

# Master Project/Thesis

## Intelligente Energiezellen

**Hintergrund** Zukünftige intelligente Energiesysteme stehen vor der Herausforderung, die Integration von dargebotsabhängigen und damit prognoseunsicheren Energieumwandlungsanlagen sicherzustellen. Es gilt den zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten, während gleichzeitig eine Vielzahl unbekannter, aktiver Komponenten (Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen sowie Betriebsmittel) leittechnisch einzubinden sowie deren automatisierte Optimierung im laufenden Betrieb zu gewährleisten ist.

Der zellulare Regelungs- und Beschreibungsansatz des elektrischen Netzes zielt darauf ab, das Gleichgewicht zwischen lokaler Erzeugung und dem Verbrauch auf der niedrigsten machbaren Ebene zu realisieren. Anders als Microgrids, welche auch für den Inselbetrieb ausgelegt werden, bezeichnet eine Energiezelle einen kontrollierten Teilbereich des Netzes. Die Energiezelle weist elektrische Erzeuger, Verbraucher und Speicher auf, welche über Mittel- oder Niederspannungsnetze verbunden sind. Zum einen soll Strom lokal erzeugt, verteilt und verbraucht werden, zum anderen gilt es (Strom-)Dienstleistungen mit dem Übertragungsnetz oder benachbarten Zellen auszutauschen. Dafür müssen übergeordnete Steuerungsarchitekturen entwickelt werden, bei denen allen angeschlossenen Zellen Referenzwerte für den Leistungsimport und -export zugewiesen werden, sodass ihre unterschiedlichen Anforderungen und die Beschränkungen des Netzes beachtet werden. Eine optimal abgestimmte Strategie für den Betrieb von intelligenten Energiesystemen bedarf stets einer Vorhersage für den Verbrauch und die Erzeugung von Energie. Entsprechend sind für das zukünftige Energiesystem effiziente und hochgenaue Prognoseverfahren dringend erforderlich.

Die Übertragung des zellularen Ansatzes hin zu Branchen und Verfahren, in denen eine Steigerung der Energieeffizienz oder die direkte Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien nicht für Treibhausgasneutralität ausreichen, unterliegen erhöhtem Forschungsinteresse. Eine Möglichkeit zur Defossilisierung stellt die erfolgreiche Integration von grünem Wasserstoff inklusive der zugehörigen Infrastruktur in das (elektrische) Energiesystem dar, wodurch sich weiterhin enorme Vorteile hinsichtlich Flexibilität und Sicherheit der Energieversorgung bieten.

**Aufgaben** Ziel ist es, Regelungsalgorithmen für die Leistungsflussoptimierung zu entwickeln, zu modellieren und zu testen, wobei eine Vielfältigkeit an Aufgaben entstehen beispielsweise:

- Entwicklung neuer Zelltypen, welche neben der elektrischen Infrastruktur insbesondere die Wasserstoffinfrastruktur sowie die notwendigen Rahmenbedingungen berücksichtigen
- Entwicklung und Optimierung innerhalb eines zellularen Energiesystems in Python oder Matlab/Simulink
- Entwicklung und Optimierung zwischen verschiedenen zellularen Energiesystemen in Python oder Matlab/Simulink
- Implementierung eines Algorithmus in Python für Messdaten gestützte Prognose von Last und Erzeugung

*Please contact me at [runte@iat.uni-bremen.de](mailto:runte@iat.uni-bremen.de), Paul Runte, M1040*

# Master Project/Thesis

## smart power cells

**Background** Future smart energy systems face the challenge of ensuring the integration of supply-dependent and thus forecast-uncertain energy conversion plants. Reliable operation must be guaranteed, while at the same time a large number of unknown, active components (generation and consumption plants as well as equipment) must be integrated and their automated optimisation must be guaranteed during operation.

The cellular control and description approach of the electrical grid aims to realise the balance between local generation and consumption at the lowest feasible level. Unlike microgrids, which are also designed for island operation, an energy cell refers to a controlled section of the grid. The energy cell has electrical generators, consumers and storage units that are connected via medium- or low-voltage grids. On the one hand, electricity is to be generated, distributed and consumed locally; on the other hand, (electricity) services are to be exchanged with the transmission grid or neighbouring cells. For this, higher-level control architectures must be developed in which all connected cells are assigned reference values for power import and export so that their different requirements and the constraints of the grid are taken into account. An optimally coordinated strategy for the operation of smart energy systems always requires a forecast for the consumption and generation of energy. Accordingly, efficient and highly accurate forecasting methods are urgently needed for the future energy system.

The transfer of the cellular approach to industries and processes in which an increase in energy efficiency or the direct use of electricity from renewable energies is not sufficient for greenhouse gas neutrality is subject to increased research interest. One possibility for defossilisation is the successful integration of green hydrogen, including the associated infrastructure, into the (electrical) energy system, which continues to offer enormous advantages in terms of flexibility and security of energy supply.

**Tasks** The main objective is to develop, model and test control algorithms for power flow optimisation, with a variety of tasks arising, for example:

- Development of new cell types which, in addition to the electrical infrastructure, take particular account of the hydrogen infrastructure as well as the necessary framework conditions
- Development and optimisation within a cellular energy system in Python or Matlab/Simulink.
- Development and optimisation between different cellular energy systems in Python or Matlab/Simulink
- Implementation of an algorithm in Python for measurement-based forecasting of load and generation

*Please contact me at [runte@iat.uni-bremen.de](mailto:runte@iat.uni-bremen.de), Paul Runte, M1040*