kontakt:

Dr.-Ing. Haonan Wang  
[haonan.wang@iee.fraunhofer.de](mailto:haonan.wang@iee.fraunhofer.de)

Dr.-Ing. Denis Mende  
[denis.mende@iee.fraunhofer.de](mailto:denis.mende@iee.fraunhofer.de)  
Prof. Dr. Martin Braun  
[martin.braun@iee.fraunhofer.de](mailto:martin.braun@iee.fraunhofer.de)

Fraunhofer IEE  
Joseph-Beuys-Straße 8  
34117 Kassel Deutschland  
[www.iee.fraunhofer.de](http://www.iee.fraunhofer.de)