

Planung elektrischer Übertragungsnetze unter Berücksichtigung netzbetrieblicher Flexibilitäten

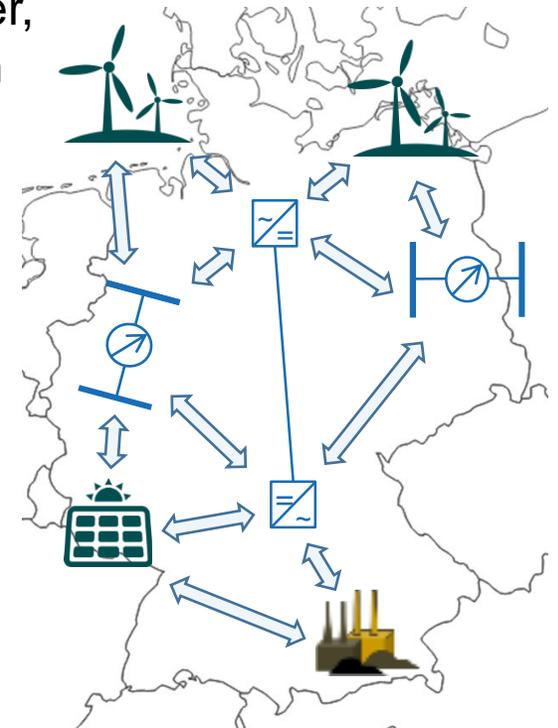
Beitrag zum 16. Symposium Energieinnovation

- Einleitung
- Methodisches Vorgehen
- Exemplarische Ergebnisse
- Zusammenfassung

Marco Franken, Alexander Schrief, Albert Moser
Graz, 12.02. – 14.02.2020

Bedarfsgerechte Auslegung zukünftiger Energieversorgungssysteme

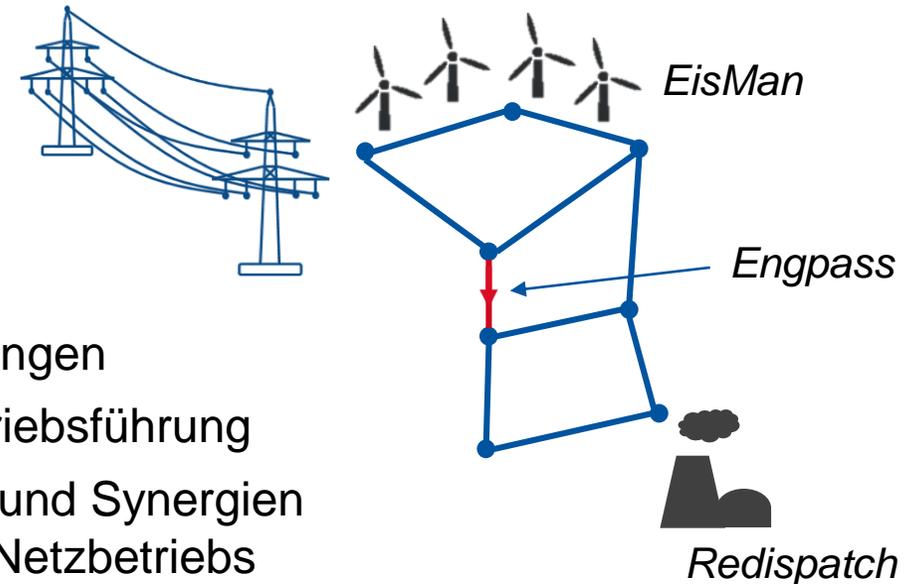
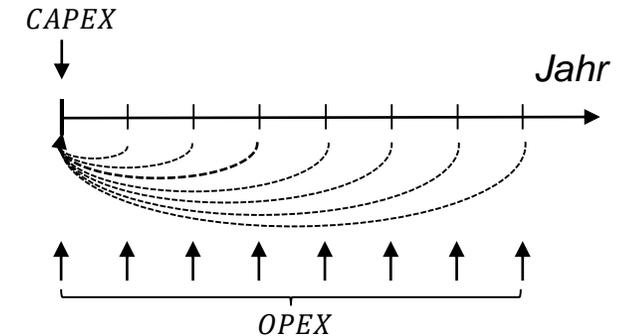
- Dekarbonisierung der Energieversorgungssysteme bedingt eine Substitution zentraler, konv. Kraftwerke durch regenerative, zumeist lastfern allokierte Erzeugungseinheiten
→ Bedarf an neuen Übertragungskapazitäten erfordert Ausbau des elektrischen Übertragungsnetzes
- Fehlende Akzeptanz und zeitintensive Genehmigungsverfahren verzögern erforderlichen Netzausbau
→ Bedarf an effizienterer Nutzung und Höherauslastung bestehender Übertragungskapazitäten und Trassen
- Innovative Systemführungskonzepte erfordern bedarfsgerechte Auslegung zukünftiger Netzstrukturen, deren vollständige Engpassfreiheit unter Einbindung betrieblicher Flexibilitäten gewahrt wird
→ Bedarf zur integrierten Optimierung von Netzausbau und Netzbetrieb zur Ermittlung kosteneffizienter Netzstrukturen



Quelle: IAEW

Integrierte Simulation von Netzausbau und Netzbetrieb

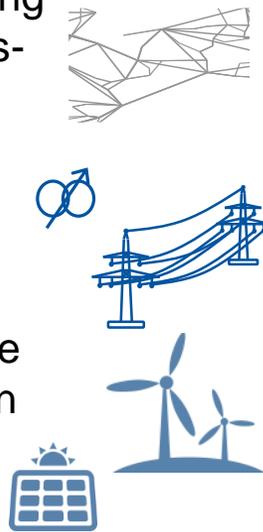
- Minimierung von Investitionskosten (CAPEX) und Betriebskosten (OPEX) anhand von Kapitalwerten
- Technologieportfolio umfasst:
 - Ausbau- und Verstärkungsmaßnahmen der Drehstromtechnik
 - Umbeseilung bestehender Drehstromsysteme
 - Phasenschiebertransformatoren (PST)
 - Engpassmanagementmaßnahmen (EMM)
→ Redispatch konv. Kraftwerke, Einspeisemanagement (EisMan)
- Formulierung als geschlossenes, gemischt-ganzzahliges, lineares Optimierungsproblem
→ Abbildung des Betriebsproblems über DC-Leistungsflussgleichungen
- Simultane Identifikation von Netzausbaumaßnahmen und Netzbetriebsführung
- Integrierte Simulation ermöglicht Abbildung der Interdependenzen und Synergien zwischen verschiedenen Technologien des Netzausbaus und des Netzbetriebs



Integrierte Simulation von Netzausbau und Netzbetrieb

Eingangsdaten

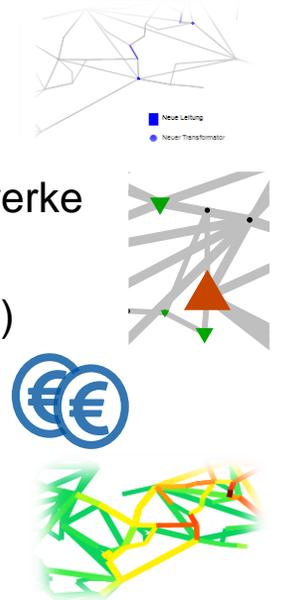
- Netztopologie inkl. Zuordnung von Lasten und Erzeugungseinheiten zu Stationen
- Technologieportfolio
- Ausbau- und Verstärkungskandidaten
- Netznutzungsfall-spezifische Last-/Erzeugungs-Zeitreihen
- Technische Parameter für Erzeugungseinheiten



Minimierung von Investitions- und Betriebskosten

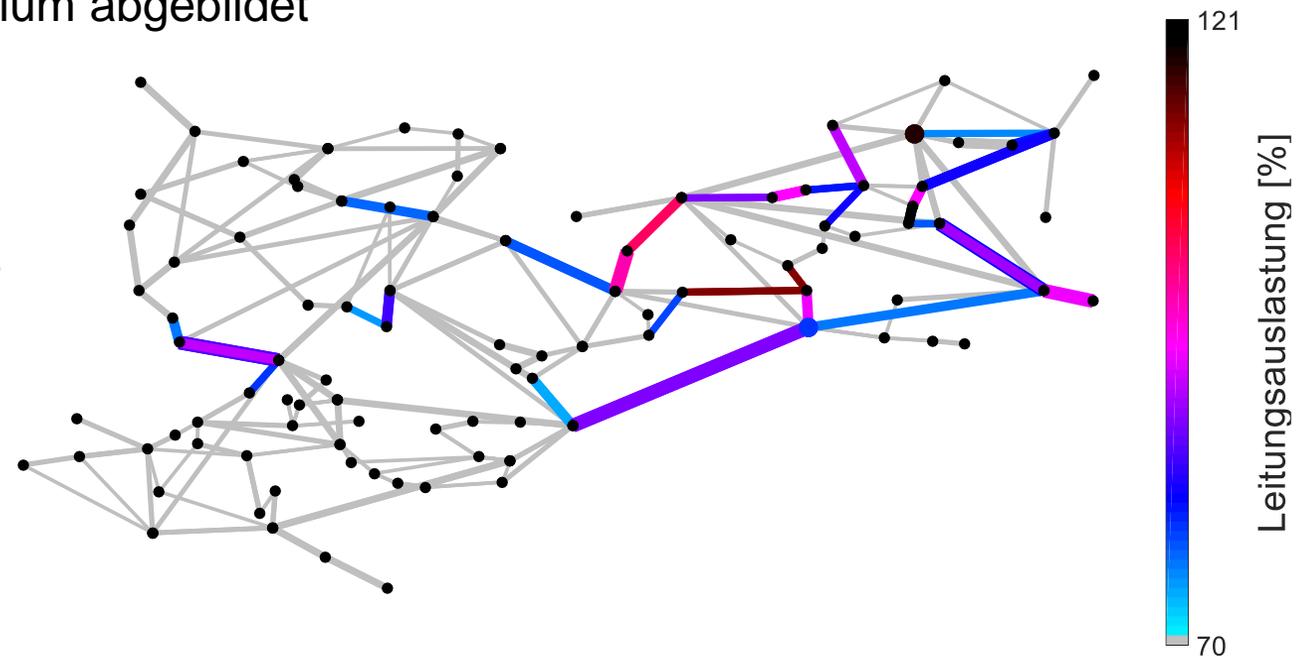
Ergebnisse

- Netzausbau- und Verstärkungsmaßnahmen
- EMM
→ Redispatch konv. Kraftwerke
→ Einspeisemanagement
- Investitionskosten (CAPEX)
- Betriebskosten (OPEX)
- Leistungsflüsse
- Fahrpläne leistungsflusssteuernder Komponenten



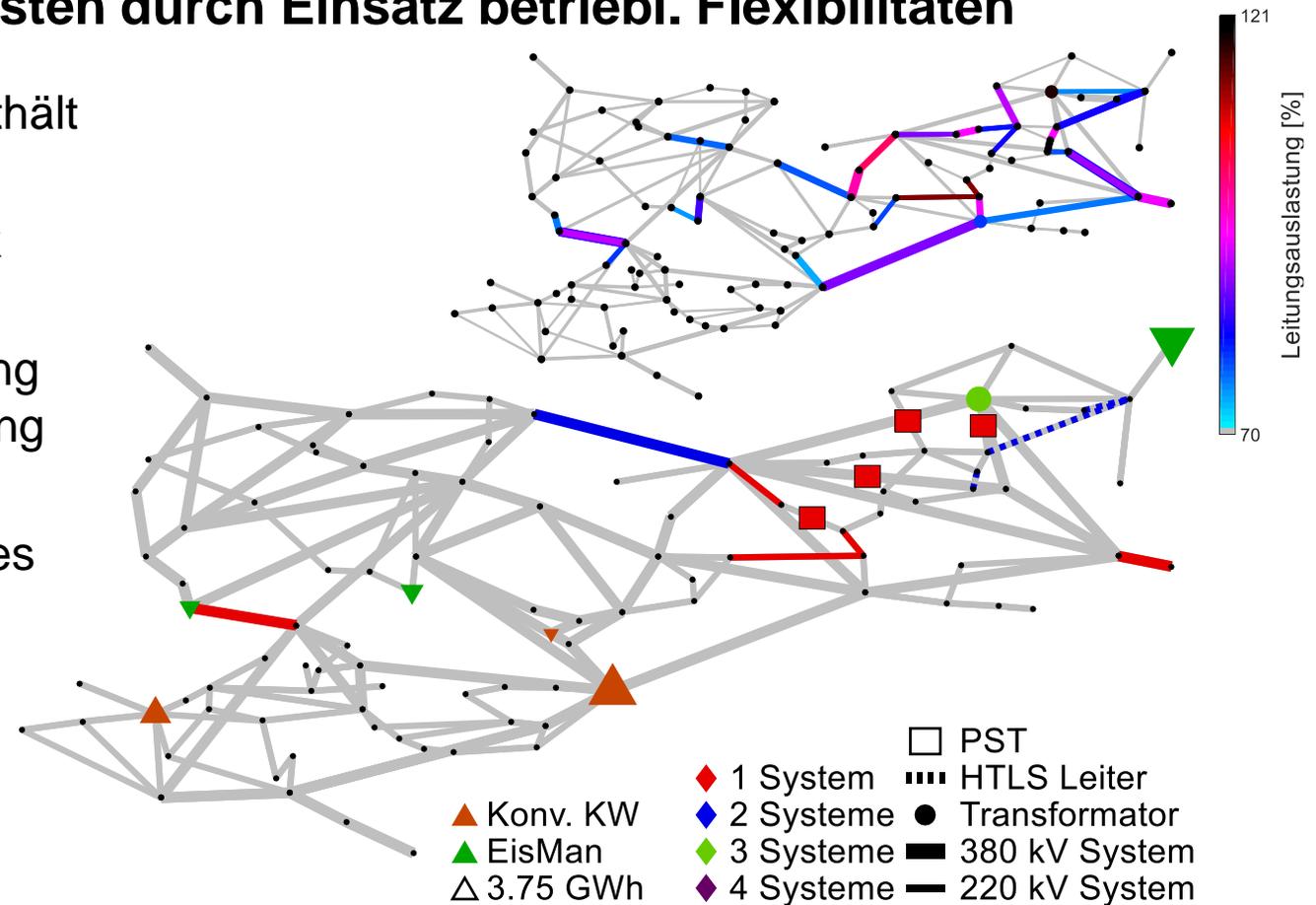
Netzmodell und Szenariorahmen

- Anwendung auf synthetisches Netzmodell basierend auf IEEE 118-Bus-System
- Struktur und Charakteristika des Netzmodells orientieren sich am deutschen Übertragungsnetz
- (n-1)-Sicherheit wird vereinfacht durch 70%-Kriterium abgebildet
- Kosten und Parameter der Ausbaukandidaten orientieren sich an Netzentwicklungsplan (NEP) der deutschen Übertragungsnetzbetreiber
- Anwendung auf fünf Netznutzungsfälle (NNF), die die Engpässe des Jahreslaufs repräsentieren
- Gewichtung der NNF in Abhängigkeit der repräsentierten NNF innerhalb des Jahreslaufs



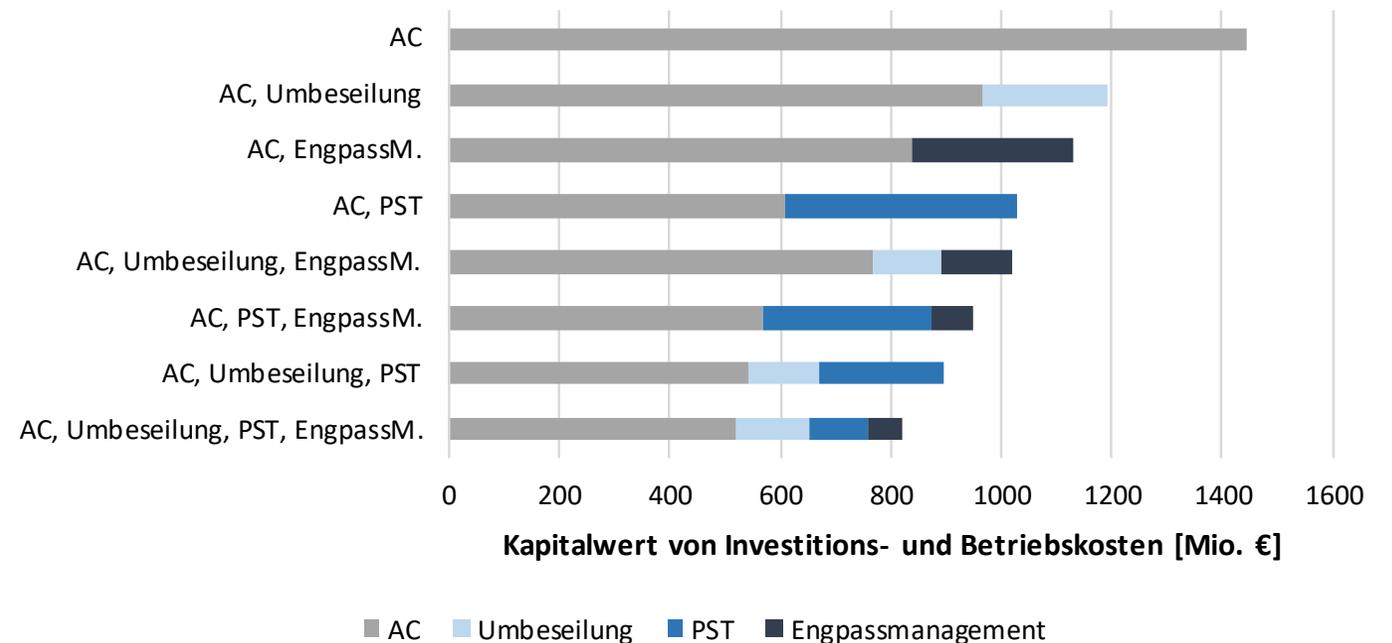
Reduktion von Investitions- und Betriebskosten durch Einsatz betriebl. Flexibilitäten

- Kosteneffizienteste Behebung aller Engpässe enthält Maßnahmen aller Technologien
- EMM zur Behebung von einzelnen, weniger stark ausfallenden Engpässen
- Platzierung und Steuerung von PST zur Entlastung der 220 kV Spannungsebene und Höherauslastung der 380 kV Spannungsebene
- Umbeseilung von Stromkreisen um Aufrüstung des Gestänges zu vermeiden, wenn zusätzliche Übertragungskapazitäten ausreichen
- Untersuchte Technologien und Flexibilitäten ermöglichen eine Kostenreduktion von bis zu 43,1 % im Vergleich zur alleinigen Errichtung neuer Stromkreise



Interdependenzen zwischen einzelnen Technologien zur Wahrung der Systemsicherheit

- Analyse des Einflusses einzelner Technologien durch sukzessives Aufnehmen weiterer Freiheitsgrade in Technologieportfolio
- Nutzen betrieblicher Flexibilitäten nimmt mit der Verfügbarkeit weiterer Flexibilitäten ab
→ Kosteneinsparpotential von PST fällt größer aus als jenes von EMM
→ Nutzen von PST ist unabhängiger von weiteren verfügbaren Technologien als jenes von EMM
- Beitrag von Umbeseilungsmaßnahmen zur Reduktion von Investitions- und Betriebskosten nahezu unabhängig von Verfügbarkeit übriger Technologien



Planung elektr. Übertragungsnetze unter Berücksichtigung netzbetrieblicher Flexibilitäten

- Hintergrund:
 - Dekarbonisierung der Energieversorgungssysteme stellt elektr. Übertragungsnetze vor neue Herausforderungen
 - Zukünftige innovative Systemführungskonzepte erfordern keine engpassfreie Auslegung zukünftiger Netzstrukturen mittels Ausbau- oder Verstärkungsmaßnahmen
- Methodischer Ansatz
 - Optimierungsverfahren zur modellendogenen Platzierung verschiedener Technologien der Netzausbauplanung
 - Integrierte Optimierung von Netzausbau und Netzbetrieb
 - Berücksichtigung technologischer sowie betrieblicher Synergien und Interdependenzen
- Exemplarische Ergebnisse
 - Effiziente Dimensionierung zukünftiger Energieversorgungssysteme erfordert Kombination von Netzausbau und -betrieb
 - Signifikante Reduktion von Investitions- und Betriebskosten durch Integration von PST und EMM in Netzplanung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Marco Franken, M.Sc.

IAEW an der RWTH Aachen
m.franken@iaew.rwth-aachen.de
www.iaew.rwth-aachen.de