

## Doktorvorträge am ISEA

### Freitag, 28. Juni 2019

Aula 2, Ahornstraße 55, 52074 Aachen

#### 08.30 Uhr Moritz Teuber, M. Sc.

„Lifetime Assessment and Degradation Mechanisms in Electric Double-Layer Capacitors“

#### 09.45 Uhr Dipl.-Wirt.-Ing. Julia Badeda

„Modeling and Steering of Multi-Use Operation with Uninterruptible Power Supply Systems - utilizing the example of lead-acid batteries “

#### 11.00 Uhr Dipl.-Phys. Christian Bußar

„Investigation of Optimal Transformation Pathways towards 2050 for the Successful Implementation of a Sustainable Reduction of Carbon Emissions from Power Generation“

### Donnerstag, 11. Juli 2019

HKW 2, 3. OG, Wüllnerstraße 1, 52062 Aachen

#### 16.30 Uhr Dipl.-Ing. Björn Kleinsteinberg

“Energy Efficiency Increase of a Vanadium Redox Flow Battery with a Power-Based Model“

#### 17.45 Uhr Zhuang Cai, M. Eng.

“Optimization of dimension and operation strategy for a wind-battery energy system in German electricity market under consideration of battery ageing process“



## Kurzfassungen

**Moritz Teuber**

### **Lifetime Assessment and Degradation Mechanisms in Electric Double-Layer Capacitors**

Elektrische Doppelschichtkondensatoren sind Energiespeicher, welche im Rahmen der Energiewende eingesetzt werden. Das Funktionsprinzip ist elektrostatische Ladungstrennung und Eigenschaften und Anwendungen dieser Klasse von Kondensatoren werden aktiv erforscht und entwickelt, um den Wandel zu einem umweltbewussten Lebensstil zu unterstützen.

Diese Arbeit betrachtet eingehend den Zusammenhang zwischen Kondensatorlebensdauer und Betriebsbedingungen. Hierbei wird vor allem eine große Testmatrix vermessen und anschließend im Rahmen einer sogenannten Post-Mortem-Analyse untersucht. Die Geräte werden geöffnet und die Elektroden mit elektrochemischen und physikalischen Methoden analysiert, um die genauen Ursachen für die Alterung zu bestimmen.

Die Ergebnisse erlauben eine präzisere Abschätzung der Lebensdauer. Weiterhin wird als eine Hauptursache für die Degradation die Bildung einer ausgeprägten Deckschicht entdeckt.

**Julia Badeda**

### **Modeling and Steering of Multi-Use Operation with Uninterruptible Power Supply Systems - utilizing the example of lead-acid batteries**

Ein Elektrizitätsnetzwerk mit einem hohen Anteil an fluktuierender Erzeugung benötigt zusätzliche Flexibilität. Eine Möglichkeit zur zeitlichen Flexibilisierung bieten Batteriespeichersysteme. Innerhalb des Vortrags wird beleuchtet, inwieweit vorhandene unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlagen (USV) für einen solchen Einsatz geeignet sind.

Für die Analyse werden die möglichen USV Topologien, die hauptsächlich verwendete Speichertechnologie sowie die betrachteten Märkte dargestellt. Hauptaugenmerk des Vortrages liegt auf dem impedanzbasierten elektrischen Modell, welches mit Submodellen zur Berücksichtigung von Alterungsprozessen gekoppelt wurde. Darüber hinaus werden die Einflüsse wesentlicher Alterungsmechanismen auf die Impedanz einer Bleibatterie analysiert. Die abschließende Szenarienanalyse stellt den ökonomischen Mehrwert für die Implementierung eines Multi-Nutzen Speichers heraus.

**Christian Bußar**

### **Investigation of Optimal Transformation Pathways towards 2050 for the Successful Implementation of a Sustainable Reduction of Carbon Emissions from Power Generation**

The energy system of today which is still based on great use of fossil energy sources needs to be transformed towards low-emission technologies to contain a further increase of global temperatures. Within the thesis a model is developed to investigate the integration pathways of renewable energies, which are independent of primary energy prices, and flexibility from grids and storage to analyse their influence on system cost and further system benefits. The model is parametrised to represent a European-wide scenario under different techno-economic parameters as well as different political boundaries. The investigations reveal that further integration of renewables sources are not only a cleaner solution to reach climate targets, but they offer also a more economical solution compared to fossil technologies, however, essential investment efforts are necessary not only in generation but also flexibility components.



## **Björn Kleinsteinberg**

### **Energy Efficiency Increase of a Vanadium Redox Flow Battery with a Power-Based Model**

In dieser Arbeit werden die Gesamtwirkungsgrade einer Vanadium-Redox-Flow-Batterie in unterschiedlichen Anwendungen untersucht. Einfache Modelle der Vanadium-Redox-Flow-Batterie führen zu einem idealen Wirkungsgrad, der die in Anwendungen beobachteten Wirkungsgraden übersteigt, ebenso wie die Wirkungsgrade in den Datenblättern des Herstellers. Das entwickelte Modell erklärt die Ursache dieser Diskrepanz durch Betrachtung unterschiedlicher Lastprofile. Zur Parametrierung der Modellkomponenten werden experimentelle Daten herangezogen. Die Modellierung des Stacks mittels Nernst-Gleichung beinhaltet Ungenauigkeiten, welche empirisch minimiert wurden. Das Verhalten in Lastpausen und die Analyse des Crossovers innerhalb des Stacks bei verschiedenen Ladezuständen zeigen Möglichkeiten der Optimierung der Betriebsstrategie. Die individuelle Auslegung des Energiespeichers für jede Anwendung kann den Gesamtwirkungsgrad steigern. Hierfür wurde ein modularer Aufbau des Energiespeichers mit optimierter Dimensionierung der Komponenten modelliert und simuliert.

## **Zhuang Cai**

### **Optimization of dimension and operation strategy for a wind-battery energy system in German electricity market under consideration of battery ageing process**

Because of the fluctuated characteristics of wind power, the wind power should be forecasted with unexpected forecast errors. Based on the physical probability distribution of forecast errors, the piecewise exponential distribution is chosen as the best probability distribution model to generate different forecast scenarios. In addition, a detailed evaluation of historical time series data for electricity price is introduced.

In this dissertation, the two layer optimization which consists of the genetic algorithm and linear optimization was proposed and applied in the simulation to build up the optimized dimension and operation strategy of a wind-storage system. With consideration of the battery aging and battery cost, the optimized solution can help the wind-storage system to achieve high revenue in the German electricity market and improve the friendliness to the power grid because of the forecast errors reduction.

