

Beitrag zum 14. Symposium Energieinnovation

Einfluss kurzfristig steuerbarer Netzbetriebsmittel auf den Übertragungsnetzbetrieb unter steigenden Unsicherheiten

- Einleitung
- Methodisches Vorgehen
- Ergebnisse
- Fazit

Tobias van Leeuwen, Jonas Eickmann, Albert Moser
Graz, 11.02.2016

Hintergrund



Veränderungen in der Versorgungsstruktur

- Steigender Stromtransport im Übertragungsnetz
- Verzögerungen beim Netzausbau erwartet
- ➔ Hohe Anzahl Engpässe im Übertragungsnetz



Technologische Entwicklungen

- Zunehmende Verfügbarkeit leistungsflusssteuernder Betriebsmittel
 - ◆ Phasenschiebertransformatoren (PST)
 - ◆ Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ)
- ➔ Erhöhte Steuerbarkeit des Übertragungsnetzes



Unsicherheiten im Übertragungsnetzbetrieb

- Zunehmende Bedeutung von Unsicherheiten
 - ◆ Betriebsmittelausfälle
 - ◆ Prognosefehler von EE-Anlagen
 - ◆ Kurzfristiger Handel mit elektrischer Energie

Hintergrund

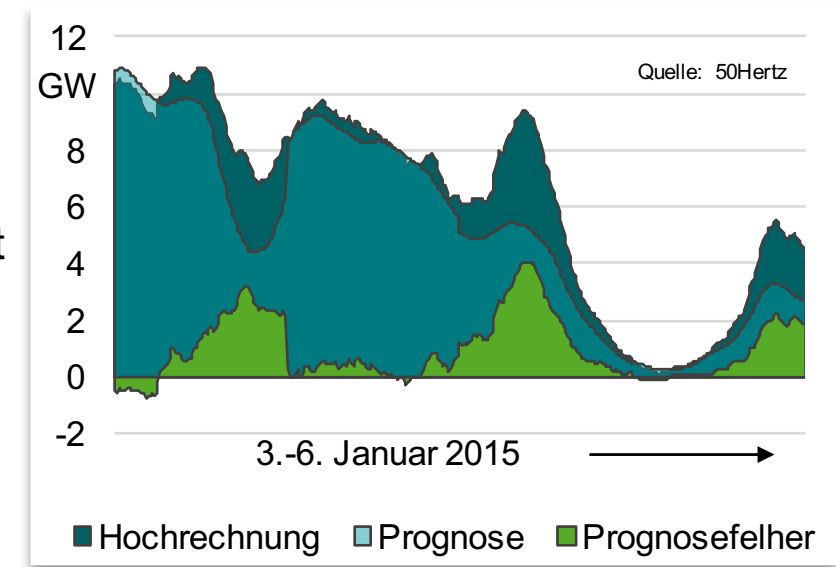
Unsicherheiten

- Deutliche Abweichungen zwischen vortäglicher Prognose und Hochrechnung
- Systemkenntnis steigt mit geringerem Zeithorizont
- ➔ Signifikante Abweichungen von antizipierten Betriebszuständen und unerwartete Engpässe
- Reaktion der Übertragungsnetzbetreiber auf Veränderungen des Betriebszustands
- Ausreichende Verfügbarkeit von Maßnahmen muss sichergestellt sein

Handlungsoptionen

- Deutliche Unterschiede hinsichtlich ihrer Aktivierungszeit, Wirkung und Kosten
 - ◆ Anfahrten von Reservekraftwerken bis zu mehreren Tagen
 - ◆ Anpassung HGÜ-Arbeitspunkt in wenigen Sekunden bis Minuten
- ➔ **Umsetzung von Engpassbehebungsmaßnahmen so spät wie möglich, aber so früh wie nötig**
- ➔ **Steigende Komplexität und hoher koordinativer Aufwand im Betrieb von Übertragungsnetzen**

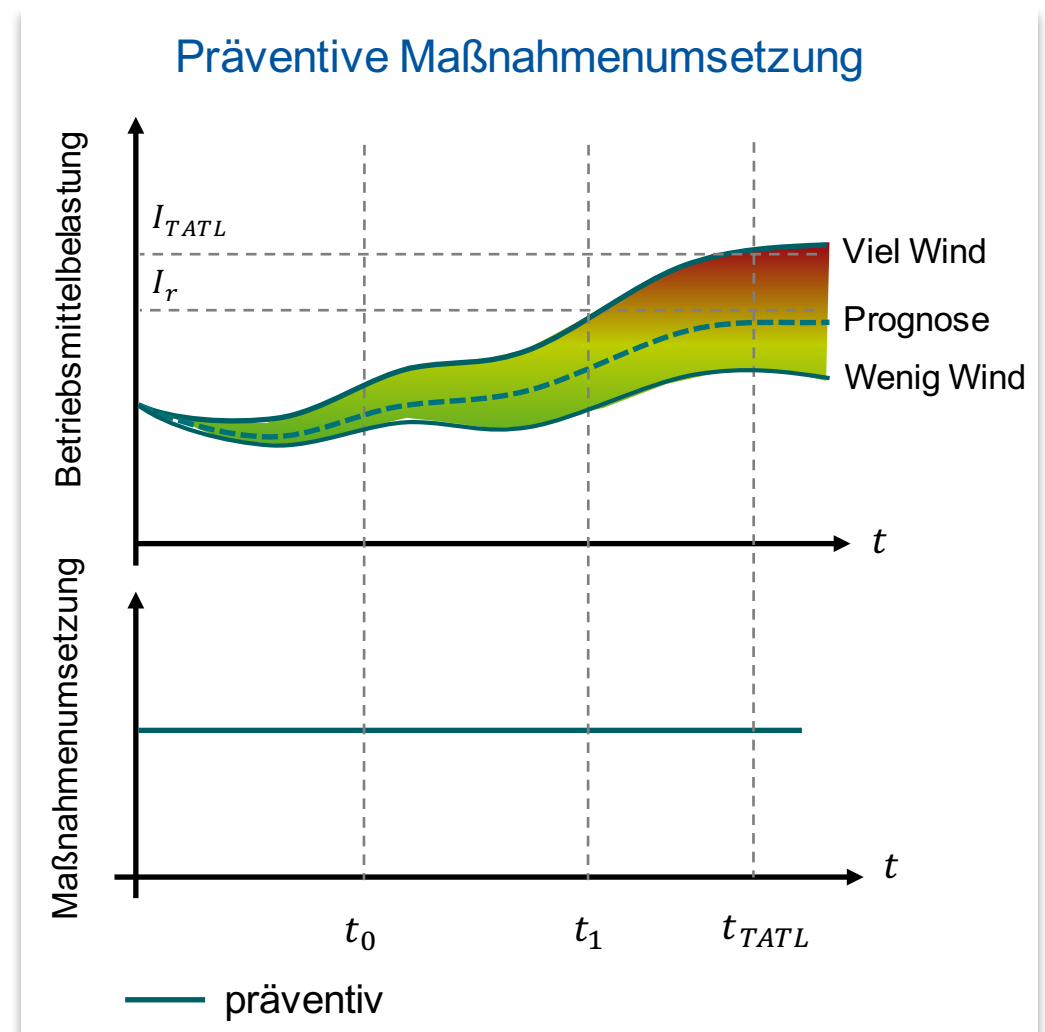
Day-Ahead Windprognosefehler 50Hertz



Maßnahmenumsetzung unter Unsicherheiten

Präventive Umsetzung

- Umsetzung von Maßnahmen im Normalbetrieb
- Einhaltung aller stationären Grenzwerte in relevanten Betriebssituationen



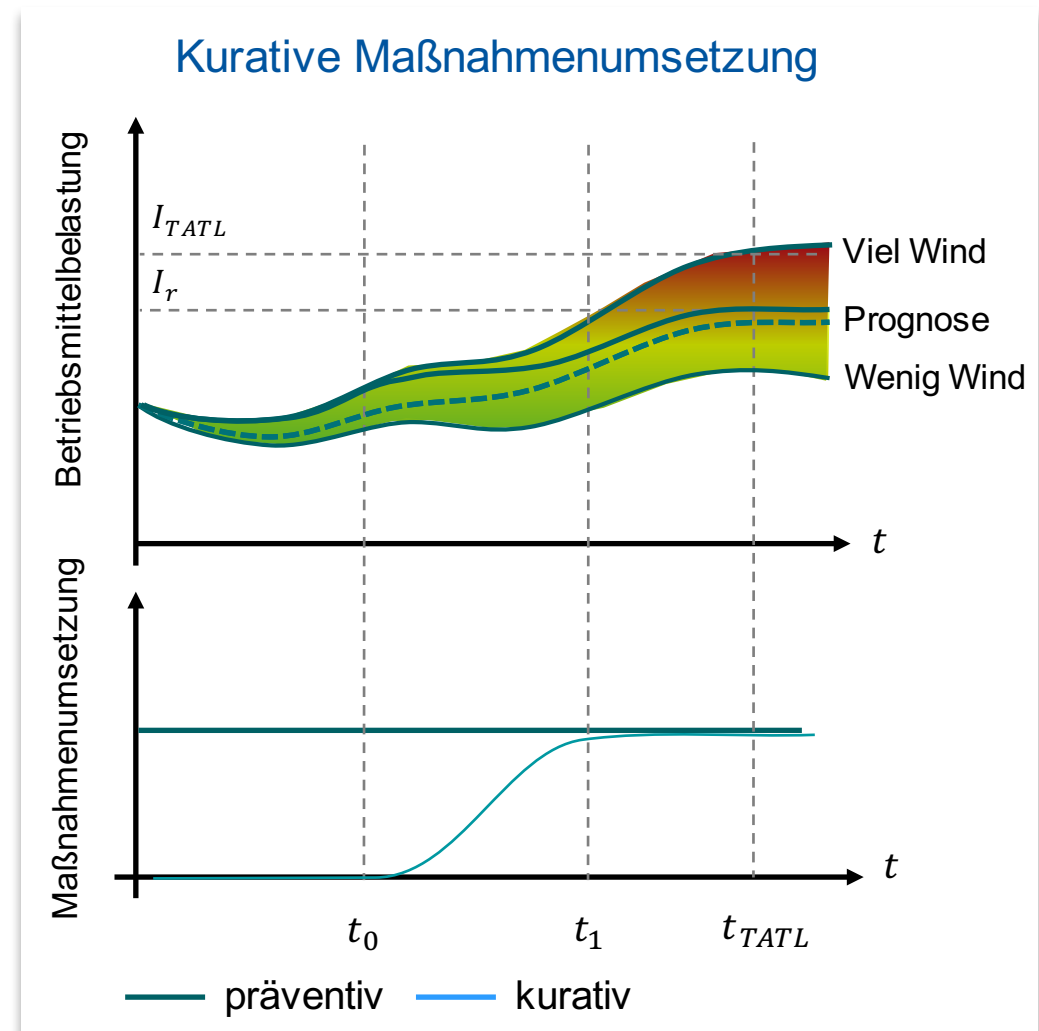
Maßnahmenumsetzung unter Unsicherheiten

Präventive Umsetzung

- Umsetzung von Maßnahmen im Normalbetrieb
- Einhaltung aller stationären Grenzwerte in relevanten Betriebssituationen

Kurative Umsetzung

- Umsetzung von Maßnahmen als Reaktion auf Prognoseanpassungen im Normalbetrieb



Maßnahmenumsetzung unter Unsicherheiten

Präventive Umsetzung

- Umsetzung von Maßnahmen im Normalbetrieb
- Einhaltung aller stationären Grenzwerte in relevanten Betriebssituationen

Kurative Umsetzung

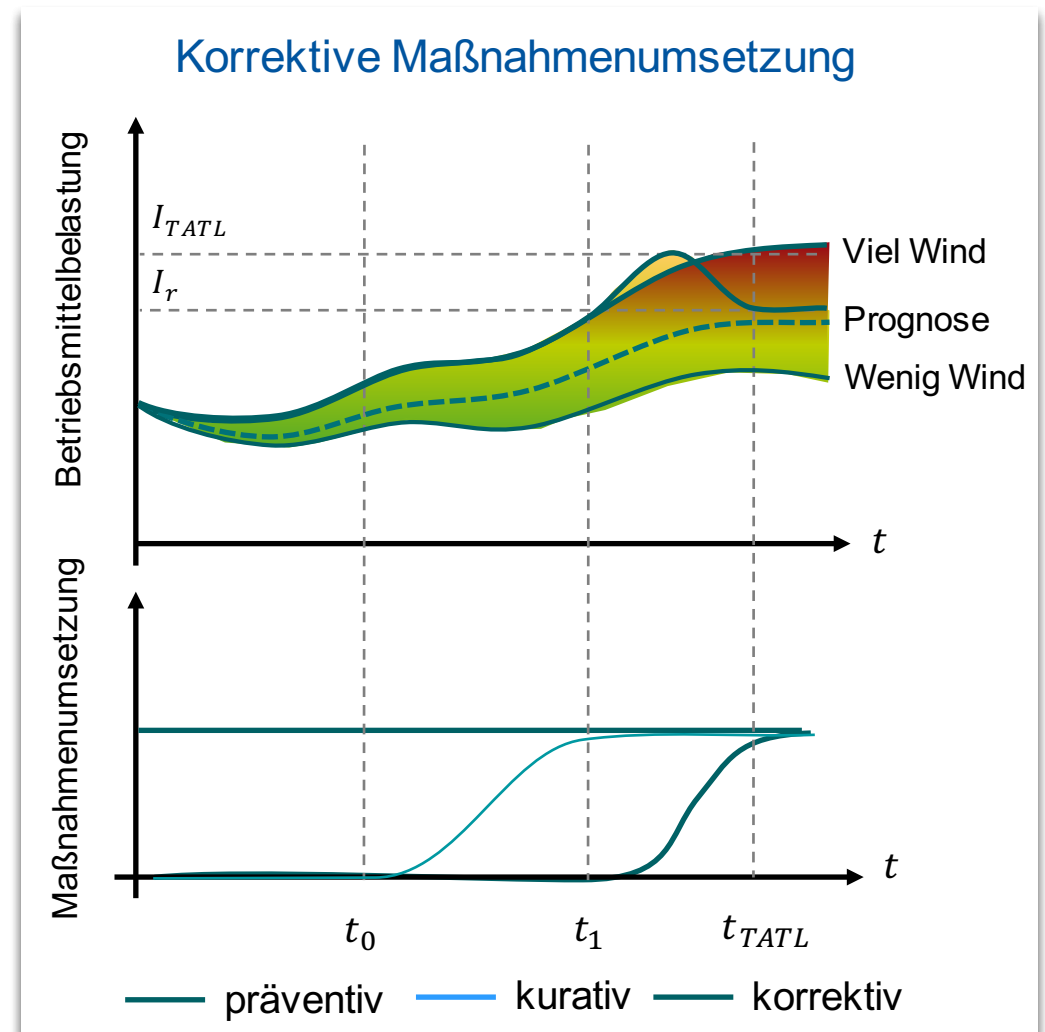
- Umsetzung von Maßnahmen als Reaktion auf Prognoseanpassungen im Normalbetrieb

Korrektive Umsetzung

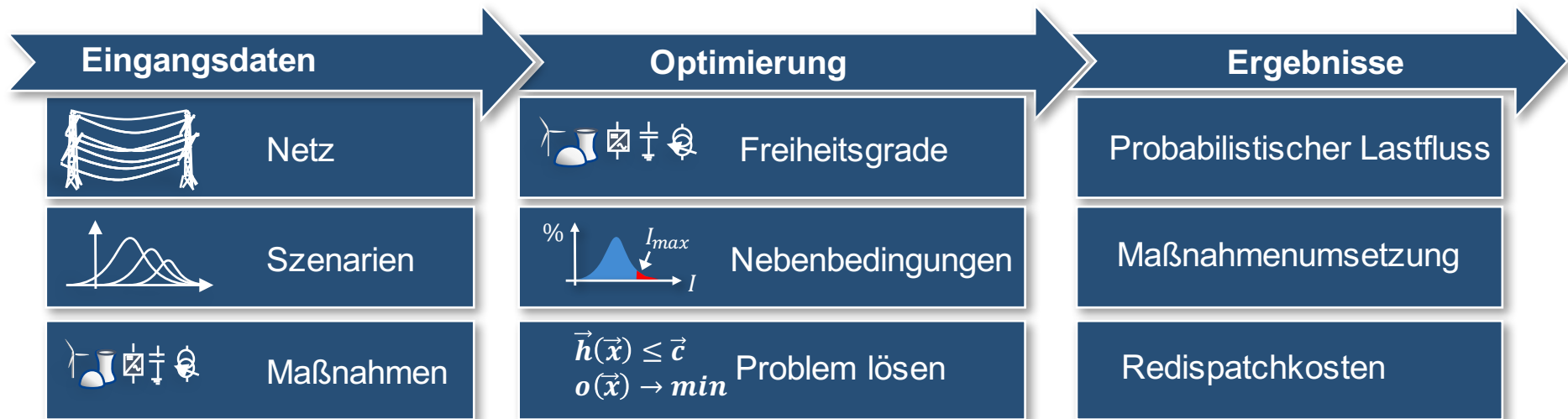
- Ausnutzung kurzfristiger Überlastbarkeit
- Umsetzung als Reaktion auf das Eintreten eines Betriebsmittelausfalls

Praktische Umsetzung

- Kombinierte Anwendung unter geeigneter Koordination
 - ➔ Ausnutzung steigender Flexibilität
 - ➔ Vorhaltung von ausreichender Flexibilität zwingend erforderlich



Verfahrensübersicht



Unsicherheiten

- Abbildung von Einspeiseunsicherheiten als Szenarien
 - ◆ Möglicher Verlauf von Last-Einspeise-Situationen (LES)
 - ◆ Berücksichtigung von räumlichen und zeitlichen stochastischen Abhängigkeiten
 - ◆ Berücksichtigung von Ausfallsituationen in jedem Szenario

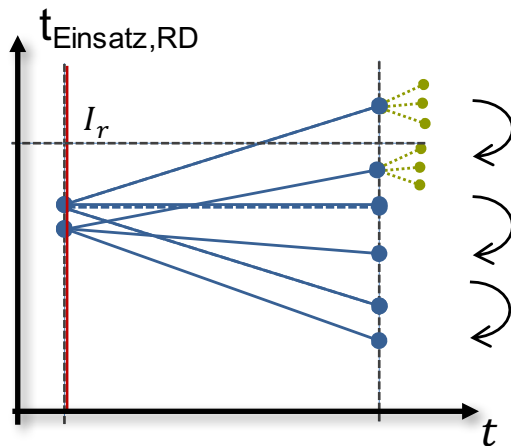
Netzbetriebsoptimierung

- Formulierung des Optimierungsproblems als sukzessiv lineares Optimierungsproblem
- Berücksichtigung von szenario- und zeitkoppelnden Nebenbedingungen
- ➔ Minimierung der erwarteten Kosten zur Engpassbehebung

Modellierung der Maßnahmenumsetzung

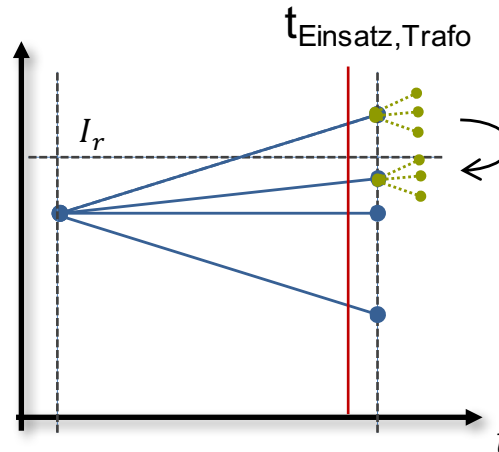
- Aktivierungszeitpunkte von Maßnahmen entscheidend für den Einfluss auf Szenarien

Präventiver Einsatz



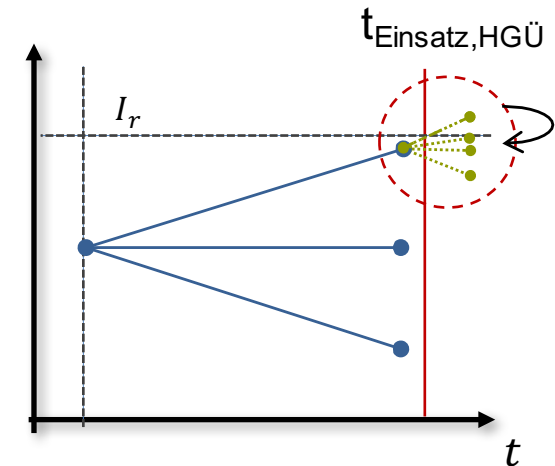
- Maßnahmen mit langer Aktivierungszeit (z.B. ReserveKW)
- Szenariounabhängige Rückwirkung auf Betriebszustand

Kurativer Einsatz



- Maßnahmen mit geringer Aktivierungszeit (z.B. Transformatoren)
- Szenarioabhängige Rückwirkung auf Betriebszustand

Korrektiver Einsatz



- Maßnahmen mit Aktivierungszeit < 15min (z.B. HGÜ)
- Ausfallabhängige Rückwirkung auf Betriebszustand

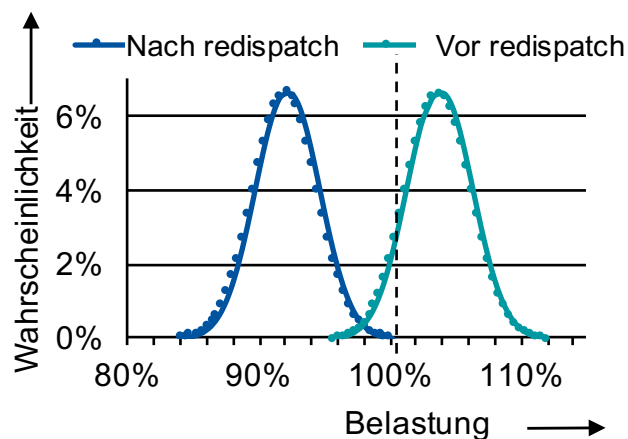
- Kosten der Maßnahmen im Optimierungsproblem mit Eintrittswahrscheinlichkeit des Szenarios und der Ausfallsituation gewichtet

Exemplarische Untersuchungen

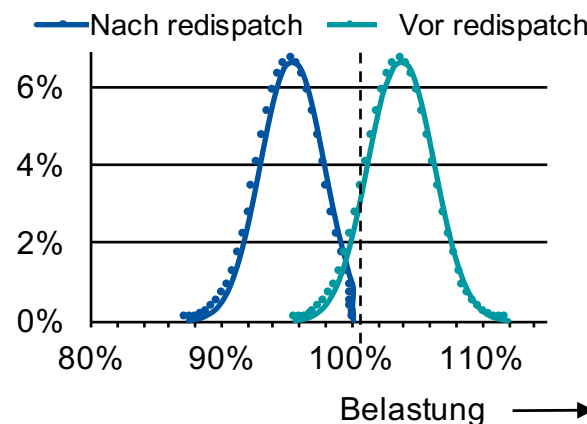
Untersuchungsszenario

- Erzeugungskapazitäten gemäß Szenario Netzentwicklungsplan (NEP) B 2024
- Drehstromnetz basierend auf öffentlichen Daten und Netzausbau gemäß NEP B 2024
- Betrachtete Situation:
 - ◆ Last: 69,8 GW, Wind: 40,8 GW
- Berücksichtigung von 41 Szenarien mit korrelierten Windprognosefehlern

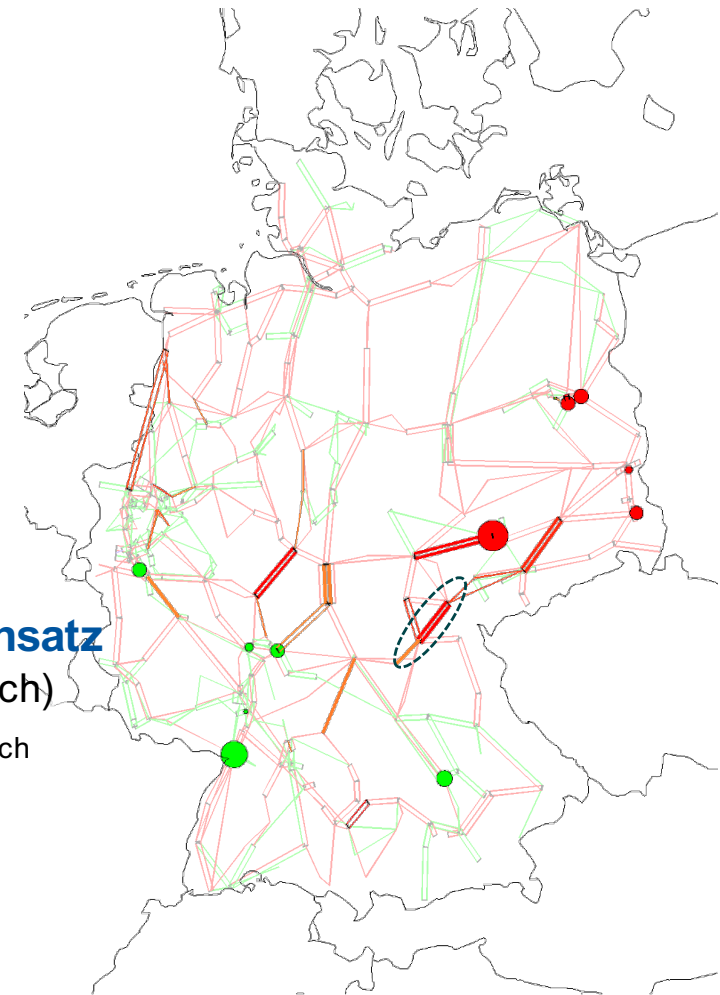
Präventiver Einsatz (2.4 GW redispatch)



Präventiver & kurativer Einsatz (1,95 GW erwarteter redispatch)



● Erhöhung — Engpass ○ 1 GW
 ● Reduktion ○ 2 GW
 ○ 4 GW

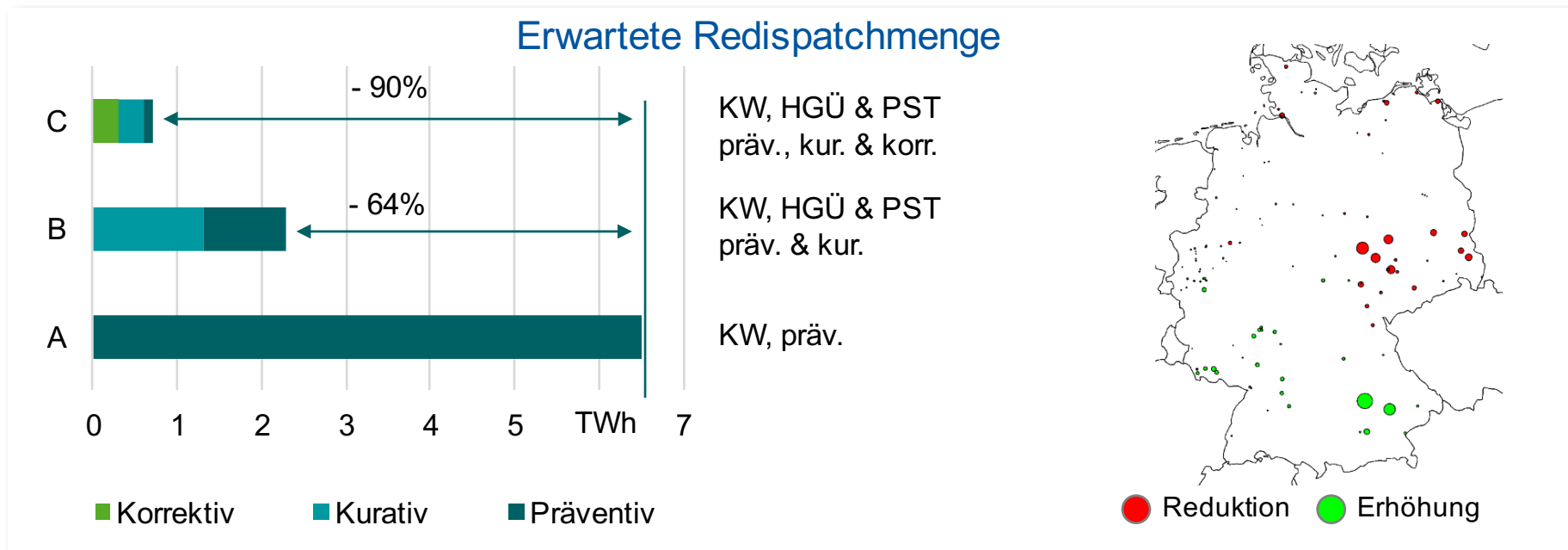


Einfluss kurzfristig steuerbarer Netzbetriebsmittel auf den Übertragungsnetzbetrieb
unter steigenden Unsicherheiten | 11.02.2016 | Tobias van Leeuwen

Exemplarische Untersuchungen

Untersuchungsszenario

- Simulation der Engpassbehebung im Jahr 2024 mit 8760 LES mit je 41 Szenarien



- ➔ Signifikante Verringerung der erwarteten Redispatchmenge durch kurative und korrektive Maßnahmenumsetzungsstrategien zu erzielen
- ➔ HGÜs und PSTs bieten durch kurzfristige Steuerbarkeit großes Potential im Umgang mit Unsicherheiten

Zusammenfassung

Ziel des Beitrags

Ermittlung des Einflusses kurzfristig steuerbarer Netzbetriebsmittel auf den Übertragungsnetzbetrieb unter steigenden Unsicherheiten

Hintergrund

- Steigende Unsicherheiten sowie erhöhte Steuerbarkeit im Betrieb von Übertragungsnetzen
- Optimale Koordination der Handlungsoptionen der Übertragungsnetzbetreiber unter Unsicherheiten zu quantifizieren

Methodisches Vorgehen

- Formulierung eines sukzessiv linearen Optimierungsproblems mit Berücksichtigung von zeit- und szenariokoppelnden Nebenbedingungen
- Minimierung der erwarteten Kosten der Engpassbehebung

Ergebnisse

- Signifikante Reduzierung der Engpassbehebungskosten durch Maßnahmenumsetzungsstrategien, die die kurzfristige Steuerbarkeit von HGÜs und PSTs berücksichtigen

FRAGEN UND DISKUSSION

Kontakt details

Tobias van Leeuwen

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW),
RWTH Aachen University

Tel: +49 (0)241 80-96731

E-Mail: tl@iaew.rwth-aachen.de

<http://www.iaew.rwth-aachen.de>

Institutsleiter

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser