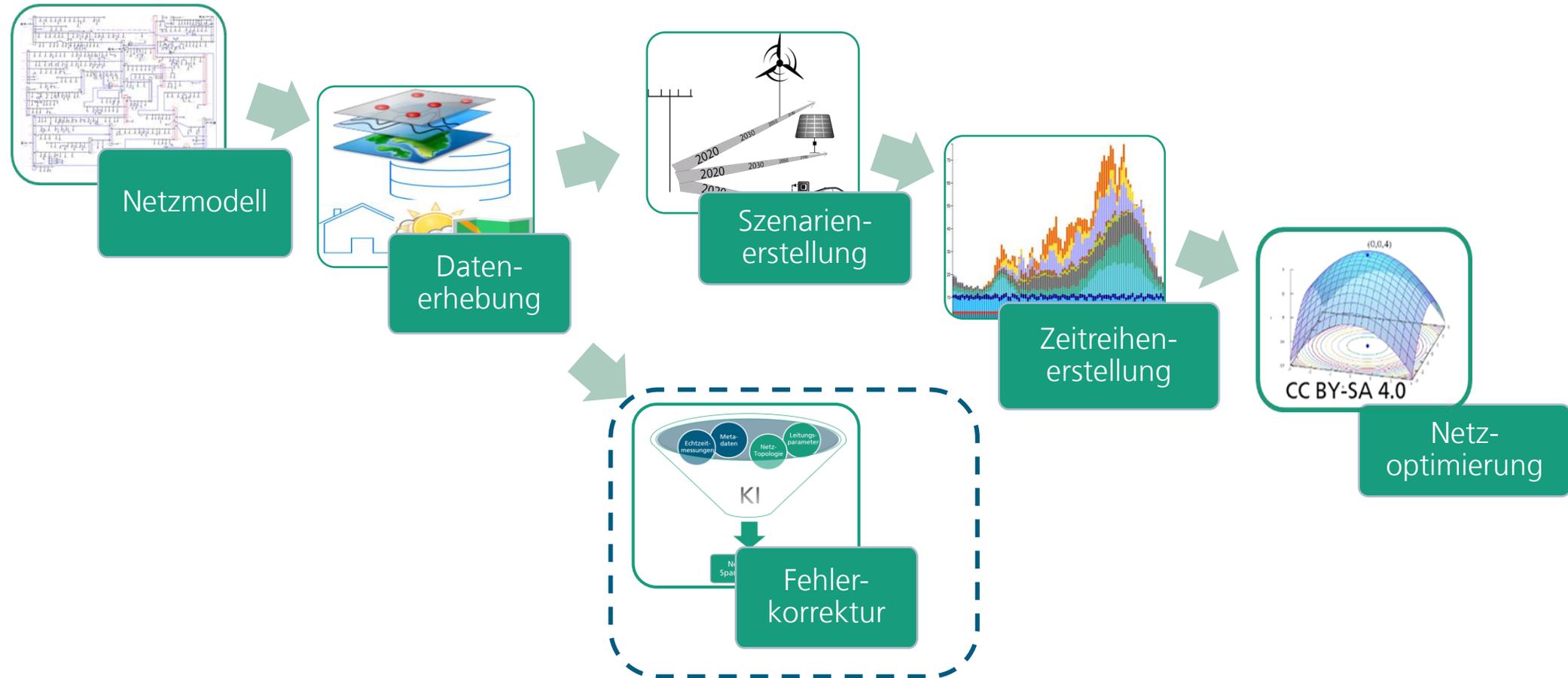


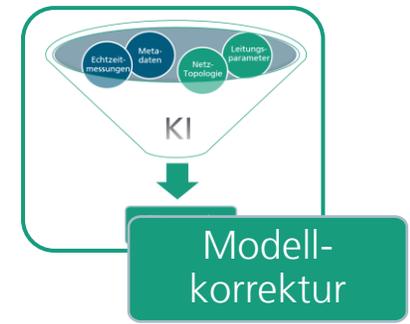
Neue Werkzeuge für die Netzplanung

Wolfgang Biener
Cerberus Anwendertreffen
Chemnitz, 15.11.2023
www.ise.fraunhofer.de

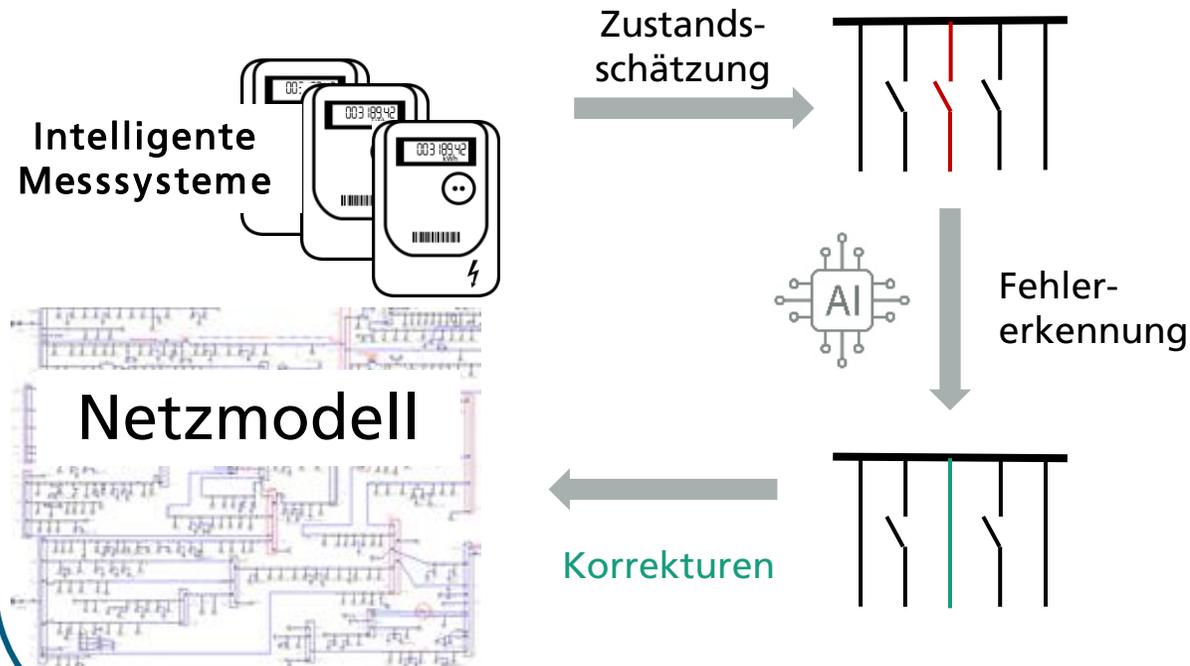
Neue Werkzeuge für die Netzplanung



Korrektur von Netzmodellen

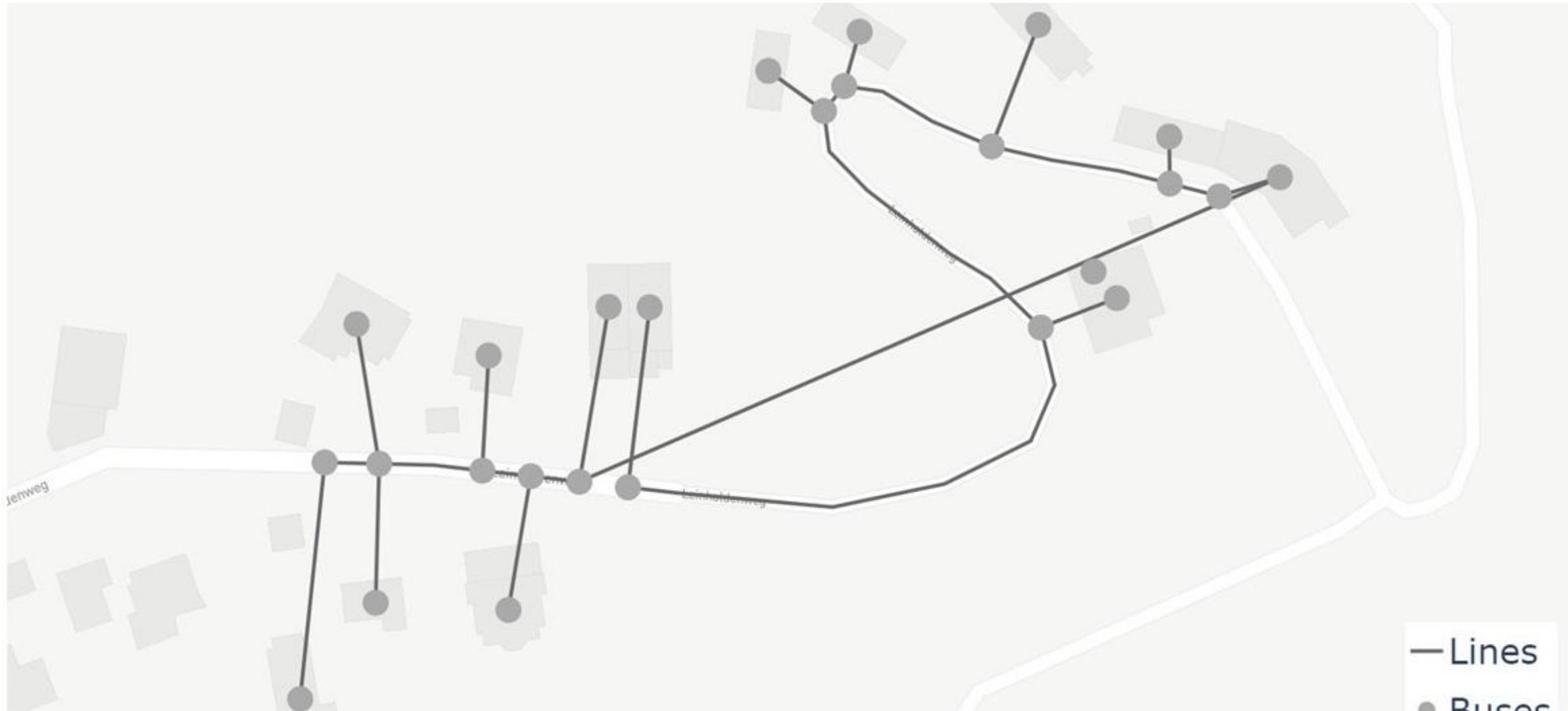


Digitaler Zwilling



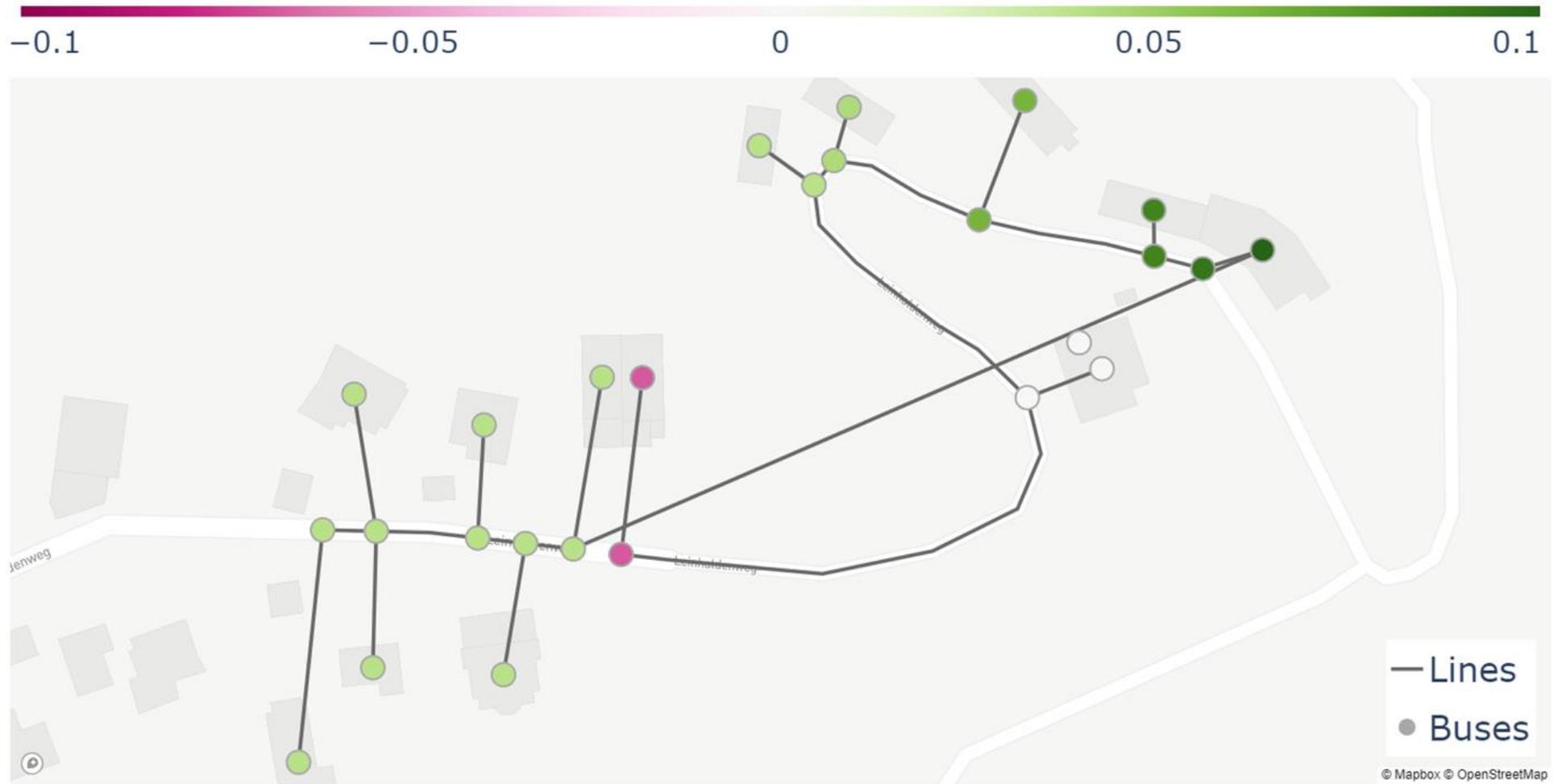
- Die Überführung von GIS-Daten in rechenfähige Netzmodelle ist oft schwer automatisierbar
- Änderungen im Netz werden zum Teil nicht dokumentiert
- Durch Korrekturalgorithmen wird die Digitalisierung vereinfacht, da Fehler bei der Modellerstellung in Kauf genommen werden können.
- Modellierungsfehler können mit Hilfe von Messungen korrigiert werden

Fehlerbehaftetes Netzmodell

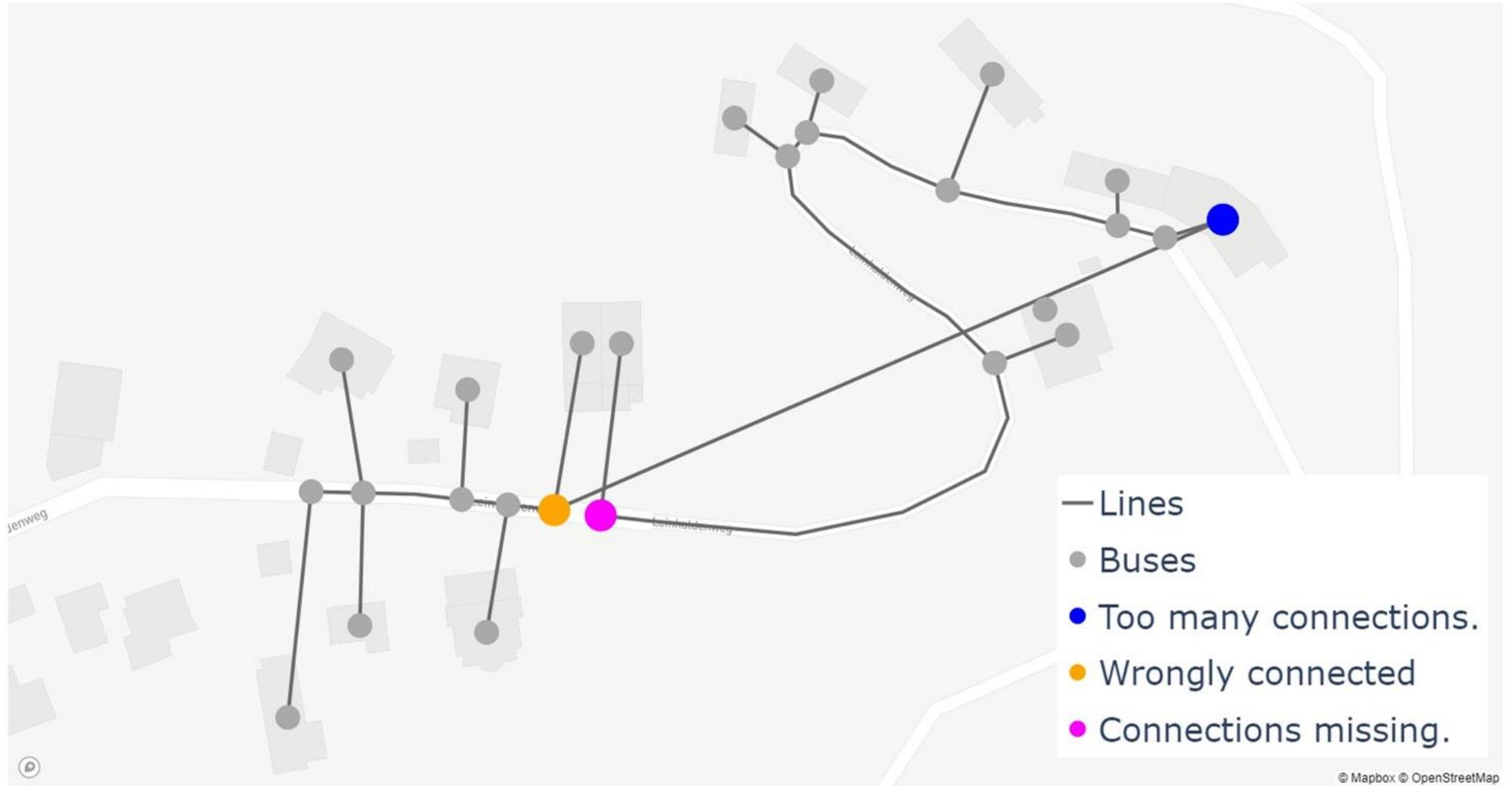


Vergleich zwischen Messung und State Estimation

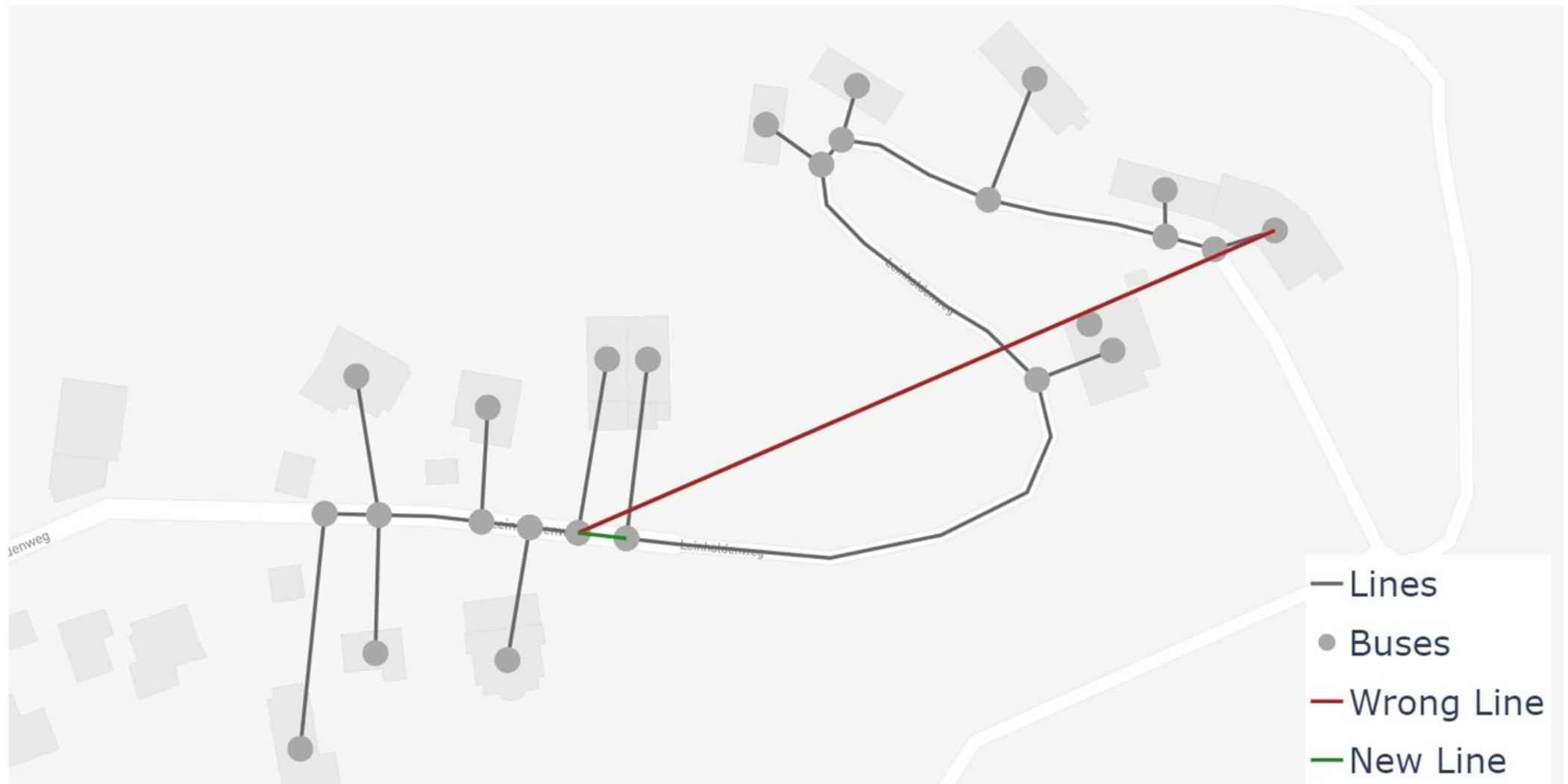
Voltage Magnitude Deviation: $|V|_{\text{measured}} - |V|_{\text{power flow}}$



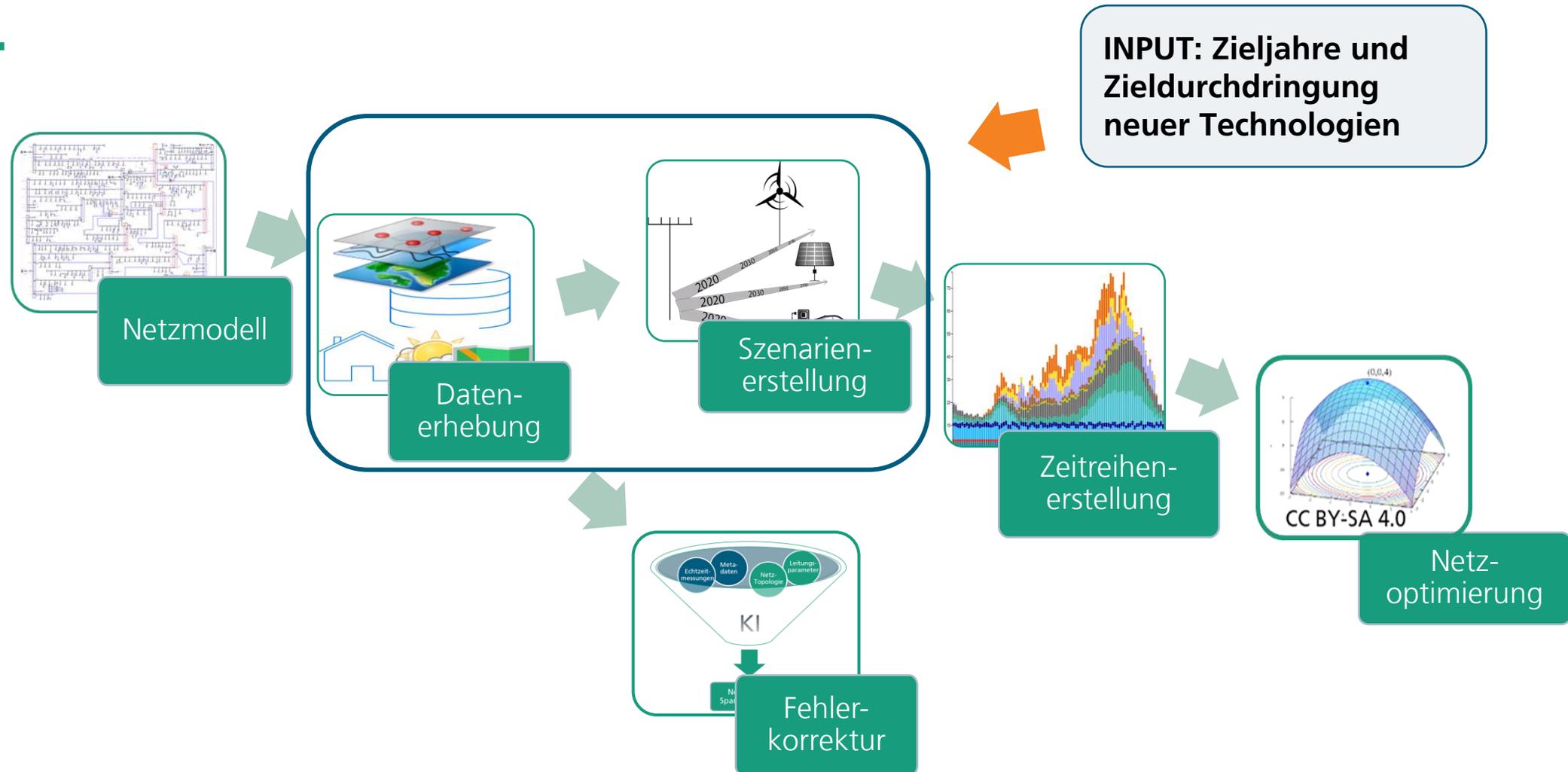
Klassifizierung von Netzknoten



Berechnung von Verbesserungsvorschlägen

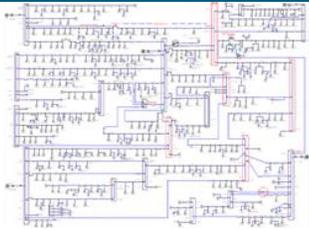


Datenerhebung und Szenarienerstellung



Anreicherung der Netzmodelle mit externen Daten

Netzdaten



- Topologie
- Typinformationen
- Schaltzustände
- Anlagenstammdaten (PV, EV, WP)

Gebäude-Informationen



OSM

- Gebäude-Grundflächen und Gebäude-Alter für PV-Potentiale und Heizbedarfe
- Typinformationen für verschiedene Wohn- und Gewerbegebäude

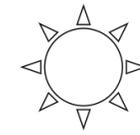
Sozio-ökonomische Daten

Table		
...
...
...

Zensus
MID

- Anzahl Bewohner und Apartments
- Altersverteilung
- Pendelverhalten

Wetter- und Potentialdaten

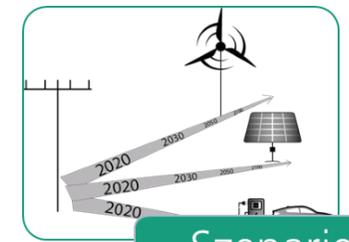


DWD

egon - Projekt

- Temperaturen
- Solare Einstrahlung
- Windgeschwindigkeiten
- Wind- und PV-Potentialflächen

Lokalisierung der zukünftigen Versorgungsaufgabe



Szenarien-
erstellung

Durchdringungen

- PV-Anlagen
- Windkraftanlagen
- Wärmepumpen
- Elektrofahrzeuge
- Speichersysteme

Verteilung Prosumenten

- Variable Tarife
- Eigenverbrauchs-
optimierung
- Local Energy
Communities
- Bidirektionales Laden
- Keine Optimierung

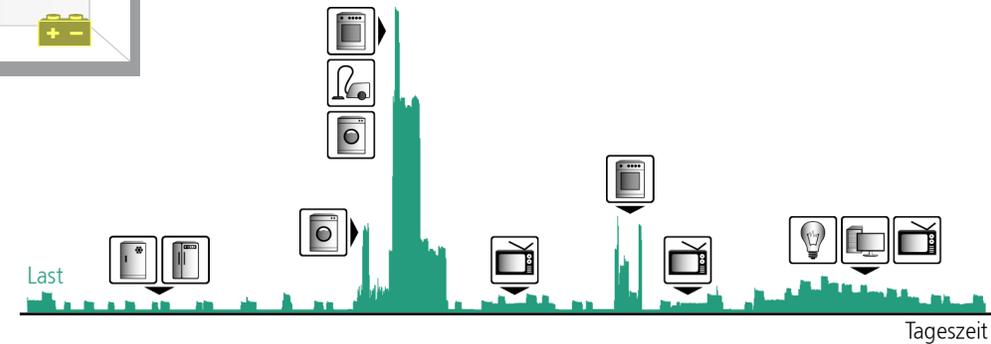
Eingriffe durch Netzbetreiber

- Steuerung nach §14a
- Flexible Netzentgelte

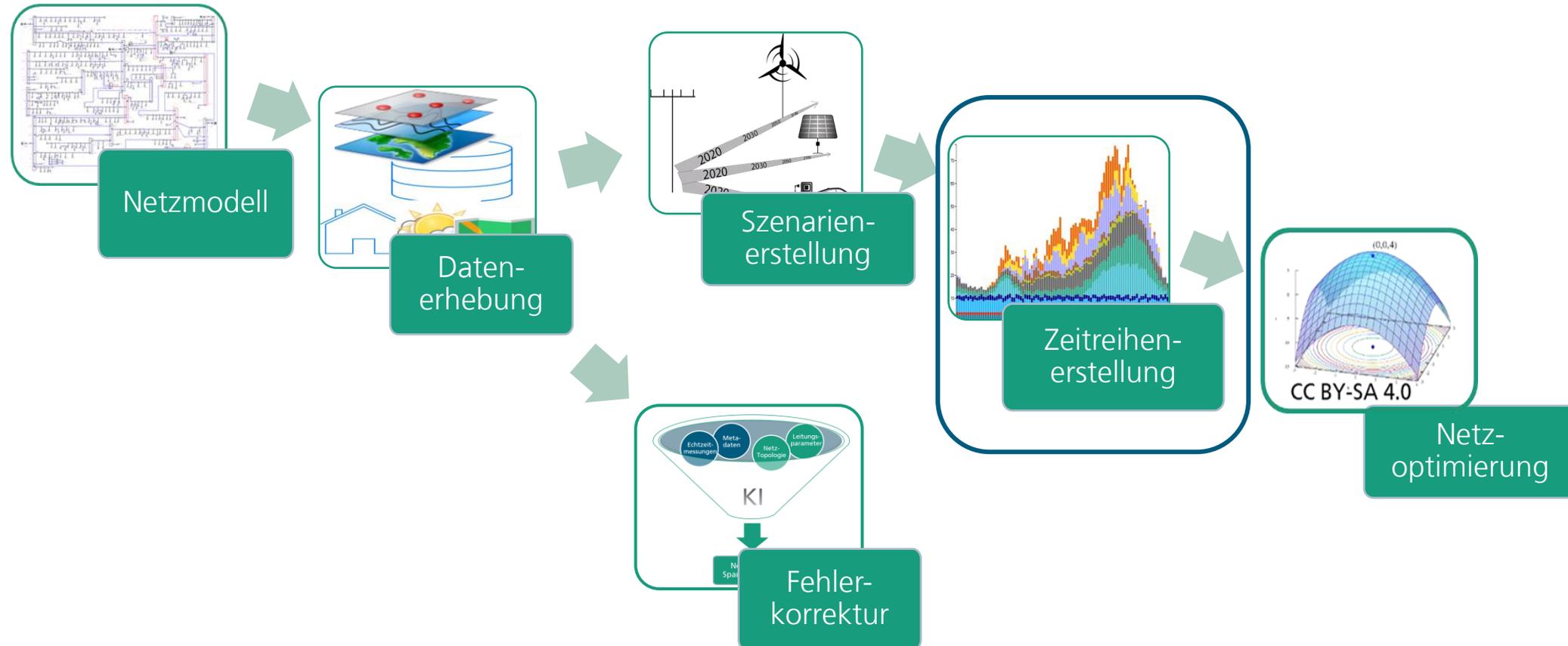
Die Szenarien werden auf Netzanschlusspunkte disaggregiert



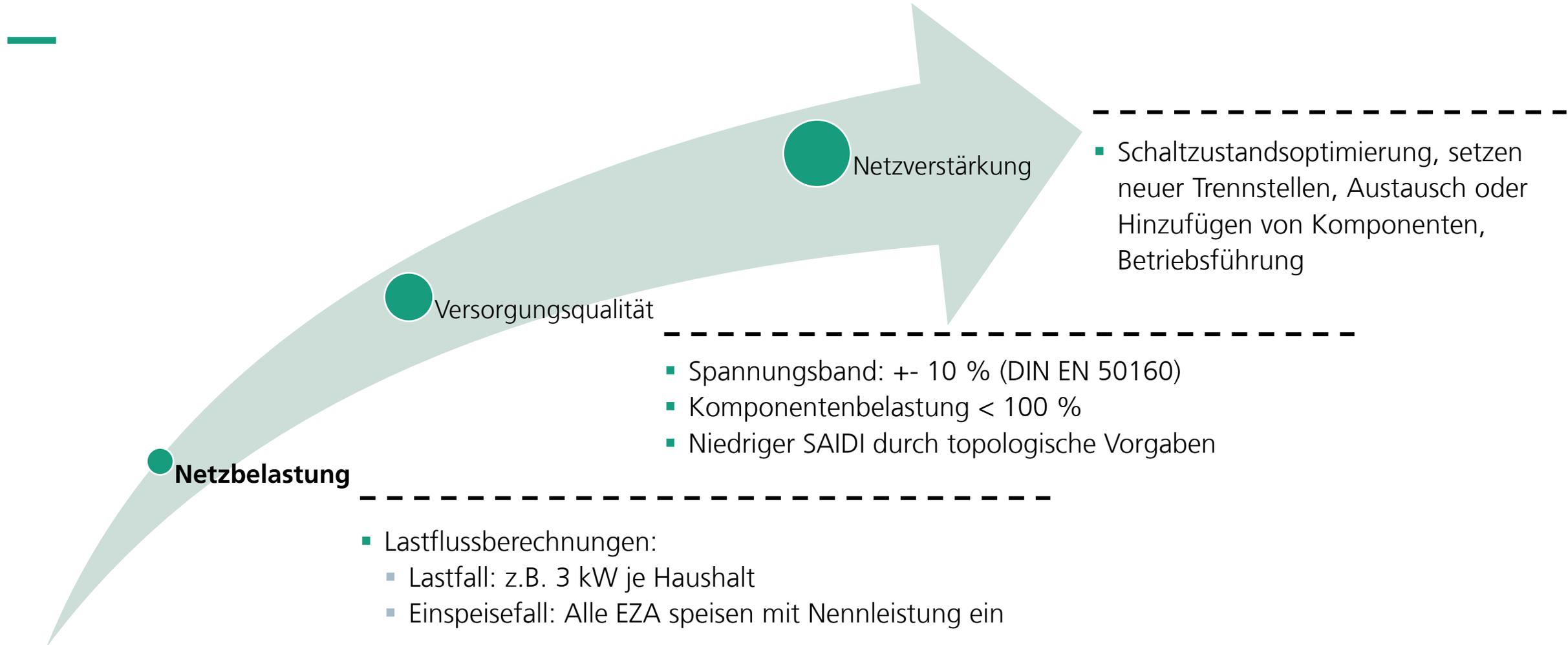
Welche EZA oder Verbrauchseinrichtungen werden wo zugebaut? Wie verhält sich der Prosument?



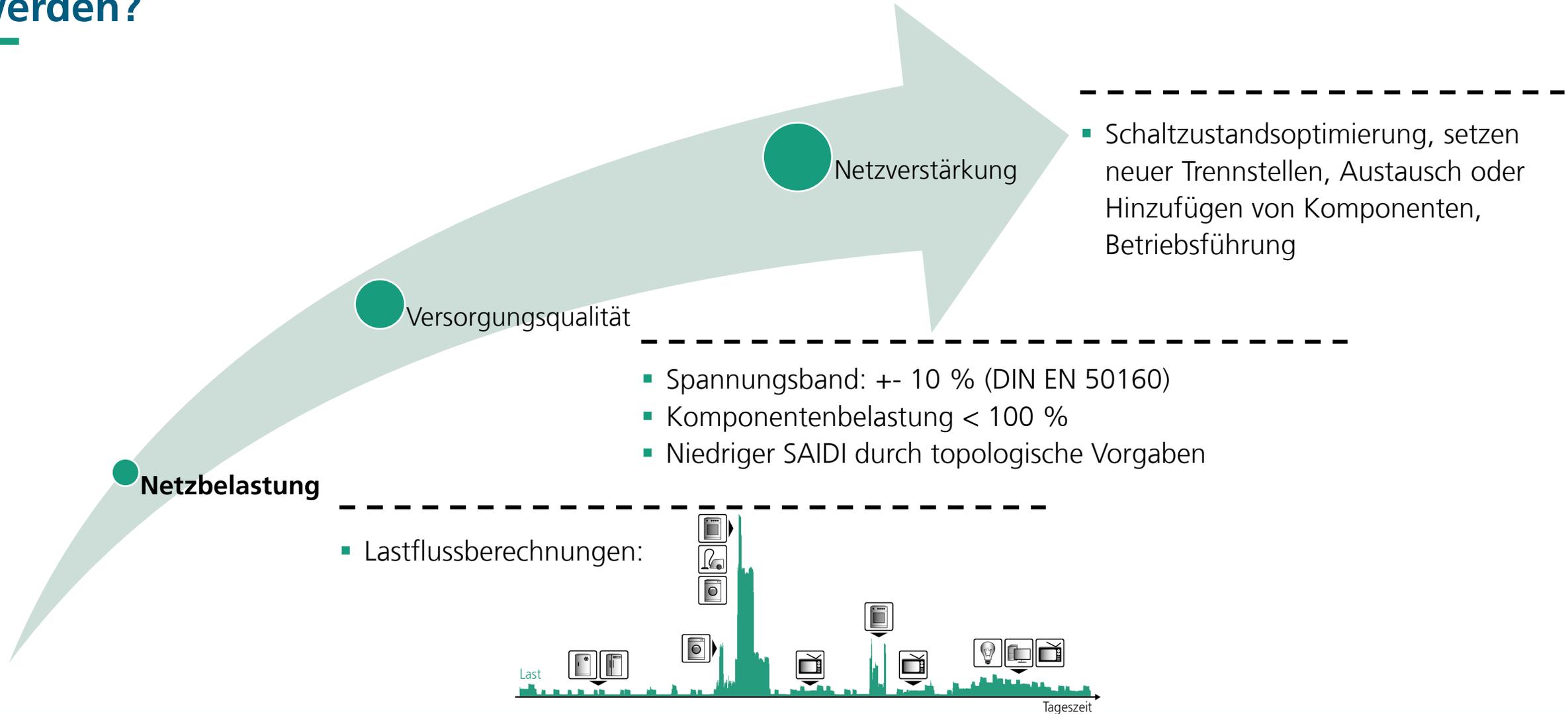
Erzeugung von Zeitreihen für die Netzplanung



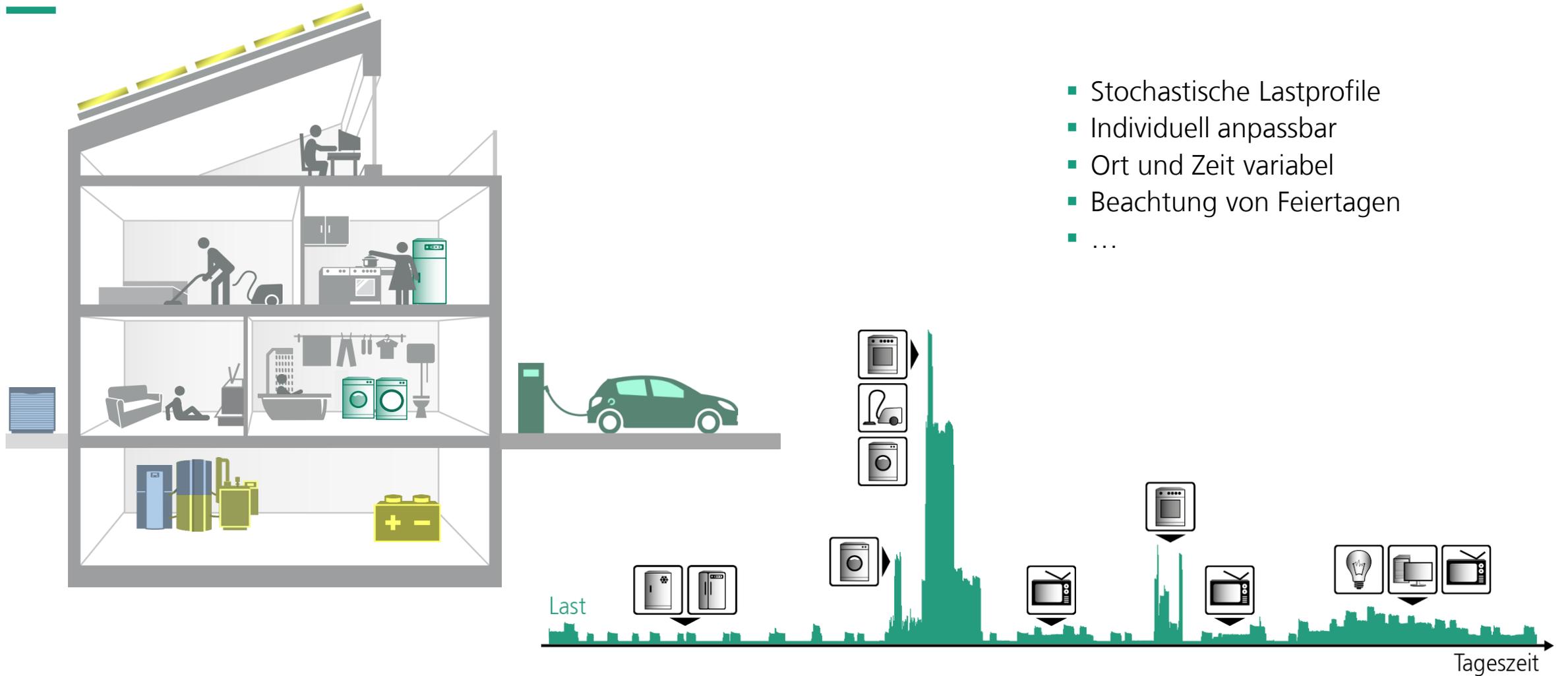
Der Netzplanungsprozess setzt auf einfache Belastungsfälle



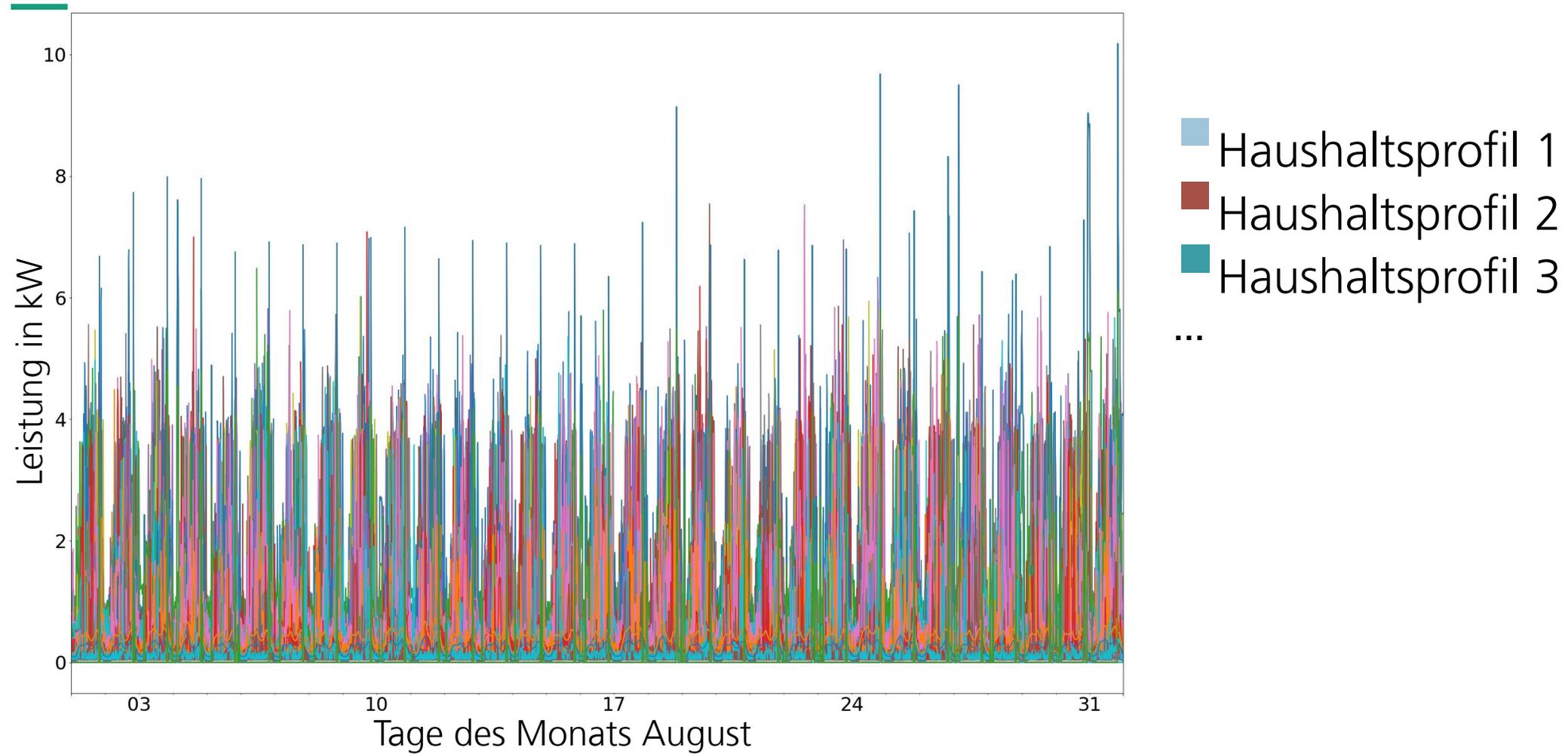
Kann Netzausbau durch präzisere Belastungsmodellierung vermieden werden?



Erstellen von Zeitreihen mit dem Lastprofilgenerator synPro

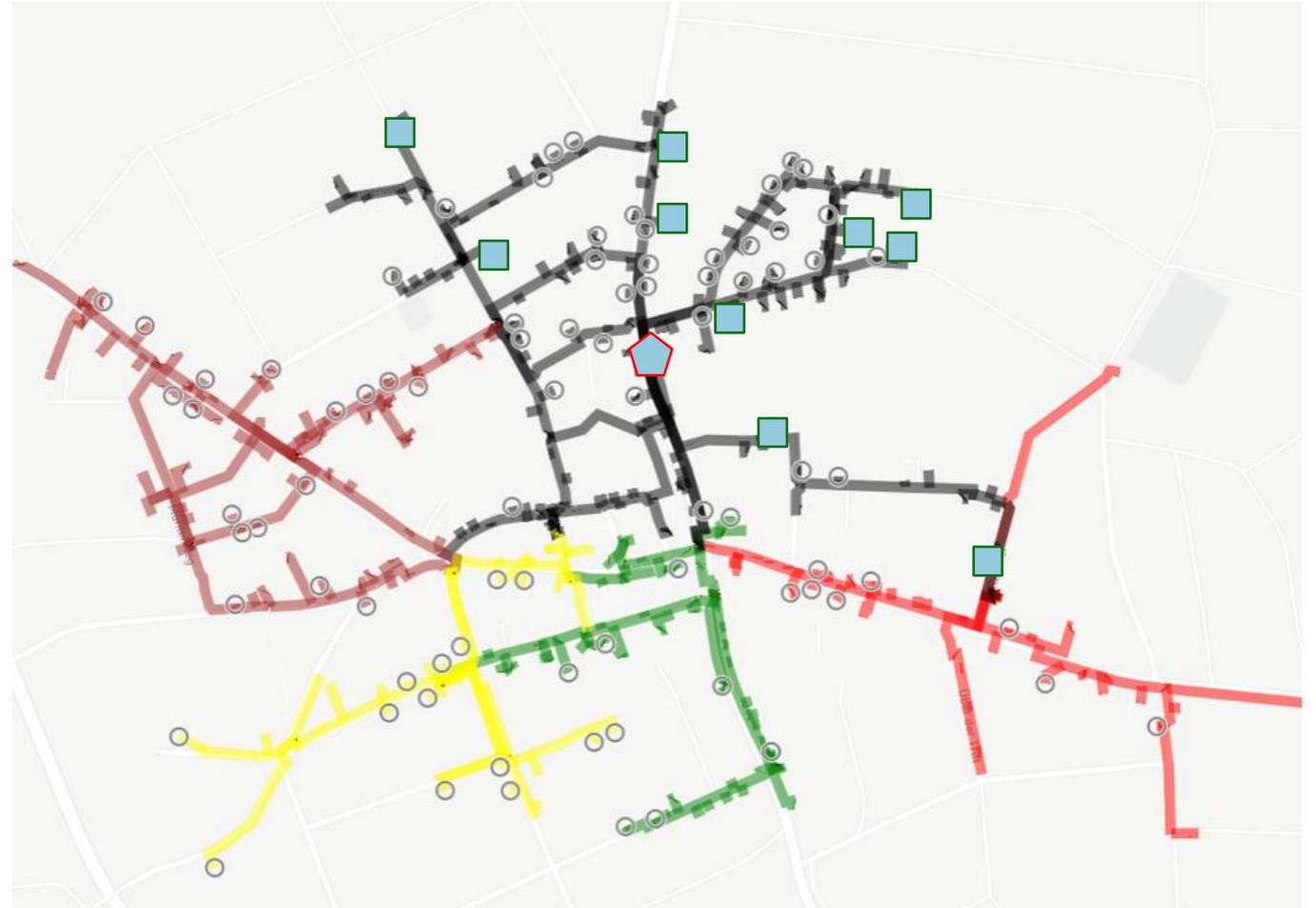


Exemplarische viertelstündliche Lastzeitreihen für den Monat August

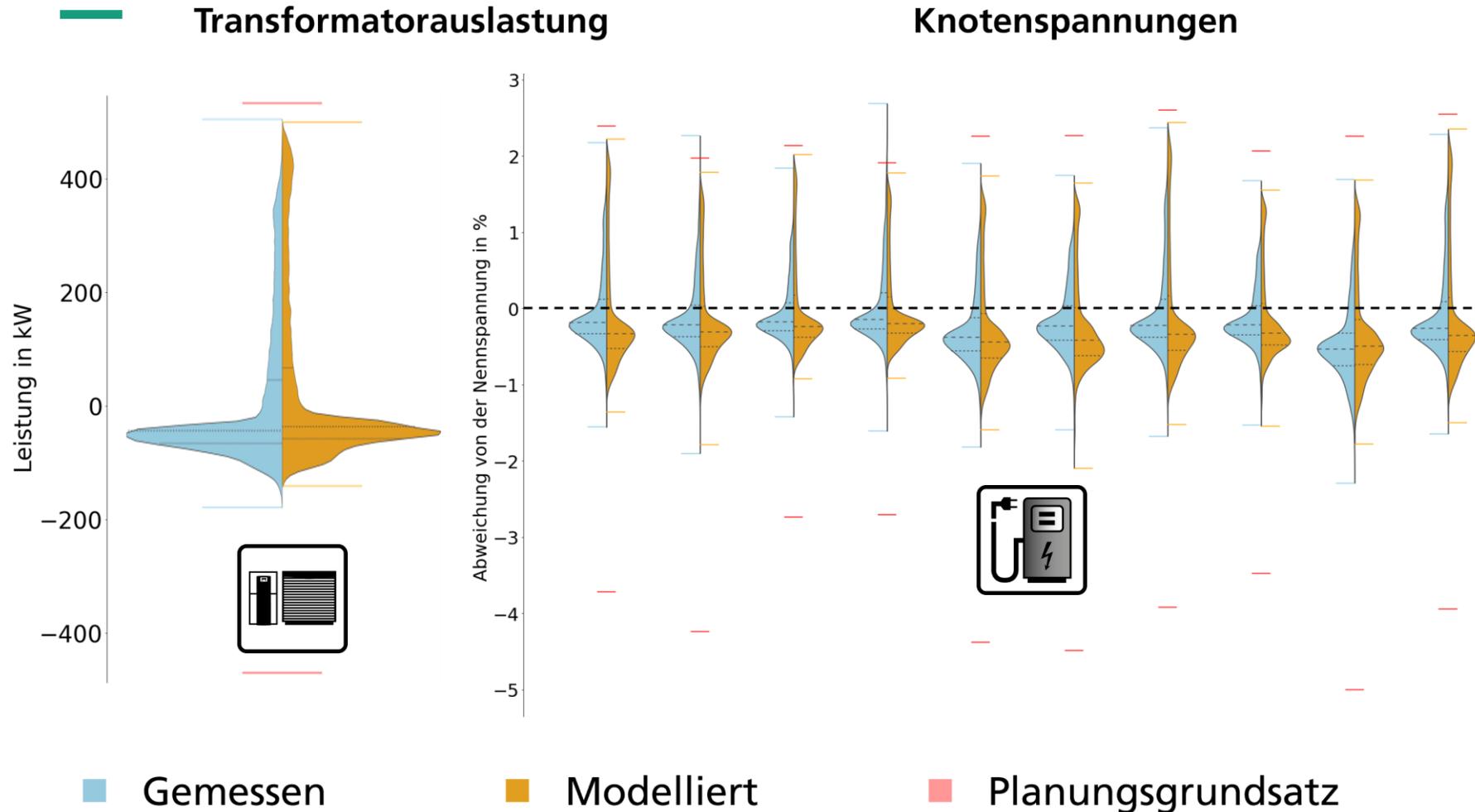


Die Qualität der Netzmodellierung wird an einem realen Netz validiert

- Schwarzes Netz:
 - Messung 630 kVA Transformator 
 - Smart Meter Messungen 
- Synthetische Profile für:
 - 151 Anschlussnehmer
 - 44 PV-Anlagen
- synPRO Profile für Haushalte
 - Parametrierung durch Netzbetreiber
- PV-Anlagen:
 - Maximal mögliche Einspeisung aus 6 PV-Messungen



Validierung simulierter Netzbelastungen

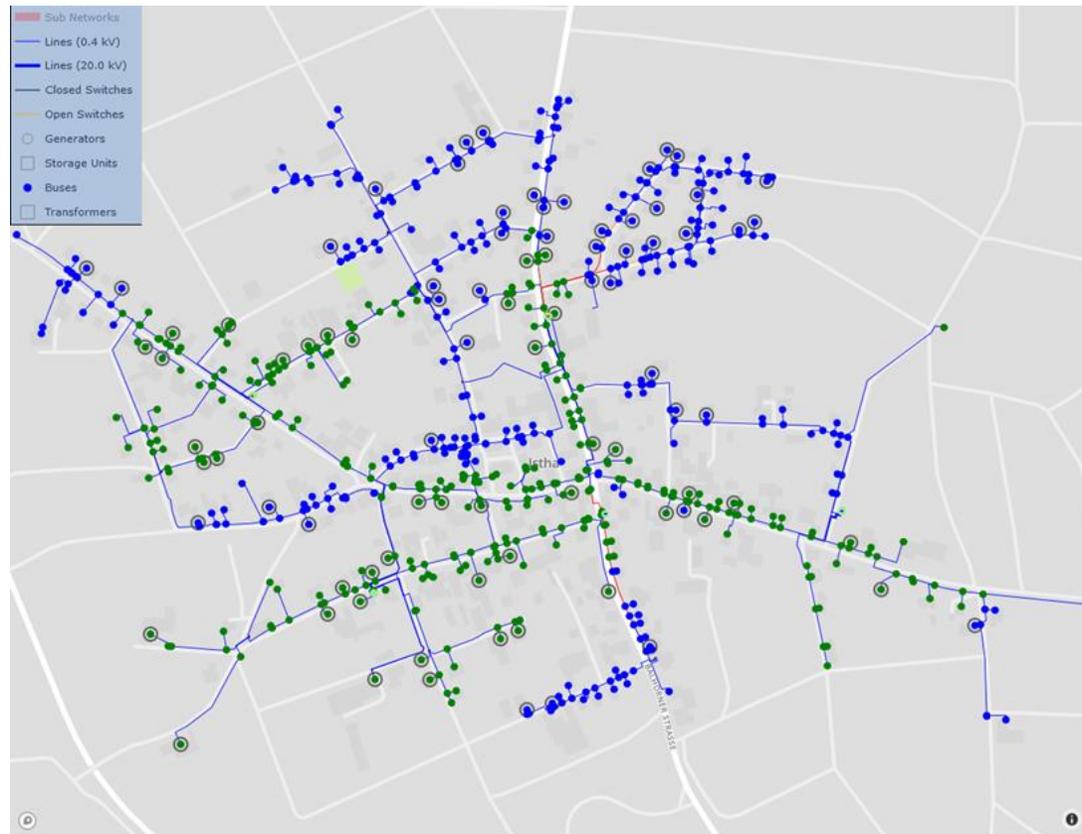


- Die PV-Spitze wird durch Planungsgrundsätze gut getroffen
- Die Netzbelastung durch Haushaltskunden wird durch Planungsgrundsätze stark überschätzt
- **Elektromobilitäts- und Wärmepumpenaufnahmefähigkeit werden unterschätzt**

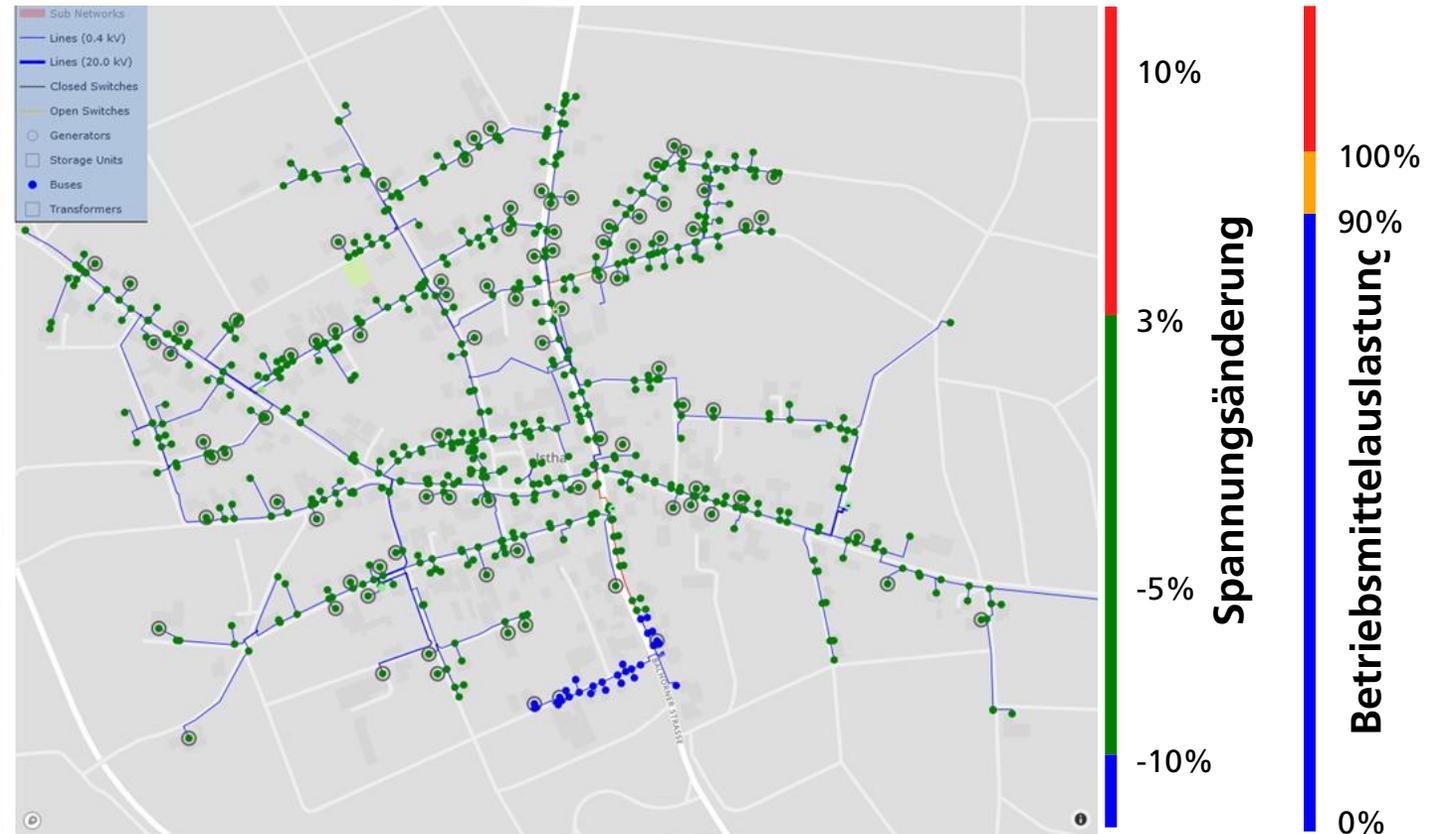
Vergleich zeitreihenbasierter Planung mit Planungsgrundsätzen

Dörfliches Netzgebiet mit vorwiegend Wohnbebauung und 50% Ladesäulen für Elektromobilität

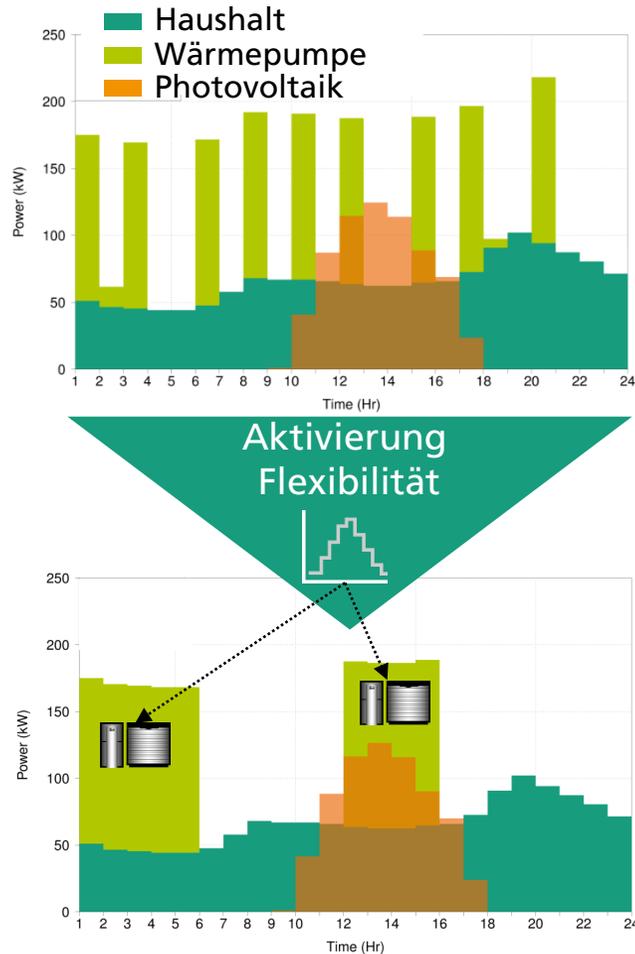
Planungsgrundsatz



Zeitreihenbasiert

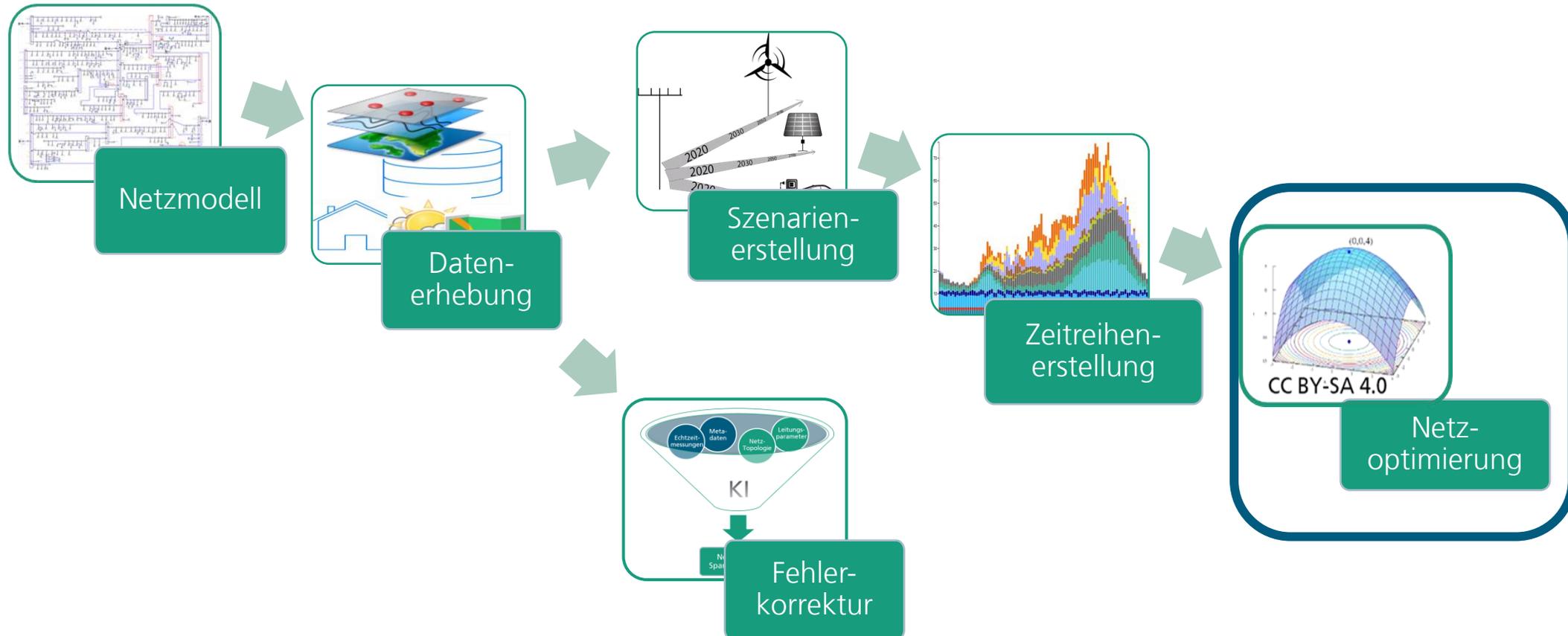


Mit Zeitreihen kann Netzbetriebsführung abgebildet werden

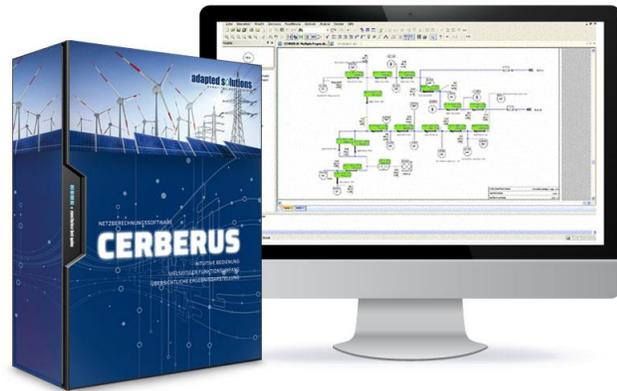


- Leistungszeitreihen erlauben es die Netzbelastung realistisch zu modellieren. Somit kann Netzausbau oft vermieden werden.
- Bei drohenden Netzüberlastungen, kann mit Last- und Flexibilitätszeitreihen der Beitrag variabler Netzentgelte zur Netzentlastung quantifiziert werden.
- Mit Leistungszeitreihen können Eingriffe nach EnWG §14a modelliert werden.
- Die Auswirkungen von variablen Stromtarifen oder Eigenverbrauchsoptimierung auf die Netzbelastung kann modelliert werden.

Automatisierte Netzplanung



Automatisierte Netzausbauplanung



Ausbauvorschläge

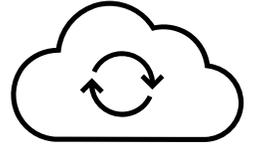
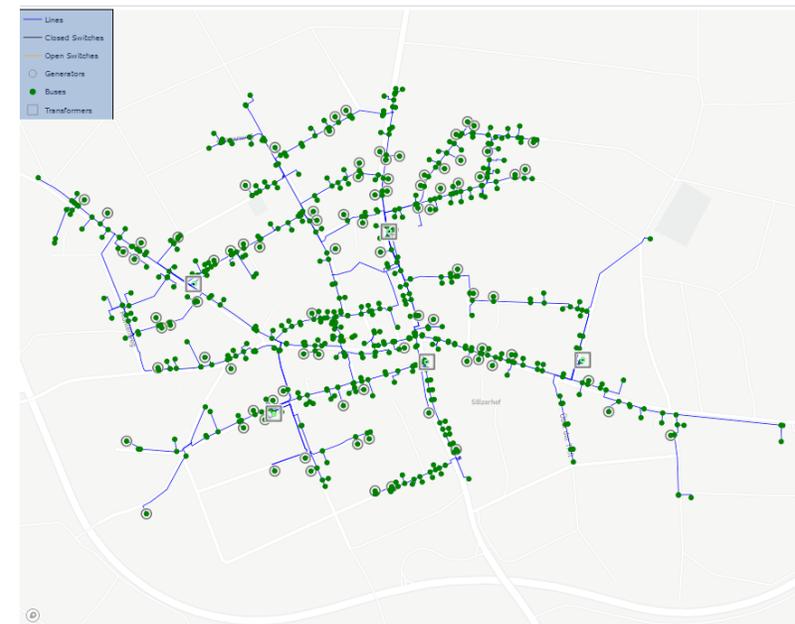
Variante 1

Variante 2

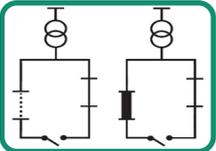
Variante 3

Web - API

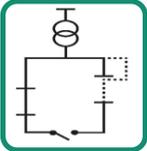
Netzoptimierung



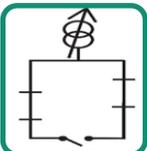
Optionen für den Netzausbau können ausgewählt werden



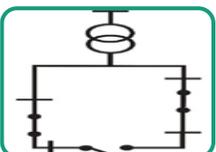
Neuverlegung



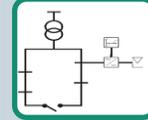
Parallele Leitungen



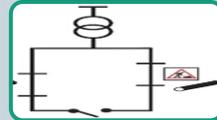
rONT /
Transformatortausch



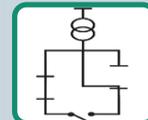
Schaltzustände,
neue Trennstellen



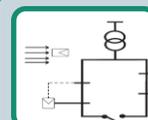
Blindleistungsregelung



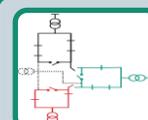
Leerrohre



Zusätzliche Leitungen

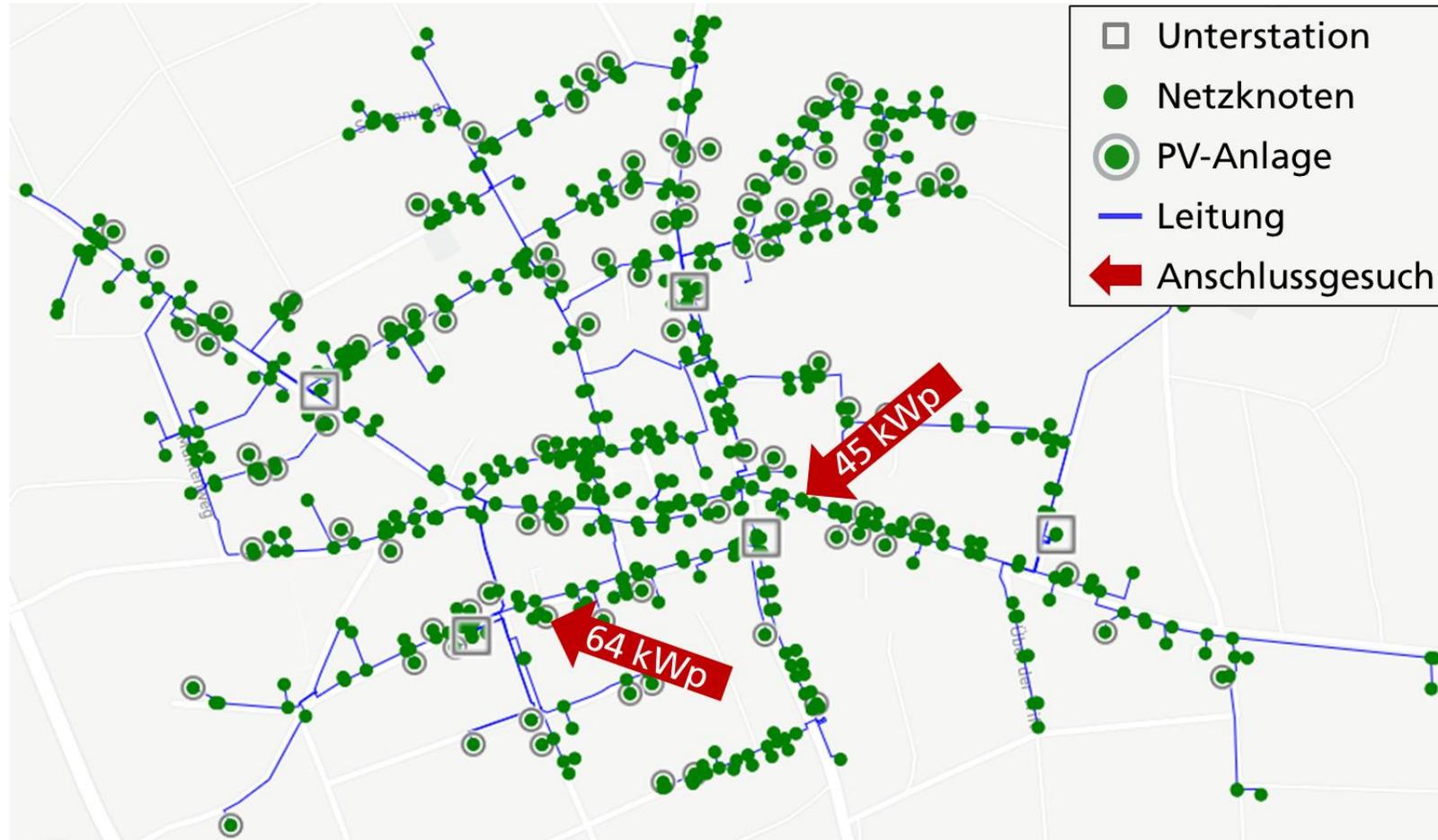


Alternative NVP



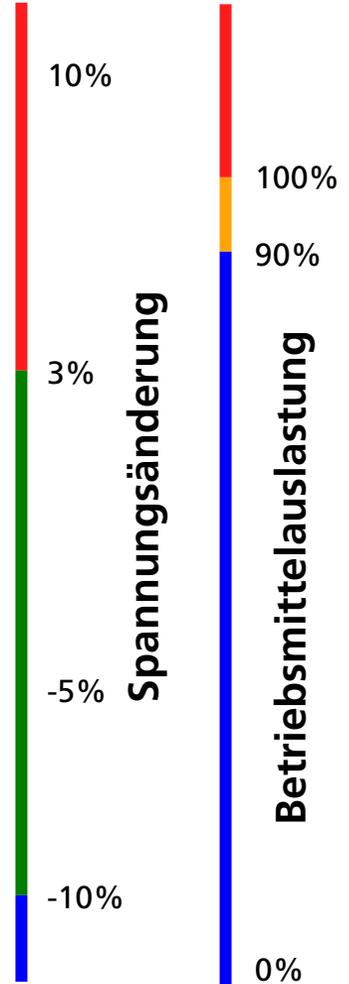
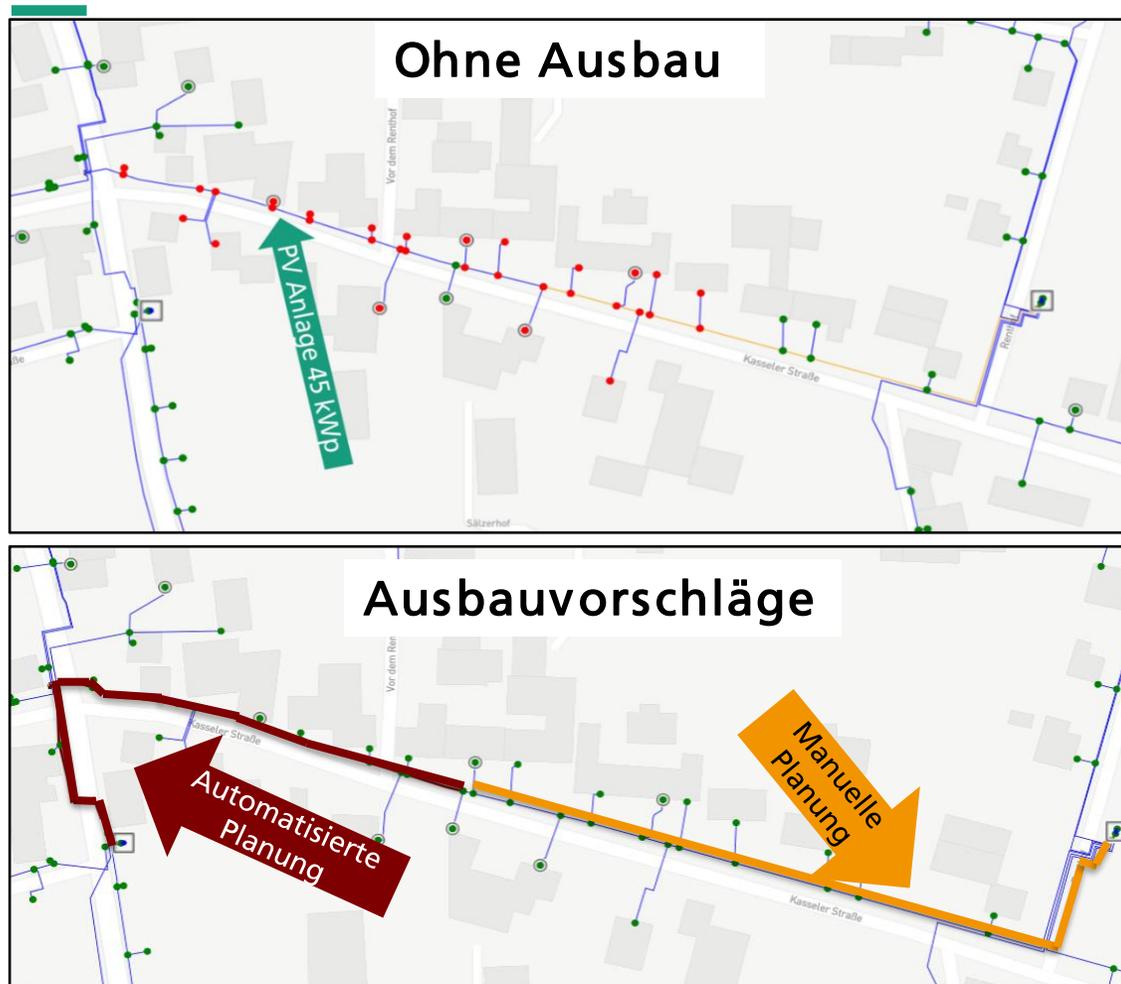
Zusätzliche Transformatoren

Die automatisierte Netzplanung wird an realen Anschlussgesuchen validiert



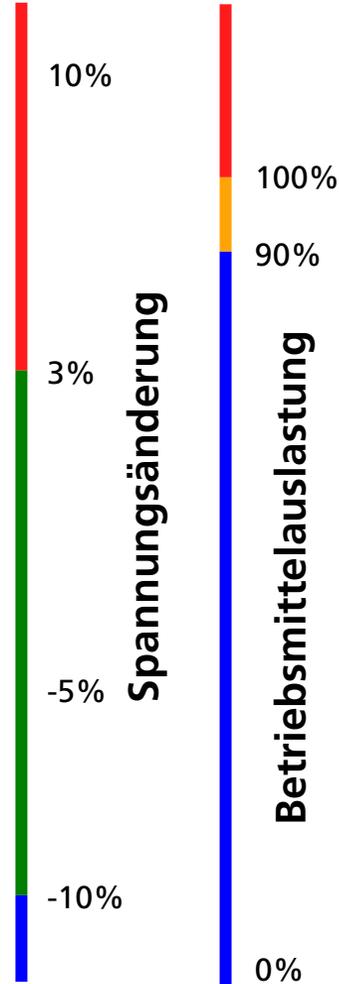
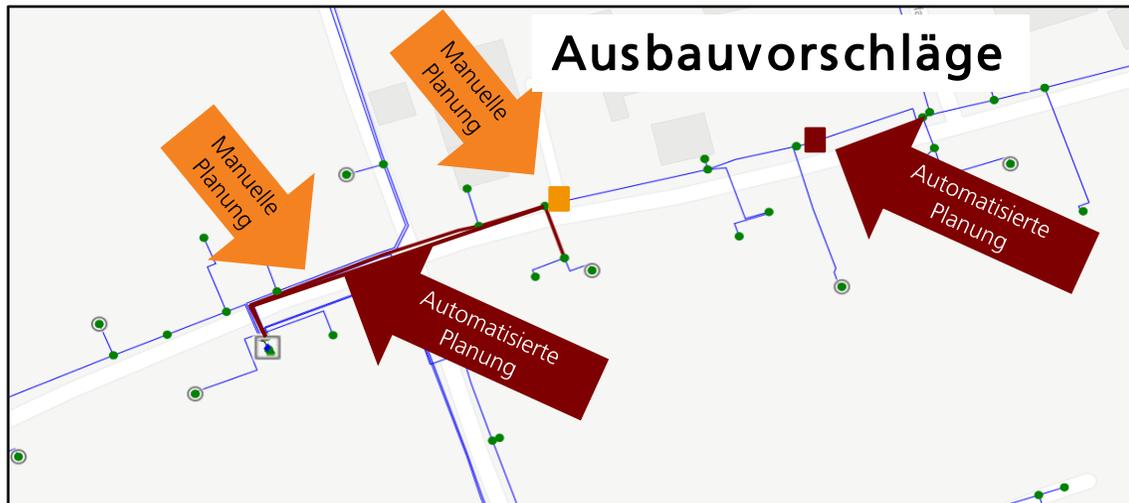
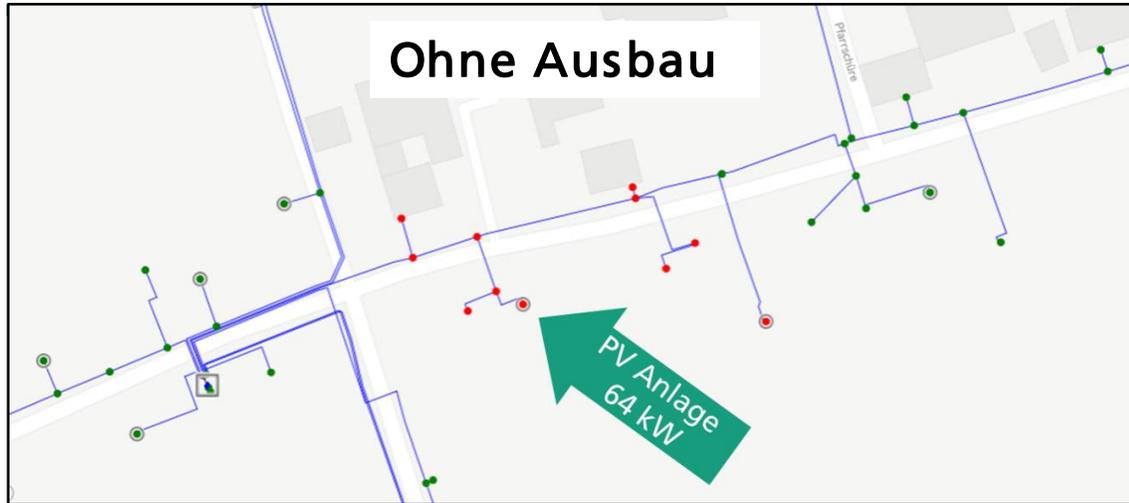
- Das Netz besteht aus
 - 795 Leitungen
 - 113 Schaltern
 - 357 Lasten
 - 104 PV-Anlagen
- Nennleistung aller PV-Anlagen 1,45 MW
- Größte PV-Anlage 120 kW

Drohende Netzüberlastung bei Anschluss einer PV-Anlage mit 45 kWp



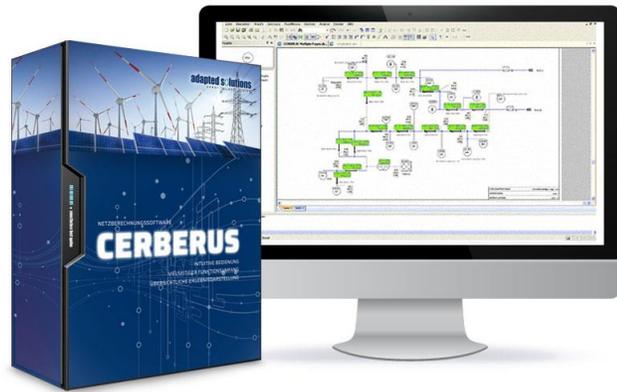
- Zusammen mit der neuen PV-Anlage würde die Spannung im Netz durch PV-Anlagen um 5,4 % angehoben werden. Nach VDE AR-N 4105 sind nur 3 % erlaubt
- Der Netzplanende schlägt nach ausführlichem Variantenvergleich eine parallele Leitung vom rechten Transformator mit Kosten von 18 500 € vor.
- Der Algorithmus schlägt eine 1500 € billigere parallele Leitung vom linken Transformator aus vor.

Drohende Netzüberlastung bei Anschluss einer PV-Anlage mit 64 kWp



- Die Spannungserhöhung aller PV-Anlagen beträgt 3,4 %
- Manuelle und automatisierte Planung schlagen beide einen Kabelverteilerschrank zur Netzauftrennung mit Kosten von 5000 € vor.
- Soll keine zusätzliche Trennstelle in das Netz integriert werden schlagen Netzplanender und der Algorithmus eine identische parallele Leitung mit Kosten von 7 396 € vor.

User Input für die Netzoptimierung



Optimierung

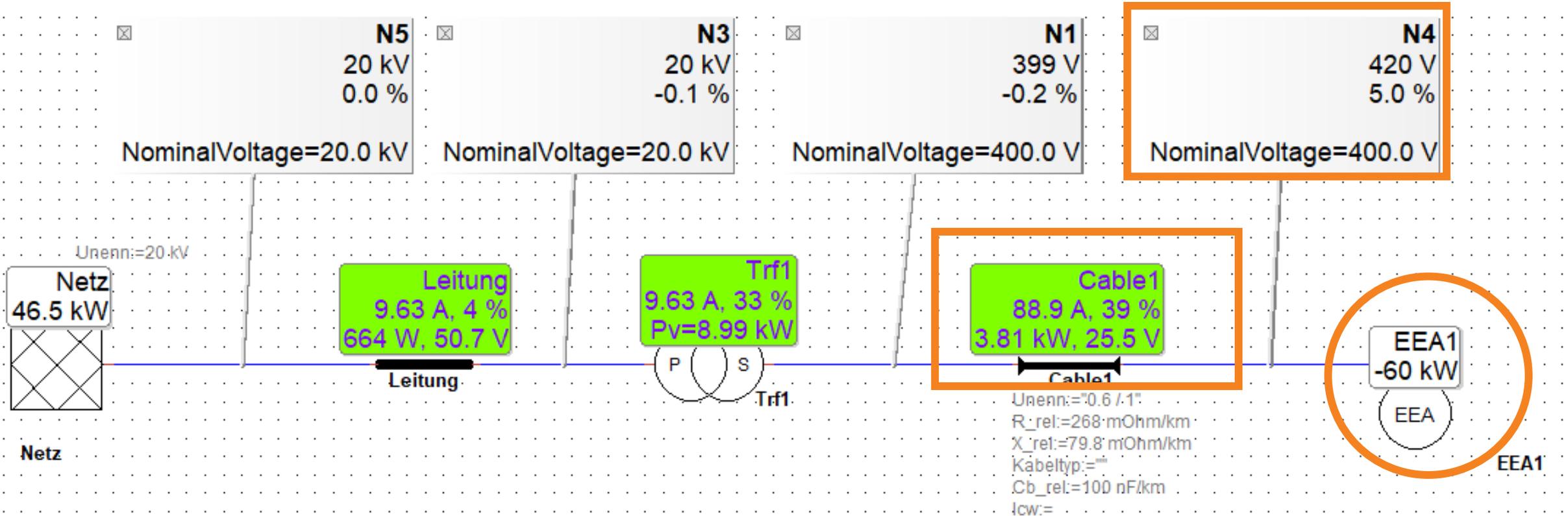
Optionen für Netz-Änderungen	
Verfügbare Typen	available_types_v5
Umschaltungen zulassen	Ja
Bypass-Leitungen zulassen	Ja
Trafo-Verstärkungen zulassen	Ja
Einsatz von RONT zulassen	Ja
Einfügen von Trennstellen zulassen (neuer Kabel)	Ja
Verlegen neuer Leitungen zulassen	Nein
Neue Trafo-Stationen zulassen	Nein
Austausch bestehender Leitungen zulassen	Ja
Nur Strahlennetze zulassen	Nein
Zu ignorierende Leitungen (mit Komma getrennt)	

Einstellungen für Lastfluss	
Zulässiger Spannungseinbruch [%]	-10.0
Zulässige Spannungserhöhung [%]	10.0
Maximal zulässige Leitungsauslastung [%]	100

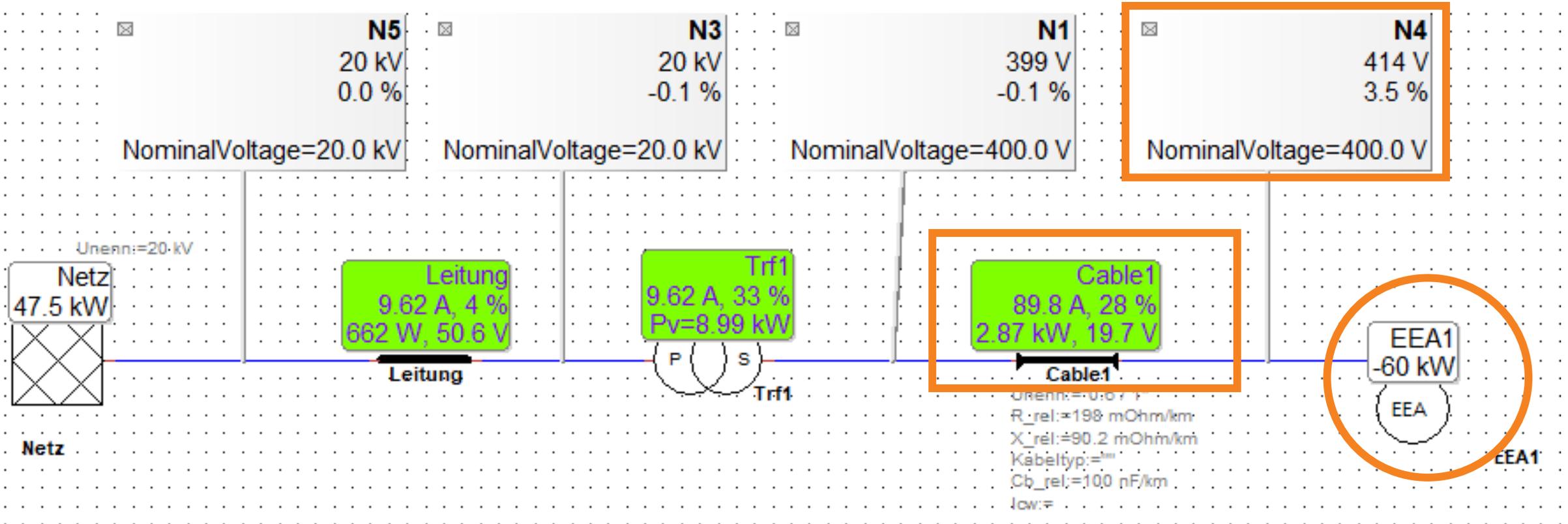
Einstellungen Starte Optimierung Lade Ergebnisse

OK Abbrechen

Zustand des Netzes vor der Optimierung



Zustand des Netzes nach der Optimierung



Umfrage



Menti.com
34 12 41 2

<https://www.menti.com/alsz8o9agpoj>

Es findet eine pseudoanonyme Verarbeitung personenbezogener Daten in den USA unter den dort üblichen Datenschutzbestimmungen statt. Die Teilnahme ist freiwillig und erfolgt auf eigene Initiative hin.

Kernaussagen

- 1. Die nächste Cerberus-Version ermöglicht automatisierte Netzausbauplanung**
- 2. Zur Modellierung der aktuellen Netzbelastung können Leistungszeitreihen erstellt werden**
- 3. Zukünftige Versorgungsaufgaben können umfassend modelliert werden**

Save the date 23.04.2024

Industrie-Workshop – Softwareunterstützte Zielnetzplanung

Dienstag, 23.04.2024 | 09:00 – 18:00 Uhr | Raum A 1.08
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg

Kontakt

Wolfgang Biener
Energietechnologien und -systeme
Tel. +49 761 4588 5893
wolfgang.biener@ise.fraunhofer.de

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Aufgrund eines Beschlusses
des deutschen Bundestages.