



# Anforderungen an aktuelle Verteilnetze und deren zukünftige Versorgungsaufgabe

Yannic Schulze

08.09.2021

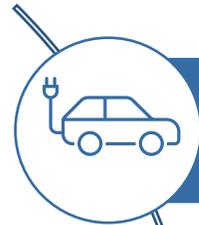


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

2021



Das Projekt **Bidirektionales Lademanagement**: Untersuchung bidirektionaler Use Cases für Elektrofahrzeuge und deren Netzurückwirkungen



Betrachtung der zukünftigen Netzurückwirkungen im Verteilnetzsimulationsmodell GridSim

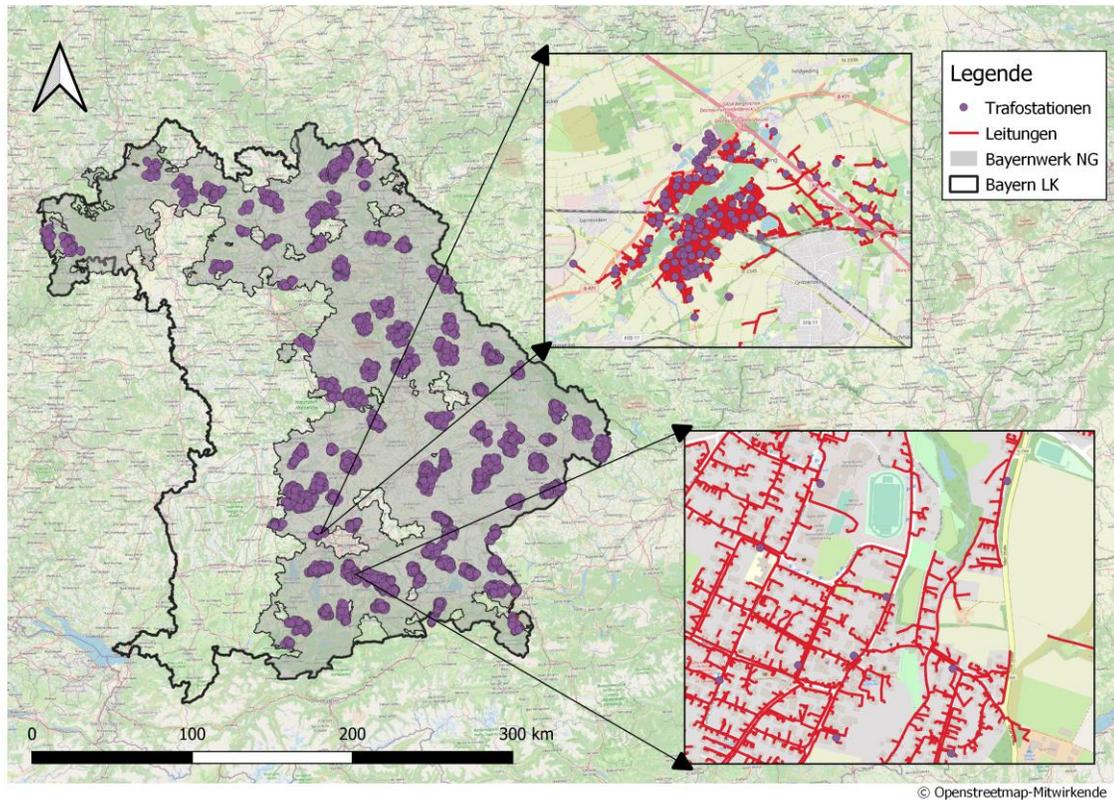


Grundlage hierfür sind rechenfähige, reale Netzmodelle



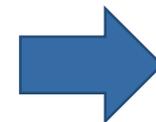
Abbildung von rechenfähigen, konsistenten Netzbelegungsszenarien auf reale Netzmodelle

# Das Untersuchungsgebiet



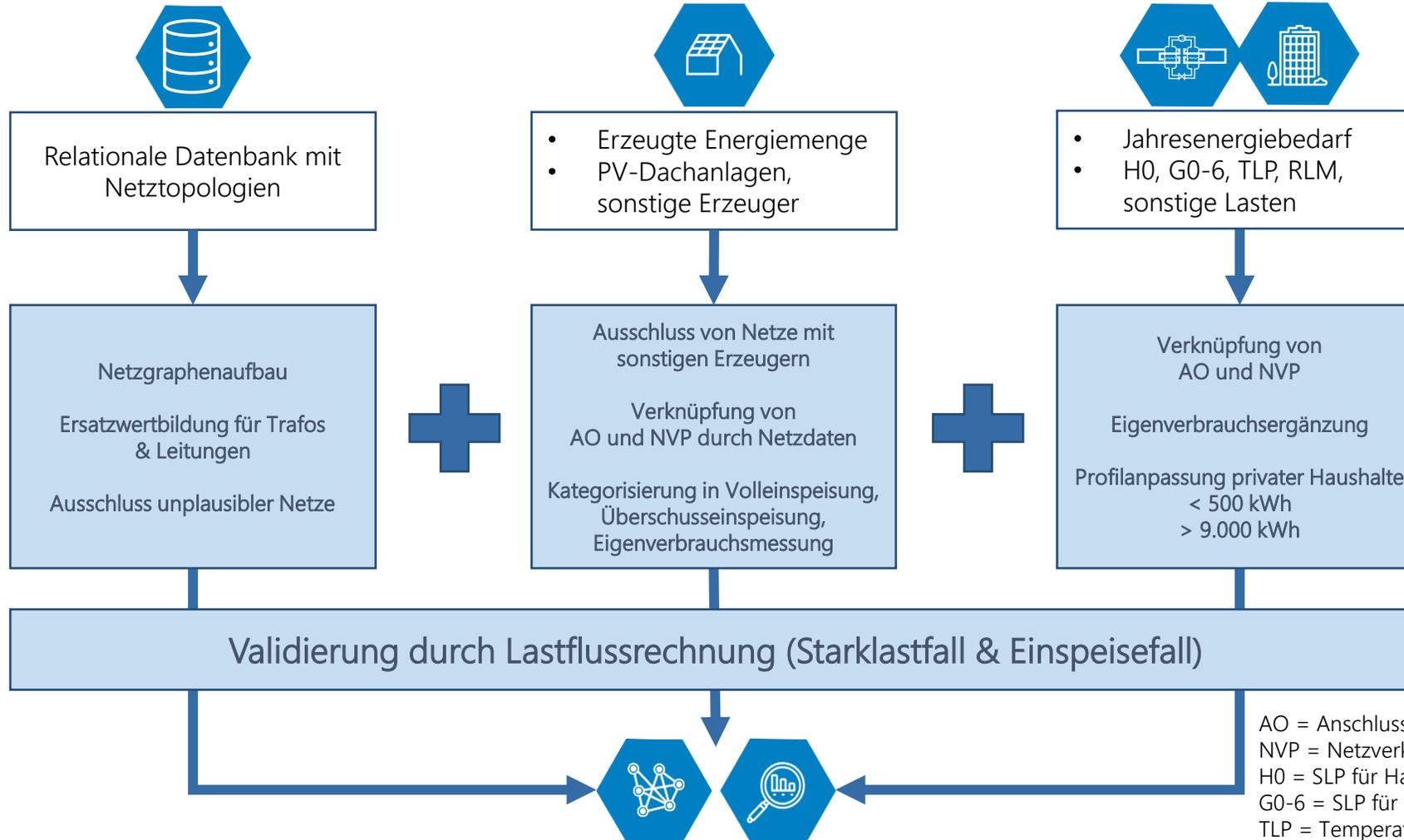
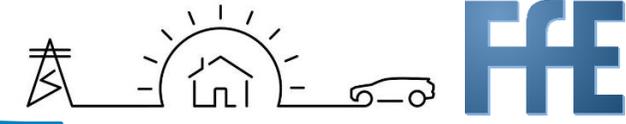
## Vorstellung des Untersuchungsgebietes:

- Stichprobe von 6400 Niederspannungsnetzen in Bayern
- Relationales Datenbanksystem bildet die Netztopologien ab
- Die Netzbelegung wird durch Zählerdaten abgebildet



Die Grundlage von Netzbelegungs-szenarien wird durch das Verschneiden von Netztopologie- und Belegung im heutigen Zustand erreicht

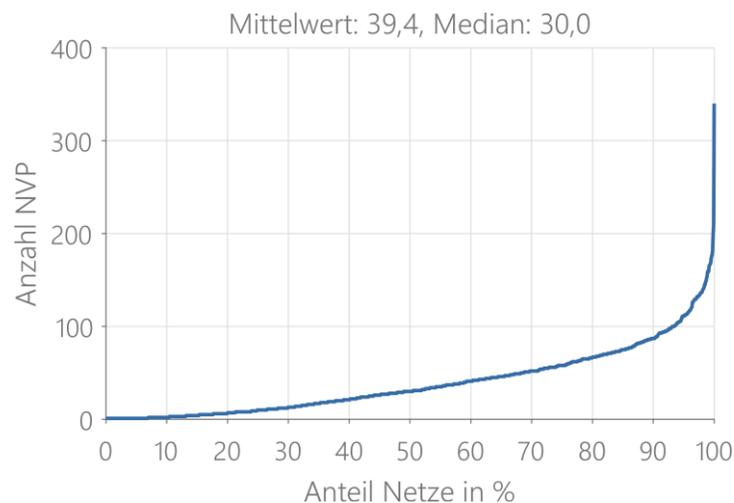
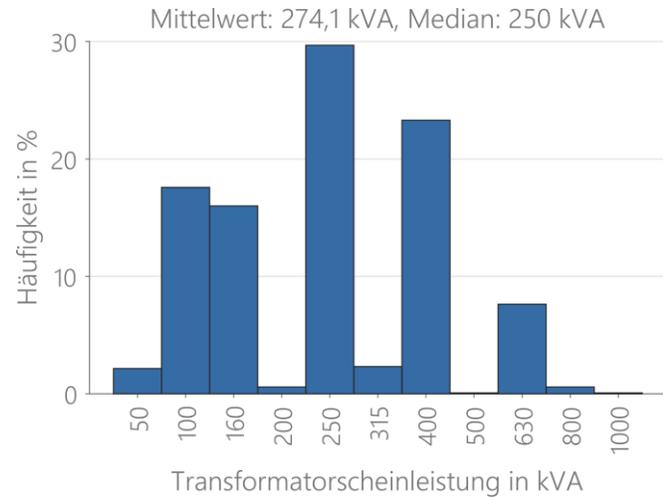
# Erzeugung real belegter Netzmodelle



AO = Anschlussobjekt → Rechnungsnehmer  
NVP = Netzverknüpfungspunkt  
H0 = SLP für Haushalte  
G0-6 = SLP für Gewerbe  
TLP = Temperaturabhängige Lastprofile  
RLM = Registrierende Leistungsmessung

1200 Belegte Netzmodelle

# Charakteristische Netzkenngößen – Trafos und Netzverknüpfungspunkte



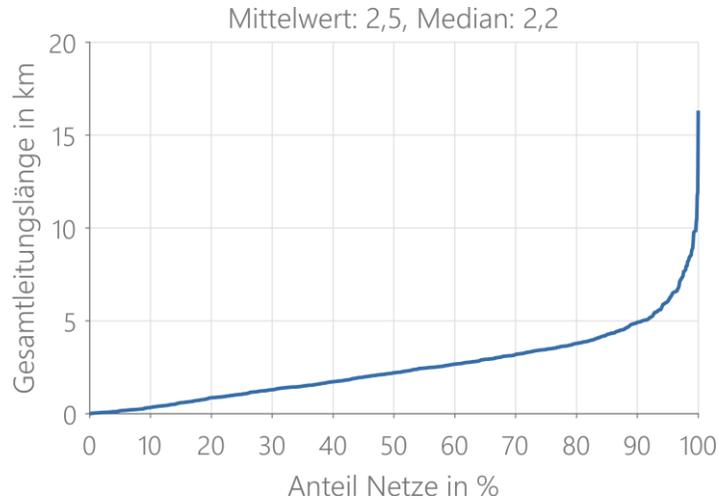
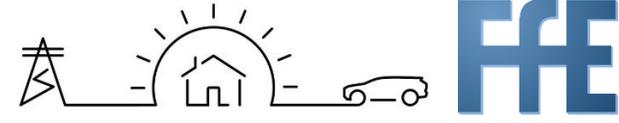
## Häufigkeit verschiedener Trafogrößen:

- Spannweite von 50 bis 1.000 kVA
- ~ 66 % kleiner 250 kVA

## Anzahl Netzverknüpfungspunkte (NVP) je Netz:

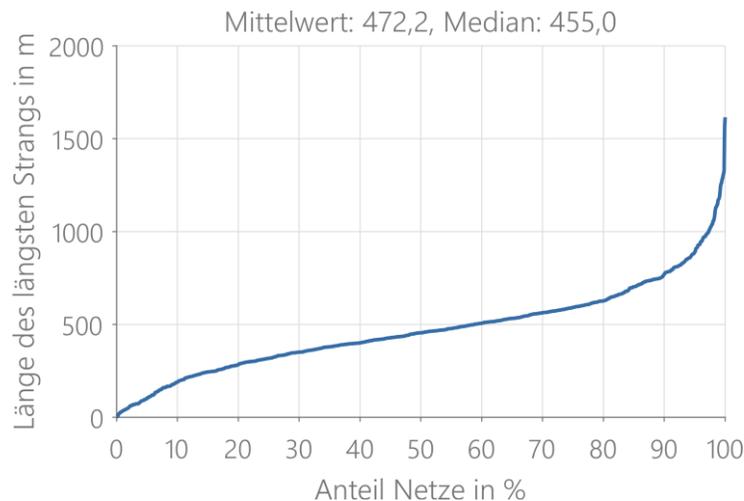
- ~ 25 % der Netze haben weniger als 10 NVP
- ~ 7 % der Netze mit mehr als 100 NVP => ~ 22 % aller NVP

# Charakteristische Netzkenngößen – Leitungen



## Gesamtleitungslänge je Netz:

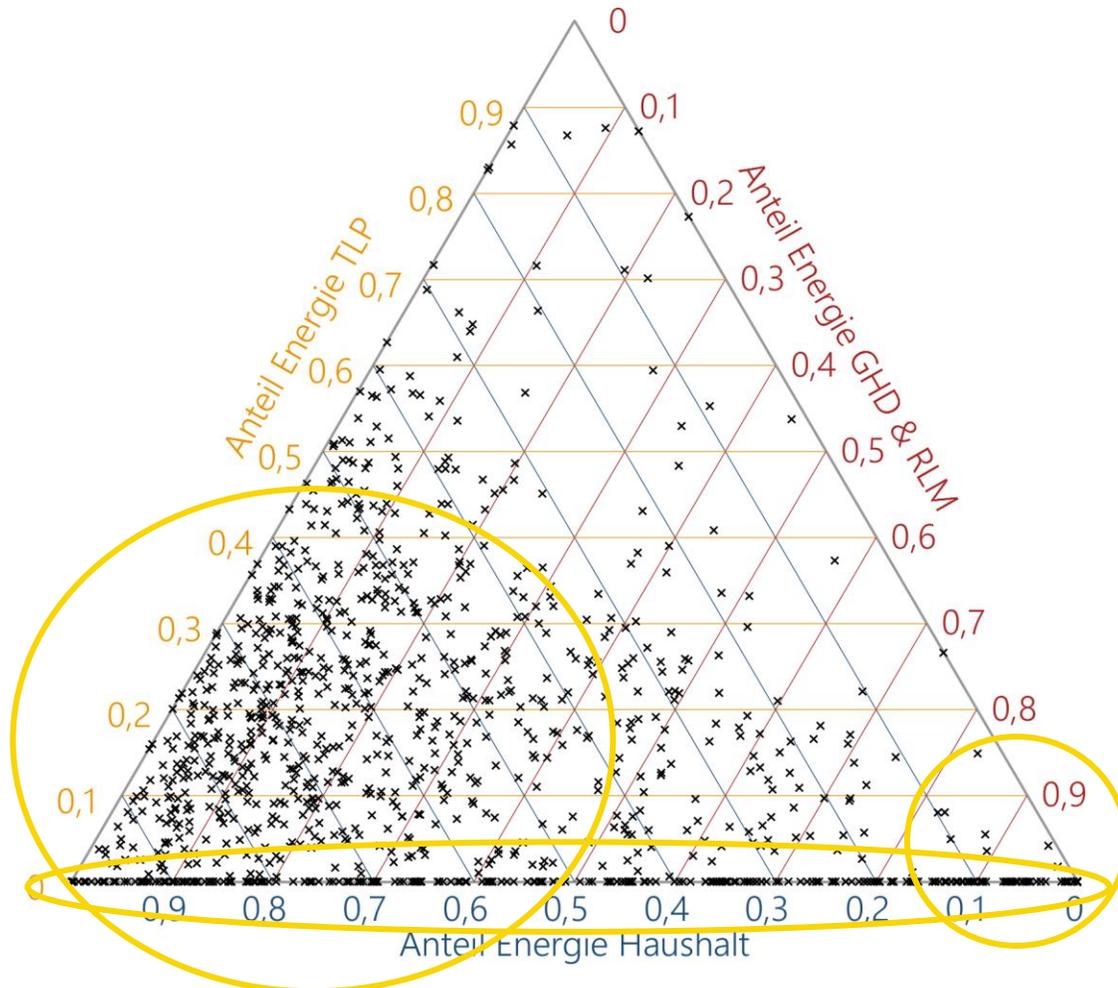
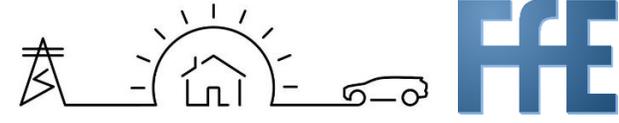
- ~ 5 % der Netze haben eine Gesamtleitungslänge von mehr als 6 Kilometer
- Das größte Netz umfasst 16,32 Kilometer
- Das kleinste „Netz“ umfasst nur 2 Meter



## Längster Strang je Netz

- 3 % der Netze besitzen Stränge länger als 1.000 Meter
- Der längste Strang hat eine Länge von 1.615 Metern

# Charakteristische Netzkenngößen – Energieverbräuche



## Energieanteile in den Netzen:

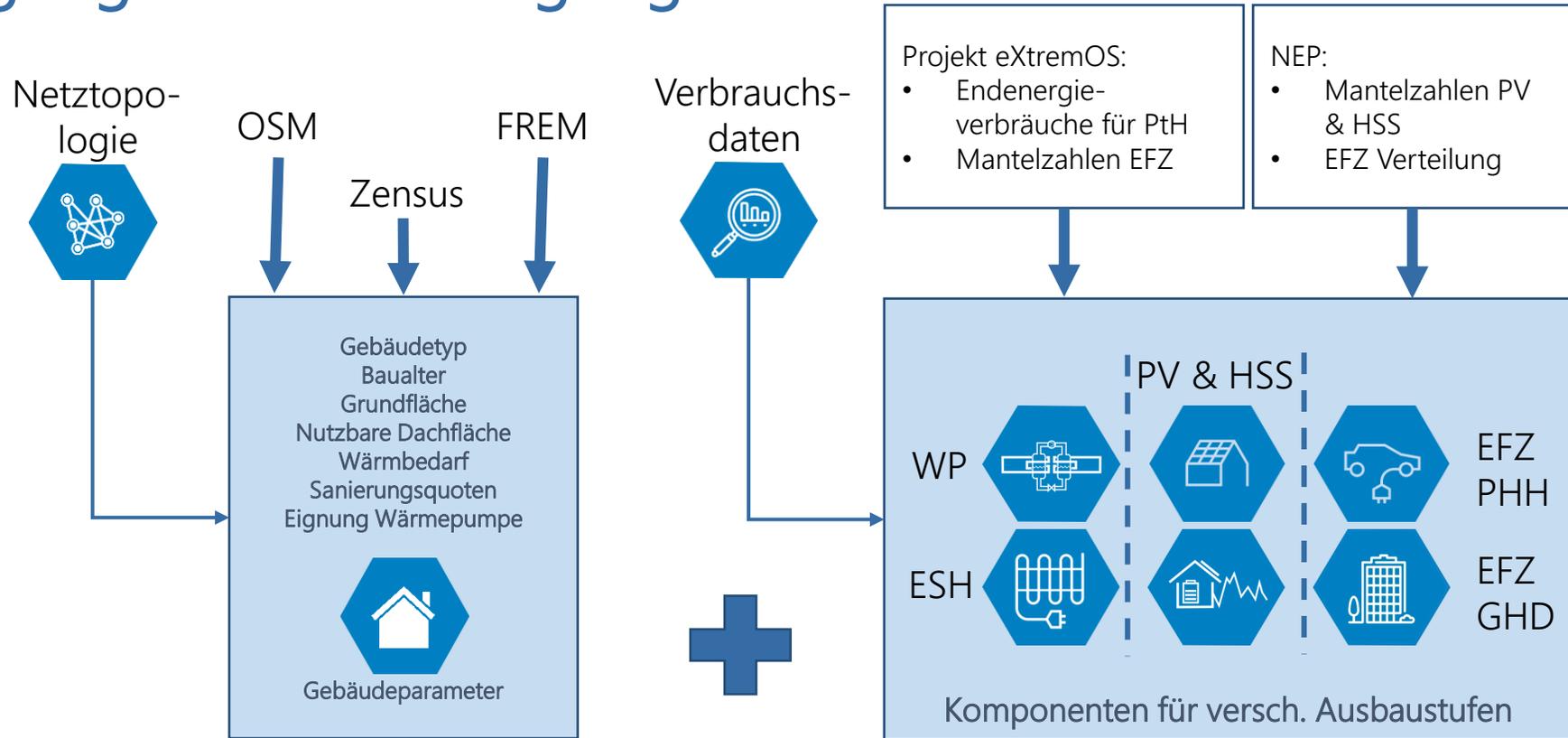
- Wenig reine Wohngebiete => Primär Mischgebiete in Kombination mit Gewerbe
- ~ 40 % der Netze ohne TLP Profile
- ~ 5 % durch Gewerbe dominierte Netze



# Erzeugung von Netzbelegungsszenarien



# Erzeugung von Netzbelegungsszenarien

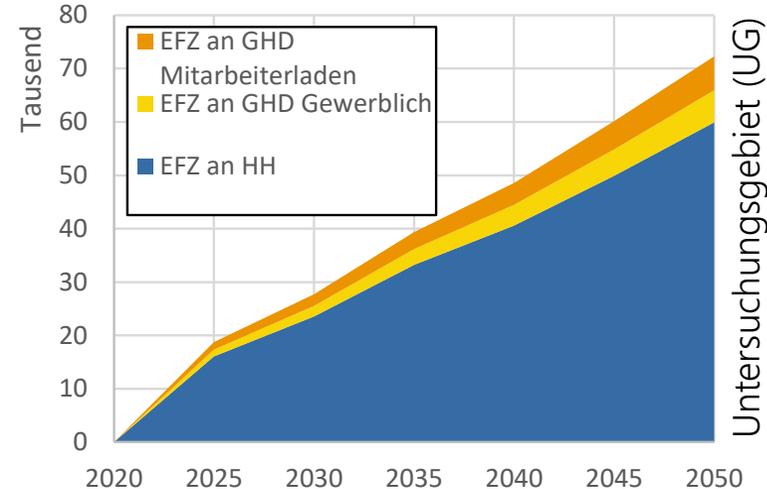
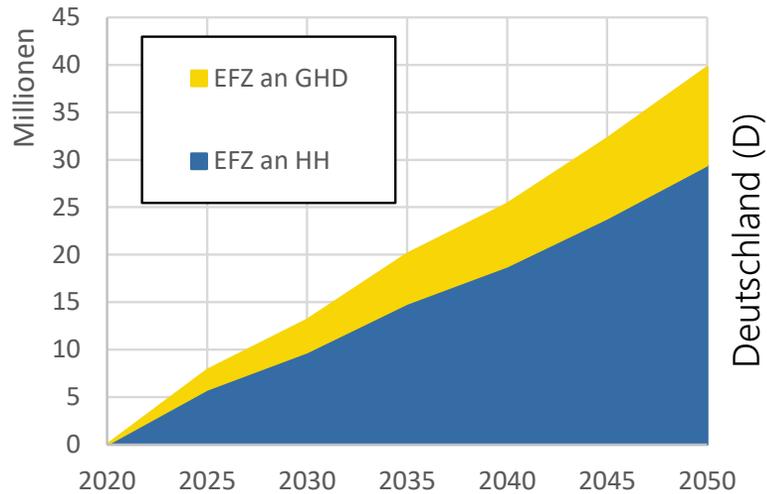
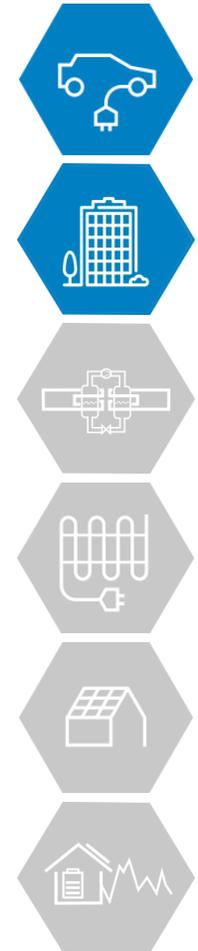


**eXtremOS solidEU & NEP B 2035: → 2°C Ziel** ✓

- EFZ = Elektrofahrzeug
- ESH = Elektrische Speicherheizung
- FREM = FfE-Regionalisierte Energiesystemmodell
- GHD = Gewerbe, Handel & Dienstleistungen
- HSS = Hausspeichersystem
- PHH = Private Haushalte
- OSM = Openstreetmap
- WP = Wärmepumpe

heute - 2050  
Netzbelegungsszenarien

# Zukünftige Komponenten: Private und gewerbliche Elektrofahrzeuge



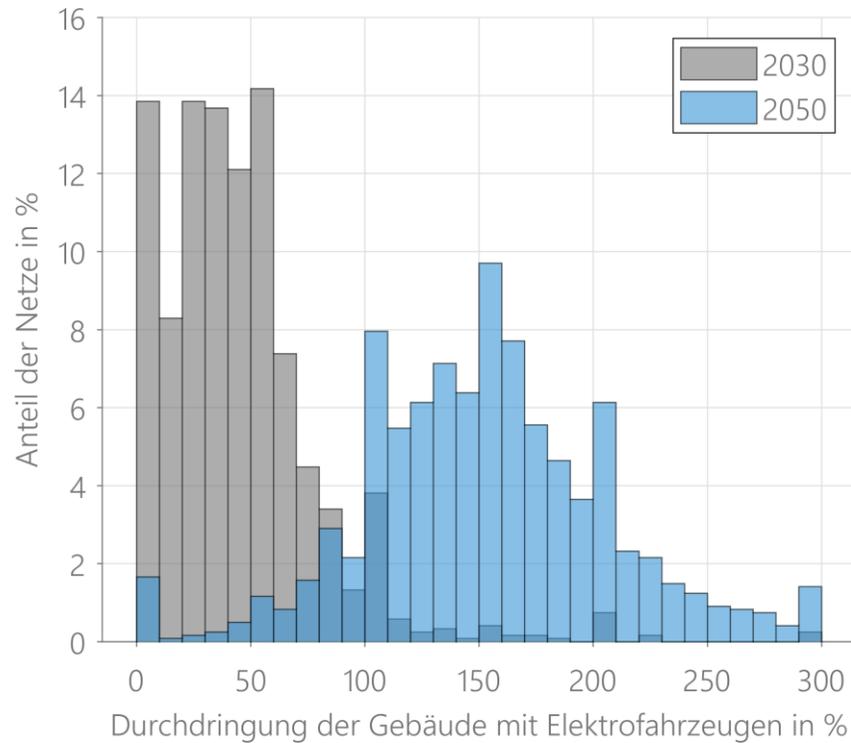
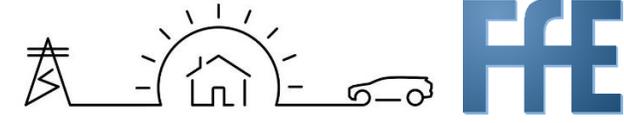
## Regionalisierung:

- Mantelzahlen aus dem SolidEU-Szenario des Projekts eXtremOS,
- Annahme: 2020 noch keine EFZ vorhanden
- Private EFZ:
  - Regionalisierung über 100x100m Raster aus dem NEP
  - Zufällige Zuweisung innerhalb des Rasters auf Haushalte
- An Gewerbe ladende EFZ:
  - Regionalisierung auf Landkreisebene, orientiert an Anteilen privater EFZ je Landkreis
  - 50% zufällig gleichverteilt, 50% anhand Energiebedarfe der GHD

## Vergleich der Hochlaufkurven:

- D: Bis 2050 nahezu vollständige Elektrifizierung des PKW Bestandes
- UG:
  - Vergleichbarer Hochlauf wie in Deutschland
  - Zusätzliche Unterteilung in mitarbeiterladende & gewerblich ladende Elektrofahrzeuge

# Zukünftige Komponenten: Verteilung der Elektrofahrzeuge in den Netzen



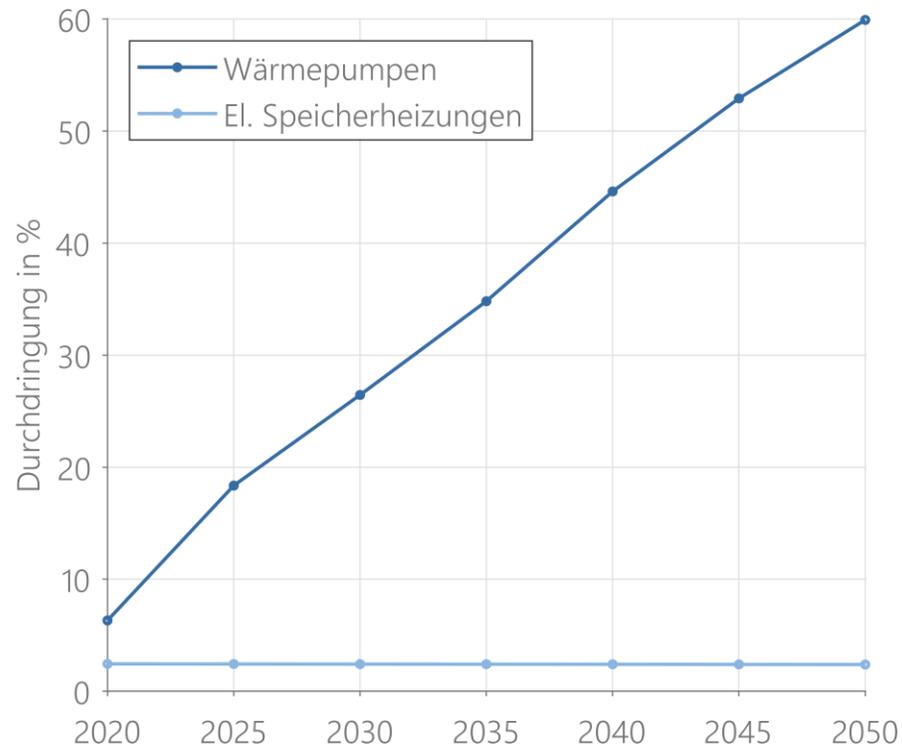
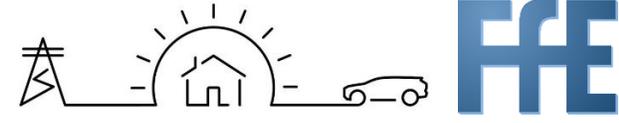
## Verteilung der Durchdringung in 2030:

- Ca. 27.000 EFZ in den Netzen (44.000 Gebäude)
- 10 % der Netze ohne EFZ
- 75 % der Netze mit einer Durchdringung < 60 %

## Verteilung der Durchdringung in 2050:

- Ca. 72.000 EFZ in den Netzen (44.000 Gebäude)
- Mehr als die Hälfte der Netze mit Durchdringungen > 150 %
  - Einfamilienhäuser erhalten im Mittel 1,1 EFZ
  - Größere Gebäude erhalten im Mittel 2,5 EFZ
- In der Spitze Durchdringungen von 400 % in Netzen mit energieintensivem Gewerbe oder großen Wohngebieten
- Bis zu 53 EFZ an einem Gebäude

# Zukünftige Komponenten: Wärmepumpen & elektrische Speicherheizungen



## Regionalisierung:

- **WP:** Fortschreibung des Endenergieverbrauchs durch SolidEU (eXtremOS) auf Landkreisebene je Gebäudetyp, zufälliger Zubau bis Endenergieverbrauch gedeckt
- **ESH:** Rückbau des Bestands anhand deutschlandweiter Verminderungsrate nach SolidEU (eXtremOS)

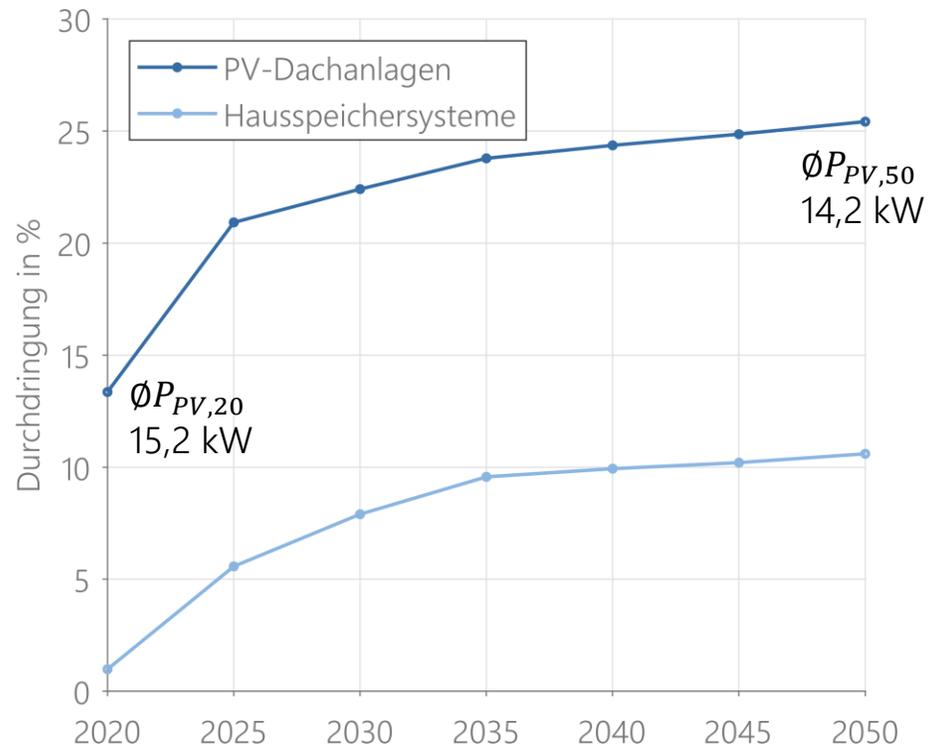
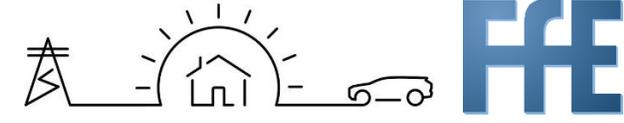
## Durchdringung: Wärmepumpen

- Ausgehend vom Bestand mit einer Durchdringung von ca. 6 % wird 2050 eine Durchdringung von ca. 60 % erreicht

## Durchdringung: Speicherheizungen

- Rückbau von lediglich 2,5 % der Bestandsanlagen bis 2050

# Zukünftige Komponenten: PV-Dachanlagen & Hausspeichersysteme



## Regionalisierung: PV

- Extrapolation von Zielleistung je Jahr und Gemeinde anhand NEP 2035 Szenario B bis 2050 \*
- Zufälliger Zubau von PV-Anlagen zwischen 3 bis 100 kW bis zum Erreichen der Zielleistung
- Anlagengröße passend je Dachfläche

## Regionalisierung: HSS

- Anhand gemeindescharfer Zubauzahlen zufällig an Gebäuden mit PV-Anlage (< 30 kW)

## Durchdringungen: PV

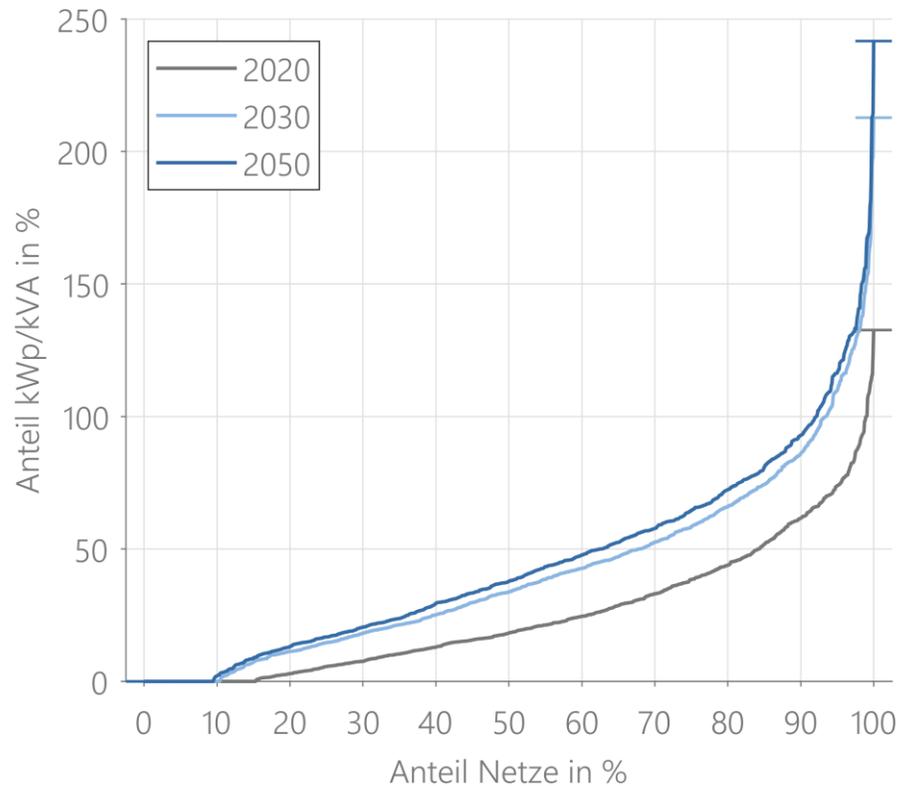
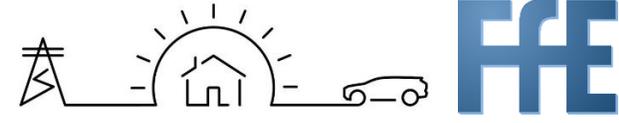
- Verdopplung des Bestands bis 2050
- Leichte Abnahme der mittleren Anlagenleistung

## Durchdringungen: HSS

- Zubau Äquivalent zu PV

\* extrapoliert in unveröffentlichten Projekt der FfE e.V.

# Zukünftige Komponenten: Verteilung der PV-Dachanlagen in den Netzen



## Anteil der installierten PV-Leistung an der Trafoscheinleistung:

- Netze ohne PV:
  - 2020: 15 %
  - 2030 & 2050: 10 %
- Überschreiten der Trafoleistung:
  - 2020: Max. 132 % (13 Netze > 100 %)
  - 2050: Max. 241 % (41 Netze > 132 %)
- Zubau jedoch vor allem in der Fläche



- Als Ausprägungen von Klimaschutzszenarien sind vor allem steigende Anforderungen durch Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und PV-Anlagen zu erwarten
- Die dargestellten Netzbelegungsszenarien stellen einen möglichen Entwicklungspfad dar – Unsicherheiten durch die konkrete Verortung als auch durch spezifische Technologieentwicklungen müssen berücksichtigt werden



- Auswirkungen dieser Szenarien auf die betrachteten Niederspannungsnetze durch Jahressimulationen mit dem Verteilnetzsimulationsmodell GridSim
- Analyse der Netzurückwirkungen unterschiedlicher Use Cases für uni- und bidirektionale Elektrofahrzeuge



Yannic Schulze M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Tel.: +49(0)89 15 81 21– 68

Email: [yschulze@ffe.de](mailto:yschulze@ffe.de)



Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.

Am Blütenanger 71 – 80995 München

Tel.: +49(0)89 15 81 21 – 0

Email: [info@ffe.de](mailto:info@ffe.de)

Internet: [www.ffe.de](http://www.ffe.de)

Twitter: @FfE\_Muenchen