

Hybride und multimodale Energiesysteme: Systemtheoretische Methoden für die Transformation und den Betrieb komplexer Netze

Teilprojekt: Zuverlässiger Betrieb umrichterdominierter und IKT-durchdrungener Energiesysteme – von zentralen Strukturen zu agentenbasierter dezentraler Steuerung

Das System der Energieversorgung besteht aus vernetzten, geografisch verteilten Strukturen, die hohen Sicherheits- und Zuverlässigkeitsstandards genügen müssen. Strom- und Gasnetze versorgen ganze Kontinente. Wärmenetze in Metropolen treten mit den Strom- oder Gasnetzen in Wechselwirkung. Informations- und Kommunikationssysteme zur Einsatzplanung und Netzsteuerung folgen diesen ausgedehnten Strukturen und gehen sogar über sie hinaus. Die Umstellung auf ein nachhaltiges und durch Erneuerbare Energien geprägtes System verändert dessen Struktur und Verhalten. Zum Ausgleich der Volatilität erneuerbarer Energiequellen ist eine Vernetzung des Stromnetzes mit Pufferkapazitäten sowie mit den anderen Energieträgernetzen notwendig. Hierdurch entstehen multimodale Netze.

Die elektrischen Netze werden ihre Struktur von reinen Drehstromsystemen hin zu gekoppelten Drehstrom-/Gleichstromnetzen ändern, so dass hybride Netze entstehen. Aus diesem doppelten Transformationsprozess ergeben sich völlig neue Anforderungen an die Regelung und Prozessführung des Gesamtsystems, weil sich dabei die Dynamik sowohl der vermehrt dezentralen und informationstechnisch koordinierten Energieerzeuger als auch der Verbraucher verändert und folglich das System als Ganzes neue Eigenschaften erhält. Gleichzeitig wird die Komplexität des Systembetriebs signifikant erhöht, weil zukünftig nicht nur eine Anpassung der Energieerzeugung an den aktuellen Verbrauch, sondern auch eine

Steuerung der Verbraucher entsprechend dem aktuellen Energiedargebot notwendig ist.

Ziel des interdisziplinären Schwerpunktprogramms ist es, neue systemtheoretisch begründete Konzepte für die Transformation des gegenwärtigen elektrischen Energiesystems hin zu informationstechnisch durchdrungenen, hybriden und multimodalen Netzen zu schaffen und

Projektpartner

Projektkoordination

- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Department für Informatik, Abteilung Energieinformatik

Beteiligte Institute:

- Institut für Elektrische Energiesysteme, Fachgebiet Elektrische Energieversorgung, Leibniz Universität Hannover
- Department für Informatik, Abteilung Energieinformatik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
- Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik, Leibniz Universität Hannover

Daten zum Projekt

Vorhabenbezeichnung:

Hybride und multimodale Energiesysteme:
Systemtheoretische Methoden für die Transformation und den Betrieb komplexer Netze
Teilprojekt: Zuverlässiger Betrieb umrichterdominierter und IKT-durchdrungener Energiesysteme – von zentralen Strukturen zu agentenbasierter dezentraler Steuerung
Kurzform: SPP 1984

Fördernde Stelle:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Förderkennzeichen:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) –
Projektnummer 313504828

Laufzeit des Vorhabens:

2017 – 2021

Verantwortliche Projektleitung:

Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff

E-Mail:

sebastian.lehnhoff@uni-oldenburg.de

Internet:

<http://gepris.dfg.de/gepris/projekt/313504828>



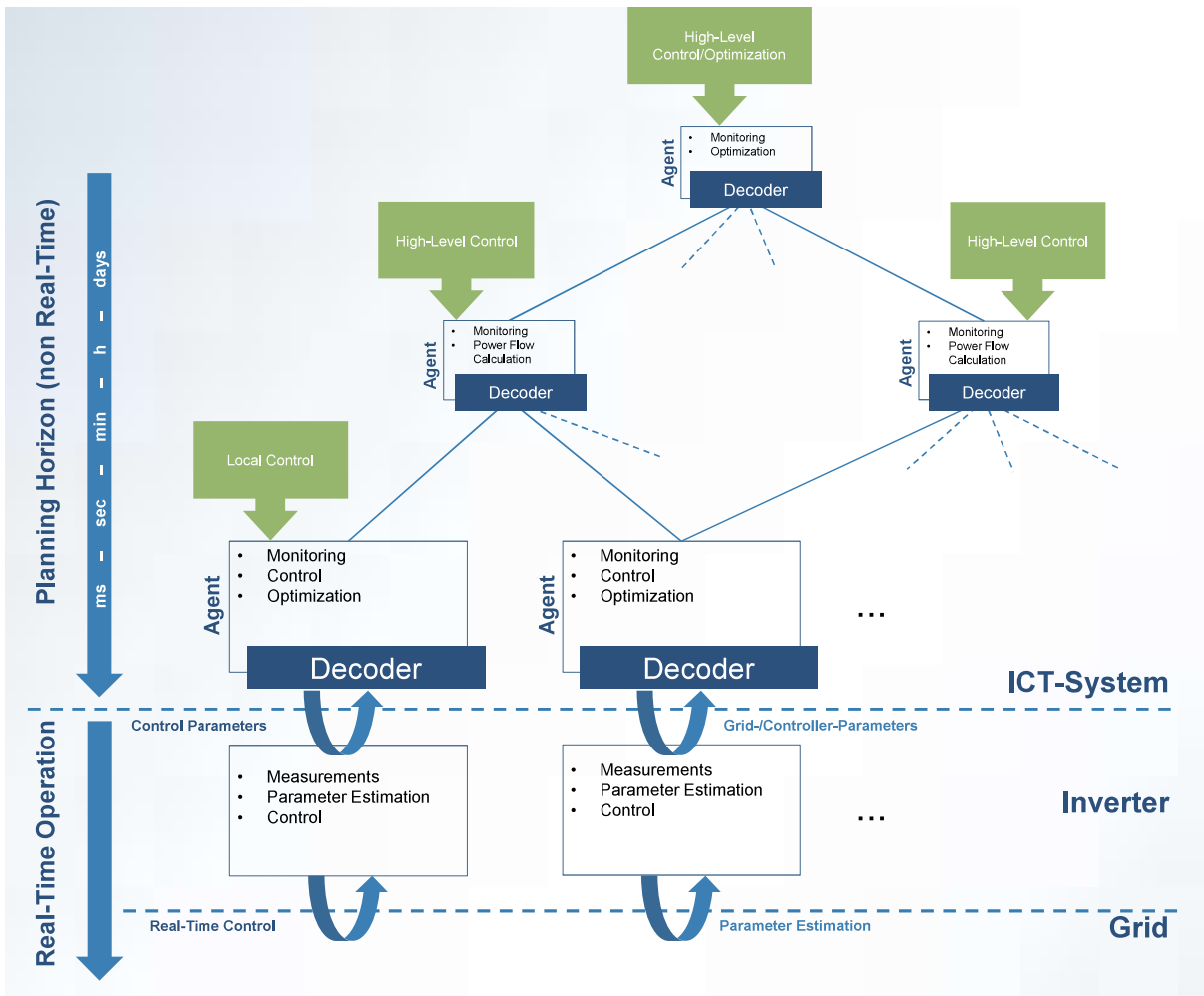
Sebastian Lehnhoff

damit einen Beitrag zur sicheren und resilienten Energieversorgung bei sich wandelnden Energiequellen und Versorgungsprinzipien zu leisten.

Im Mittelpunkt steht die übergeordnete Frage, wie die Gesamtstruktur aus Netzarten, Netz- und Betriebstechnologien über alle Ebenen hinweg modelliert, berechnet und optimiert werden kann. Neue methodische Ansätze wie z. B. die Theorie komplexer Netze, die Nutzung autonomer, agentenbasierter und sich selbst organisierender Systeme sowie verteilte Regelungs- und Optimierungsstrategien für prognoseunsichere Systeme sowie unter maßgeblichem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik müssen für die Transformation und den stabilen Betrieb komplexer Energienetze erschlossen werden. Da großräumige hybride und multimodale Netze wesentlich mehr planerische und betriebliche Freiheitsgrade als die heutigen Energieträgernetze bieten, sind neue Methoden erforderlich, die probabilistische Risiko- und Unsicherheitsbetrachtungen mit neuen Fehlertoleranz und -korrekturmaßnahmen kombinieren. Die Erforschung der grundlegenden Eigenschaften und Systemdienstleistungen im Zeitbereich von Millisekunden bis zu Stunden sind ebenfalls Teil der Forschung.

Teilprojekt: Zuverlässiger Betrieb umrichterdominierter und IKT-durchdrungener Energiesysteme – von zentralen Strukturen zu agentenbasierter dezentraler Steuerung

Das Ziel des Teilvorhabens ist es, eine integrierte, mehrschichtige Architektur für die Netzregelung von umrichterdominierten Energiesystemen zu entwickeln, die übergeordnete Regelungs- und Optimierungsziele für verschiedene Ebenen des Energienetzes aufgreift, mittels eines agentenbasierten Kommunikations- und Steuerungssystems verarbeitet und an unterlagerte, umrichterbasierte Erzeuger und Verbraucher sowie Netzregelstationen verteilt, die jeweils einzelne Regelaufgaben übernehmen. Gleichzeitig erfassen bzw. identifizieren die verteilten Einheiten (Umrichter) Informationen über den Systemzustand des Net-



Multi-level Control Architecture

zes und reichen sie an das Agentensystem weiter, das diese Informationen aggregiert und daraus ein aktuelles und konsistentes Bild vom Zustand der verschiedenen Netzebenen und -abschnitte zusammenstellt. Die Regelung und Optimierung des Netzbetriebs, darunter Lastfluss- sowie Spannungs- und Frequenzregelung, soll dabei dezentral vom Agentensystem durchgeführt werden. Auf diesem Weg werden inhärente Redundanzen des verteilten Systems automatisch genutzt, so dass eine höhere Robustheit/Resilienz gegenüber Kommunikationsfehlern oder Ausfällen von Systemkomponenten erwartet werden kann.

Forschungsfragen, die auf Basis dieser mehrschichtigen Systemarchitektur mit ihrer hybriden Netzregelungsstruktur adressiert werden, betreffen die Qualität der verteilten Optimierung, die Auflösung von Reglerkonflikten, das Echtzeitverhalten und die Dynamik der resultierenden Netzregelung (die zum großen Teil auf Umrichtern basiert), die Identifikation von Netzparametern und -zuständen, das überlagerte System-Management zur Sicherstellung der Netzstabilität unter Berücksichtigung des Unbundling, sowie die hierarchische Struktur der Regelung unter Beachtung der Kommunikation zwischen den Ebenen.