

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung



SysDL 2.0 - SYSTEMDIENSTLEISTUNGEN AUS FLÄCHENVERTEILNETZEN: METHODEN UND ANWENDUNGEN

Dr. Sebastian Wende – von Berg, Fraunhofer IWES, Kassel

EnInnov2016 in Graz 12.02.2016

drewagNETZ

SIEMENS



UNI KASSEL
VERSITÄT



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung



Anwendungsfälle und Optimierung

drewagNETZ

SIEMENS



**UNI KASSEL
VERSITÄT**

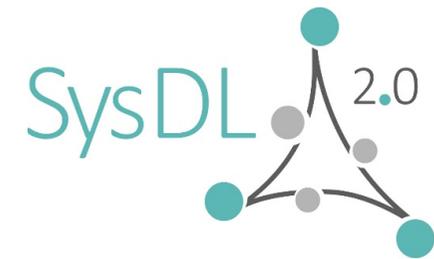


Anwendungsfälle

- Die SDL für den ÜNB umfassen folgende Punkte:
 - **Verletzung des festgelegten Spannungsbandes** an der Höchstspannungs- (HöS)-Seite des Netzverknüpfungspunktes (NVP).
 - **Blindleistungsanforderungen des ÜNB** aus dem VN.
 - **Redispatchanfrage des ÜNB** an den VNB.

- Die SDL für den VNB umfassen ebenfalls drei Fälle mit folgenden Punkten:
 - **Spannungsbandeinhaltung** im VN.
 - **Minimierung der Netzverluste.**
 - **Engpassmanagement.**

Grundlegende Zielfunktionen und Nebenbedingungen



- Die allen AWF zugrundeliegende Optimierung ist die Minimierung der Energieverluste im VN.

- $F(Q) = \min \sum_{i=1}^N P_{\text{Verlust}}^i(\mathbf{q})$,

- Für alle AWF gelten aber folgende Bedingungen:

1. Einhaltung der Blindleistungsgrenze der Anlage:

- $q_{\min}^i \leq q^i \leq q_{\max}^i \quad \forall i \in \{\text{DEA}\}$

2. Einhaltung der Spannungsgrenzen:

- $u_{\min} \leq u \leq u_{\max}$

3. Einhaltung der Strombelastbarkeit der Betriebsmittel:

- $I^i \leq I_{\max}^i \quad \forall i \in \{\text{Betriebsmittel}\}$

- Stellt der ÜNB eine Anforderung an den Blindleistungsaustausch am NVP zwischen HS- und HÖS-Netz, wird zusätzlich noch folgende Bedingung angewendet:

- Q- (U-)Sollwertvorgabe mit Toleranzbereich am NVP HS/Hös:

- $|Q_{\text{NVP}} - Q_{\text{NVP}}^{\text{soll}}| \leq Q_{\text{Toleranz}}$

Stellbereiche

- Zur Bestimmung des Q-Potenzials wird nicht die Zielfunktion zur Minimierung der Netzverluste verwendet
- Die neue Funktion unterliegt auch wieder den Bedingungen 1 - 3
- $G(Q) = \max \sum_{i=1}^n g_Q^i(\mathbf{q})$ mit $g_Q^i(\mathbf{q}) = \pm Q_{NVP}^i$,
- Q_{NVP}^i beschreibt den Q-Austausch am i -ten NVP, der für alle NVPs entweder positiv oder negativ gezählt wird. Als Bereitstellungspotenzial wird die Summe des Q-Austausches über die NVPs angegeben.
- Analog wird der Spannungsbereich unterspannungsseitig am NVP bestimmt.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung



Simulations- und Testumgebung

drewagNETZ

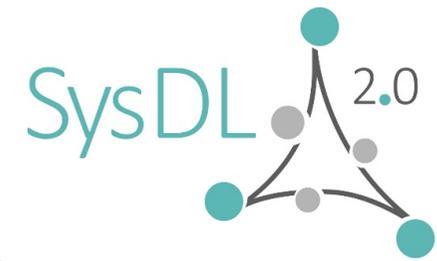
SIEMENS



UNI KASSEL
VERSITÄT



Offline Simulationen



- Erstellung von Netzzuständen aus Zeitreihen der VNB
- Netzzustand und Zeitreihen dienen als Prognosegrundlage (addieren von stat. Fehlern)
- SysDL Modul optimiert IST-Zustand

Netzleitsystem
„Netzdaten“
Input der Zeitreihen

Prognose
Lasten und Erzeuger

Datenfluss-Koordination über
den Enterprise Service Bus (ESB)

SysDL Modul

- State Estimation
- Ist-Optimierung

SysDL Modul

- Prognosezustandserfassung
- Optimierung der Prognosezustände

- Prognose dient als Grundlage für Q- und U-Stellbereiche und Redispatchanfragen
- Sollwertvorgaben aus der Optimierung dienen zusammen mit Zeitreihen als neuer Netzzustand

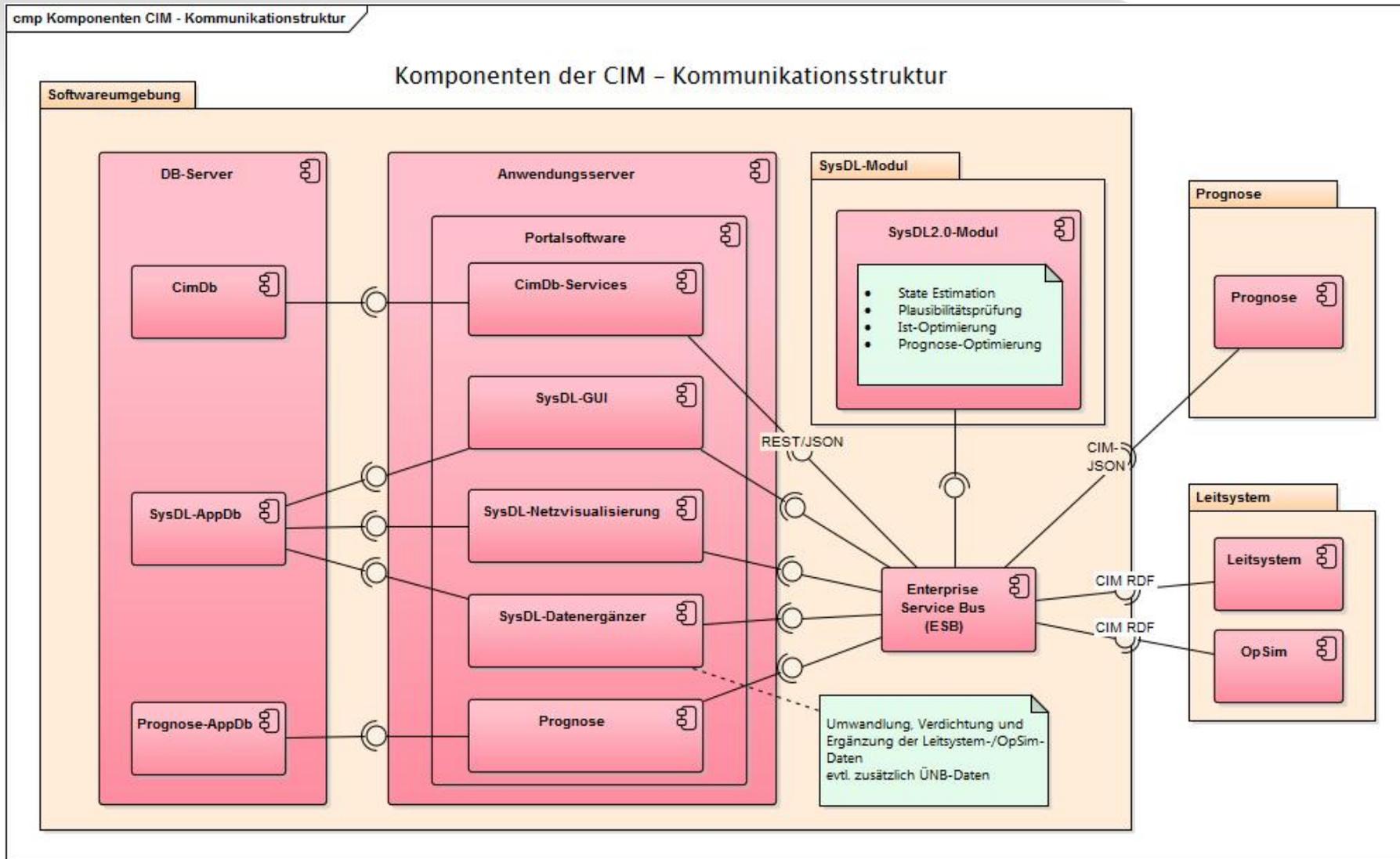
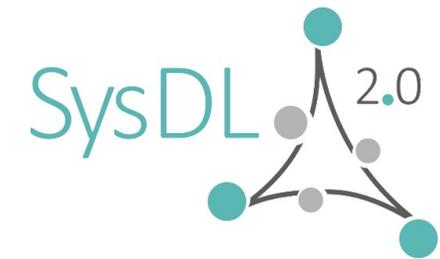
Monitor
Netzabbild und
Prognose für Lasten
und Erzeuger

Darstellung
Sollwerte und
Q-Bereiche
der Prognosen

Grafische Ausgabe

- 1 Netzdaten
- 2 aktuelle Prognose
- 3 IST – Sollwerte
- 4 Q Bereiche für Prognose

Schematischer Aufbau des SysDL2.0 Demonstrators



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung



Simulationsergebnisse

drewagNETZ

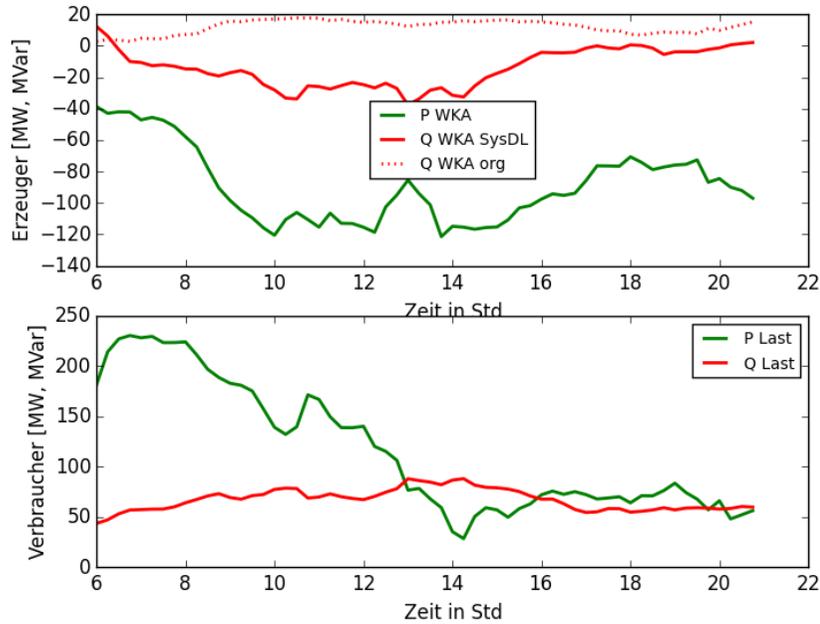
SIEMENS



**U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T**

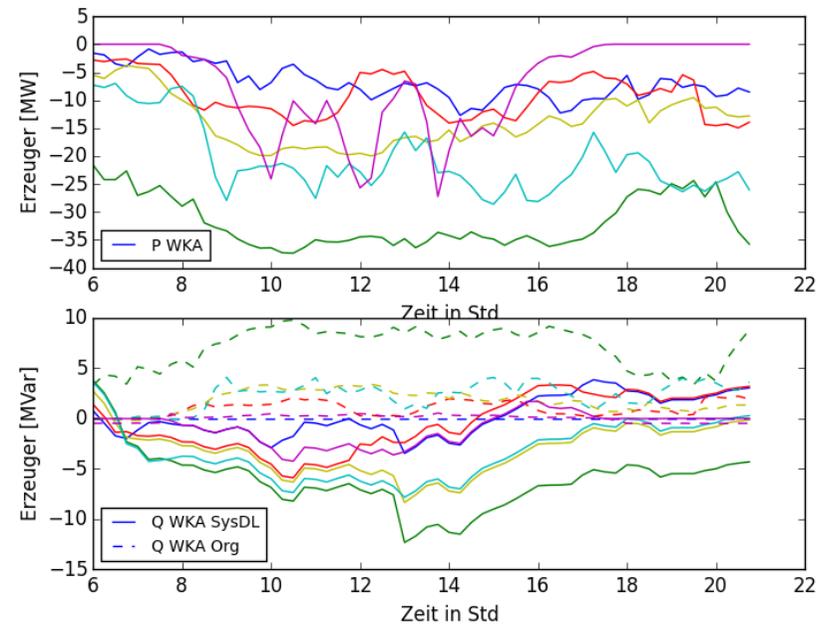


Erzeuger- und Lastzeitreihen



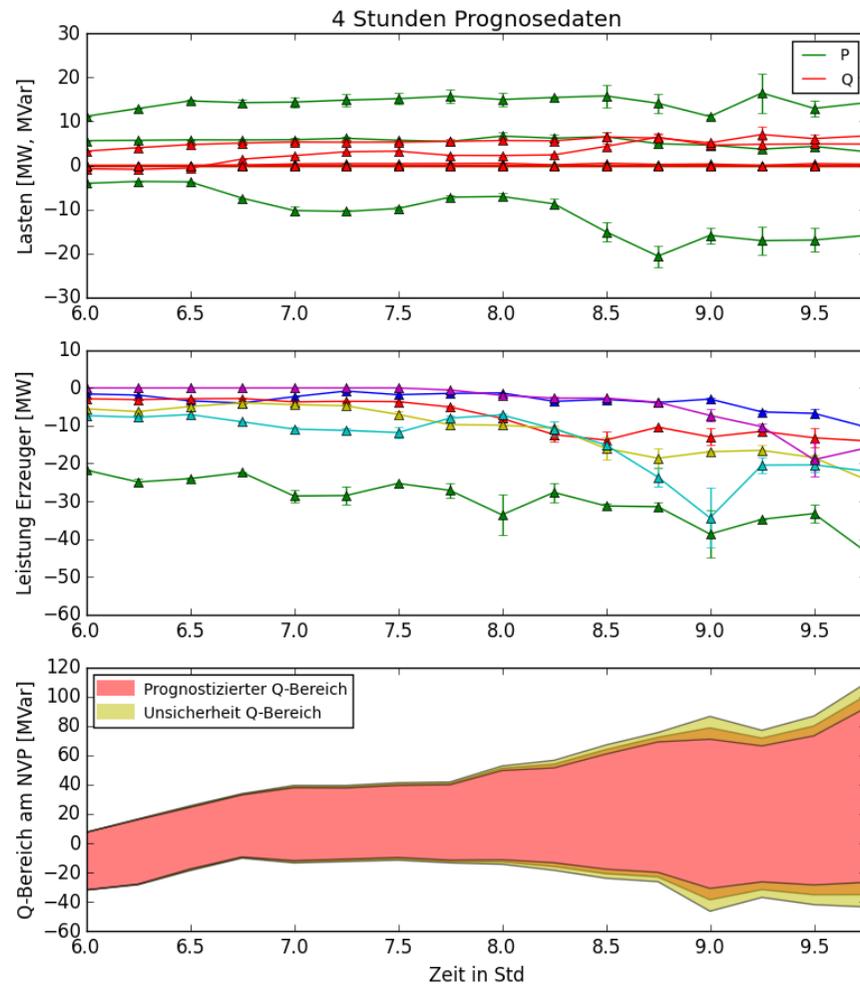
- Zeitreihen P und Q
- 01.01.2014 – 31.12.2014
- 15 Minuten Auflösung

- 6 Einspeiser
- Ca. 30 Lasten
- 5 Hybridknoten
- 3 NVP zum HÖS-Netz

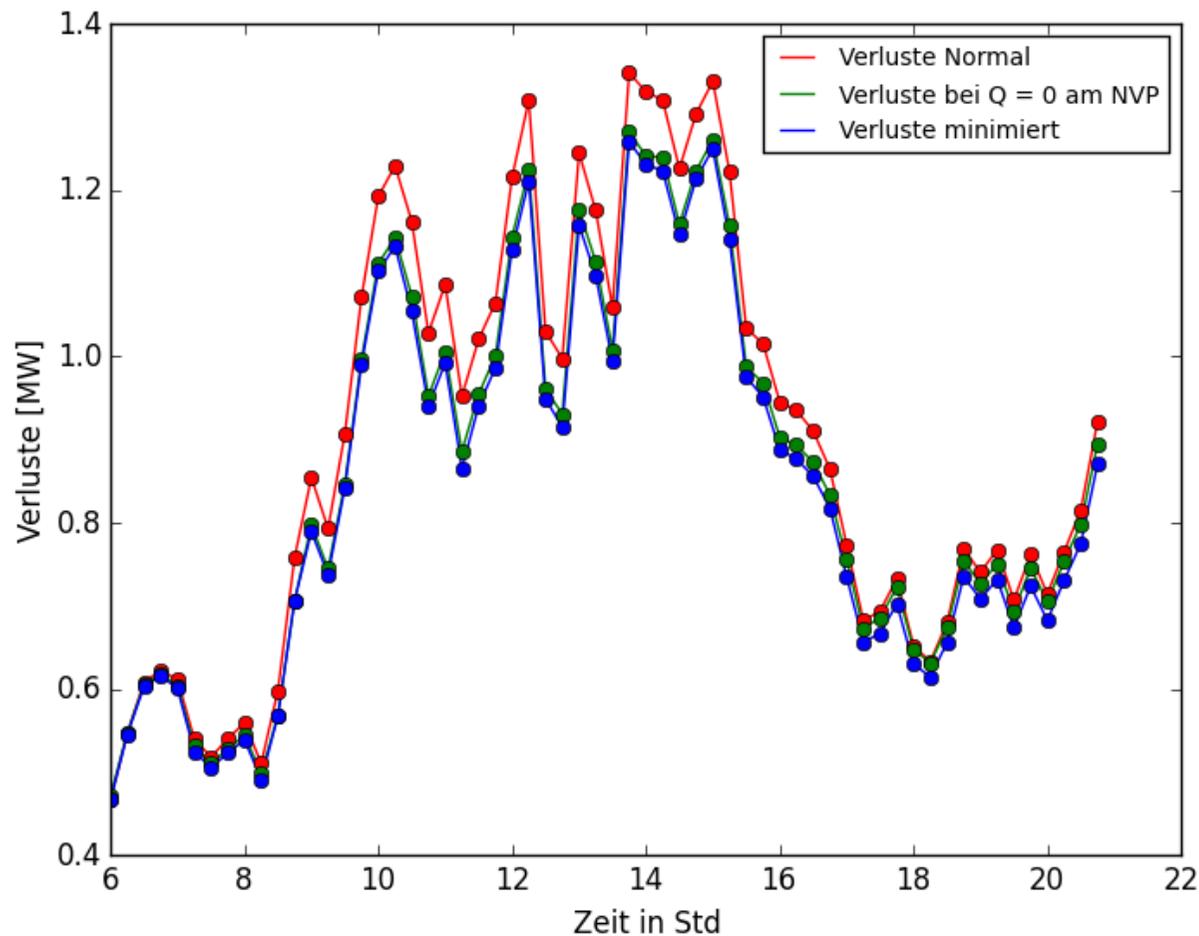


(Simulierte) Prognosen

- Prognosen für Einspeiser (Wind und PV)
- Prognosen für Last- und Hybridknoten
- (Integration von Kraftwerkseinsatzplänen)
- Nutzung für Stellbereiche und Redispatch
- Unsicherheit wird gemittelt auf Stellbereich übertragen
- Nutzen für ÜNB um Möglichkeiten des VN abzuschätzen



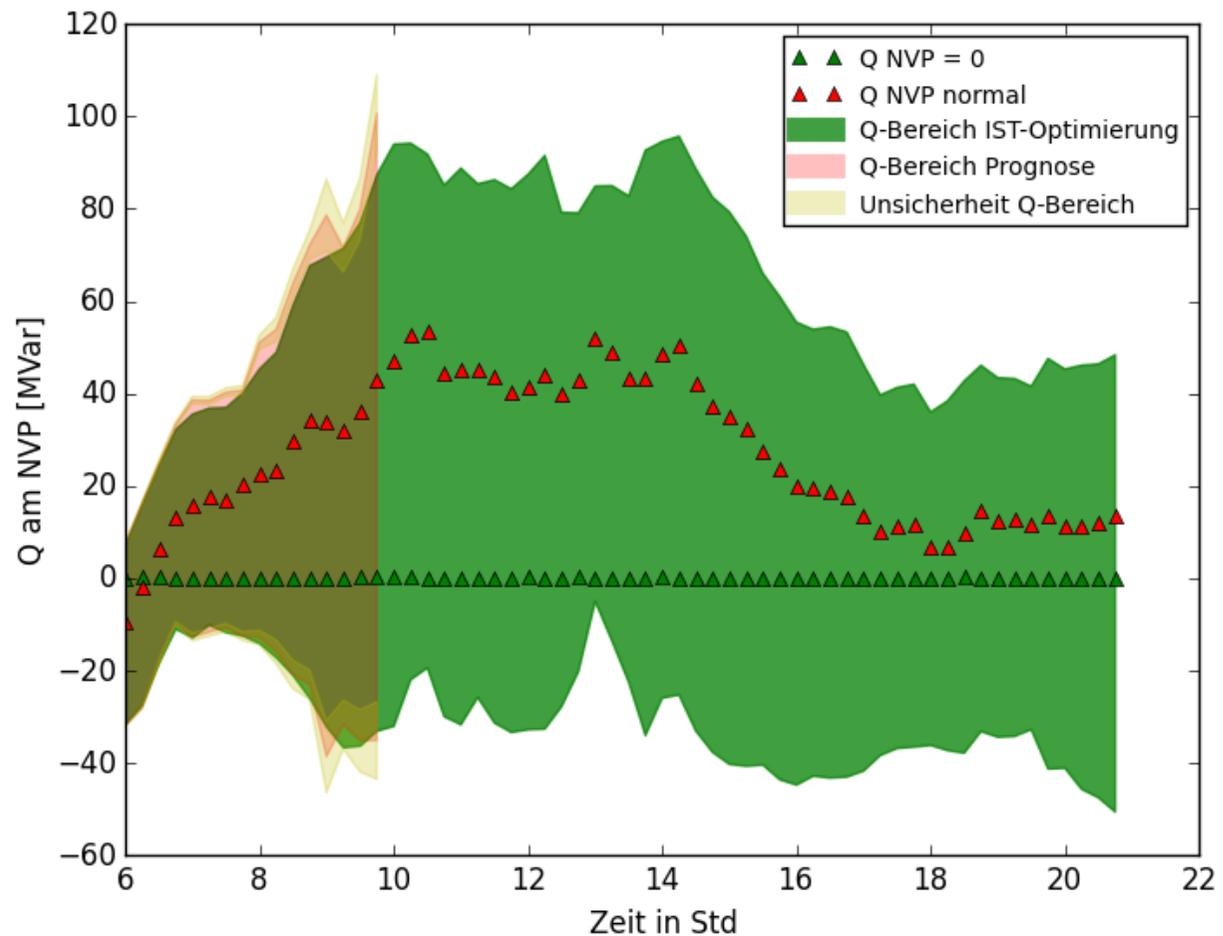
Optimierung auf Verluste



- Verlustoptimierung ist immer Zielfunktion
- Nebenbedingungen bestimmen die Effizienz der Verlustoptimierung
- Rot: Originale Netzzustände
- Grün: Verluste bei Q = 0 Mvar am NVP
- Blau: Optimierung auf Verluste
- Einsparung von bis zu 100kW

Blindleistungsbereitstellung am NVP

- Optimierung auf $Q = 0$ Mvar am NVP
- Bestimmung des Q-Bereitstellungspotenzials für die Netzgruppe
- Vergleich zwischen Prognose und tatsächlichen Werten



Zusammenfassung und Ausblick

SysDL2.0 – Systemdienstleistungen aus Verteilnetzen

- Grundlegende Funktionen der Optimierung sind realisiert
- Ergebnisse auf realen Zeitreihen zeigen, dass das Konzept funktioniert
- Erste Phase der Tests ist abgeschlossen (Offline-Simulationen) → Real-Time-Simulationen
- Aufbau eines ESB basierten Demonstrators mit CIM Datenmodell (CGMES)
- Anschluss an die Netzleitstellen
- Vorbereitung des Feldtests in 2017



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit