



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

RLI
REINER LEMOINE
INSTITUT

 **ZNES**
ZENTRUM FÜR NACHHALTIGE ENERGIESYSTEME
FACHHOCHSCHULE | UNIVERSITÄT FLENSBURG

NEXT ENERGY
EWE-Forschungszentrum für
Energietechnologie e.V.

Workshop

Augsburg, 23.06.2016

open eGo - Entwicklung eines netzebenenübergreifenden
Planungsinstruments zur Bestimmung des optimalen Netz- und
Speicherausbaus in Deutschland

Fokus Mittel- und Niederspannung

Agenda



- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung

Das Projekt

- Projekt-Zeitraum: 3 Jahre von August 2015 bis Juli 2018

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Projektpartner



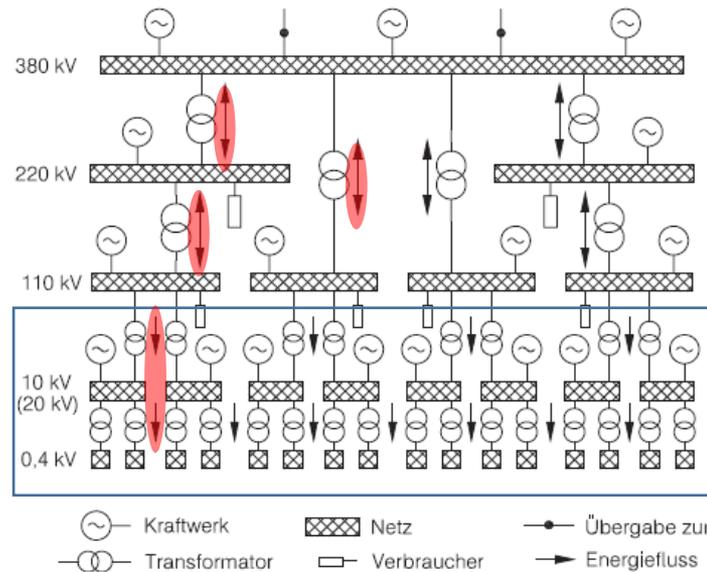
open_eGo

- Optimaler Netzausbau
- Speicherpositionierung
- Lastflussberechnungen
- Spannungshaltung
- BM-Belastung

- Die Tools sind

Open Source

Netzebenen-übergreifende-Planung



- open_eGo betrachtet alle Spannungsebenen

- Fokus heute: Nieder- und Mittelspannungsebene

Ziele

- 1) Das eGo-Tool soll objektive Diskussionsgrundlage für Themen der Energiewende liefern
- 2) Netz- Maßnahmen insgesamt beurteilen können
 - 1) Spannungsebenen-übergreifend
 - 2) volkswirtschaftlich optimal
- 3) Forschungsergebnisse schnell an betreffende Stellen weitergeben
 - 1) Transparent & Open Source

Herausforderungen

- 1) Datenlage der Netztopologie unterhalb der 110 kV
- 2) Datenbasis muss für alle Spannungsebenen konsistent sein
- 3) Aufgrund des Rechenaufwandes zwischen Vereinfachung und Komplexität abwägen

Netzplanung:

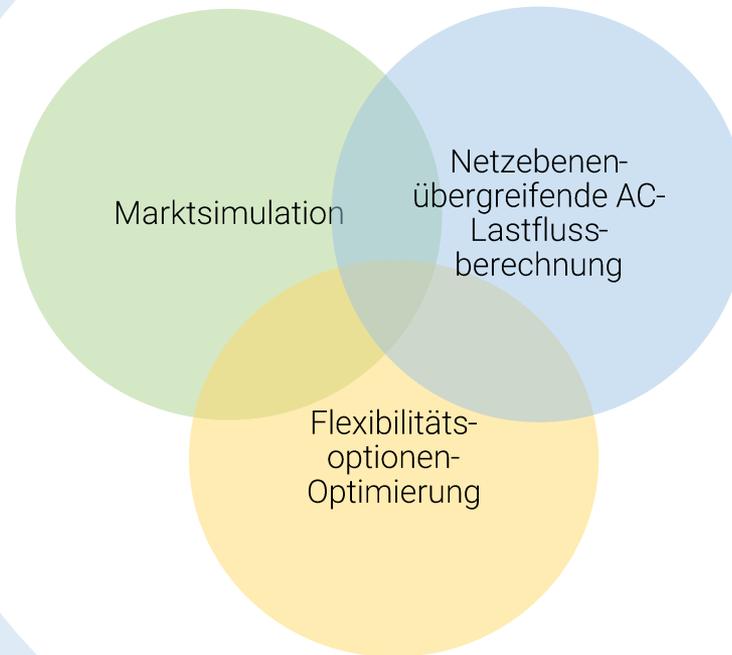
- *Netzentwicklungsplan*
- *Dena-Verteilnetzstudie*
- *BMWi-Verteilernetzstudie*

Stromsystemmodelle:

- *GENESYS*
- *renpass*
- *REMix*
- *ELMOD*

→ „Es fehlt derzeit an einem Spannungsebenen-übergreifenden, transparenten Netzplanungsinstrument, das volkswirtschaftlich-optimale, ortsscharfe Verteilungen von redispatch-Maßnahmen, sowie Maßnahmen für den Netz- und Speicherausbau für Deutschland bestimmt“

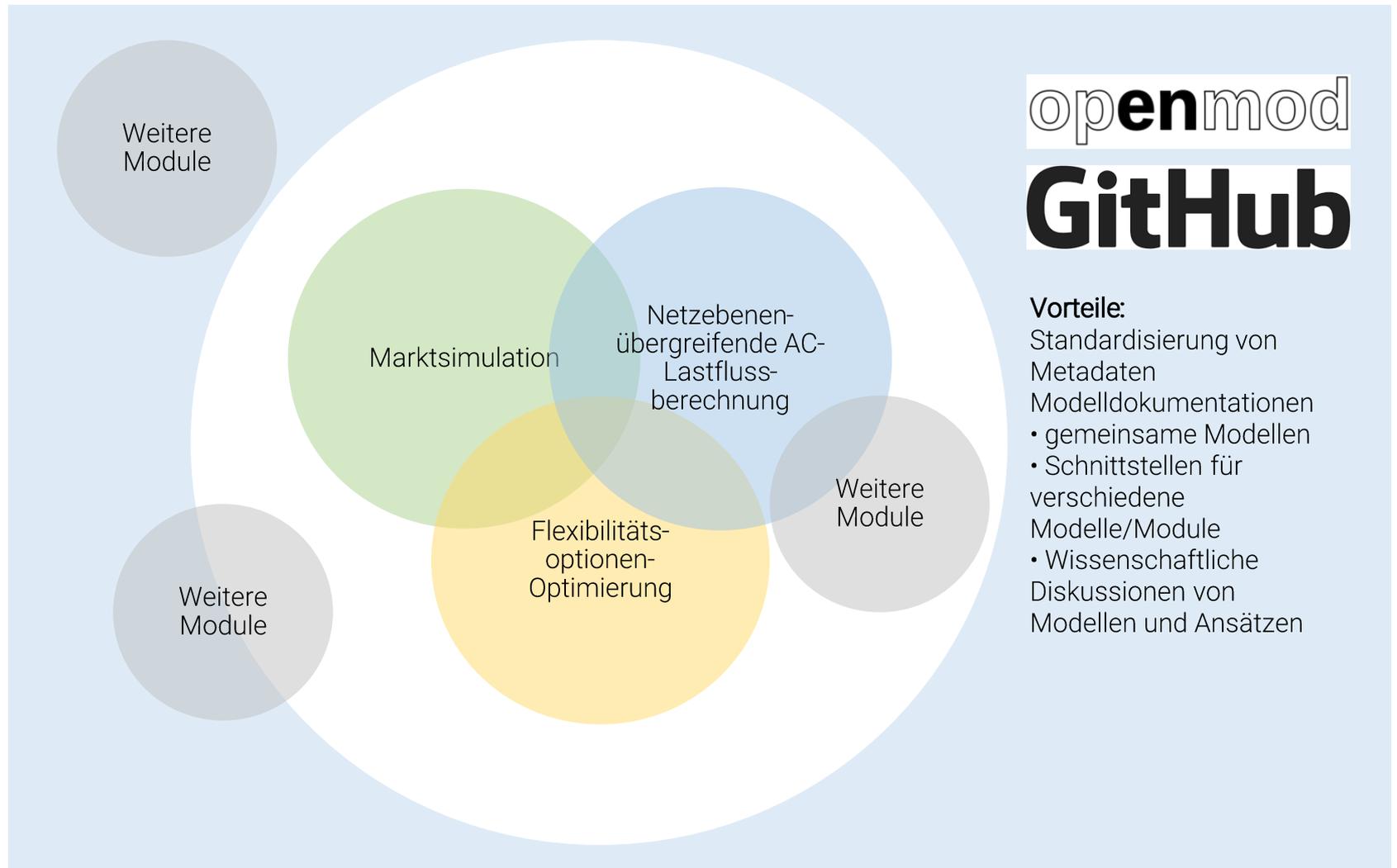
open_eGo: Projektkontext Modularer Ansatz

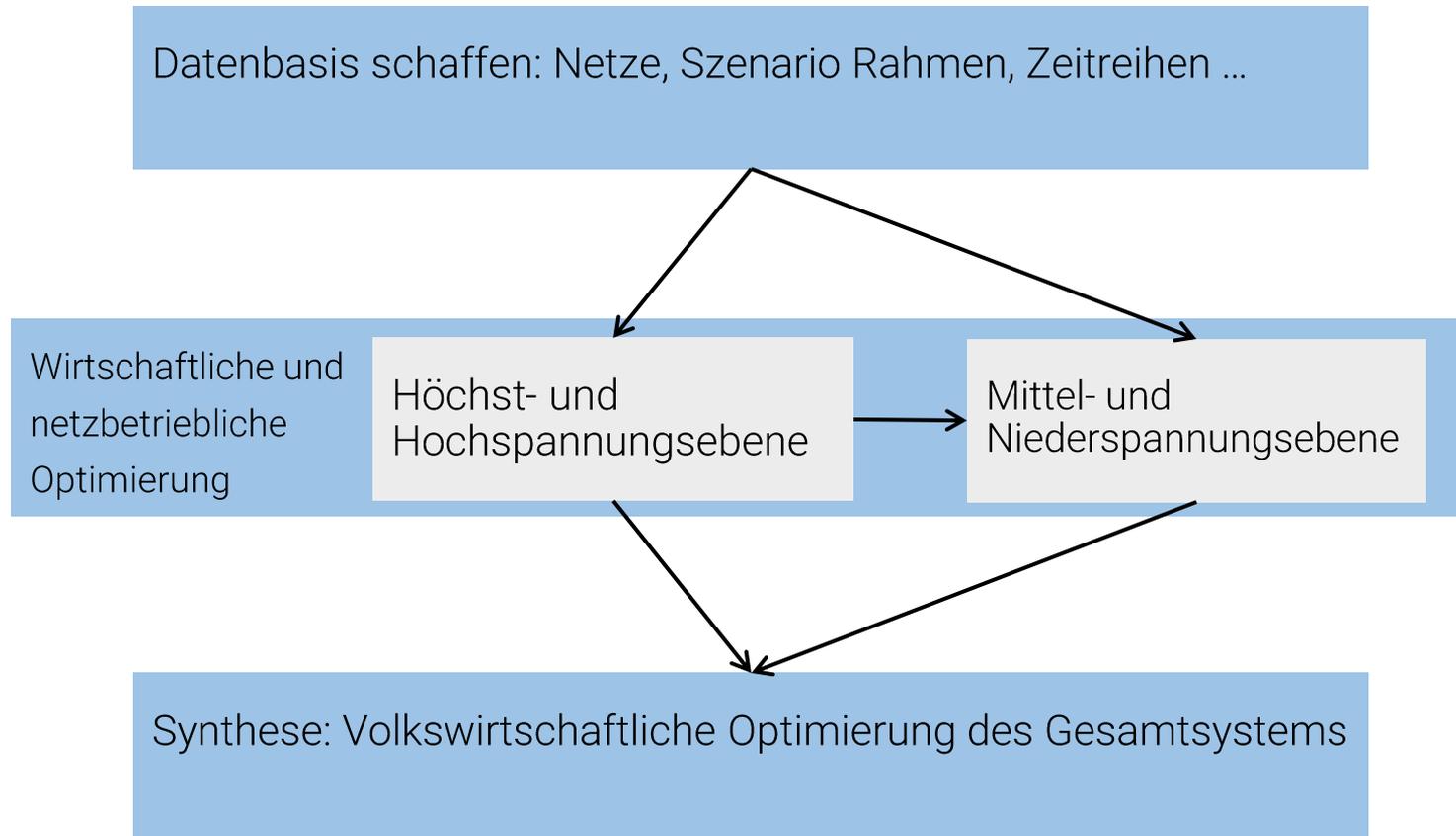


openmod GitHub

Vorteile:

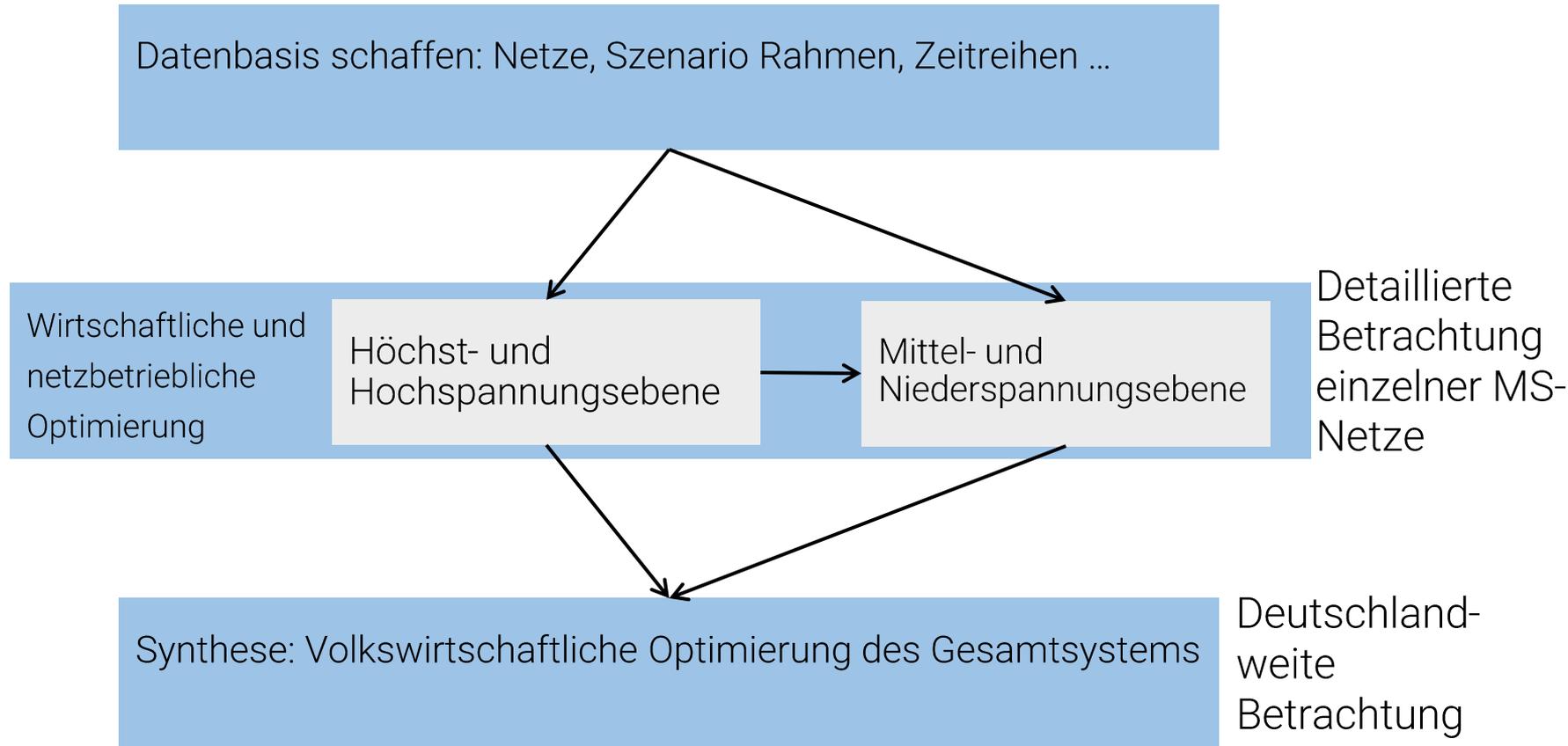
- Standardisierung von Metadaten
- Modelldokumentationen
- gemeinsame Modellen
- Schnittstellen für verschiedene Modelle/Module
- Wissenschaftliche Diskussionen von Modellen und Ansätzen





open_eGo: Projektkontext

Verschiedene Abstraktionslevel



open_eGo: Projektkontext

Verschiedene Abstraktionslevel



Datenbasis schaffen: Netze, Szenario Rahmen, Zeitreihen ...

Dieser Prozess wird derzeit abgeschlossen

Wirtschaftliche und netzbetriebliche Optimierung

Höchst- und Hochspannungsebene

Mittel- und Niederspannungsebene

Detaillierte Betrachtung einzelner MS-Netze

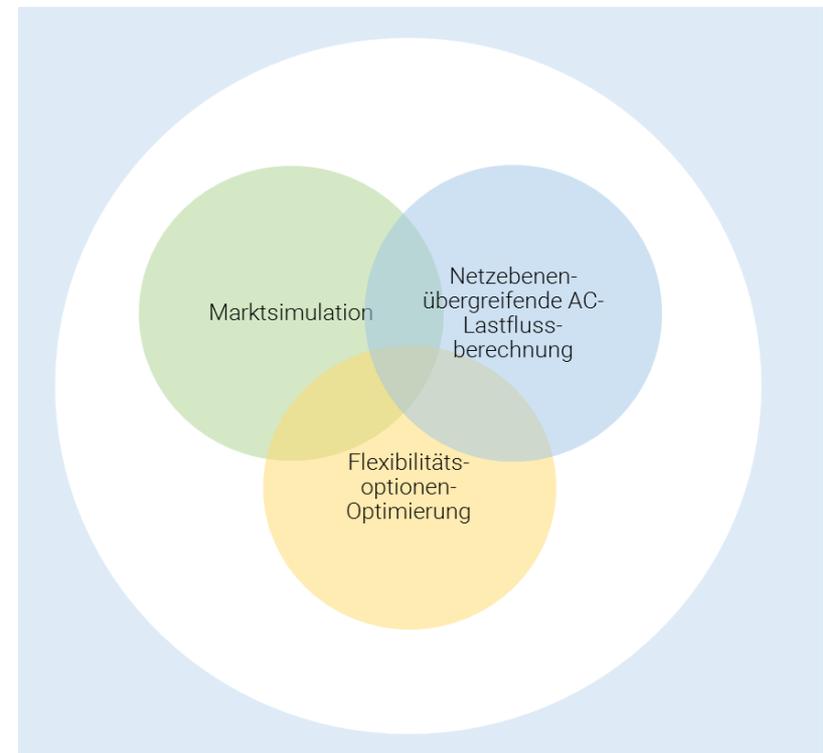
Synthese: Volkswirtschaftliche Optimierung des Gesamtsystems

Deutschlandweite Betrachtung

Exogene Szenarien

- Basisszenario: Abbildung des IST-Standes
- Szenario 1: NEP 2015: B2 Szenario 2035 mit 65,8 % EE Anteil am Nettostromverbrauch
- Szenario 2: Szenario A Leitstudie 2012 (Nitsch) mit 100% EE Anteil am Nettostromverbrauch
- Konstanter Stromverbrauch, unter der Annahme, dass Einsparungen und Mehrverbrauch sich ausgleichen
- Wetterjahr: 2011 (analog zum NEP)
- Marktsimulation: Einbezug der Nachbarländer

Gilt für alle Bereiche



open_eGo: Projektkontext

Motivation für Anwender-Input



- Ziel: eGo-Tool soll objektive Diskussionsgrundlage für Themen der Energiewende liefern
- Dies erfordert Transparenz, Akzeptanz und breite Anwendung
- Hohe Relevanz der Anforderungen der Anwender für die Tool-Entwicklung
 - Tool ist realitätsnah und anerkannt
- Mögliche Motivation für Tool-Nutzung durch Anwender
 - Objektivierung der Begründung für eigene Standpunkte gegenüber Dritten
 - Rechtzeitige Anpassung an Erfordernisse der Zukunft
 - Nutzen im Alltag
 - Beurteilung der Notwendigkeit von Speichern im Stromnetz

Agenda



- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung

Agenda



- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
-
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung

Ziele

- 1) Bestimmung von Netzinseln/Netzbezirken der Mittelspannung
- 2) Schnittstelle 110 kV zur MS

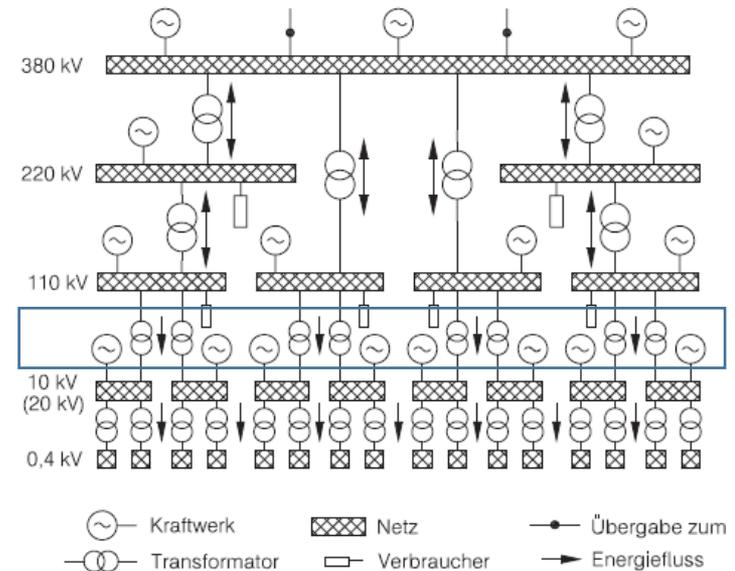
Herausforderungen

- 1) Eignung für die Modellierung von MS-Netzen

Ablauf

- Da alle Spannungsebenen gemeinsam optimiert werden sollen, muss der gleiche Bezugspunkt genutzt werden
- Zwischen 110kV-Ebene und der MS ist dies das Versorgungsgebiet des USW

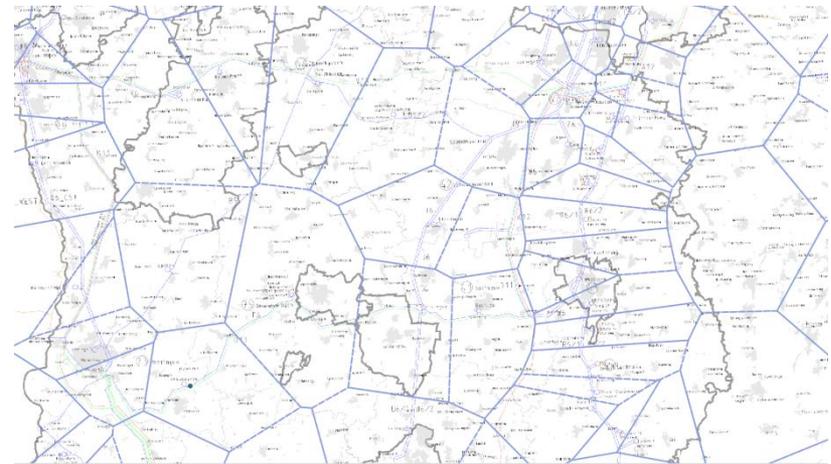
Die Netzebenen



Ablauf

- Da alle Spannungsebenen gemeinsam optimiert werden sollen, muss der gleiche Bezugspunkt genutzt werden
- Zwischen 110kV-Ebene und der MS ist dies das Versorgungsgebiet des USW
 - Die genauen Gebiete sind nicht öffentlich bekannt
 - HS-HöS: Zusammenfassung der unterlagerten Erzeuger/ Verbraucher
 - MS: ganze Lastgebiete

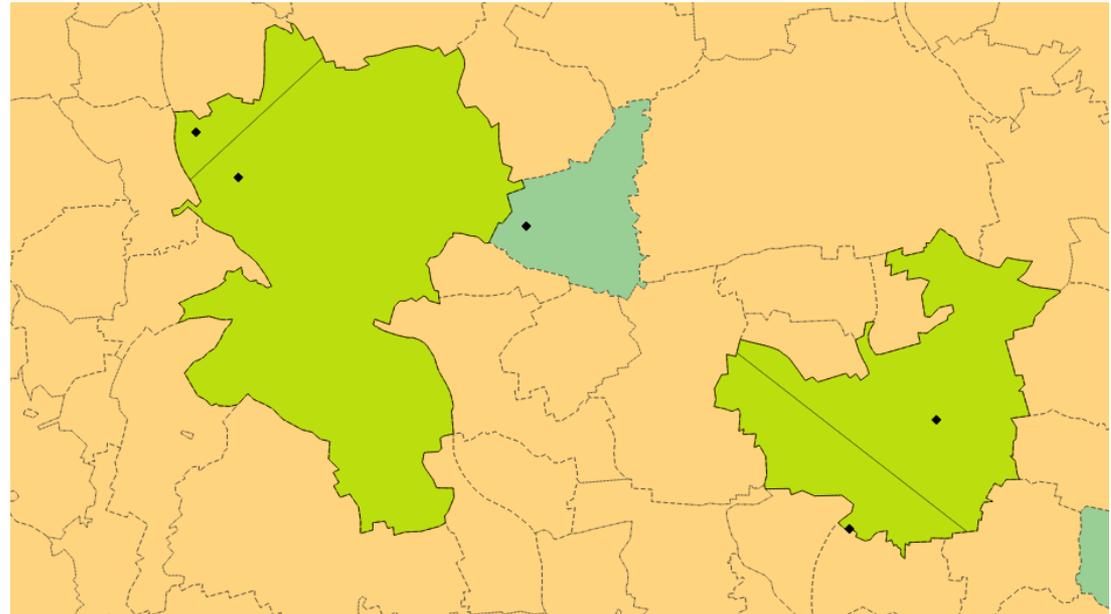
Geometrische Netzbezirke



Methode

- Zuordnung von Gemeinden zu den beinhalteten USW
- Teilung von Gemeinden mit zwei USW mit hinterlegendem Voronoi-Gitter

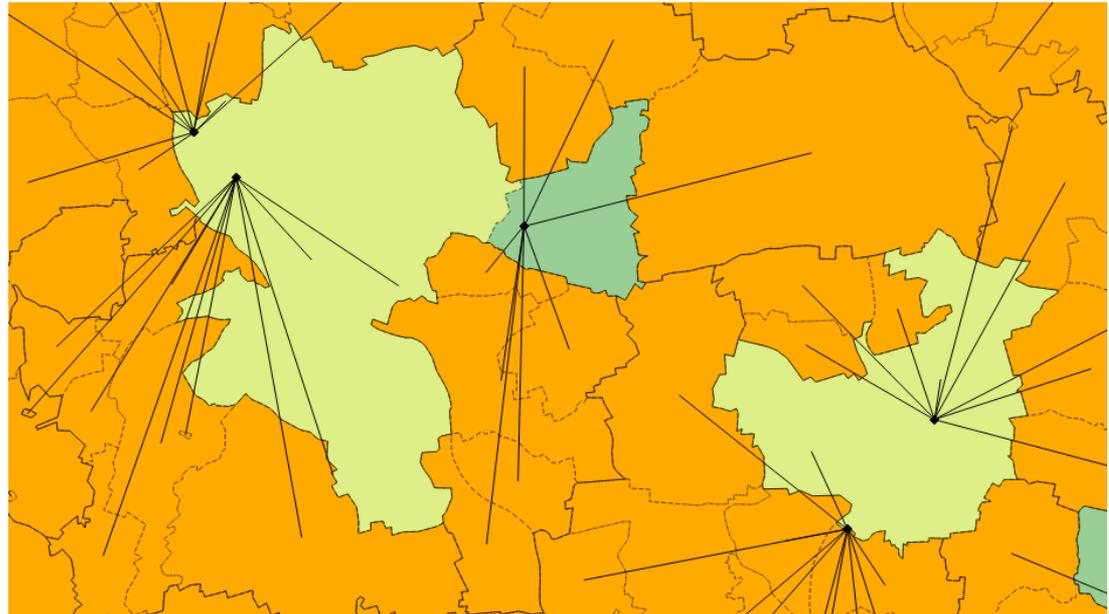
Synthetische Netzinseln



Methode

- Zuordnung von Gemeinden zu den beinhaltenen USW
- Teilung von Gemeinden mit zwei USW mit hinterlegendem Voronoi-Gitter
- Zuordnung von Gemeinden ohne USW zum nächstgelegenen USW

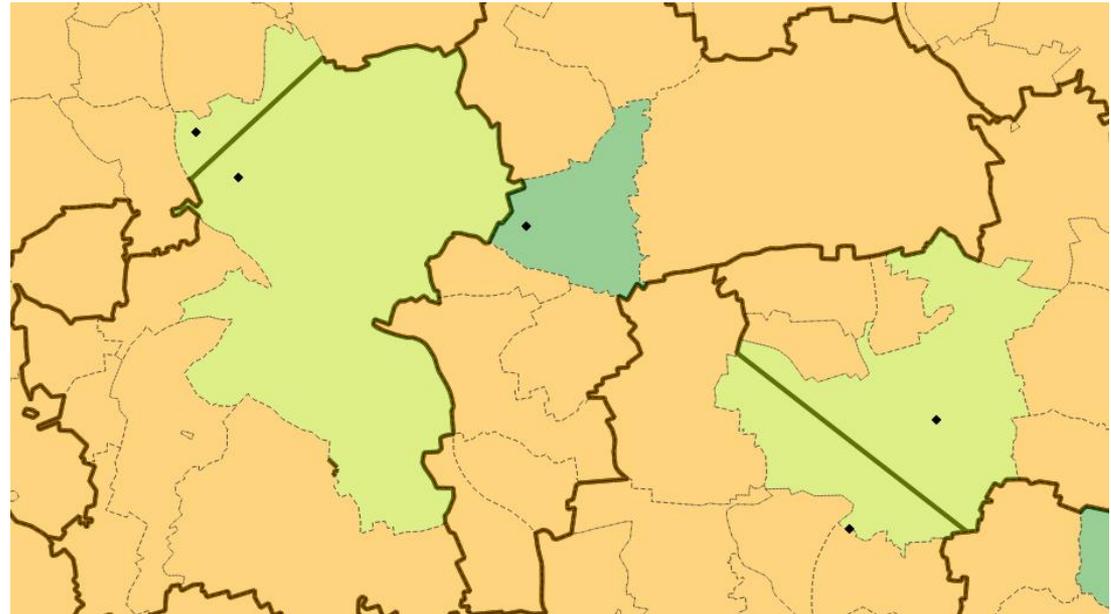
Synthetische Netzinseln



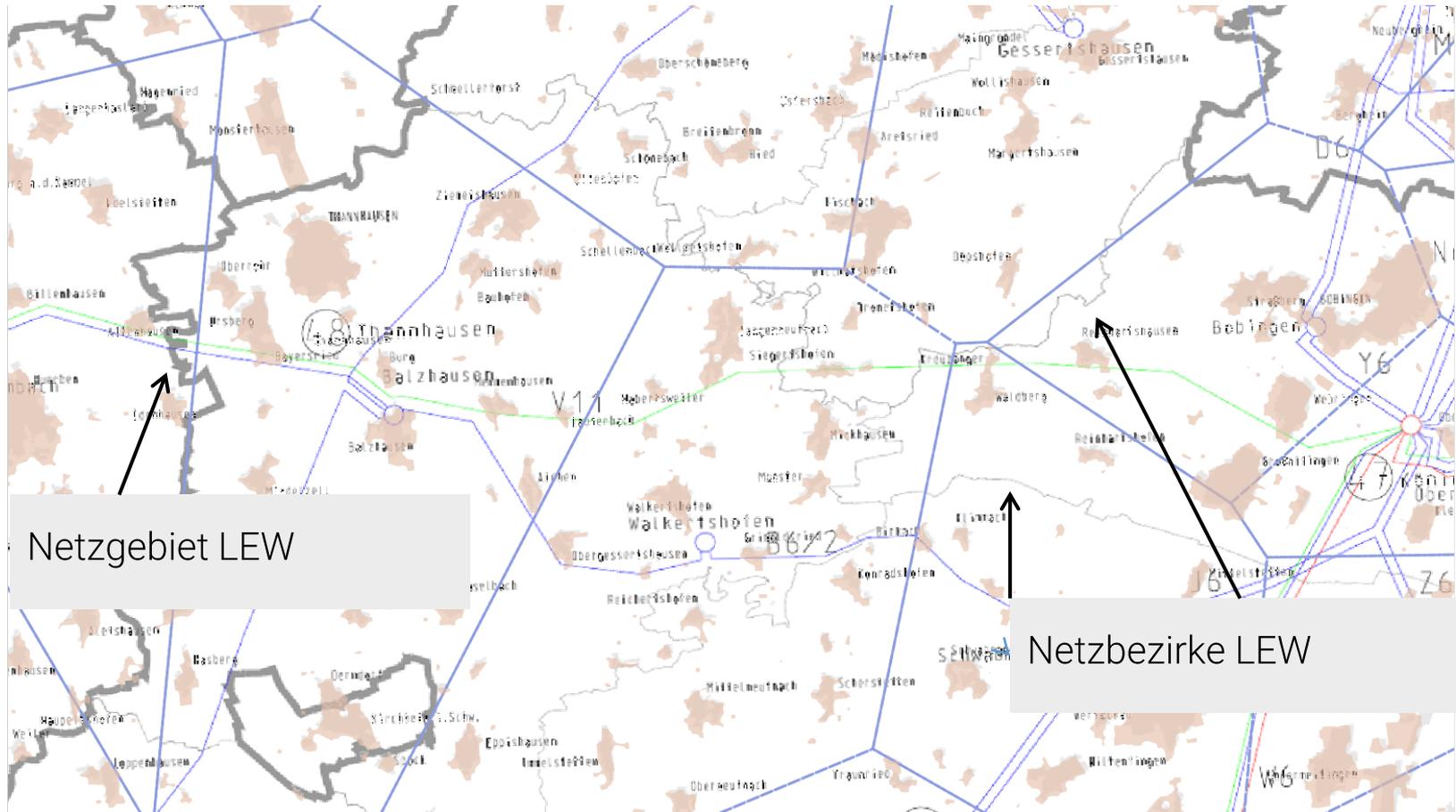
Methode

- Zuordnung von Gemeinden zu den beinhalteten USW
 - Teilung von Gemeinden mit zwei USW mit hinterlegendem Voronoi-Gitter
 - Zuordnung von Gemeinden ohne USW zum nächstgelegenen USW
 - Verschmelzung von Gemeinden die dem gleichen USW zugeordnet sind
- Lasten und Erzeuger können zugeordnet werden
- Ausdehnung des MS-Netzes ist gegeben

Synthetische Netzinseln



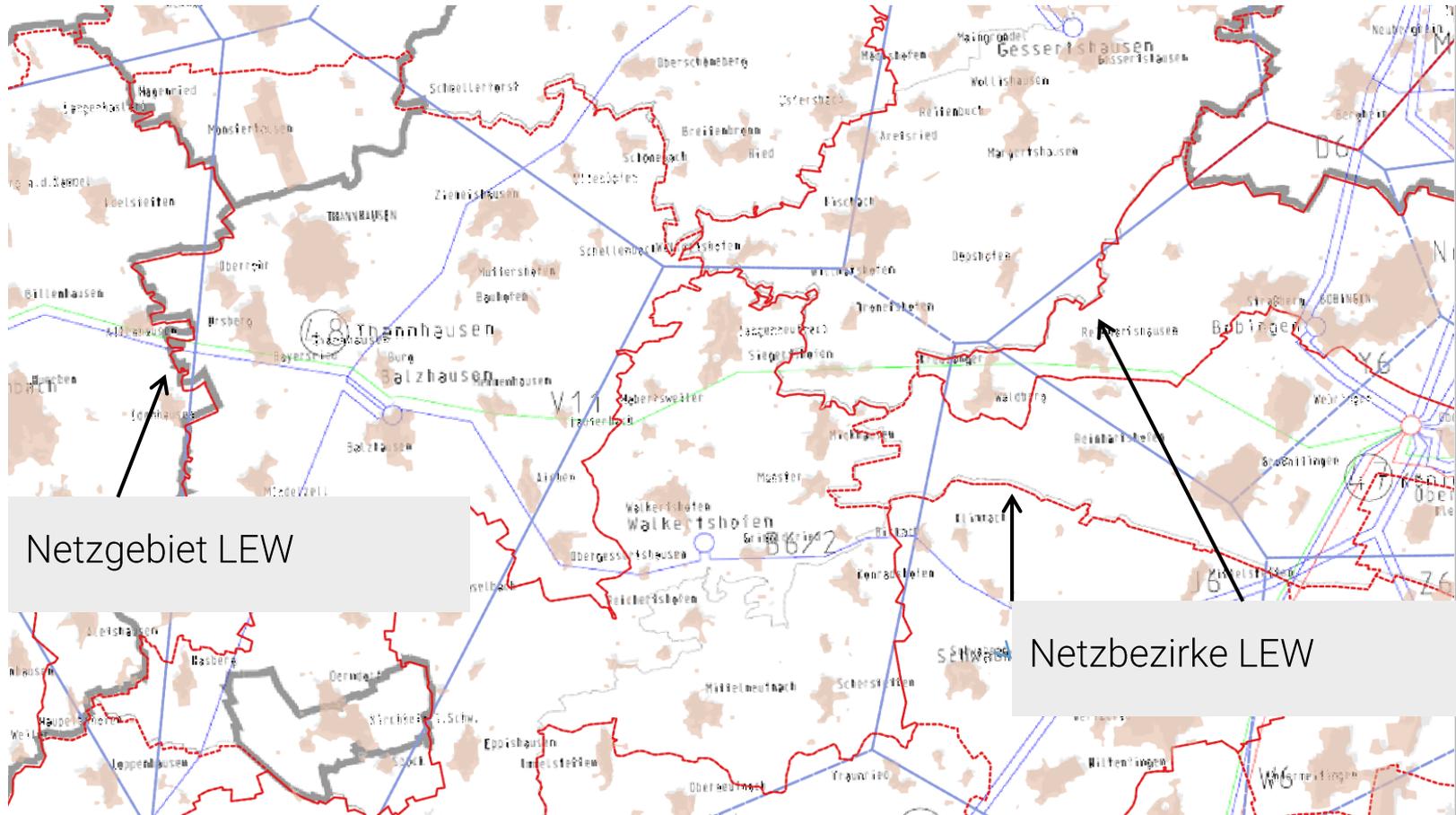
Netzinseln und Lastgebiete



Netzgebiet LEW

Netzbezirke LEW

Netzinseln und Lastgebiete



Netzgebiet LEW

Netzbezirke LEW

Ziele

- 1) Identifikation von Lasten innerhalb von Netzinseln
- 2) Erzeugung von stündlich aufgelösten sektorspezifischen Lastprofilen

Herausforderungen

- 1) Daten-Konsistenz für die verschiedenen Spannungsebenen
- 2) Lastprofile: Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit
- 3) Kein allgemeiner Ansatz zur Berücksichtigung von Gleichzeitigkeit auf Profile für den Gültigkeitsbereich für die unterschiedlichen Skalierungen bekannt

Lastgebiete:

- Aggregation von
- OSM Flächen:
 - Landwirtschaft
 - Gewerbe
 - Einkaufsgebiete
 - Siedlungsflächen
 - Industrieflächen
- Zensus-Einwohnerdaten



Lastgebiete

- Zusammenführung



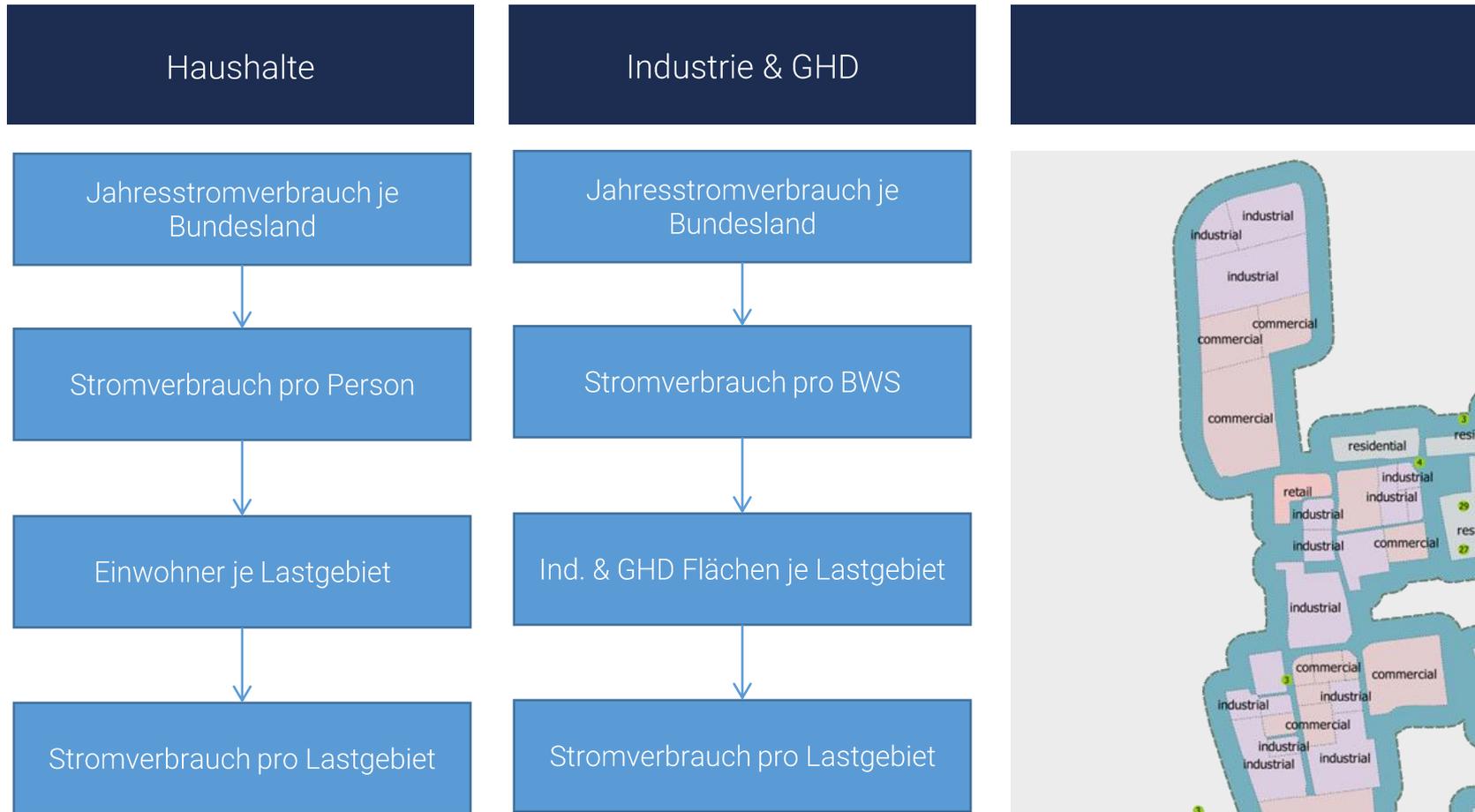
Lastgebiete

- Enthalten Informationen zu den Flächen der Sektoren und den Einwohnerzahlen
- Kleinste geographische Einheit für den Verbrauch im MS-Netz
- Industrielle Großverbraucher, an HS/HöS → nicht enthalten



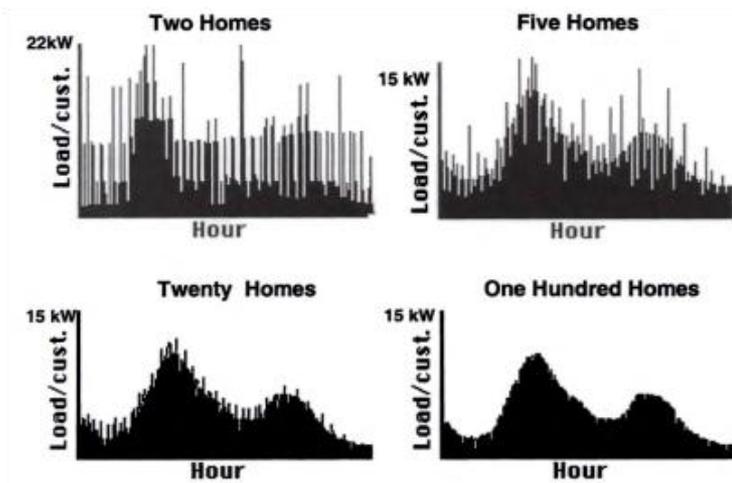
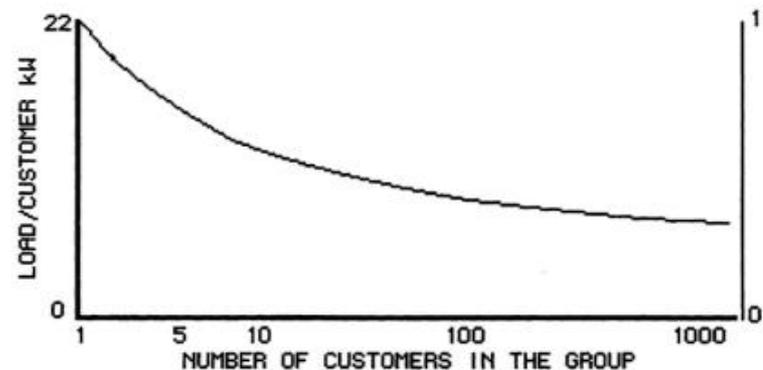
Netzeinseln und Lastgebiete

Jahreslast

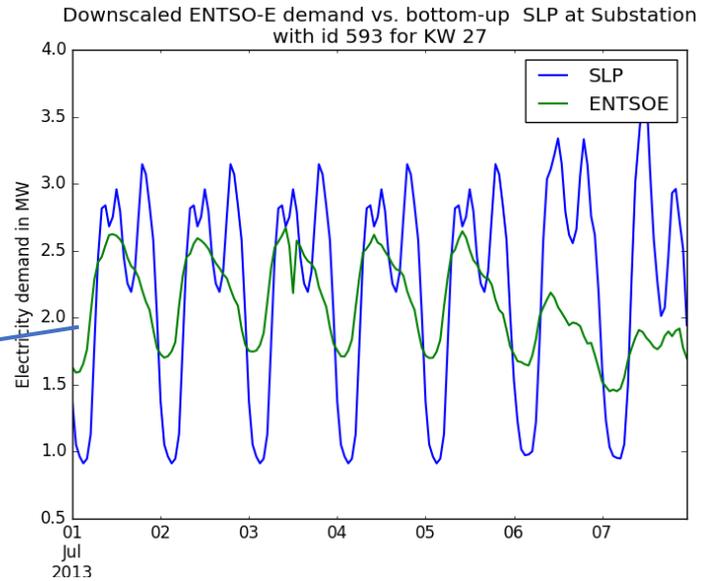
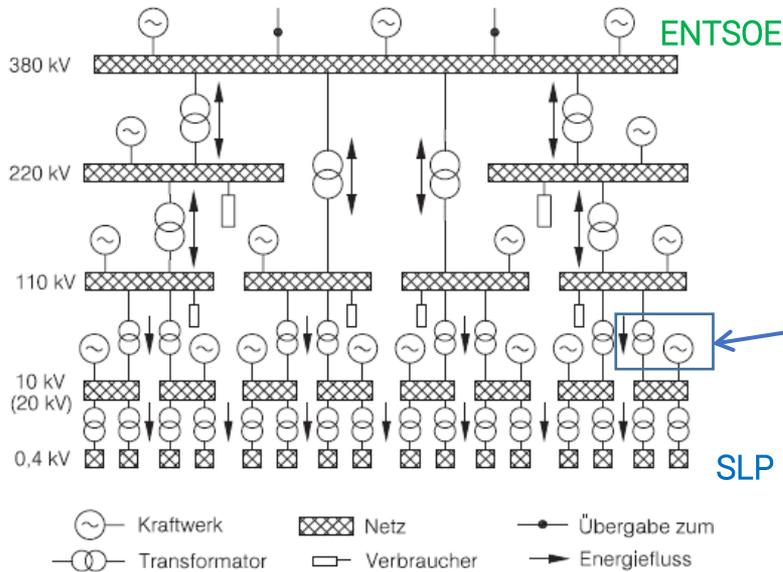


Ergebnisse aus dem HS/HöS WS zur Gleichzeitigkeit

- Netzebenenübergreifend konsistente Lastprofile sind schwierig
- Methodik abhängig von Fragestellung
- Abgleich mit Veröffentlichung Netzbetreiber
- Gültigkeit von Standardlastprofilen aufgrund des Alters fraglich
- Entsoe Lastgang ist auch nur eine Abschätzung

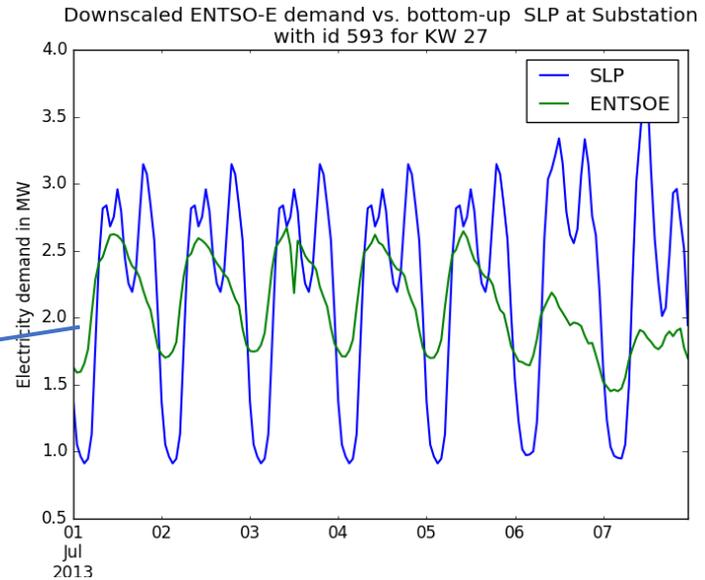
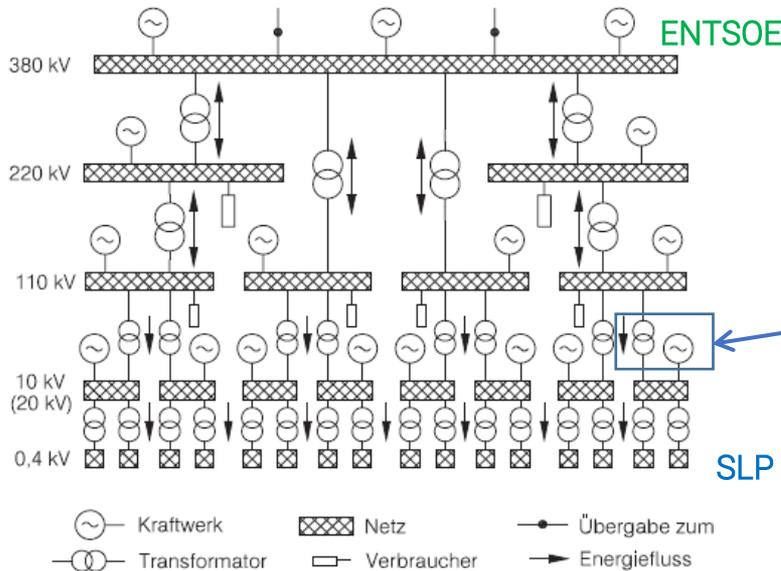


Netzinseln und Lastgebiete Lastprofile



Netzinseln und Lastgebiete

Lastprofile

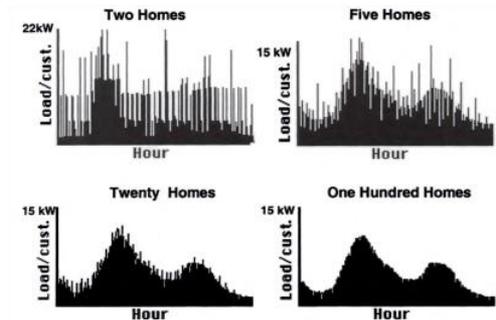


Aktuelle Möglichkeiten:

1. SLPs verwenden (wahrscheinlich unzureichend)
2. Zeitliche Verschiebung der SLPs je ONS
3. Ableitung neuer Funktion basierend auf bekannten Daten unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit (aufwändig)

Lastzeitreihen

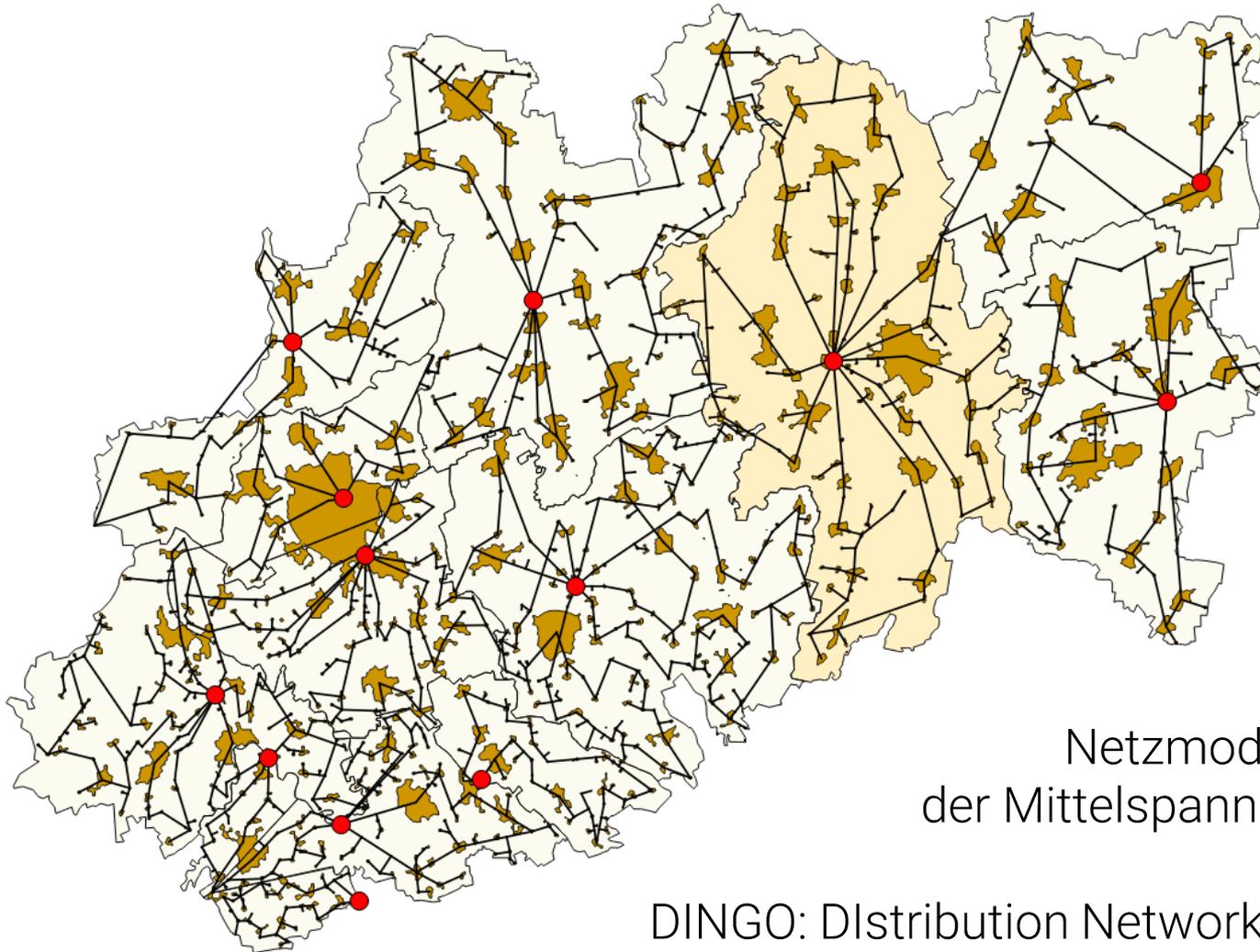
- Wird die Last in der Praxis ausschließlich mit SLP prognostiziert?
 - Gibt es dabei noch Anpassungen?
 - Wird auch Gleichzeitigkeit berücksichtigt?
- Ist es (schätzungsweise) zielführender
 - SLP im Netzbezirk zeitlich zu verschieben?
 - Oder den Verlauf der SLP anzupassen?
- Kann man davon ausgehen, dass bei VNB-Lastveröffentlichungen die EE-Erzeugung enthalten ist?



Agenda



- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
-
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung



Ziele

- 1) Ist-Stand der dt. MS-Netze mit repräsentativen
 - Topologien
 - Betriebsmitteln
 - Lasten
 - Einspeisern
- 2) Grundlage für weitere geplante Untersuchungen der Netze schaffen:
 - Implementierung von Zukunftsszenarien
 - Ermittlung von Netzstabilitätsproblemen
 - Automatisierter Netzausbau

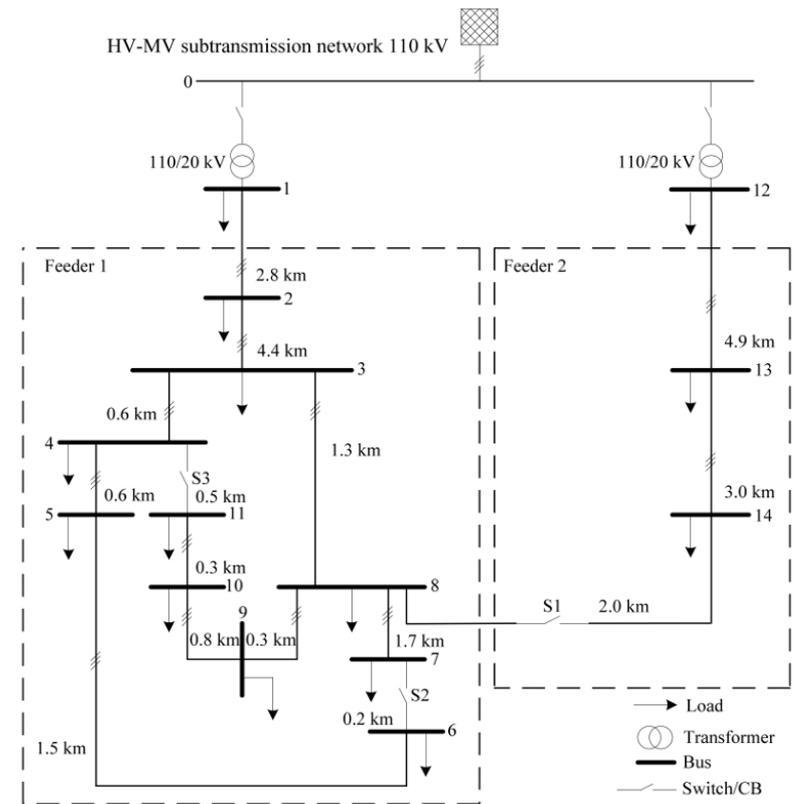
Herausforderungen

- 1) Dünne Datenlage in frei verfügbaren Quellen
- 2) Heterogenität und Historie realer Verteilnetze
- 3) Berechenbarkeit berücksichtigen (LFB, Flex.optionen)
- 4) Geeignete Datenmodelle definieren unter Berücksichtigung bereits vorhandener Software (oemof)
- 5) Berücksichtigung der Schnittstellen zu angeschlossenen Tools

MS-Netzmodellierung – Ansätze aus der Literatur

In der Literatur werden (neben realen Netzen) verwendet:

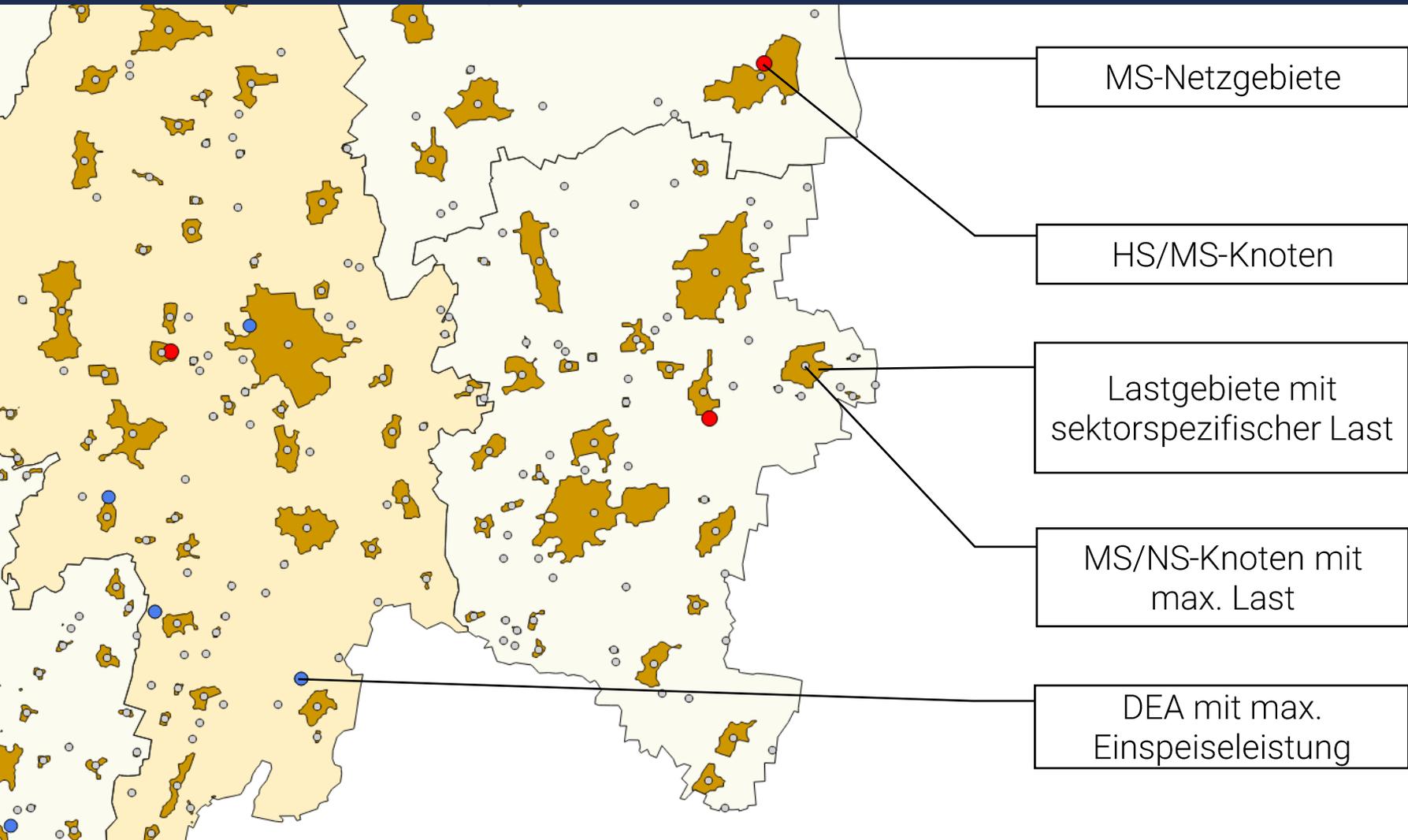
- Fast ausschließlich Referenz-Modellnetze (CIGRE)
- Selten synthetische Netze



Quelle: CIGRE 575 - Benchmark Systems

- Versorgungsaufgabe:
 - Lasten (initiale Netzerstellung)
 - Einspeiser (spätere Berücksichtigung)
- Freiheitsgrade:
 - Netzstruktur (Ringnetze mit Stichleitungen)
 - Spannungsebene (20/10 kV)
 - Betriebsmittel (Trafos, Kabel/Freileitungen)
 - Anschlusskonzepte (Anschluss am HS/MS-Knoten, Einschleifung peripherer Lasten)
 - Trennstellen (Normalbetrieb als Strangnetz)
- Technische Randbedingungen:
 - Spannungsstabilität
 - Betriebsmittelbelastung

MS-Netzmodellierung - Eingangsdaten



- Keine el. Verbindung zwischen einzelnen Netzgebieten
→ Im Störfall kein Backup über benachbarte MS-Netze möglich
- Annahme: el. Ringnetze (keine Querverbindungen) mit Stichleitungen
→ n-1 über Ring bzw. Notstromaggregat (Stich)
- Festlegung von Spannungsebene und Verwendung von Kabel / Freileitung anhand der Lastdichte:

$\geq 1 \text{ MW/km}^2$	10 kV	Kabel
$< 1 \text{ MW/km}^2$	20 kV	Freileitung

- Pauschaler „Umwegfaktor“ für Kabel / Freileitungen (1,0...1,4), derzeit keine Berücksichtigung von (natürlichen) Hindernissen oder infrastrukturellen Gegebenheiten

- Verwendung von wenigen Standard-Betriebsmitteln
- HS/MS Trafos: Redundante Auslegung
- Belastungsannahmen → Auslegung für Worst-Case (Spitzenlast bzw. max. Rückspeisung):

HS/MS-Trafo: 60 % (Lastfall), 100 % (Rückspeisefall), bez. auf S_{nenn}
MS-Kabel/-FL: 60 % (Lastfall), 100 % (Rückspeisefall), bez. auf $I_{\text{th,max}}$

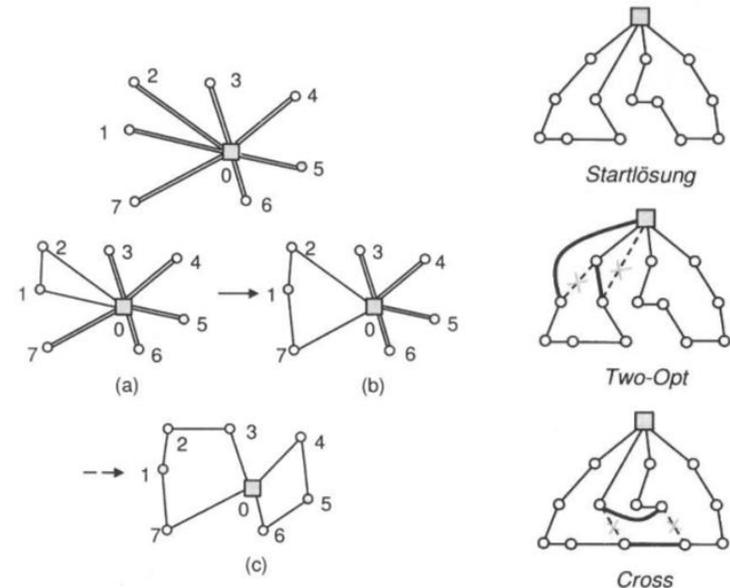
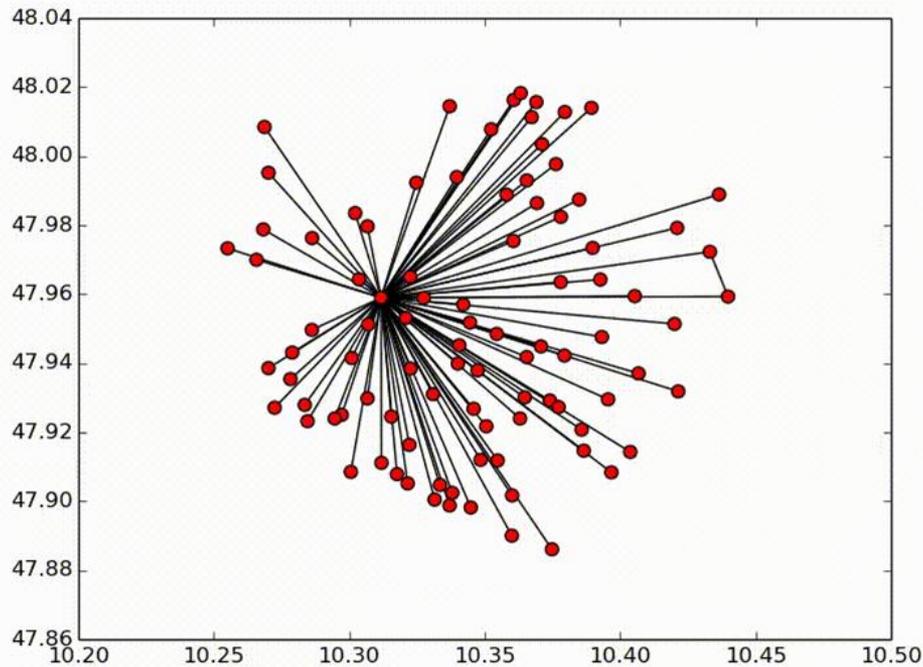
- Anschluss von Lastgebieten mit Stich
 - Filterung von Lastgebieten < 30 kW
 - Spitzenlast (Summe) pro Stich < 500 kW
 - Maximale Stichlänge: 2 km
 - Einschleifung oder Stich-an-Station (kein Stich-an-Leitung)

In Dt. sind 84% aller MS-Netze Ringnetze
 → Lösung eines **Capacitated Vehicle Routing Problems (CVRP)**

Kriterium: Minimierung der Leistungslänge

1. Ermittlung einer zulässigen Startlösung (Clarke-Wright-Savings-Verfahren)

2. Verbesserung der Lösung durch Graph-Operatoren

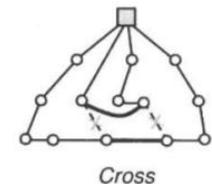
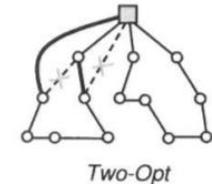
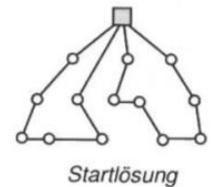
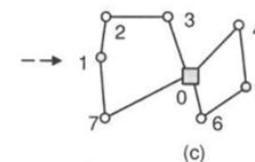
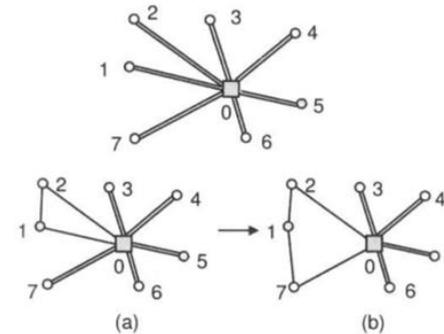
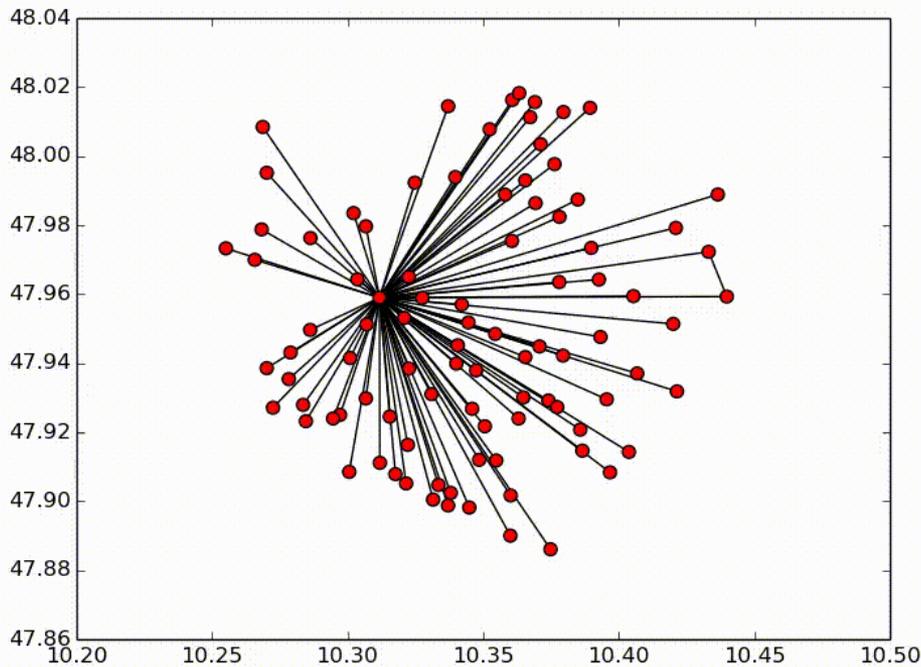


In Dt. sind 84% aller MS-Netze Ringnetze
 → Lösung eines **Capacitated Vehicle Routing Problems (CVRP)**

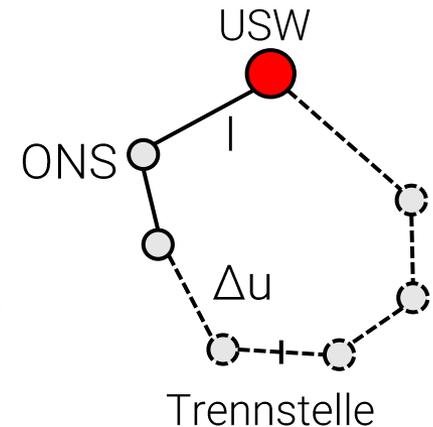
Kriterium: Minimierung der Leistungslänge

1. Ermittlung einer zulässigen Startlösung (Clarke-Wright-Savings-Verfahren)

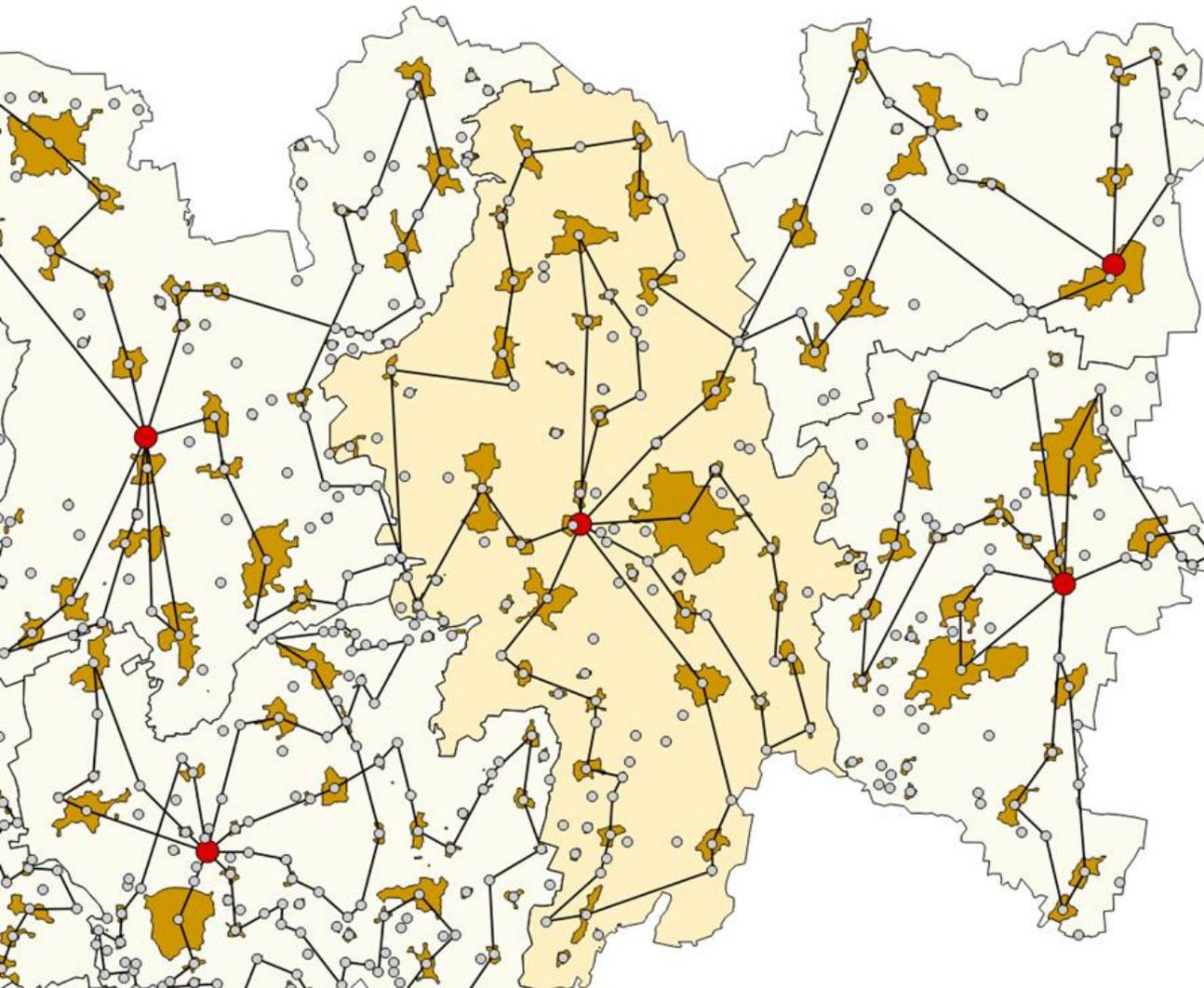
2. Verbesserung der Lösung durch Graph-Operatoren



- Festlegung der Trennstelle pro Ring (min. Verluste)
- Überprüfung der tech. Randbedingungen bei jedem Iterationsschritt des Routings
- Lastflussberechnung während Routing zu rechenintensiv
→ Verwendung v. Näherungsformeln
- Berücksichtigt werden:
 - Spannungsstabilität für Normal- u. Störfall
 - Betriebsmittelbelastung: Zulässiger thermischer Grenzstrom
- Zulässige Spannungsabweichung für...
 - ...Normalbetrieb: 3...6 % (offene Trennstelle)
 - ...Störbetrieb: 10...12 % (Versorgung des gesamten Rings durch jede Seite separat möglich)



MS-Netzmodellierung - Beispielergebnis (LVN)

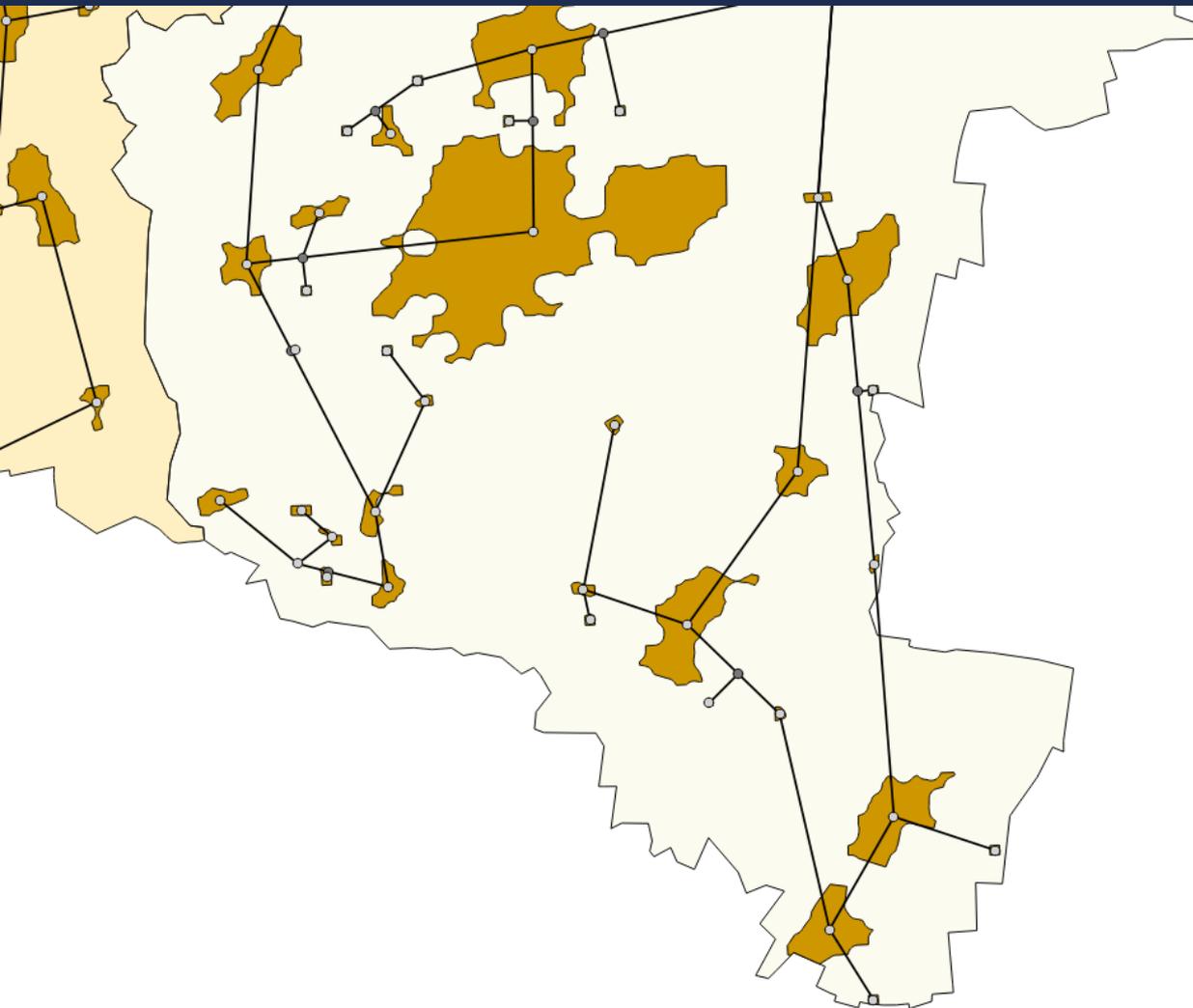


- HS-MS Station (Umspannwerk)
- MS-NS Station (Ortsnetzstation)
- 20/10kV Trasse/Kabel

Work in progress:

- Kreuzungen vermeiden
- Parallele Leitungen eines Rings vermeiden
- Redundante Versorgung von Lastgebieten nahe Gebietsgrenze
- Verteilung der ONS innerhalb von Lastgebieten

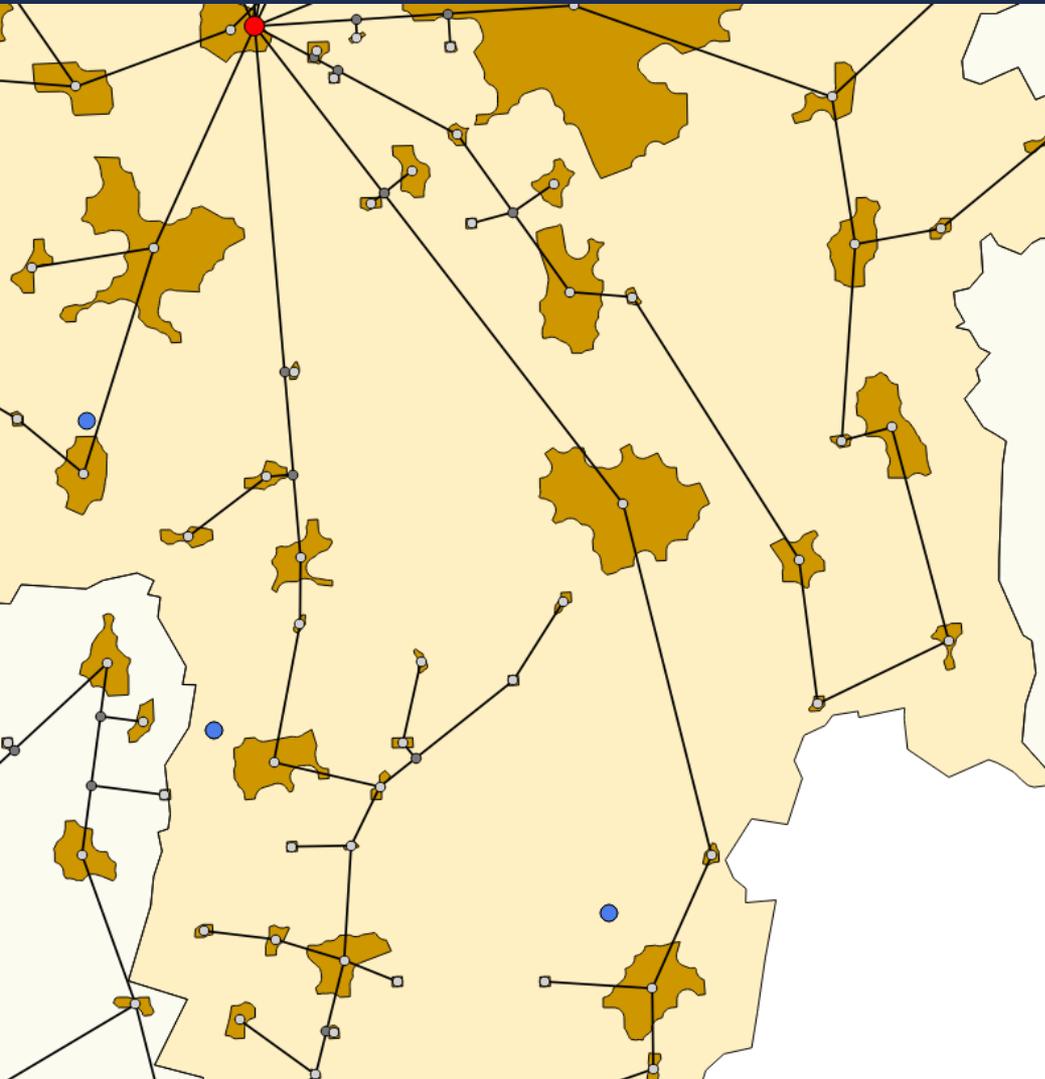
MS-Netzmodellierung - Stichleitungen



- HS-MS Station (Umspannwerk)
- MS-NS Station (Ortsnetzstation)
- 20/10kV Trasse/Kabel

- Anschluss von Lastgebieten mit Stich, wenn Spitzenlast < 30 kW
- Anschlusskonzepte: Einschleifung oder Stich an Station (entfernungsabhängig)
- Stich an Stich zulässig

MS-Netzmodellierung - DEA



- HS-MS Station (Umspannwerk)
- MS-NS Station (Ortsnetzstation)
- DEA
- 20/10kV Trasse/Kabel

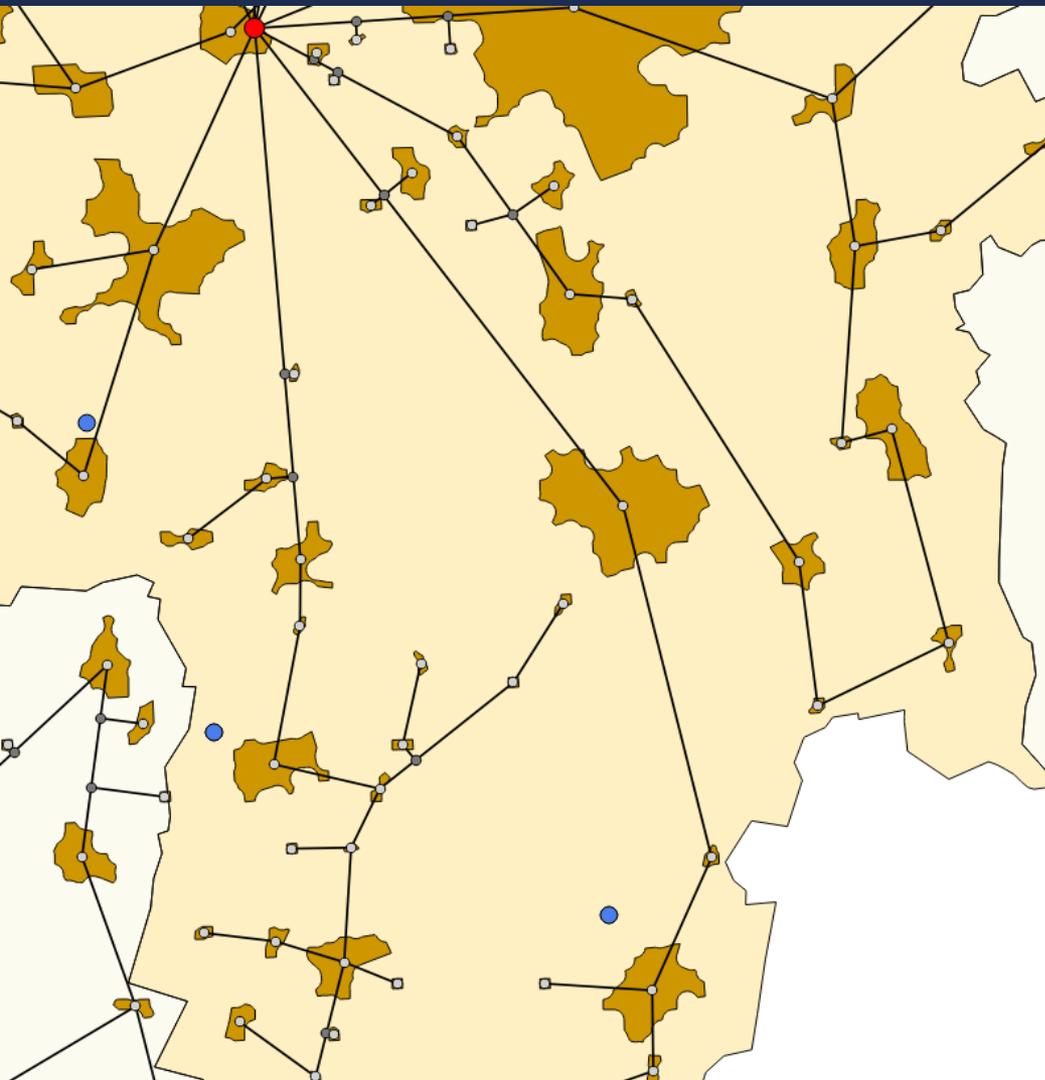
- Ermittlung des Netzanschlusspunktes nach Nennleistung:

Netzanschlusspunkte für DEA

	MS (10 kV)	MS (20 kV)	MS (30 kV)
Hausanschluss	$P \leq 30 \text{ kW}$	$P \leq 30 \text{ kW}$	$P \leq 30 \text{ kW}$
NS-Netz	$P \leq 100 \text{ kW}$	$P \leq 100 \text{ kW}$	$P \leq 100 \text{ kW}$
ONS (NS-SS)	$P \leq 300 \text{ kW}$	$P \leq 300 \text{ kW}$	$P \leq 300 \text{ kW}$
MS-Netz	$P \leq 3 \text{ MW}$	$P \leq 6 \text{ MW}$	$P \leq 15 \text{ MW}$
UW (MS-SS)	$P \leq 15 \text{ MW}$	$P \leq 20 \text{ MW}$	$P \leq 30 \text{ MW}$
HS-Netz	$P > 15 \text{ MW}$	$P > 20 \text{ MW}$	$P > 30 \text{ MW}$

Quelle: dena VNS

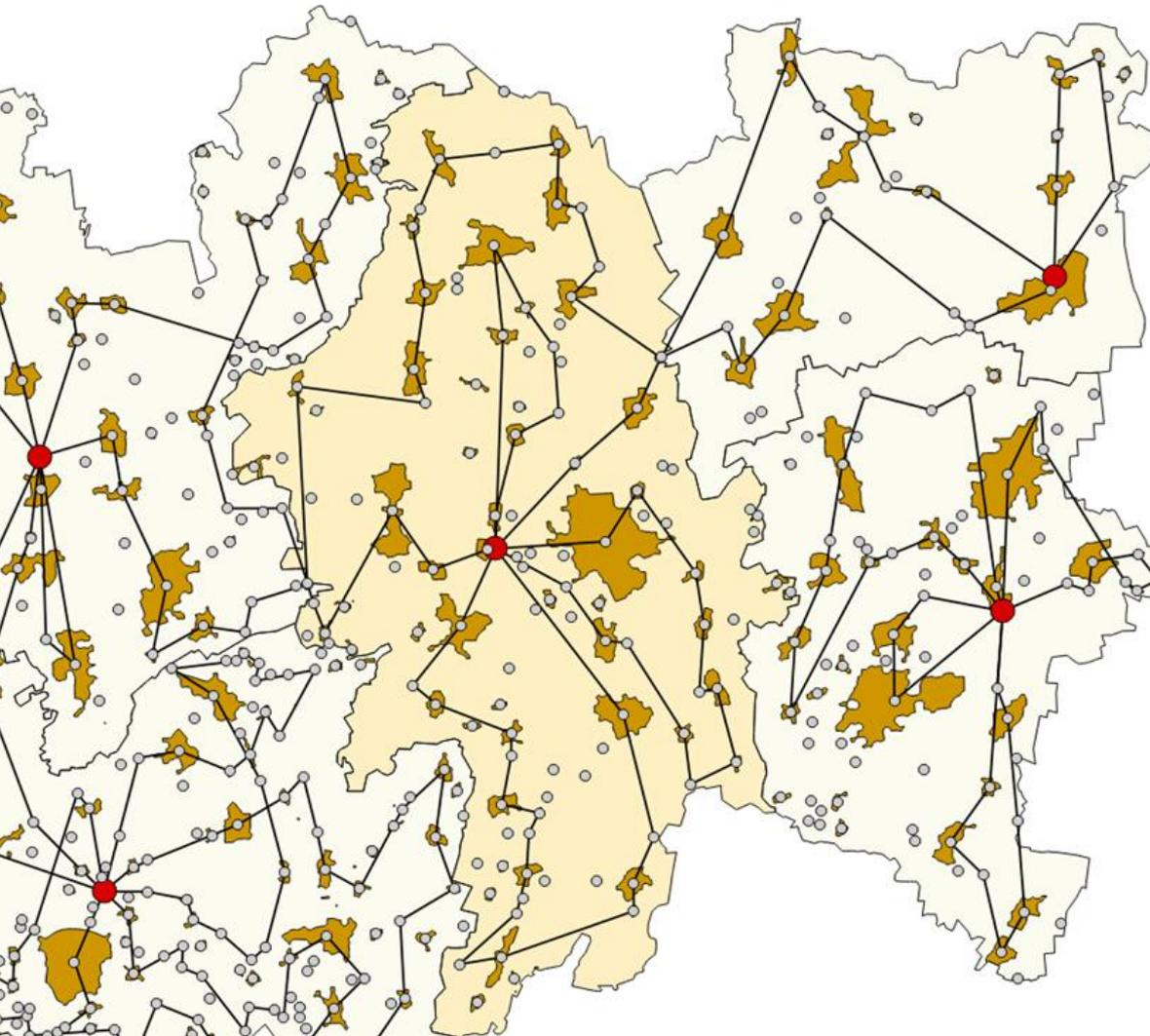
MS-Netzmodellierung - DEA



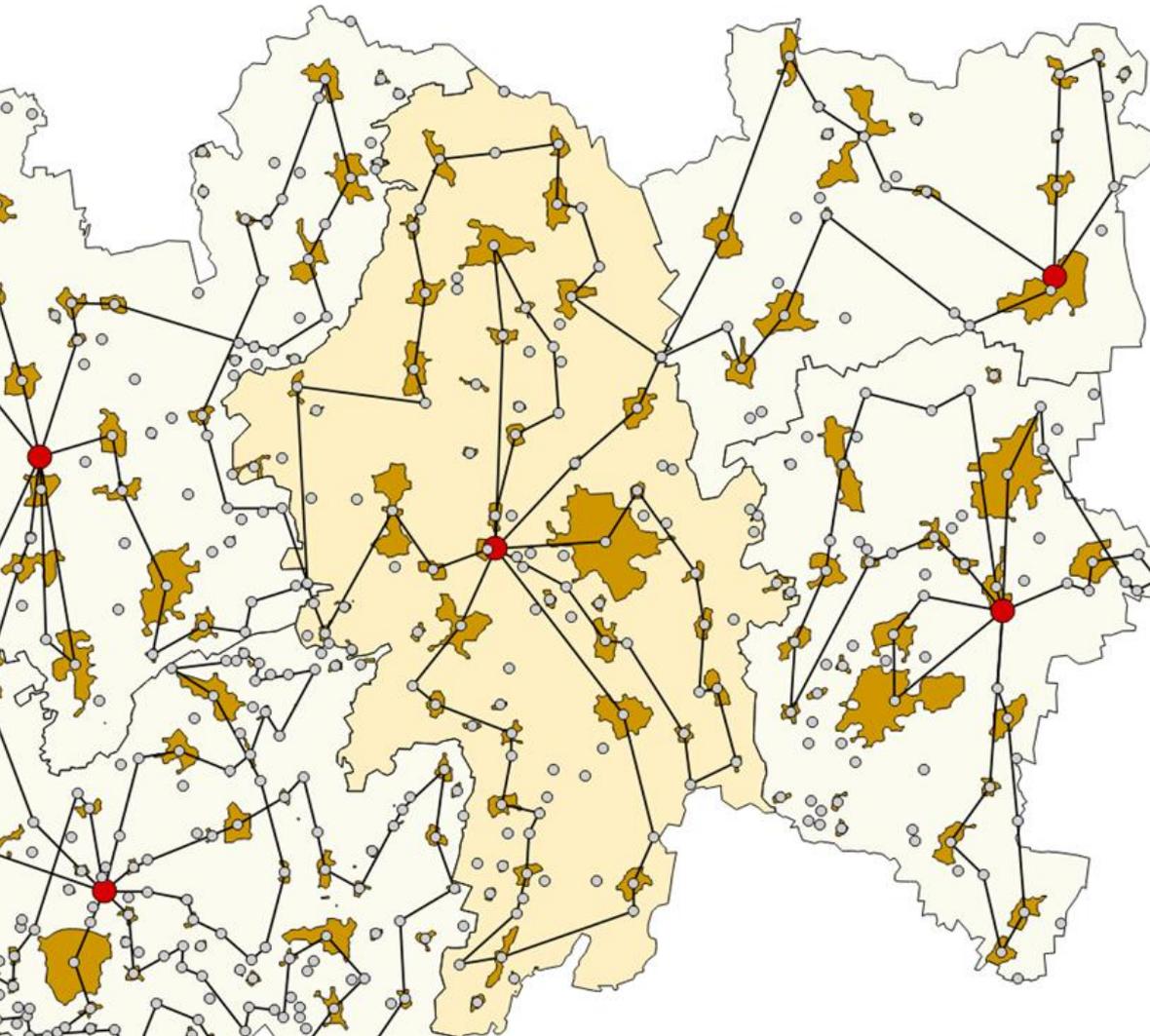
- HS-MS Station (Umspannwerk)
- MS-NS Station (Ortsnetzstation)
- DEA
- 20/10kV Trasse/Kabel

- Anschluss an vorhandene Kabel/Trafos (derzeit keine dedizierten Trafos sondern Verstärkung der vorhandenen)
- Prüfung der technischen Randbedingungen im Nachgang mittels Lastflussberechnung

Fragen – Netzgebiete und Betriebsmittel

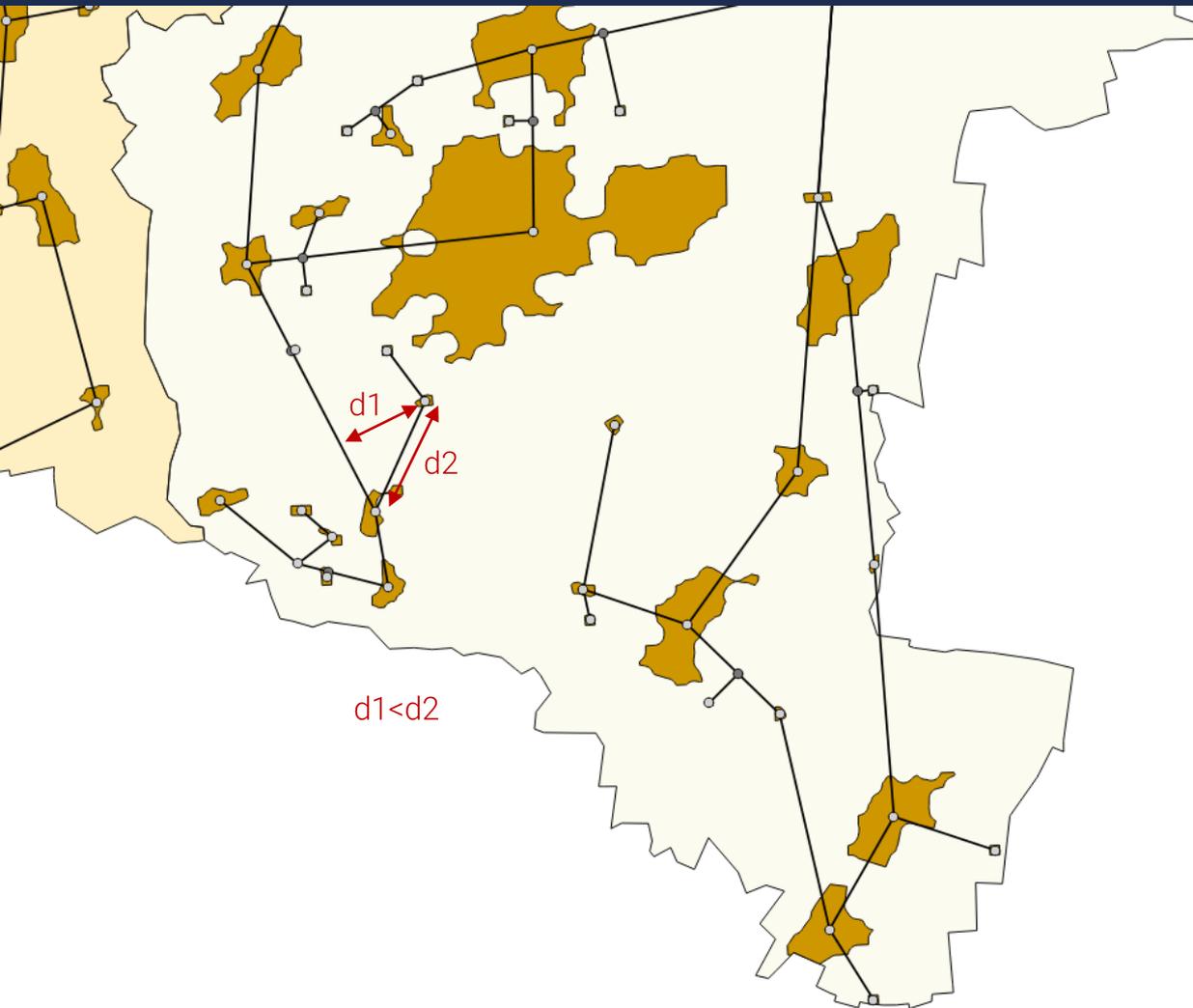


1. Netzgebiete: El. Trennung (Frage für Lastgebiete?)
→ Überschätzung des Ist-Netzes? Weitere Implikationen?
2. Heterogenität der Kabel/
Freileitungen: In welcher Ebene
(Netz, Ring oder Einzelleitung) ist
eine Differenzierung sinnvoll?



1. Ist die initiale Netzplanung anhand von Lasten (ohne DEA) ein valides Vorgehen, um Ist-Netze zu erzeugen?
2. Treten Kreuzungen von MS-Ringen real auf?
3. Wie erfolgt die Auswahl der Trennstelle? (nach „min. Verluste“?)
4. MS-Netzstruktur innerhalb von Lastgebieten – gibt es hier eine vorherrschende Topologie?
5. Gibt es weitere unternehmensspezifische Anforderungen an die Netztopologie? (Anzahl Ringe, max. Leistungslänge, max. Stationsanzahl pro Ring etc.)

Fragen - Anbindung von Lasten in Stichen



1. Min. Last, um innerhalb eines MS-Rings angeschlossen zu werden? (30 kW)
→ Ist die Last ein geeignetes Kriterium für die Zuordnung zu Stichen?
2. Max. Last im Stich? (0,5 MW)
3. Max. Leitungslänge im Stich? (2 km)
4. Welches sind die vorherrschenden Anschlusskonzepte? (an Station, Einschleifung)
5. Gibt es eine (Entfernungs-) Gewichtung für den Anschluss an eine Station ($d2$) statt über Einschleifung ($d1$)?
6. Richtwert für max. Entfernung für Anschluss über NS?
7. Anschlusskonzepte von DEA

- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
-
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung

Ziele

- 1) Zuordnung von Niederspannungs-Modellnetzen zu Lastgebieten
- 2) Modellierung von Niederspannungsnetzen anhand von Strukturparametern

Herausforderungen

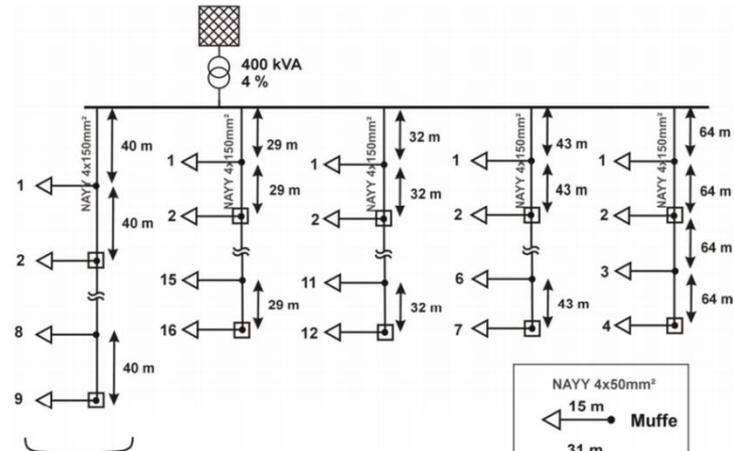
- 1) Die Zuordnung muss vereinfacht schnell für alle Lastgebiete innerhalb von Deutschland möglich sein
- 2) Sinnvolle Annahmen finden um möglichst repräsentative und diverse Netze zu erhalten

Netze aus Literatur

- Kerber :
 - 4 Land –
 - 2 Dorf –
 - 2 Vorstadt –
 - 8 Extremwertnetzte
- Scheffler
 - Parametervar.: Generierung von NS-Netzen

Beispielnetz aus der Diss. von Kerber

Dorfnetz:

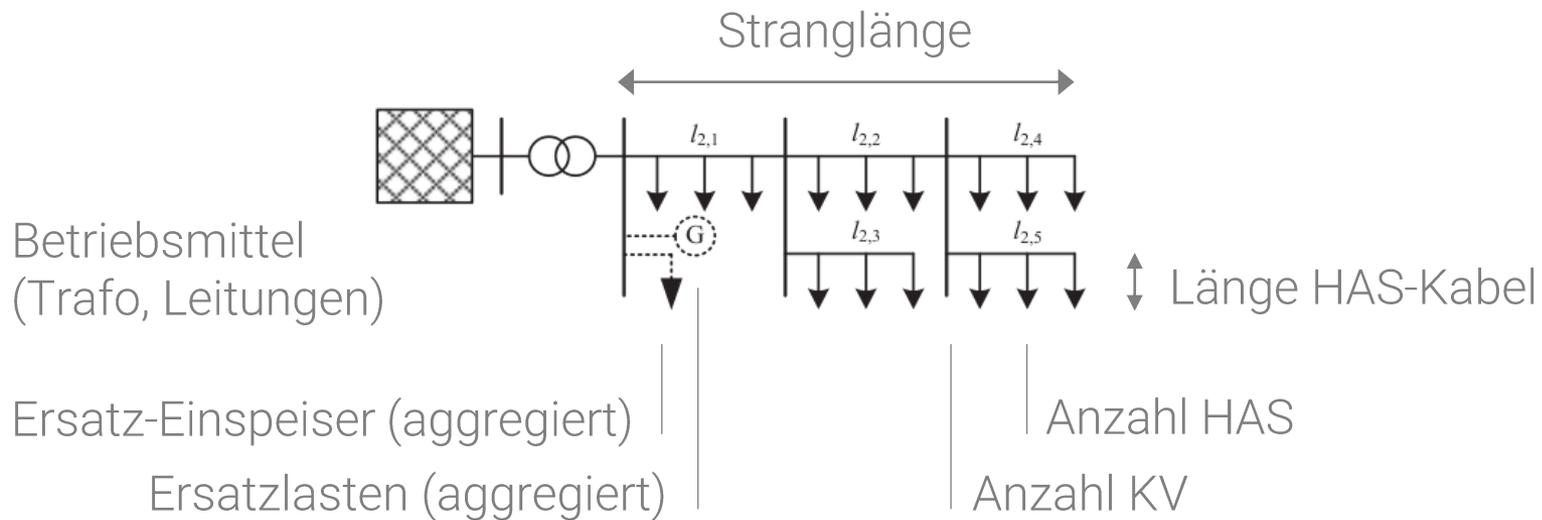


- Konkrete Beispielnetze
- Parametervariation in den Netzen

Synthetische Niederspannungsnetze



VDE: Modellnetze, die aus 2.700 realen NS-Netzen abgeleitet wurden
Parametrierung am Beispiel eines NS-Modellnetzes mit 2 Kabelverteilern:



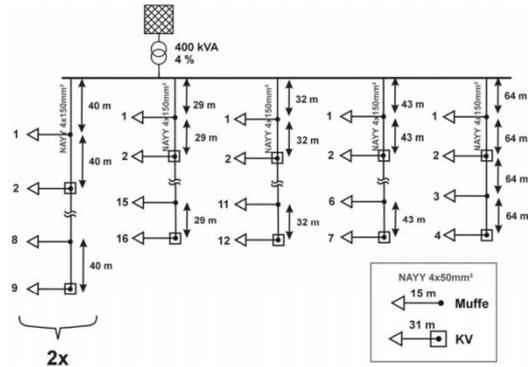
Variation der Netzparameter zugunsten heterogener Netze

Modellnetze aus Literatur

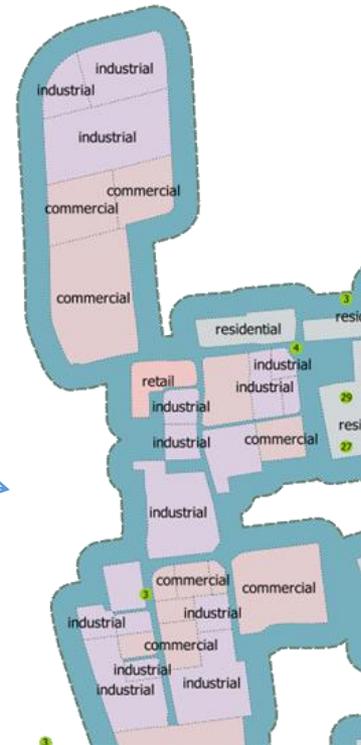
- Auswahl von Modellnetzen
- Zuordnung über den Siedlungstyp
- Erkennung des Siedlungstyps über die Einwohnerdichte



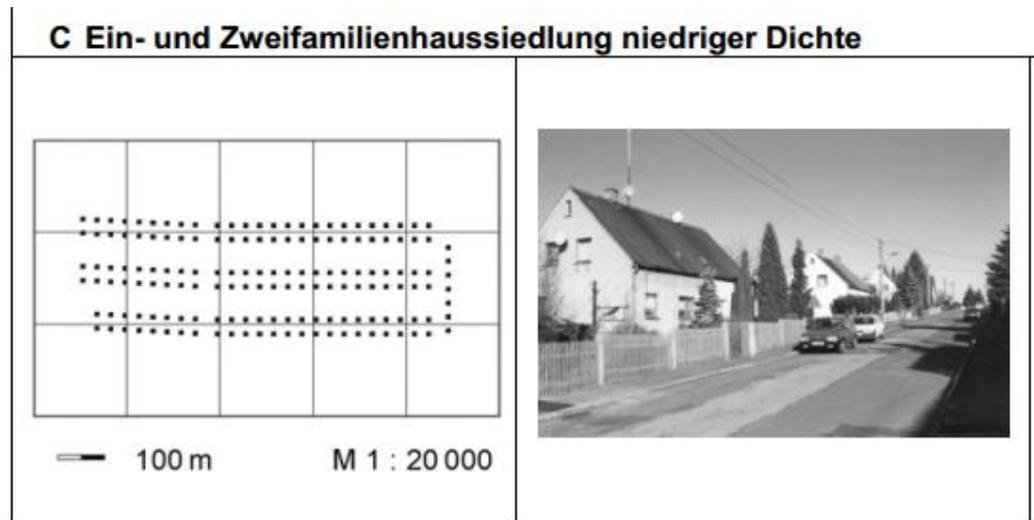
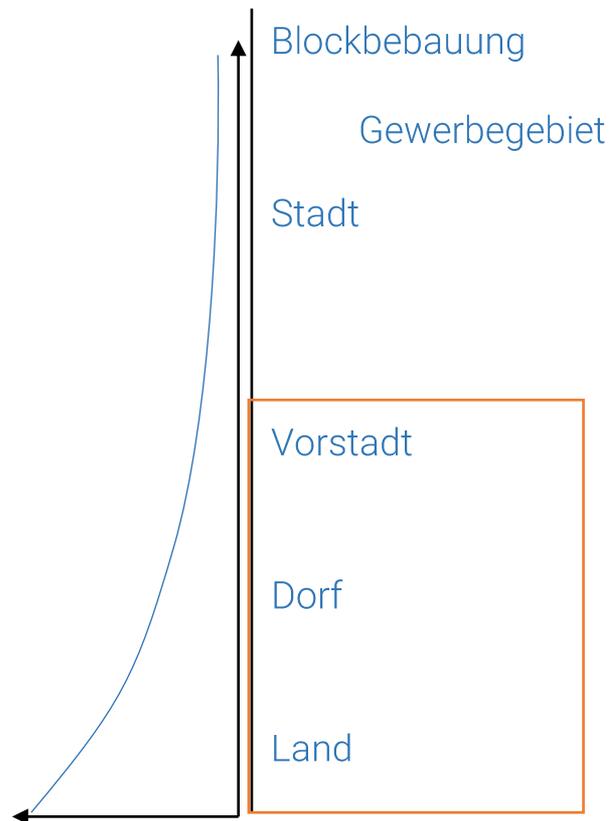
Dorfnetz:



Zuordnung anhand von Lastdichten/Einwohnerdichten



Synthetische Niederspannungsnetze

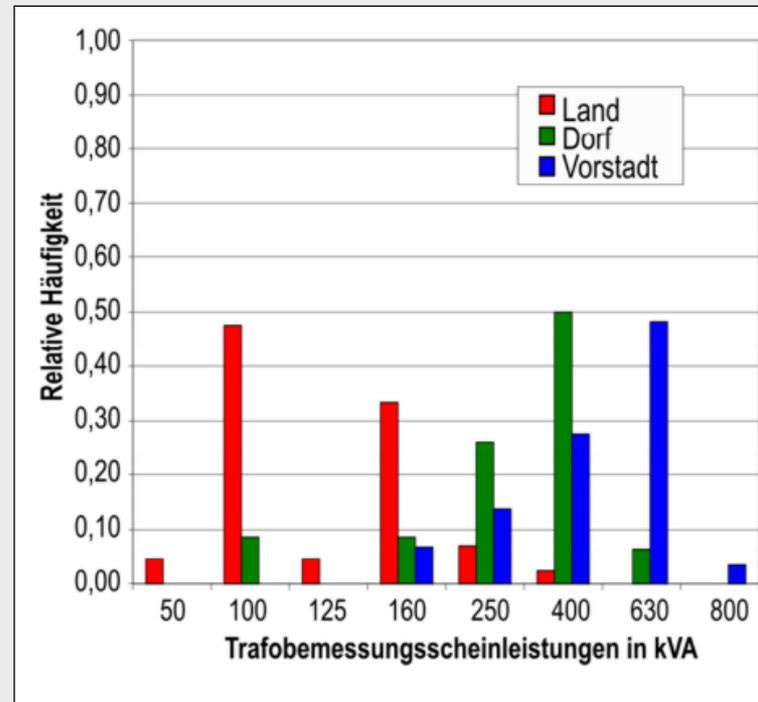


Quelle: Scheffler, 2002

Positionierung von ONS:

- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp

Ortsgenaue Modellierung

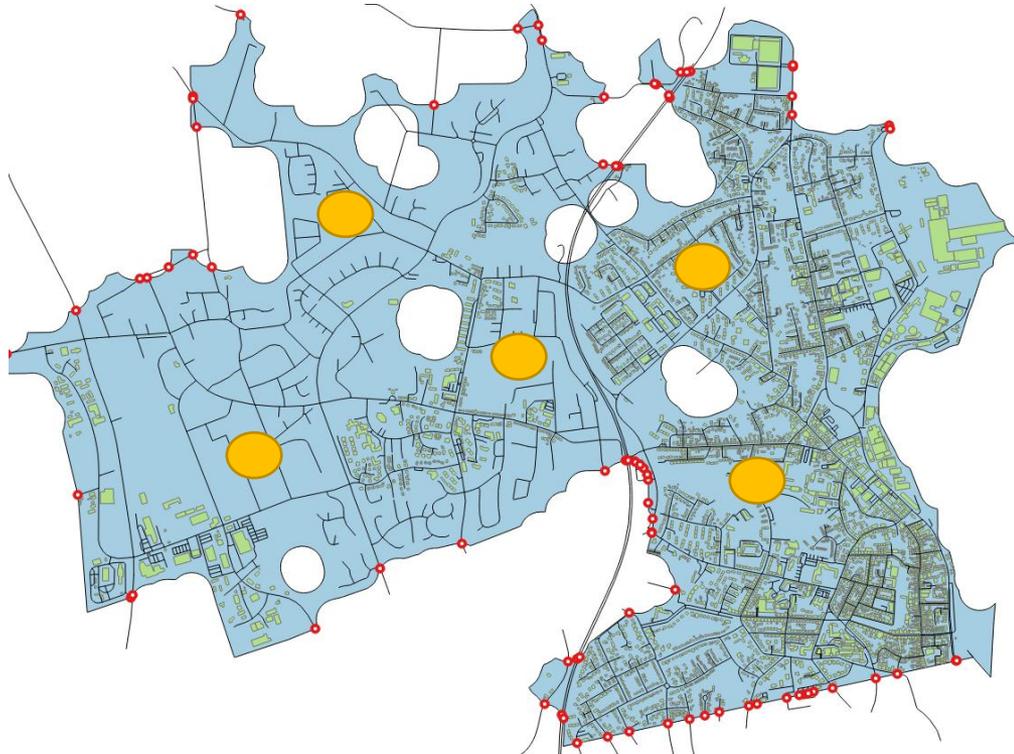


Quelle: Kerber 2011, S. 41.

Positionierung von ONS:

- Geometrische Verteilung von ONS ungenügend, da sich Lasten unterschiedlich verteilen

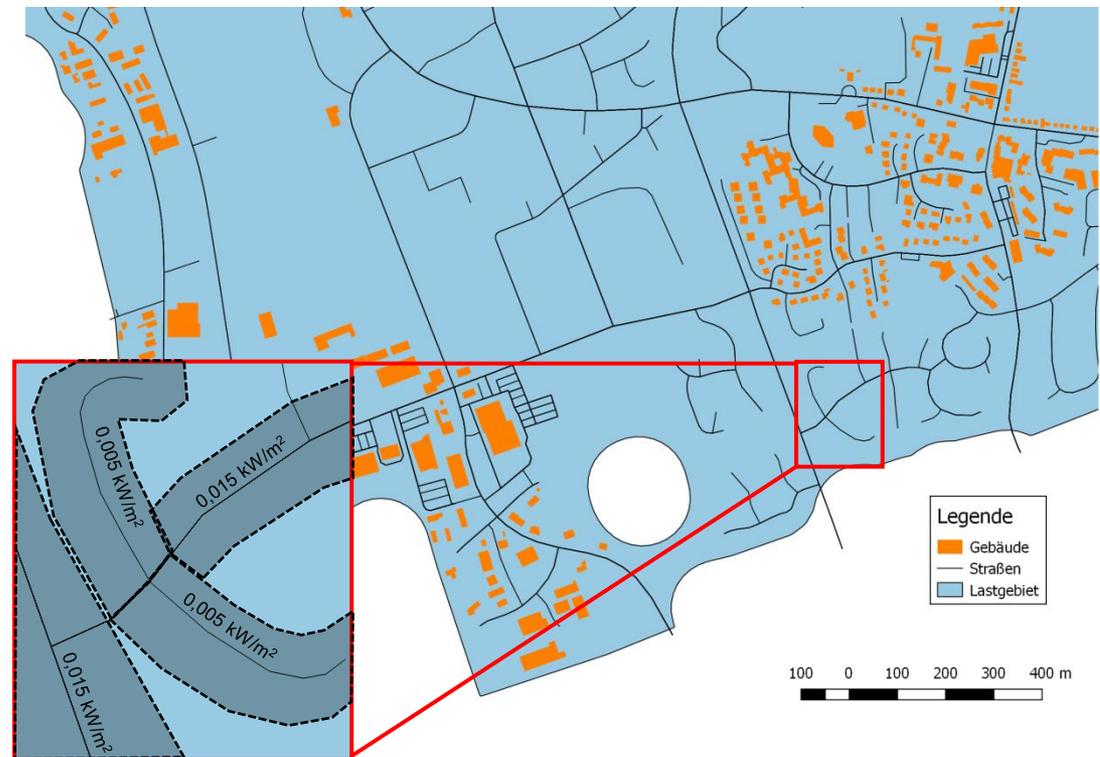
Ortsgenaue Modellierung



Positionierung von ONS:

- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp
- Erkennung der Lasten entlang eines Straßenabschnitts

Ortsgenaue Modellierung



Ortsgenaue Modellierung

- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp
- Erkennung der Lasten entlang eines Straßenabschnitts
- Erkennung von Randlagen



Ortsgenaue Modellierung

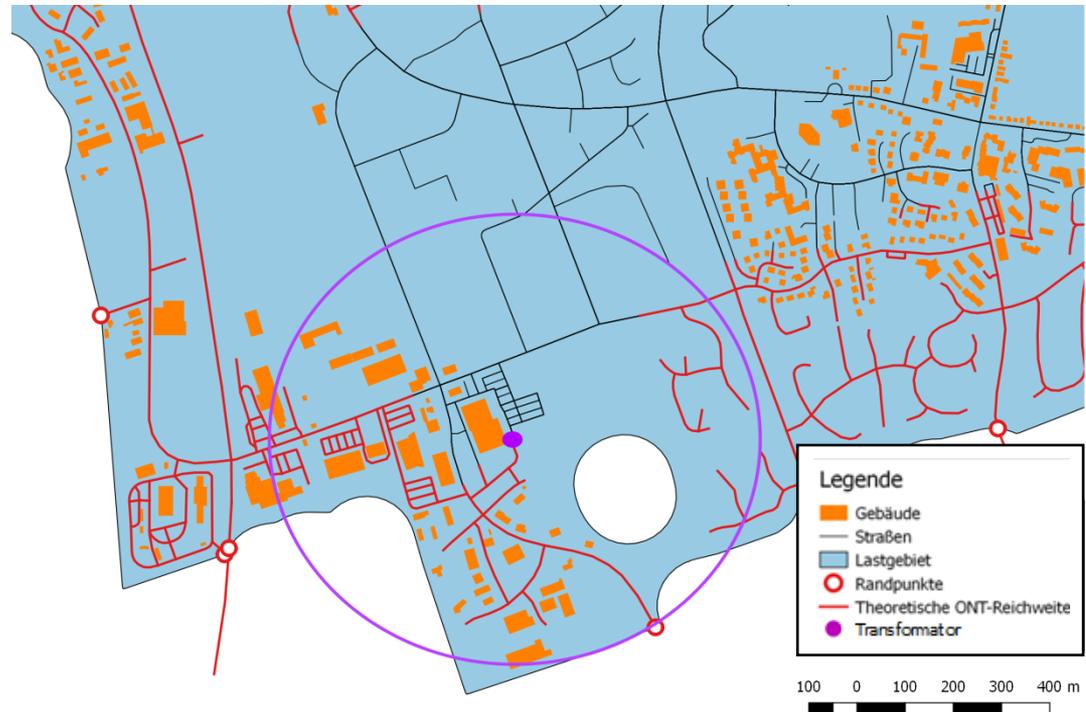
- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp
- Erkennung der Lasten entlang eines Straßenabschnitts
- Erkennung von Randlagen
- Berechnung der Stranglänge entlang von Straßenzügen
- ... zeigt typische Stranglängen von 100 bis 300 m. Der größte aufzufindende Wert liegt im Bereich von 1.500 m. (...) werden weiterhin 100, 200, 500 und 1.000 m als Werte gewählt.



Positionierung von ONS:

- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp
- Erkennung der Lasten entlang eines Straßenabschnitts
- Erkennung von Randlagen
- Berechnung der Stranglänge entlang von Straßenzügen
- Positionierung der ONS:
 - An Kreuzungen
 - An den entferntesten Punkt
 - Punkt höchster Last
 - So dass Sackgassen abgedeckt sind

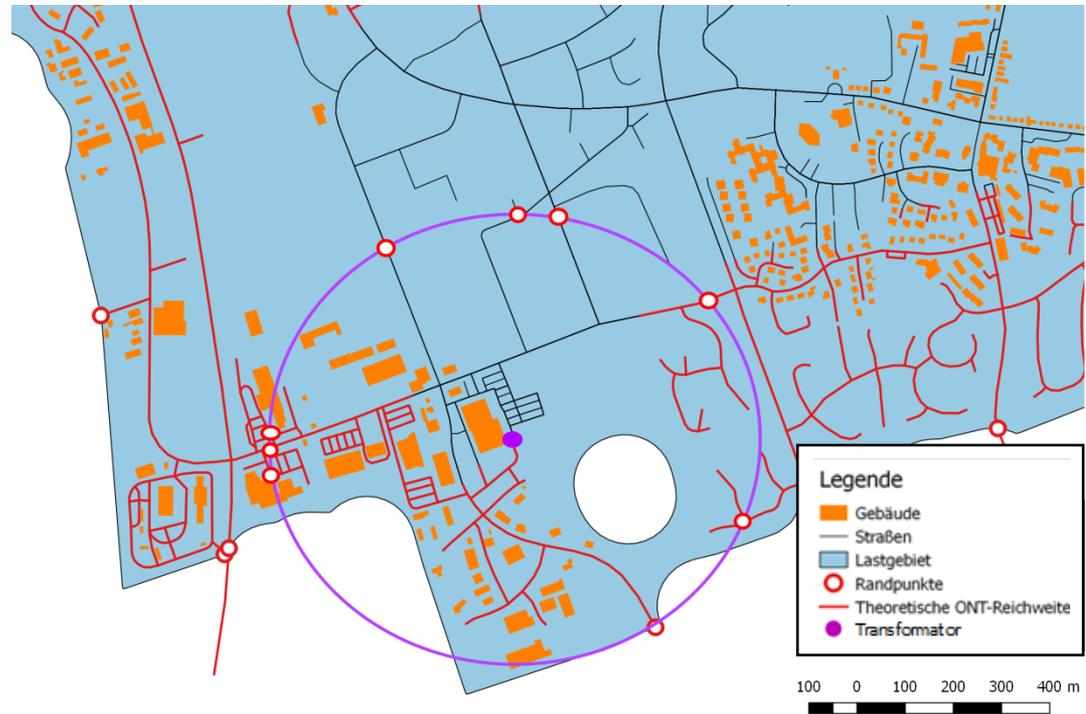
Ortsgenaue Modellierung



Positionierung von ONS:

- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp
- Erkennung der Lasten entlang eines Straßenabschnitts
- Erkennung von Randlagen
- Berechnung der Stranglänge entlang von Straßenzügen
- Positionierung der ONS:

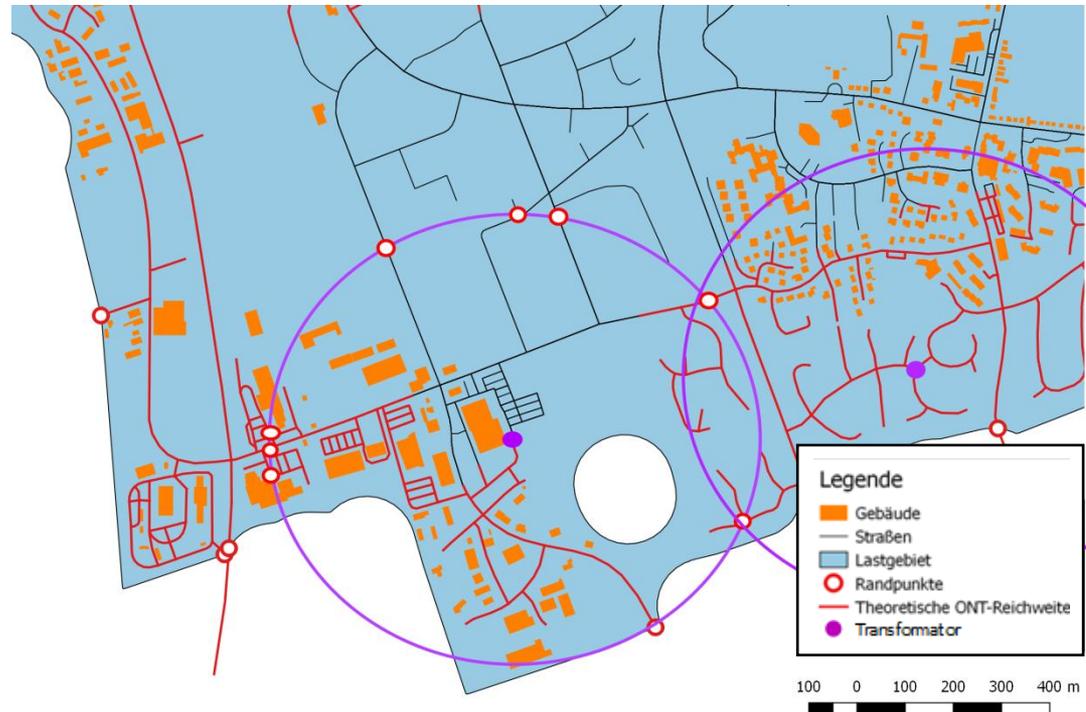
Ortsgenaue Modellierung



Positionierung von ONS:

- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp
- Erkennung der Lasten entlang eines Straßenabschnitts
- Erkennung von Randlagen
- Berechnung der Stranglänge entlang von Straßenzügen
- Positionierung der ONS:

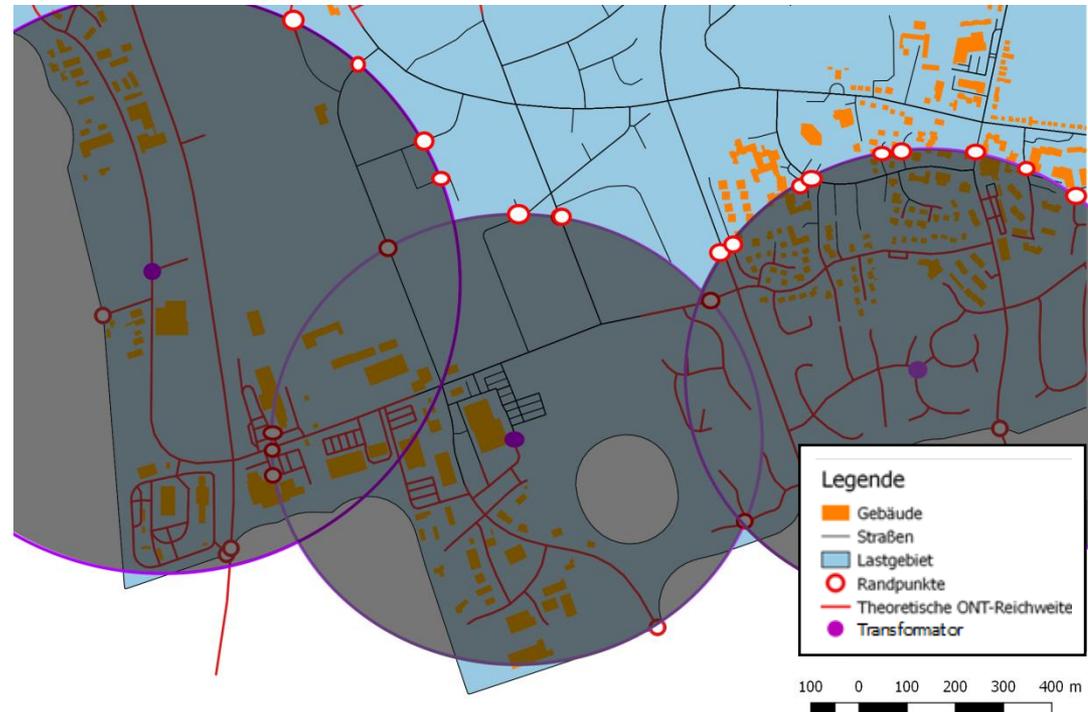
Ortsgenaue Modellierung



Positionierung von ONS:

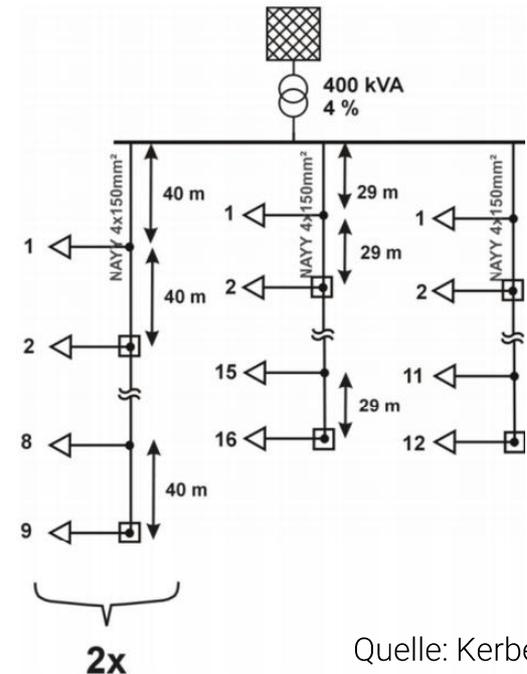
- Bestimmung der Trafoleistung über den Besiedlungstyp
- Erkennung der Lasten entlang eines Straßenabschnitts
- Erkennung von Randlagen
- Berechnung der Stranglänge entlang von Straßenzügen
- Positionierung der ONS
- Wiederholung

Ortsgenaue Modellierung



Fragen

- Spricht etwas dagegen innerhalb eines Lastgebietes die gleiche Trafogröße anzunehmen?
- Positionierung der ONS:
 - An Kreuzungen
 - An den entferntesten Punkt
 - Punkt höchster Last
 - So dass Sackgassen abgedeckt sind
- Last als Basis für Trafoauslegung. Wie ist es in Theorie und Praxis?
- Für die Vereinfachung der NS-Netzstrukturen für die Synthese der Modelle würden wir aus jetziger Sicht einfach die Typnetze von Kerber variieren. Spricht etwas dagegen?



Quelle: Kerber 2011

Agenda



- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung

Ziele

- 1) DEA sind repräsentativ in der MS angeschlossen
- 2) Erzeugungszeitreihen sind bekannt

Herausforderungen

- 1) Anlagendaten aus der energymap
 - 1) Die Lokalisierung ist nicht punktgenau
- 2) OSM-Daten zu kleineren PV-Anlagen sind nicht ausreichend vorhanden.

Die Datenbasis für Stromerzeuger setzt sich aus verschiedenen Quellen zusammen und verfügt über eine inkonsistente Datenqualität.

Status-Quo Anlagen Datenbasis:

EE-Anlagenregister

→ *Energymap.info bis August 2014, nach gesetzlicher Änderung BNetzA PV- und Anlagenregister ab Sep 2014*

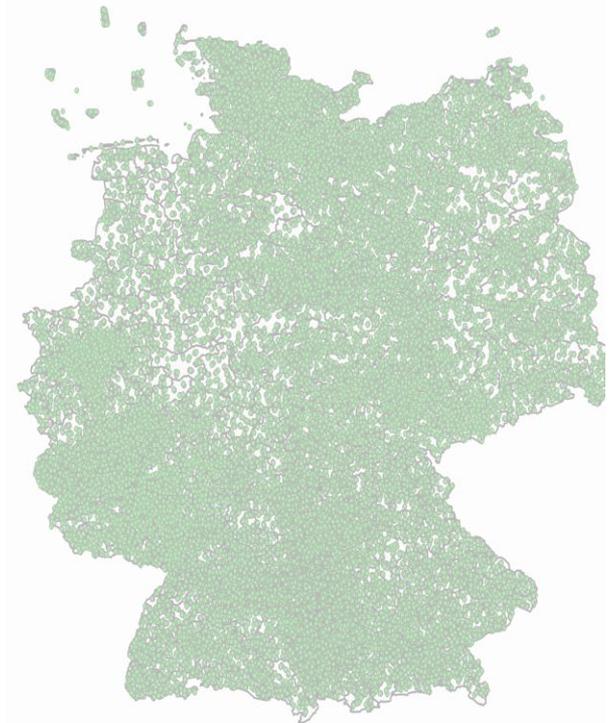
BNetzA und UBA Kraftwerksliste

→ *manuell georeferenziert von Projekt „Open Power System Data“*

Genauigkeit:

EE-Anlagen bis 08/2014 und PV-Dachanlagen bis heute: Referenziert auf PLZ-Gebiet und Ortschaft

Sämtliche EE-Anlagen außer PV ab 09/2014 anlagenscharf georeferenziert



Quelle: energymap

DEA-Verteilung in der Mittelspannung

- Die bekannten Anlagen werden entsprechend der Leistung einer Spannungsebene zugeordnet

Netzanschlusspunkte für DEA

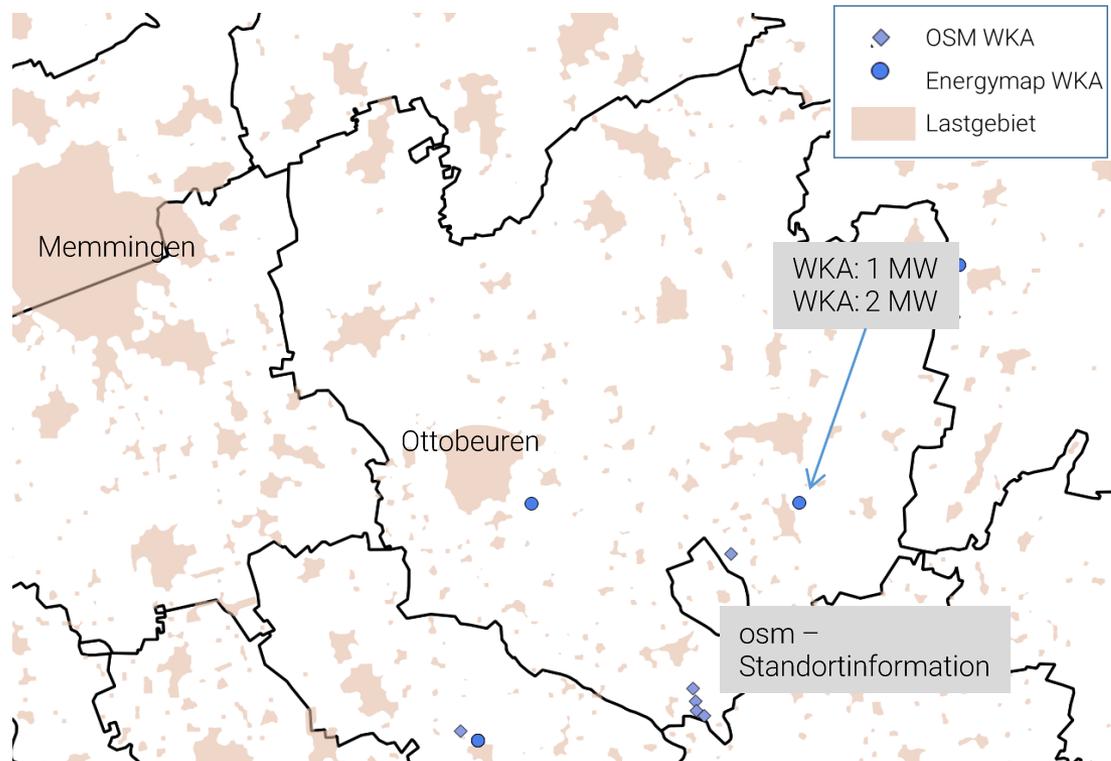
	MS (10 kV)	MS (20 kV)
Hausanschluss	$P \leq 30 \text{ kW}$	$P \leq 30 \text{ kW}$
NS-Netz	$P \leq 100 \text{ kW}$	$P \leq 100 \text{ kW}$
ONS (NS-SS)	$P \leq 300 \text{ kW}$	$P \leq 300 \text{ kW}$
MS-Netz	$P \leq 3 \text{ MW}$	$P \leq 6 \text{ MW}$
UW (MS-SS)	$P \leq 15 \text{ MW}$	$P \leq 20 \text{ MW}$
HS-Netz	$P > 15 \text{ MW}$	$P > 20 \text{ MW}$

Quelle: dena

Verteilung der DEA in MS-Netzbezirken

WKA-Verteilung in der Mittelspannung

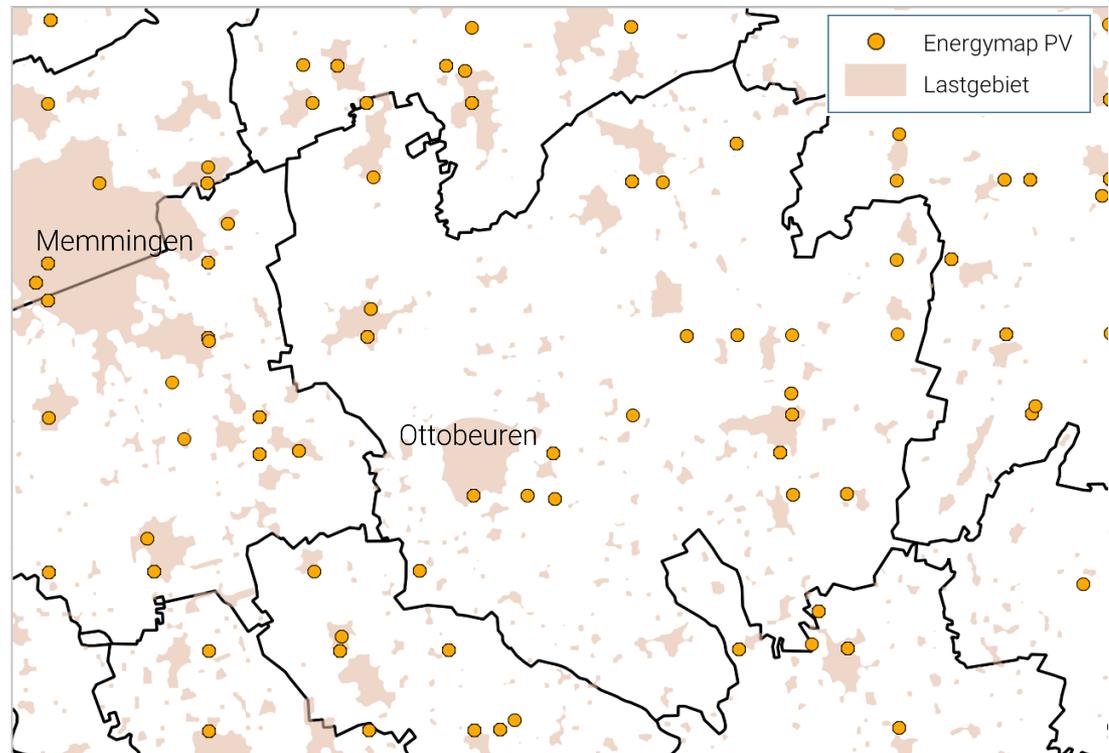
- Leistungsangaben aus dem Datensatz der Energymap
- Darin befinden sich etwa ebensoviele Anlagen wie WKA-Standorte in OSM eingetragen sind
- Anlagen werden auf die Standorte verteilt
- Gibt es keine osm-Standorte, wird die nächste Freifläche gewählt



Verteilung der DEA in MS-Netzbezirken

DEA-Verteilung in der Niederspannung

- Große PV-Anlagen werden analog zu Methode für WKA verteilt
- In der Niederspannung sollten alle Lastgebiete berücksichtigt werden

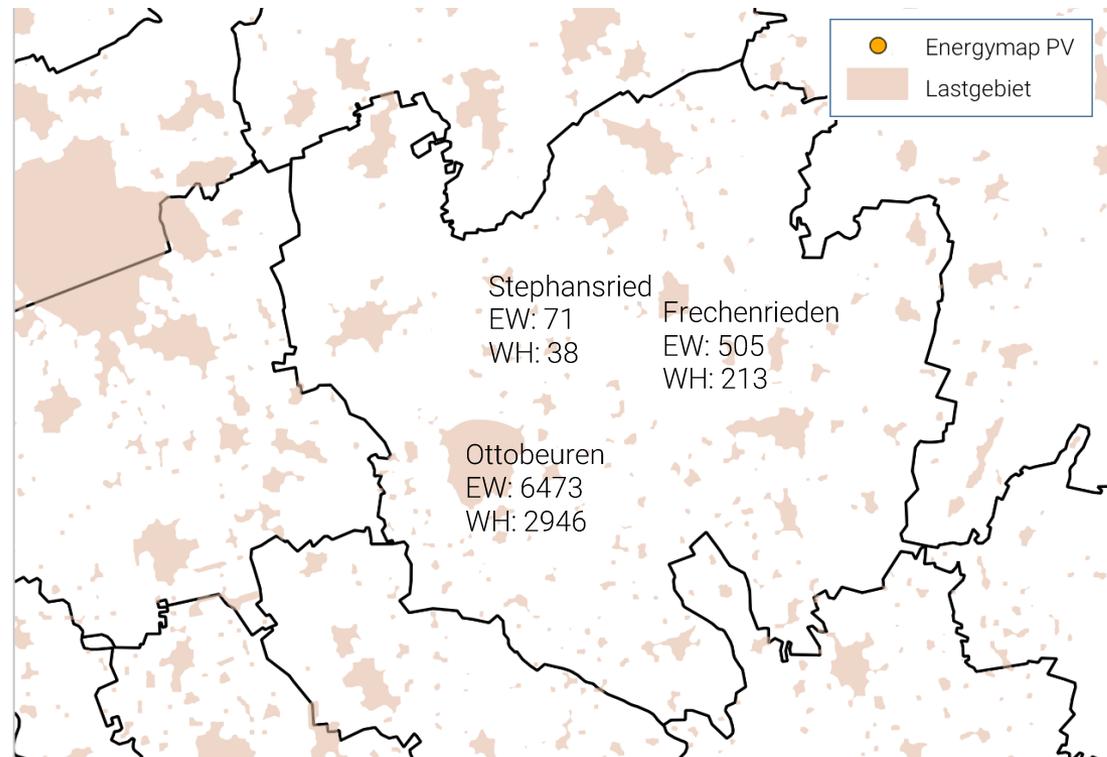


Verteilung der DEA in MS-Netzbezirken



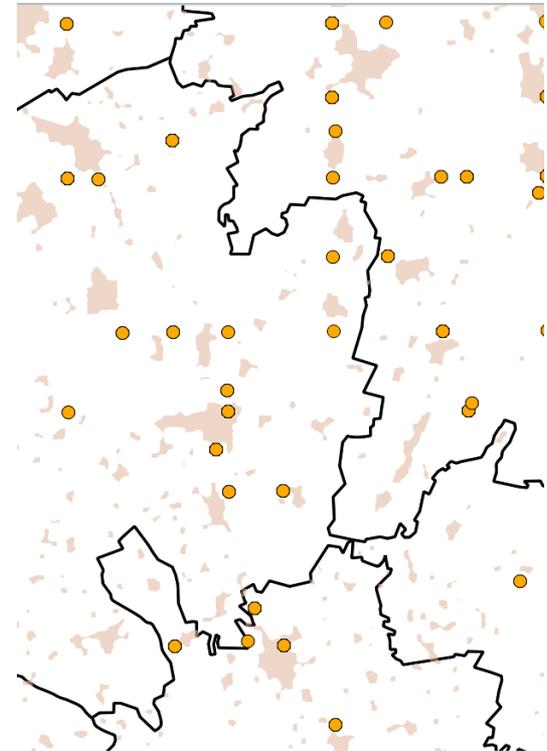
DEA-Verteilung in der Mittelspannung

- Abschätzung der Anzahl an Geeigneten Häusern, über
 - Einwohnerzahl
 - Siedlungstyp
- Zufällige Verteilung der PV mit HA



Fragen

- Wie kann eine sinnvolle Verteilung der NS-PV aussehen:
- Ist die Verteilung von PV Anlagen auf Niederspannungsebene sehr unregelmäßig?
- Gibt es mehr PV-Anlagen pro Gebäude, je kleiner ein Ort wird?



Agenda



- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung

Motivation für Anwender-Input

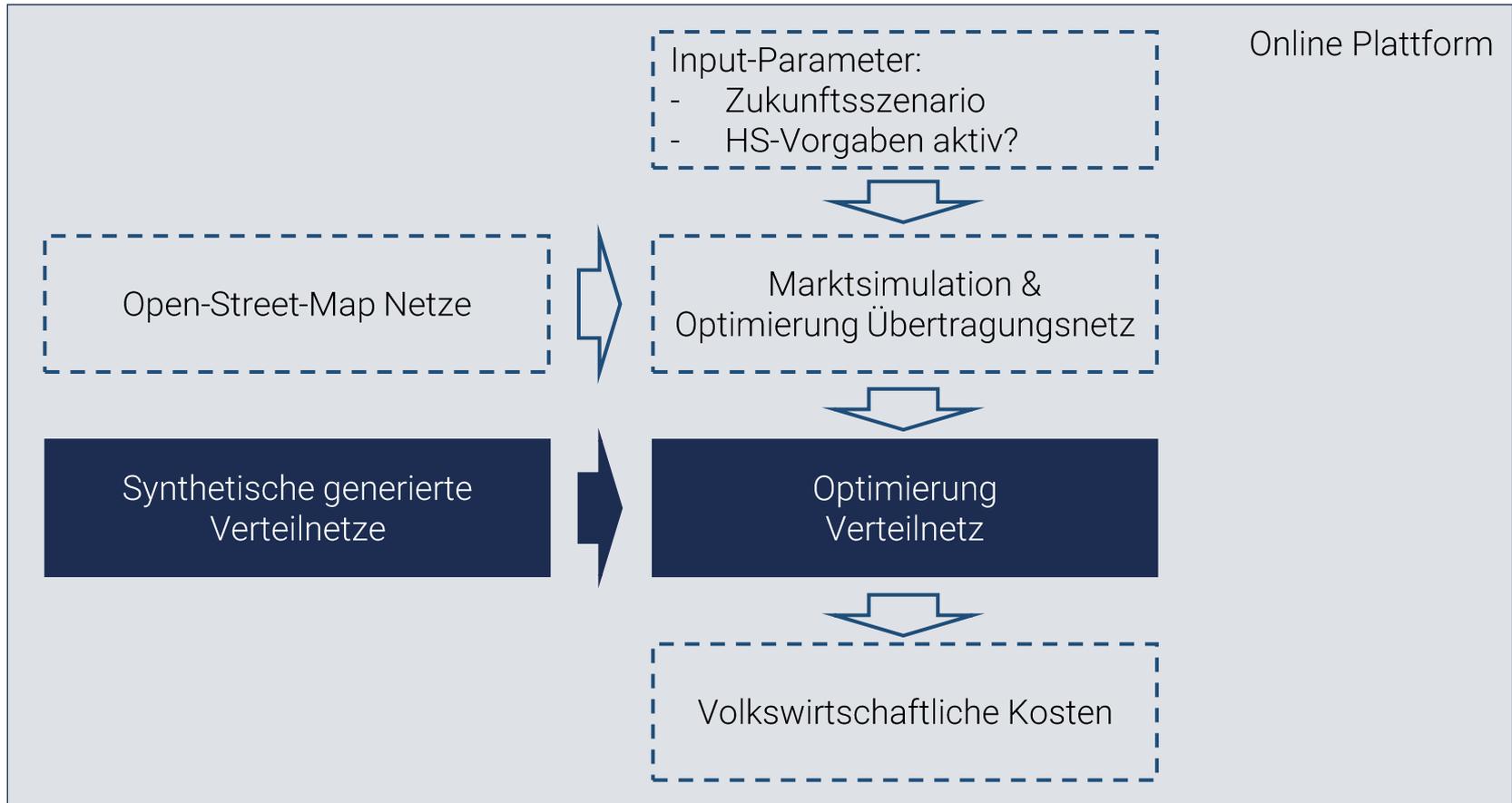


- Ziel: eGo-Tool soll objektive Diskussionsgrundlage für Themen der Energiewende liefern
- Dies erfordert Transparenz, Akzeptanz und breite Anwendung
- Hohe Relevanz der Anforderungen der Anwender für die Tool Entwicklung
 - Tool ist realitätsnah und anerkannt
- Mögliche Motivation für Tool-Nutzung durch Anwender
 - Objektivierung der Begründung für eigene Standpunkte gegenüber Dritten
 - Rechtzeitige Anpassung an Erfordernisse der Zukunft
 - Nutzen im Alltag
 - Beurteilung der Notwendigkeit von Speichern im Stromnetz

Zwei Anwendungsmöglichkeiten des eGo Tools



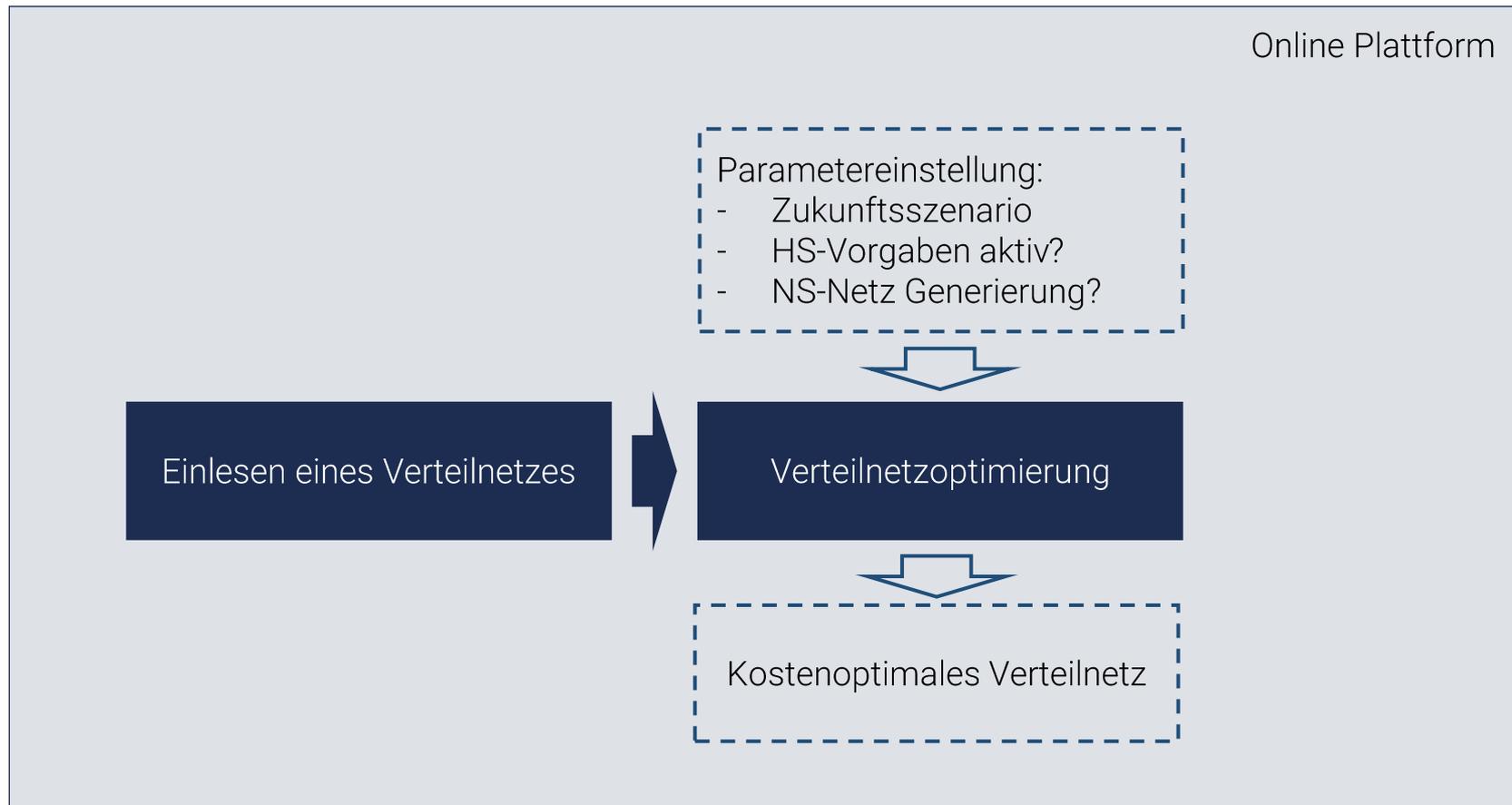
1) Deutschlandweite Betrachtung



Zwei Anwendungsmöglichkeiten des eGo Tools

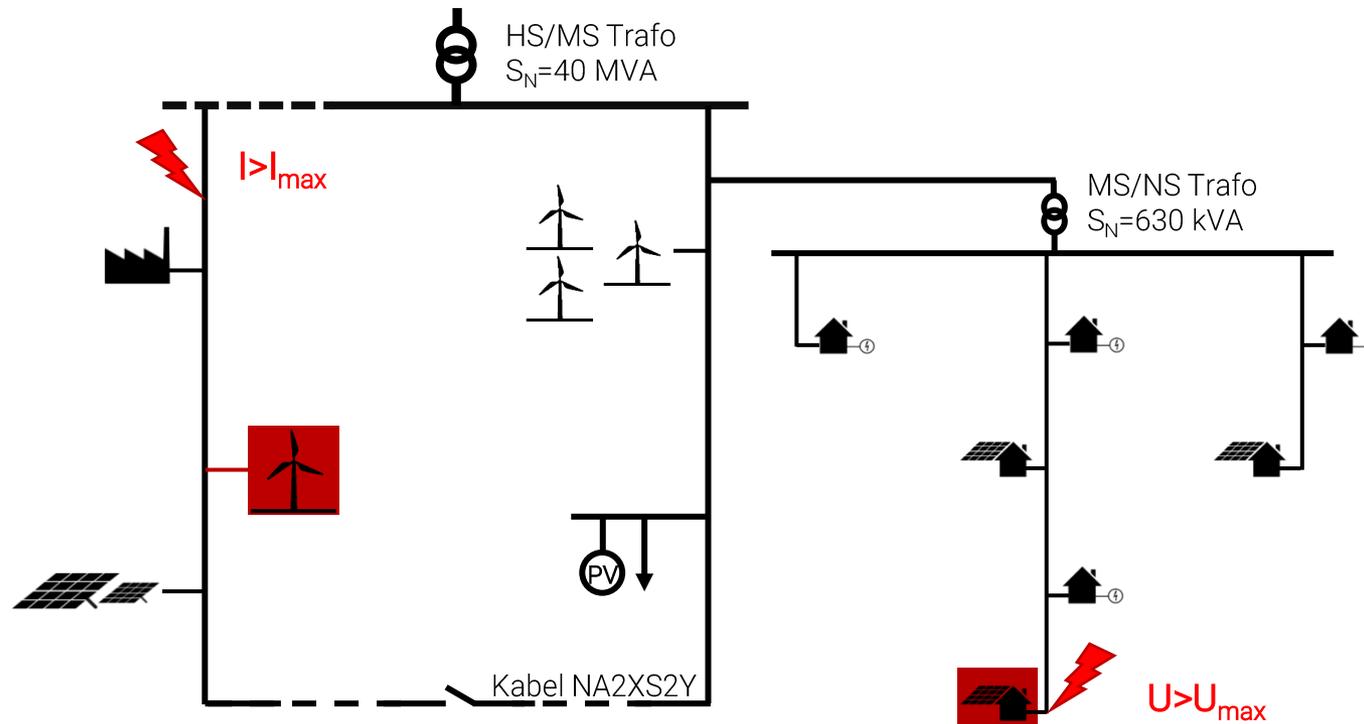


2) Optimierung eines gegebenen Verteilnetzes



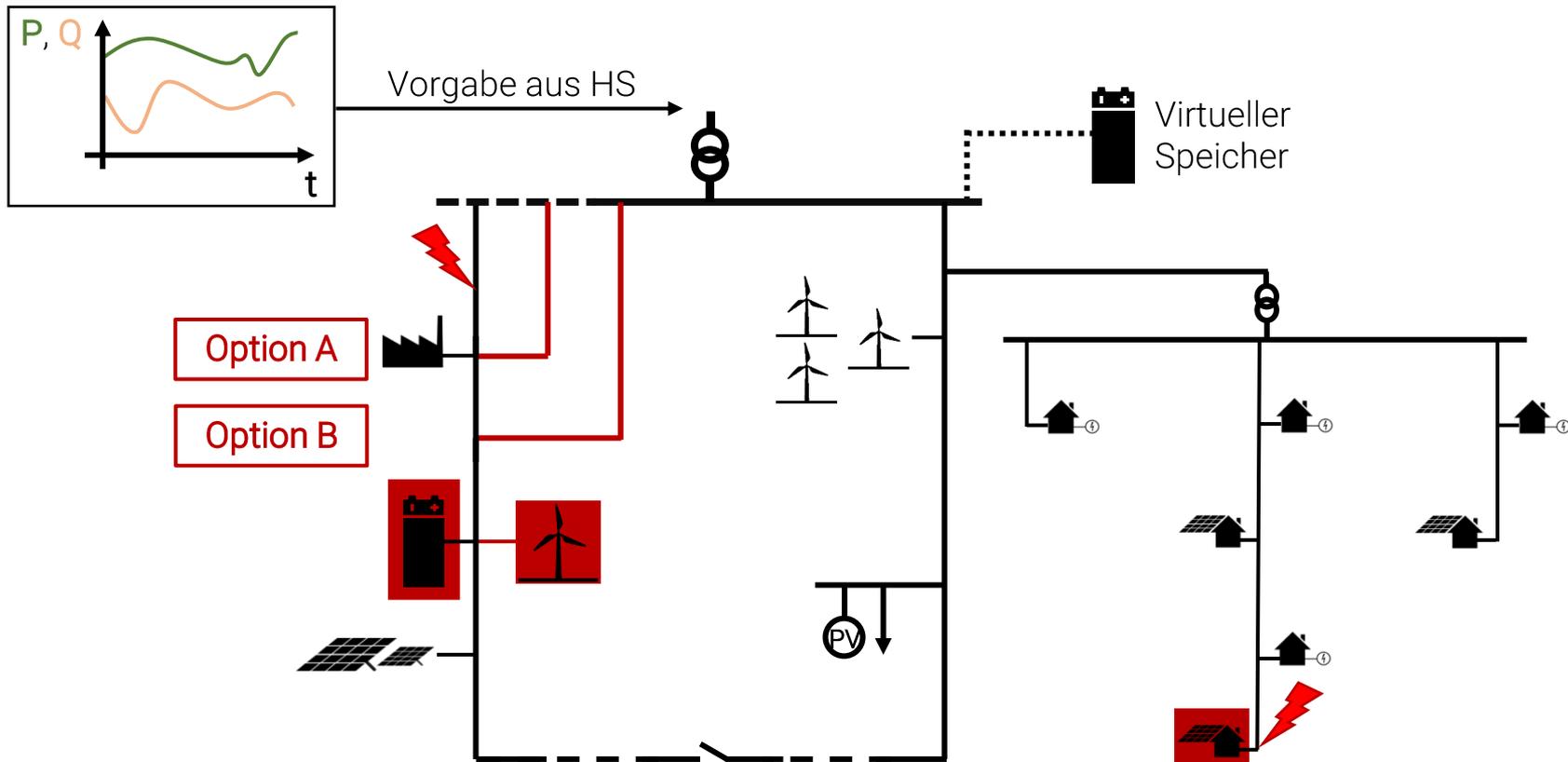
Optimierung eines gegebenen Verteilnetzes

- Exogene Entwicklung - Zukunftsszenarien: Jahre 2030 und 2050
- Automatische Anpassung von Verbrauch und Erzeugung
- Lastflussberechnung: Identifizierung von (Netz-individuellen) Stabilitätsproblemen



Optimierung eines gegebenen Verteilnetzes

- Untersuchte Flexibilitätsoptionen: Netzausbau, Speichereinsatz, Abregelung
- Bei Vorgabe aus HS wird eine virtuelle Speichergröße für das Verteilnetz definiert



Anforderungen an das eGo-Tool



- Erwünschte Schnittstelle zum Tool z.B. Sincal
- Datenschutz Anforderungen der Anwender?
- Wie werden in Zukunft die Vorgaben aus der HöS/HS-Ebene aussehen?
- Wie werden Speicher (untersch. Geschäftsmodelle) bei der Netzplanung berücksichtigt?
- Ist es geplant auch in Zukunft den Netzausbau mit nicht zeitaufgelösten Simulationen zu planen?

Anforderungen an das eGo-Tool



- Ist es sinnvoll MS-NS-Spannungsebenen gemeinsam zu betrachten und ggf. NS-Netze automatisch zu generieren?
- Möglichkeit MS und NS getrennt zu betrachten erwünscht?
- Lasten und Verbraucher in den Zukunftsszenarien automatisch verteilen?
- Elektromobilität und Hausspeicher in der Zukunftsszenarien?
- Welche Regelungen sollen EE-Anlagen haben (Q(U), $\cos(\phi)$,...)?
- Tool zur Bestimmung des automatisierten Netzausbaus im Alltag nützlich?

Agenda



- 09:00 Uhr Anmeldung
- 09:15 Uhr Begrüßung
- 09:20 Uhr Herausforderungen der Energiewende aus Sicht der Verteilnetzbetreiber (LVN)
- 09:40 Uhr Das Forschungsprojekt open_eGo (RLI)
- 10:00 Uhr Kurzvorstellung der Modellierung des Übertragungsnetzes sowie der wirtschaftlichen und netzbetrieblichen Optimierung (ZNES)
- 10:15 Uhr Pause (15 Min)
- 10:30 Uhr Vorstellung und Diskussion der Methodik zur Erstellung von sythetischen Mittel- und Niederspannungsnetzen
- Identifikation von Netzbezirken und Lastgebieten
 - Synthetische MS-Netze (Routing und Parametrierung)
 - Synthetische NS-Netze (Typnetze und Netze auf Basis von OSM Daten)
- 12:30 Uhr Mittagspause (1 h)
- 13:30 Uhr Vorstellung und Diskussion zur Verteilung Erneuerbarer Energieanlagen in Verteilnetzen
- 14:00 Uhr Anforderungen an das eGo-Tool
- Optimierung des Verteilnetzes
 - Mögliche Anwendungen vom eGo-Tool
- 15:15 Uhr Zusammenfassung und Schlusswort
- 15:30 Uhr Ende der Veranstaltung



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Vielen Dank!