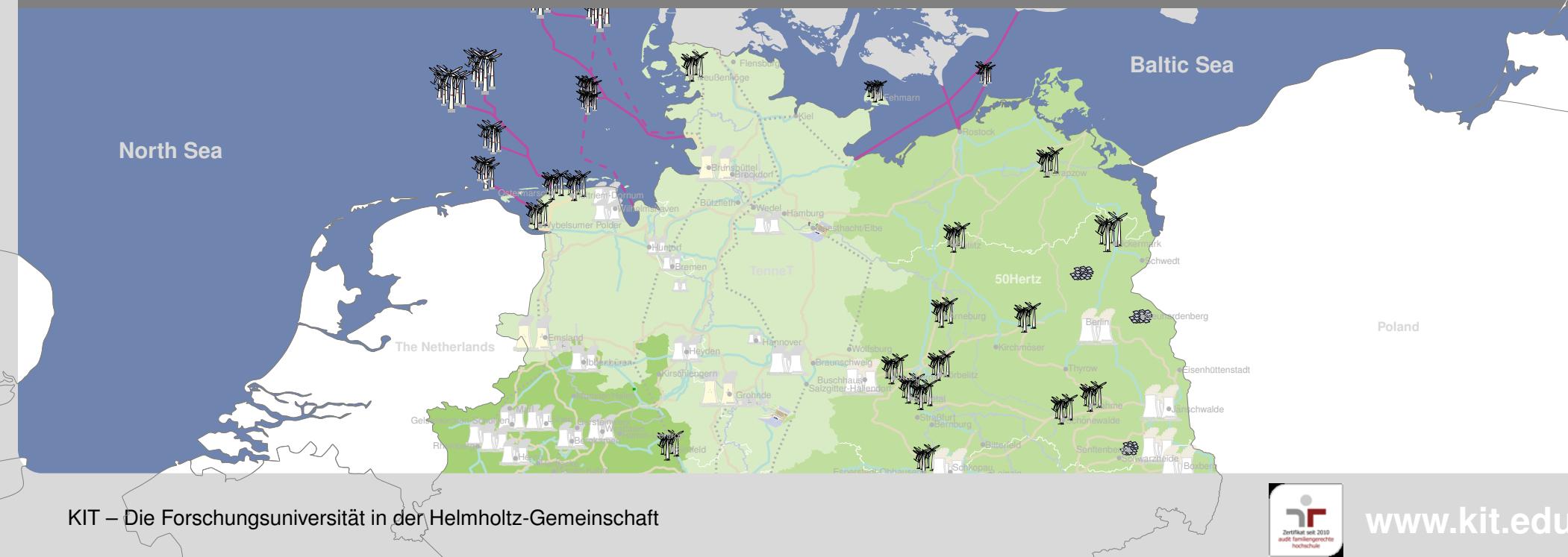


Speicher und Vernetzte Infrastrukturen (SCI)

Thema 6.1 – Netzwerke und Systemintegration

Cluster 5 · Netzplanung, Einsatzplanung und Regelung · 30. Juni 2017
Franziska Wegner (i.V. für T. Faulwasser)

HELMHOLTZ PROGRAMM SPEICHER UND VERNETZTE INFRASTRUKTUREN (SCI)



■ Cluster-Beteiligte

- **IRS** (Prof. Hohmann) FTE: Martin Pfeifer, Lukas Kölsch
- **IAI** (Prof. Hagenmeyer) FTE: Tillmann Mühlfordt, Timm Faulwasser
- **AIFB** (Prof. Schmeck) FTE: Jan Müller, Sebastian Kochanneck
- **ITI** (Prof. Wagner) FTE: Franziska Wegner, Matthias Wolf
- **IISM** (Prof. Weinhardt): J. Gärttner, E. Mengelkamp (Cluster 3)
- **IEH** (Prof. Leibfried)

■ bisherige Treffen

- Doktorandenseminare im SoSe'16: 06.06.2016 und 18.07.2016
- Doktorandenseminare im SoSe'17: 07.06.2017 und 13.06.2017
- Bilaterale Treffen: IRS & ITI; IAI & IISM; IAI & competenceE; IAI & AIFB...

■ Ausgangspunkt

- Entwicklung neuer Regelungs-, Optimierungs- und Planungsmethoden

■ Ziele und Anforderungen

- Konzeptionelle industrielle Anwendbarkeit der Methoden und Konzepte
- Validierung und Umsetzung (proof-of-concept):
 - Infrastrukturen der Großforschung am KIT (Energy Lab 2.0)
 - In Kooperation mit externen Partnern aus Industrie, Wirtschaft und Forschung (Copernicus ENSURE, RegEnKibo)
 - u.a.

■ **system-orientierte Energieforschung am KIT**

- Verbindung von universitärer Grundlagenforschung mit Großforschungskompetenz
- Kooperationen mit Netzbetreibern, Energieerzeugern und Technologiekonzernen (ABB, Siemens, ...)

■ **methodische Breite und fachliche Nähe**

■ **Synergie im Cluster 5 findet Ausdruck in**

- kompatiblen Fachsprachen
- beginnenden bilateralen Kooperationen

■ **Assoziierte im GRK**

- Teilnahme an den jährlichen Klausurtagungen
- Teilnahme an den jährlichen Einzelgesprächen

■ Leitfrage des Clusters 5

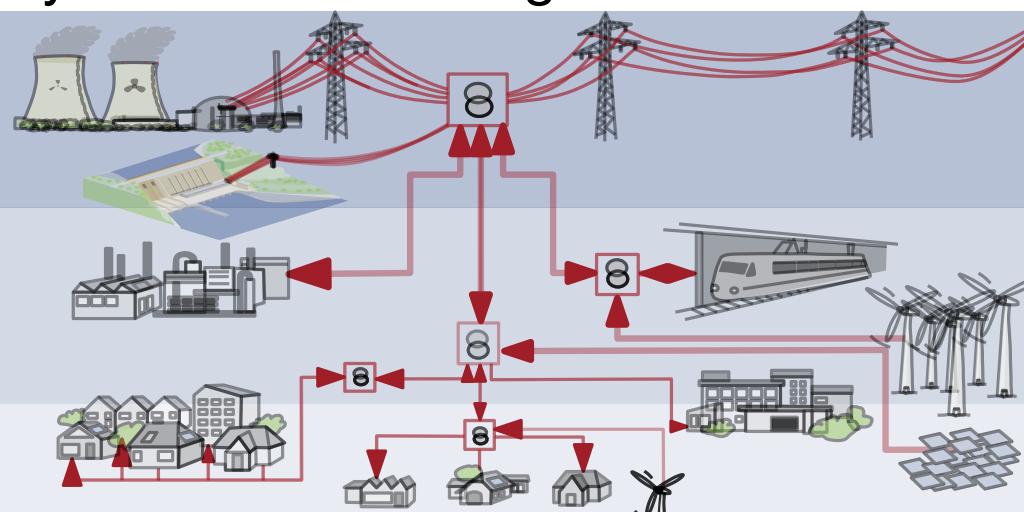
- Wie kann das Energiesystem 2050 sicher und effizient betrieben werden?

■ Randbedingungen

- Energiewende → Transformation eines Systems im laufenden Betrieb
- Die Makro- und Mikro-Struktur der Netze sowie die Eigenschaften der darin in Zukunft verwendeten Komponenten sind aktuell noch unbekannt!

⇒ **Methodenorientierte Forschung** zu Betrieb und Steuerung von zukünftigen Energiesystemen notwendig!

ERZEUGER



STROMNETZ

PROSUMER

Forschungsfragen der Gruppen

■ IRS

- Stabilität und Ausfallsicherheit multi-modaler Verteilnetze
- Zustandsschätzung zum Monitoring multi-modaler Verteilsysteme

■ AIFB

- Einsatz von lokalen Energiespeichern unter Unsicherheiten

■ IAI

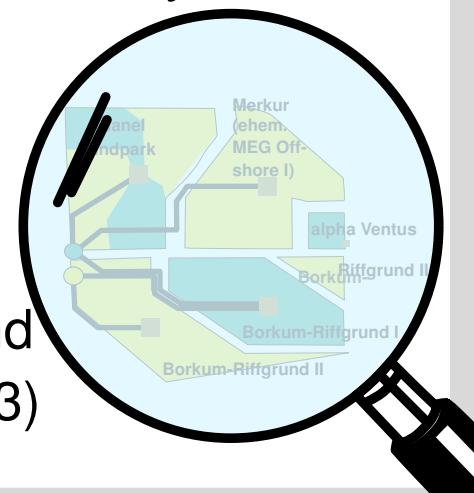
- Strukturierte Berücksichtigung stochastischer Unsicherheiten in (optimalen) Lastflussproblemen (Verteil- und Transportnetz)
- Verteilte optimierungsbasierter prädiktive Regelung multi-modaler Systeme

■ ITI

- Optimierungsbasierter Planung von Energienetzen

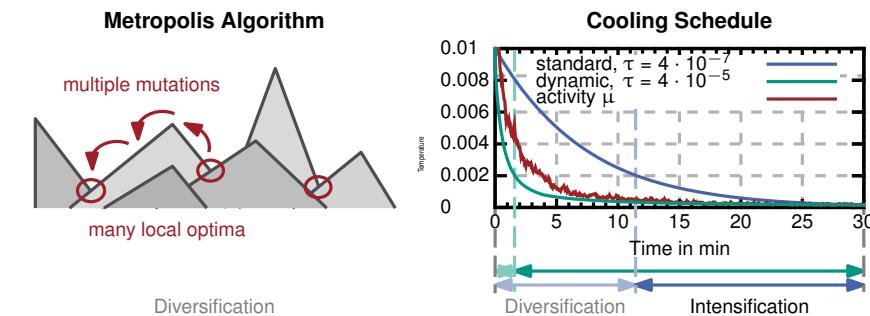
■ IISM

- Design lokaler und dezentraler Energiemärkte – Produkt- und Servicedifferenzierung zur Speicherintegration (vgl. Cluster 3)



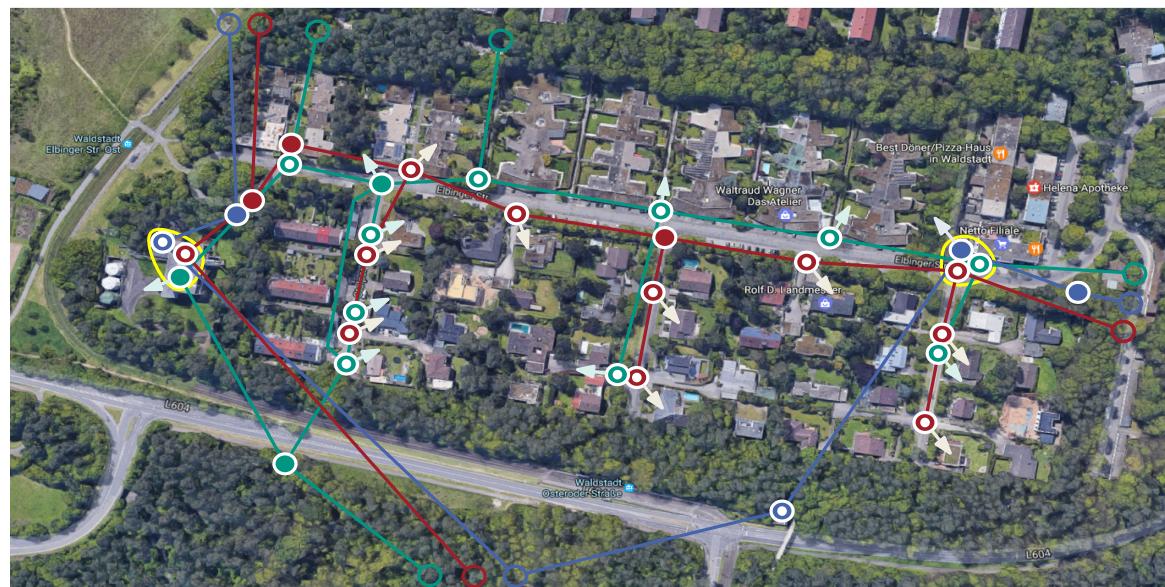
Methodische Schnittstellen der Gruppen

- **numerische Optimierung** (Heuristiken, MILP, Verteilte Ansätze, konvex und nicht-konvex Modellierung)
 - Modellierung von Problemen in Energiesysteme als **diskrete** Probleme bzw. Entwurf graphentheoretischer Modelle
 - Entwurf von **effizienten Algorithmen**
 - Methoden des **Algorithm Engineering** für entsprechende Probleme
 - Berücksichtigung von **Systemdynamik** auf verschiedenen Zeitskalen
 - **Unsicherheitsfortpflanzung/-quantifizierung**
- ⇒ Systemdenken ist zentraler Fixpunkt für Cluster 5



- IAI & IRS Datenhaltung
- IEH & IRS Modellierung von Mittelspannungsnetzen
- IEH & ITI FACTS-Platzierung in Hochspannungsnetzen
- IRS & ITI Sensor-Platzierung in multi-modalen Energieverteilnetzen
- IISM & ITI Analyse von Redispatch und Übertragungskapazitätspreisgestaltung in einem lokalen Strommarktaufbau

⇒ **Doktorandenseminar**
unterstützt bei der Themen-
übersicht und **Intracluster-
kommunikation**



Kooperationen mit externen Partner

- Gruppe Control of Renewable Energy Systems (CRES) der TU München
- Institut für Technische Thermodynamik der TU Hamburg-Harburg
- University of Waterloo (CA) [IRS]
- ANU & Data61 (Australia) [ITI]
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
- Stadtwerke Karlsruhe und Stadtwerke Karlsruhe Netzservice

- Betreuung (gemeinsamer) **Abschlussarbeiten**
- **Seminare**
 - Methoden und Algorithmen zur Bewertung und Optimierung leitungsgebundener Energieversorgungssysteme [IIP, IISM und ITI; 2015]
 - Modellierung und Simulation im Smart Grid
 - [IIP, IAI, AIFB, FZI und ITI; 2015/16]
 - Energieinformatik [IIP, IAI, AIFB, FZI und ITI; seit 2016 jährlich]
- Vorlesungseinheiten in der **Energieinformatik**

Highlights seit 2015

- ES2050 **Doktorandenworkshop** 12/2016 & 05/2017
- **Heraeus Seminar** in 01/18 „Nonlinear Dynamics, Optimization and Control of Distributed Energy Systems“ [Knebel, Faulwasser, Witthaut, Robinius]
- **Invited session** at IEEE Conference on Decision and Control 2017:
Advances on Optimal Power Flow – Robust and Stochastic Approaches
(KIT, ETH Zürich, Los Alamos Nat Lab, UC Berkeley, ...) [Faulwasser, IAI & Dörfler, ETH]
- **Kooperation IAI** [Faulwasser] & **Los Alamos** National Lab, USA
- **Erste Umsetzungsergebnisse** (IRS in **RegenKiBo**)
- Paper & Poster in den „Proceedings of the **6th ACM e-Energy** International Conference on Future Energy Systems“ (India) [IEH, ITI]
- Paper in den „Proceedings of the **8th ACM e-Energy** International Conference on Future Energy Systems“ Hong Kong (China) [ITI]
- **Kooperation ITI & Data61** Canberra (Australia)

Highlights seit 2015

- **RegEnKibo:** Weltweit erste Realisierung von P2x zur Netzstabilisierung auf Regionalebene
- **Kasabonika Lake First Nation** zusammen mit Realisierung von Energy Storage im Micro Grid
- **IEEE Journal** im September/Okttober Ausgabe erscheinenden Artikel vom IRS

*Energy Storage
in Microgrids*

Compensating for Generation and Demand Fluctuations While Providing Ancillary Services

By Mostafa Farrokhabadi, Bharatkumar V. Solanki, Claudio A. Cañizares, Kankar Bhattacharya, Sebastian König, Patrick S. Sauter, Thomas Leibfried, and Sören Hohmann

DRIVEN BY GLOBAL ENVIRONMENTAL EMISSION issues, energy access in remote communities and tighter requirements for system resilience and reliability, electricity production is shifting focus from a centralized paradigm to a decentralized one. In this context, renewable energy sources (RESs) have proliferated over the past decade, exhibiting a steadily increasing trend. Thus, today, a large number of wind turbines and photovoltaic (PV) panels are connected to medium- (1–69 kV) and low-voltage (≤ 1 kV) grids, with traditional integrated bulk power systems becoming decentral-

ized in the presence of active distribution networks, where the flow of power is bidirectional between generators and "prosumers." In particular, with decreasing RESs costs, these technologies are becoming attractive solutions to bring energy to remote communities and/or replace expensive fossil-fuel-based generators. However, RESs such as wind and solar are intermittent sources of energy, difficult to predict, and prone to large output fluctuations—therefore, significantly affecting system voltage and frequency.

Introduction to Energy Storage
in Microgrids

Digital Object Identifier 10.1109/MPER.2017.2708863
Date of publication: xxxx

IEEE power & energy magazine

1540-7977/17©2017IEEE

september/october 2017