



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

EIT

FAKULTÄT FÜR  
ELEKTROTECHNIK UND  
INFORMATIONSTECHNIK

# Forschungsbericht 2020

Institut für Elektrische Energiesysteme

# INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ENERGIESYSTEME

Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg  
Tel. ..49/391/67-58592, Fax ..49/391/67-42408

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann  
Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter (geschäftsführender Leiter)  
Dr.-Ing. Thomas Schallschmidt

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Ines Hauer  
Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann  
Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

### **Lehrstuhl für Elektrische Antriebssysteme (Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold)**

- Neue Konzepte zu geregelten elektrischen Antriebssystemen
  - Direktantriebe, z.B. Linearmotor, Lineargenerator
  - Lagergeberlose (Sensorless) Regelung
  - Elektrische Maschinen mit nicht sinusförmiger Flussverteilung
  - Magnetische Lager und Führung
  - Online-Fehlererkennung
- in Betrachtung von
  - Wirkungsgrad
  - Produktions- und Herstellungsaufwand
  - Systemzuverlässigkeit
  - Integration in das Anwendungssystem

### **Lehrstuhl für Elektrische Netze und Erneuerbare Energie (Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter)**

- Planung und Betrieb des elektrischen Netzes
  - Optimierungsalgorithmen für die Planung und den Betrieb einschließlich Expertensysteme und intelligente Techniken
  - Lastprognose und Lastmodellierung mittels probabilistischer Methoden
  - Netzschutzkonzepte, Digitalschutzparametrierung
  - Multikriteriale Netzplanung mit dezentralen Speichern und Erzeugern
  - Dynamic Security and Protection Assessment
- Alternative Energiequellen und Speicher

- Solargeneratoren, Brennstoffzellen, Windkraftanlagen, Batteriespeicher
- Entwicklung von Simulationsmodellen für die Planung und den Betrieb
- Netzzrückwirkungen und Ausbreitung der harmonischen Ströme in verzweigten Netzen
- Netz- und Inselbetrieb der dezentralen Energiequellen und Speicher
- Gebäudetechnik
  - Intelligentes Lastmanagement im Gebäude unter Berücksichtigung von dezentralen Speichern

#### **Lehrstuhl für Leistungselektronik (Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann)**

- neue Bauelemente, z. B.
  - mit neuen Halbleitern - MOSFETs, IGBTs, Dioden, SiC, ...
  - mit neuer Aufbau- und Verbindungstechnik - NTV, ...
- in leistungselektronischen Schaltungen und Systemen, z. B.
  - Umrichter für Kleinspannung - Automobil, Brennstoffzelle
  - resonante Umrichter - kontaktlose Energieübertragung, Induktionskochfelder
  - Stromversorgungen - HGÜ, Schweißstromquellen
- Betrachtung von:
  - Funktionsweise - elektrisch mit parasitären Elementen, thermisch
  - Ansteuerung, Regelung
  - Betriebsbedingungen - Zuverlässigkeit
  - EMV, EMVU

#### **4. SERVICEANGEBOT**

Das Institut für elektrische Energiesysteme verfügt über langjährige Erfahrung in den Themengebieten Netzberechnung und -simulation, Leistungselektronik und Elektrische Antriebssysteme und bietet sein Wissen in zahlreichen Forschungsprojekten, Gutachten, Drittmittelprojekten und Studien an.

#### **5. KOOPERATIONEN**

- Clustermanagement CEESA
- DLR e.V.
- Fraunhofer IFF, Magdeburg - Prozeß und Anlagentechnik
- RWE Power AG
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt (SLV) Duisburg GmbH
- Siemens AG
- Stadtwerke Quedlinburg GmbH
- Stadtwerke Wernigerode GmbH
- SWM - Stadtwerke Magdeburg
- TU Wroclaw
- Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentinien

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2019 - 30.06.2021

### **Entwicklung und prototypische Umsetzung eines Ringsegmentgenerators zur direkten Kopplung an langsamlaufenden Systemen "RING-GEN"**

Das beantragte Vorhaben ordnet sich in den Komplex der Entwicklung von elektrischen getriebelosen Direktantrieben für Anwendungen im Maschinenbau ein. Das Ziel ist die Entwicklung eines direkt angetriebenen Ringsegmentgenerators für hohe Drehmomente und niedrige Drehzahlen als Energiewandler an einem Klappschaufelwasserrad.

Eine Besonderheit dieser Maschinenkonstruktion ist die zweiphasige Ausführung, die aus der doppelseitigen Nutzung der Rotorscheibe resultiert und mit der ein hoher Wirkungsgrad bei sehr niedrigen Drehzahlen erzielt werden kann. Diese Generatorkonstruktion ist besonders als modularer und hocheffizienter direkt angetriebener Energiewandler für Wasserkraftanlagen geeignet. Für diesen Anwendungsbereich sind am Markt derzeit keine Standardmaschinen verfügbar.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Stefan Hoerner, Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Stamm, Dr. rer. nat. Falko Wagner, Dr.-Ing. Matthias Schneider, Dr.-Ing. Jeffrey Tuhtan  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Shokoofeh Abbaszadeh, M.Sc. Dennis Powalla  
**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Stamm, Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik; Dr.rer.nat. Falko Wagner, Institut für Gewässerökologie & Fischereibiologie, Jena; Dr.-Ing. Matthias Schneider, SJE Ecohydraulic Engineering GmbH, Stuttgart; Dr.-Ing. Jeffrey Tuhtan, Technischen Universität Tallin, Center for Biorobotics, Tallin  
**Förderer:** Bund - 01.03.2019 - 28.02.2022

### **Alternativmethoden zum Tierversuch: RETERO - Reduktion von Tierversuchen zum Verletzungsrisiko von Fischen bei Turbinenpassagen durch Einsatz von Roboterfischen, Strömungssimulationen und Vorhersagemodellen**

Bei der Bewertung von Wasserkraftanlagen (WKA) werden zuvor gefangene Wildfische den Kraftwerksturbinen zugeführt und nach erfolgtem Abstieg die Mortalität sowie Anzahl und Schwere der Verletzungen festgestellt. In Deutschland wurden in den vergangenen drei Jahren >460.000 Versuchstiere für die Untersuchung des Fischabstiegs an WKA genutzt.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Fischversuche zur Evaluierung der Schädigung von Fischen bei der Passage von Turbinen und anderen Abstiegskorridoren an Kraftwerken zu reduzieren und sie durch Modelle zur Schädigungsprognose mit Daten von teilautonomen Robotersystemen und numerische Simulationen zu ergänzen und langfristig komplett zu ersetzen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann  
**Kooperationen:** Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.07.2019 - 30.06.2021

### **3D-Leistungselektronik**

Das Ziel des Forschungsprojektes ist, eine 3D-Integrationstechnologie zu entwickeln und zu verifizieren, mit der eine Hochintegration von leistungselektronischen Schaltungen auch bei kleinen und mittleren Stückzahlen kosteneffektiv möglich ist.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann  
**Kooperationen:** Lehrstuhl für elektromagnetische Verträglichkeit der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Teilprojekt "Energieeffizientes und EMV-gerechtes Hochvoltnetz für Elektrofahrzeuge"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens den Forschungsbereich GESAMTFAHRZEUG. Im Focus steht der Einsatzes neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Im Rahmen des Teilprojektes wird eine Systemarchitektur mit einer modularen Fahrzeug-Batterie erarbeitet: Die aus vielen Modulen zusammengesetzte Batterie ist über eine Leistungselektronik an das Hochvolt-Bordnetz angeschlossen. Die Leistungselektronik stellt das erforderliche Klemmenverhalten ein und ist für das Lade- / Entlademanagement verantwortlich. Dieses Konzept erlaubt u.a. den Einsatz unterschiedlicher Zellentypen ohne Anpassung des Fahrzeugbordnetzes. Außerdem ist es möglich, das Hochvolt-Bordnetz bei einer geregelten und potentiell höheren Spannung als bisher üblich zu betreiben, was Optimierungspotential für Antriebskomponenten wie die elektrischen Maschinen sowie den Wirkungsgrad erschließt.

Bereits im Entwurfsstadium auf Baugruppen- und Systemebene soll durchgängig die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) berücksichtigt werden. Hierzu werden u. a. Feld-Simulationsmodelle für die Einzelzellen und das Batteriesystem erstellt. Dies ist von großer Bedeutung für die unmittelbare Anwendbarkeit der erzielten Ergebnisse in realen Systemen.

Das Teilprojekt des Kompetenzzentrums eMobility wird gemeinsam vom Lehrstuhl für elektromagnetische Verträglichkeit und dem Lehrstuhl für Leistungselektronik bearbeitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann  
**Kooperationen:** Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Br.), imtek  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.04.2018 - 31.03.2021

### **Design, Qualifizierung und Selbsttest für Leistungselektronik mit extrem hoher Lebensdauer**

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Validierung eines Verfahrens zur testbasierten Qualifizierung leistungselektronischer Baugruppen für extrem hohe Zyklenzahlen. Die hierfür zu lösenden wissenschaftlichen Fragen betreffen:

- Prüfmethode zur Beschleunigung von Tests
- Frühindikatoren für Degradation und Ausfall
- Konzepte für eingebauten Selbsttest (BIST, built-in Self-test)

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann, Jun.-Prof. Dr. Ines Hauer  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter, M.Sc. Anton Chupryn, M.Sc. Sebastian Helm  
**Kooperationen:** Dr. Benger, EST, TU Clausthal-Zellefeld; Dr. Wunderwald, Fraunhofer IISB, Freiberg  
**Förderer:** Bund - 01.10.2020 - 30.09.2023

### **GridBatt - Batterietechnologien zur Sicherstellung eines stabilen Netzbetriebs**

Ziel des Projekts GridBatt ist es, die besonderen Anforderungen bei der Verwendung eines Batteriespeichers zur Sicherstellung eines stabilen Netzbetriebes herauszuarbeiten, um den Speicher schon beim Entwurf (Auswahl Zellchemie, Technologie, Geometrie, Umgebungsbedingungen, etc.) an die Anforderungen anzupassen, das Speichersystem daraufhin optimal zu dimensionieren und auszulegen sowie dessen Betriebsführung zu optimieren. Nur eine ganzheitliche Betrachtung von der Zellchemie über die Schnittstelle zum System (üblicherweise der Umrichter), den Systemanforderungen und der jeweiligen Rückkopplungen ermöglichen es, das volle Potential von Speichertechnologien auszuschöpfen. Ein Abgleich der besonderen Anforderungen, die typischerweise eine hohe Leistung bei kleinem Energiedurchsatz und hoher Fluktuation erfordern, mit den vorhandenen aktuell wirtschaftlich nutzbaren Speichertechnologien zeigt, dass hier ein Defizit technischer Lösungen besteht.

Vielversprechend sind die Ansätze der Aluminium-Ionen-Batterie (AIB) mit Aluminium und Graphit als Elektrodenmaterial, für die Energiedichten im Bereich von 50-60 Wh/kg gezeigt werden. Darüber hinaus wurde bei einer Laderate von 100C eine Zyklenstabilität von 500.000 Zyklen erreicht.

Nach einer Kategorisierung der Anforderungen eines Batteriespeichers im elektrischen Netz (IESY) werden diese durch eine Übertragungsfunktion bestehend aus Netz, leistungselektronischem Stellglied und Regler in Belastungen für die Batterie transformiert (IESY und EST). Auf Grundlage dieser Anforderungen werden verschiedene Speichertechnologien für den dynamischen Betrieb untersucht und charakterisiert. Ziel ist hierbei eine standardisierte Testvorschrift für Speicher zur Netzstabilisierung, wie z.B. zur Erbringung von Momentanreserve (EST). Eine weitergehende Gap-Analyse soll zeigen, dass Aluminium-Ionen-Zellen die bestehende Lücke schließen können (IISB). Folglich wird die Aluminium-Ionen-Chemie genauer untersucht und auf die Eignung zur Erbringung von Systemdienstleistungen geprüft (IISB und EST).

Nach der Eignungsverifizierung erfolgt die Übertragung der Präparationsparameter auf kommerzielle Zellsysteme und deren Fertigung. Das Funktionsmuster einer Pouchzelle für den Einsatz in Speichersystemen zur Netzstabilisierung wird entwickelt und im Verbund in einem Funktionsdemonstrator getestet (IISB und EST).

In einer abschließenden Gesamtsimulation wird das Verhalten einer hochskalierten Aluminium-Ionen-Batterie im elektrischen Netz für ein bestimmtes Anwendungsszenario untersucht und insbesondere die Rückwirkungen vom Netz auf die Batterie und andersrum bewertet. Hieraus lassen sich beispielsweise Rückschlüsse auf zu verbessernde Materialeigenschaften der Batterie oder angepasste Betriebsparameter des Umrichters schließen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.09.2022

### **Low Cost Teilentladungsmessung**

Eine Vielzahl der in der Nieder- und Mittelspannungsebene installierten Betriebsmittel wird zwischen 2020 und 2030 ihre prognostizierte Lebensdauergrenze von 30 bis 40 Jahren erreichen. Dies äußert sich insbesondere in einer erhöhten Häufigkeit von Teilentladungen, die sich im Online-Betrieb aktuell jedoch nur über sehr teure Messgeräte messen lassen, sodass eine dauerhafte Überwachung der Betriebsmittel aktuell nicht möglich ist. Das Ziel dieses Projektes besteht daher darin eine möglichst preiswerte Messmethodik zur Erkennung von Teilentladungen zu entwickeln. Diese soll nicht dazu in der Lage sein die Höhe und den Ort von Teilentladungen zu bestimmen, sondern nur ein Indiz dafür geben, ob ein Betriebsmittel teilentladungsbefahet ist oder nicht und wie oft Teilentladungen auftreten. Dadurch kann eine Vorauswahl dafür getroffen werden, welche Betriebsmittel genauer analysiert werden müssen und welche nahe an ihrer Lebensdauergrenze sind.

**Projektleitung:** M.Sc. Philipp Kühne, Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Kooperationen:** balticFuelCells GmbH; Fraunhofer ICT Pfinztal; inhouse engineering GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2018 - 31.10.2021

### **RE-FLEX: Unitäre reversible PEM-Brennstoffzellen für die flexible Energiespeicherung**

Das Vorhaben RE-FLEX hat zum Ziel das Anwendungspotential und die Funktionalität von unitären reversiblen Brennstoffzellen auf Basis der PEM-Technologie (PEM-URFC) als Energiespeichertechnologie für die Energiewende zu erforschen. PEM-URFC sind Energiewandler, welche die Funktion einer Brennstoffzelle und eines Elektrolyseurs im selben System vereinen. Damit ist es möglich, elektrische Energie durch Elektrolyse in Form von Wasserstoff zu speichern und Wasserstoff im Brennstoffzellenbetrieb zu elektrischer und thermischer Energie zurück zu wandeln. Da für beide Betriebsrichtungen derselbe Zellenstack verwendet wird, kann das System deutlich kostengünstiger konstruiert werden als einzelne Brennstoffzellen/Elektrolyseur Einheiten. Innerhalb des Vorhabens soll ein PEM-URFC Labormuster entwickelt und untersucht werden. Die Grundlage dafür bildet eine Membran-Elektroden-Einheit, welche durch einen neuartigen geträgerten Sauerstoffkatalysator deutlich effizienter arbeitet. Durch den Einsatz eines Trägermaterials kann eine höhere elektrochemische Aktivität erreicht werden, während die Kosten für das Katalysatormaterial sinken. Innerhalb einer Laborumgebung sollen anschließend die Leistung, die Langzeitstabilität und die Effektivität untersucht werden. Dafür wird sowohl ein geeignetes Zellendesign, als auch eine umfangreiche messtechnische Testumgebung entwickelt. Die Auswertung der Ergebnisse soll sowohl die Funktionalität aufzeigen, als auch optimierte Strategien zum zyklenfesten Speicherbetrieb in einem zukünftigen elektrischen Netz mit hoher erneuerbarer Einspeisung liefern.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2020 - 31.07.2023

### **Integrated quasi-steady-state energy flow algorithms and flow distribution factors for future integrated energy systems - QUEST-IES**

Der zunehmende Anteil volatiler Erneuerbarer Energien in der Stromversorgung, das Abschalten konventioneller Kraftwerke und fehlende Stromleitungen führen zu großen Herausforderungen im Stromnetz. Immer häufiger fehlt dem Netz Flexibilität, was in eine Gefährdung der Netzstabilität mündet. Zur Erhöhung der Flexibilität wird häufig das integrierte Energiesystem (IES, hier: Strom, Gas, Wärme) als Lösung gesehen. Jedoch führt die Kopplung der Netze zu Wechselwirkungen im Netzbetrieb. So wirkt sich eine Änderung in einem Netz auf andere Netze aus. Werden solche Systeme unabhängig voneinander betrieben, wie es heute der Fall ist, und sind die Auswirkungen einer Änderung in einem Netz für das Gesamtsystem nicht bekannt, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Gefährdungen der Netzstabilität nur zwischen den Netzen verschoben werden. Deshalb ist es erforderlich den Einfluss von Anlagen auf die Lastflüsse im gesamten IES detailliert zu analysieren. Hierfür ist eine geeignete Methodik zur Bestimmung der Auswirkungen einzelner Anlagen auf alle Energieflüsse im IES notwendig.

Methoden, die den Einfluss einer Leistungsänderung auf die Lastflüsse bestimmen, gibt es jedoch nur für das Stromnetz (hier: Distribution Factors). Diese basieren auf Lastflussalgorithmen. Somit existiert keine Methodik, die den Einfluss von Anlagen auf das IES bestimmt und somit den Anforderungen zukünftiger IES entspricht. Deshalb wird in diesem Projekt eine Methodik entwickelt, die auf dem Ansatz der Distribution Factors aufbaut und diesen für das gesamte IES erweitert.

Im Zuge dessen müssen vorhandene integrierte Strom-, Gas- und Wärmefluss-Algorithmen erweitert werden, sodass in diesem Projekt folgende vier Punkte bearbeitet werden. Erstens, der Algorithmus wird um das transiente Verhalten des Gas- und Wärmenetzes erweitert. Zweitens, Power-to-X-Technologien (z.B. Wärmepumpe, Elektrolyseur) werden integriert. Drittens, im Gasfluss-Algorithmus wird eine Wasserstoffeinspeisung ermöglicht, sodass variable Brennwerte im Gasnetz betrachtet werden können. Viertens, basierend auf dem integrierten Lastfluss-Algorithmus wird die Methodik entwickelt mit der die Distribution Factors des IES abgeleitet werden können.

Daraus folgt, dass das Projekt einen Algorithmus bereitstellt, der eine umfassende und flexible Lösung für die Analyse zukünftiger IES ermöglicht. Des Weiteren wird der Ansatz der Distribution Factors weiterentwickeln, sodass dieser in den gleichen Anwendungsfällen jedoch für ein IES eingesetzt werden kann.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Elmar Lukas, Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.09.2022

### **IZI - Innovative Investitionsplanung zur intelligenten ökonomisch, ökologischen Prosumer- und Netzoptimierung**

Die Fragestellung des Projektes beschäftigt sich mit der Investition in Strom-Erzeugungs- und -Speichertechnologien. Dabei stellt sich diese Frage insbesondere für Einfamilienhausbesitzer und Mehrfamilienhausbesitzer sowie kleine und mittlere KMU, da dort eine Investition ein relativ großes finanzielles langfristiges Wagnis darstellt. Zudem besteht zunehmend die Schwierigkeit der Auswahl einer geeigneten Technologie, in die investiert werden soll.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Methodik für die komplexe Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit sowie unter dem Aspekt der Eigenverbrauchsdeckung bzw. Energievermarktung. Dabei soll eine Praxis-optimale Systemlösung gefunden werden. Diese Systemlösung muss basierend auf einem großen Technologiepool für Erzeugung, Speicherung und Konversion identifiziert werden und zugleich die kritischen Aspekte Wirtschaftlichkeit, Effizienz, Umweltverträglichkeit und Sicherheit erfüllen. Darüber hinaus soll diese Optimierung für Zeitschritte unterhalb der  $\frac{1}{4}$  h betrachtet werden.

Mit diesen Ergebnissen kann für Netzbetreiber die Entwicklung einer Methodik für die verbesserte Vorhersage von sich im Wandel befindenden Verbrauchsprofilen von Prosumer & KMUs vorangetrieben werden. Zudem können Handlungsempfehlungen hinsichtlich verschiedener Aspekte der Bilanzkreisführung gegeben werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Kooperationen:** TransnetBW  
**Förderer:** Industrie - 24.06.2019 - 24.02.2021

### **Bedarfsermittlung für dynamische Blindleistungskompensation**

Der zunehmende Ausbau erneuerbarer Energien sowie grenzüberschreitender Stromhandel erhöhen stetig die Komplexität und Dynamik des elektrischen Energiesystems. Damit verbundene Spannungsschwankungen können zu Spannungsbandverletzungen führen, welche es von der Systemführung unbedingt zu vermeiden gilt. Genau dieser Herausforderung widmet sich der Lehrstuhl LENA gemeinsam mit dem Übertragungsnetzbetreiber TransnetBW GmbH in dem Projekt "Bedarfsermittlung für dynamische Blindleistungskompensation". Blindleistungskompensationsanlagen stellen dabei ein geeignetes Mittel dar, die Spannung zu stabilisieren. In dem Projekt wird zunächst eine Methode entwickelt, Schwachstellen im Netz zu identifizieren, um darauf aufbauend den Bedarf an zusätzlichen Kompensationsanlagen zu ermitteln und diese optimal im Netz zu verteilen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Kooperationen:** 50Hertz Transmission GmbH; Fraunhofer IFF; Siemens AG  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **ILEP-Entwicklung einer dynamischen Integrierten Last- und Erzeugungs- Prognose**

Die Energiewende führt dazu, dass die Unschärfe bei der Abschätzung von Netzzuständen in der System- und Betriebsführung immer weiter zunimmt und sich mit der bisherigen Unschärfe sowohl bei der Abschätzung der Gesamtnetzlast als auch der Knotenlast überlagert. Dieser Umstand führt zunehmend zum Einsatz von Netzsicherheitsmaßnahmen und Regelenergie, welche durch erhöhte volkswirtschaftliche Kosten auf Verbraucher umgewälzt werden. Für eine verbesserte Ermittlung der Netzzustände wird im Projekt ILEP sowohl die Erzeugung - als auch die Lastprognose weiterentwickelt sowie deren Korrelation ermittelt. Anders als bestehende Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Erzeugungsprognose befasst sich ILEP nicht mit der Verbesserung physikalischer oder statistischer Wettermodelle auf der Prognoseanbieterseite. Vielmehr maximiert ILEP den Nutzen und die Verlässlichkeit mehrerer eingekaufter Prognosen auf der Anwenderseite (Netzbetreiber und Vermarkter) durch eine optimierte Verknüpfung der Einzelprognosen zu einer verbesserten Kombiprognose. Auf der anderen Seite lässt die heutige Netzsituation eine regelzonenscharfe Kumulation der Last nicht mehr zu, sondern erfordert eine deutlich regionalere - bis hin zur übergabestellenscharfen-

Prognose des Verbrauchs. Dafür werden innerhalb des Projekts ILEP vollständig neue Algorithmen und Herangehensweisen für eine übergabestellenscharfe Lastprognose entwickelt. Schlussendlich soll mit dem Vorhaben eine integrierte Last- und Erzeugungs-Prognose entwickelt werden, welche eine Verzahnung der Einflussparameter aus unterschiedlichen Bereichen gewährleistet und vor allem für Netzbetreiber eine Verbesserung der Systemvorschau ermöglicht und den Einsatz von Regelleistung und Netzeingriffen reduziert. In einer Vorstudie der OVGU im Auftrag der 50Hertz konnte mit einfachen Annahmen und Methoden prognostiziert werden, dass der volkswirtschaftliche Nutzen des geplanten Projekts im mittleren dreistelligen Millionenbereich liegen wird.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Elmar Lukas, Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. Martin Wolter, FEIT/OVGU  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.09.2022

### **IZI - Innovative Investitionsplanung zur intelligenten ökonomisch, ökologischen Prosumer- und Netzoptimierung**

Die Fragestellung des Projektes beschäftigt sich mit der Investition in Stromerzeugungs- und -speichertechnologien. Dabei stellt sich diese Frage insbesondere für Einfamilienhausbesitzer und Mehrfamilienhausbesitzer sowie kleine und mittlere KMU, da dort eine Investition ein relativ großes finanzielles langfristiges Wagnis darstellt. Zudem besteht zunehmend die Schwierigkeit der Auswahl einer geeigneten Technologie, in die investiert werden soll.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Methodik für die komplexe Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit sowie unter dem Aspekt der Eigenverbrauchsdeckung bzw. Energievermarktung. Dabei soll eine Praxis-optimale Systemlösung gefunden werden. Diese Systemlösung muss basierend auf einem großen Technologiepool für Erzeugung, Speicherung und Konversion identifiziert werden und zugleich die kritischen Aspekte Wirtschaftlichkeit, Effizienz, Umweltverträglichkeit und Sicherheit erfüllen. Darüber hinaus soll diese Optimierung für Zeitschritte unterhalb der 1/4 h betrachtet werden.

Mit diesen Ergebnissen kann für Netzbetreiber die Entwicklung einer Methodik für die verbesserte Vorhersage von sich im Wandel befindenden Verbrauchsprofilen von Prosumer & KMUs vorangetrieben werden. Zudem können Handlungsempfehlungen hinsichtlich verschiedener Aspekte der Bilanzkreisführung gegeben werden.

Dieses Projekt wird gefördert durch das Land Sachsen-Anhalt mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Ines Hauer  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Förderer:** Industrie - 01.11.2019 - 31.08.2020

### **Manipulationspotential durch Speicher in Bilanzkreisen**

Die Anschaffungskosten für elektrochemische Großspeicher sinken stetig als Nebeneffekt der "lesson learned" Effekte im Aufwind der Elektromobilität. Gleichzeitig eröffnet die Suche nach Second-Life Konzepten für Traktionsbatterien den Weg in die Energieversorgung, wo Speicher einer vergleichsweise geringeren Dynamik ausgesetzt sind. Damit werden elektrochemische Großspeicher immer attraktiver für die Nutzung im elektrischen Netz. In Deutschland sind sie bereits zur Lieferung von Primärregelreserve qualifiziert. Mit dem Auslaufen der EGG-Vergütung nach 20 Jahren werden durch viele Betreiber erneuerbarer Anlagen neue Anschluss-, Nutzungs- und Vermarktungskonzepte fokussiert. Eine Möglichkeit besteht in der Nutzung von elektrochemischen Speichern in Kombination mit Wind- oder PV-Parks. Speicher sind dabei technisch in der Lage einen großen Teil des Eigenbedarfs von Freiflächenanlagen zu decken. Der Anwendungsfall allein ist jedoch derzeit nicht wirtschaftlich, sodass zusätzliche Vermarktungsstrategien zu untersuchen sind. Elektrochemische Speicher sind technisch prädestiniert innerhalb von einigen Millisekunden bis wenigen Sekunden Energie zu liefern oder dem Netz zu entnehmen. Damit können sie frequenzabhängig gezielt auf Über- oder Unterdeckung im Bilanzkreis reagieren. Sie stellen liefern daher ein großes Potential zur Bilanzwahrung, gleichzeitig könnten sie aber auch

manipulativ eingesetzt werden.

Unabhängig von der Entwicklung des Speichermarktes, konnte an einigen Tagen, insbesondere im Juni 2019, ein kritisch hoher Regelleistungsabruf in Folge hoher Bilanzkreisabweichungen beobachtet werden, was nachweislich auf verbotswidrige Arbitragegeschäfte zurückgeführt werden kann. Hintergrund ist die Umgestaltung des Ausgleichsenergiepreises im Jahr 2016 und 2018, die zu dessen Deckelung geführt haben. Geringe Pönalen für einen nicht ausbalanzierten Bilanzkreis erhöhen die wirtschaftliche Attraktivität Arbitragegeschäfte gegen die Systembilanz durchzuführen. Speicher können das Potential noch verstärken. Im Hinblick auf den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien in der Regelzone 50 Hertz, wird der Einfluss von Prognoseabweichungen immer systemrelevanter. Vor diesem Hintergrund ist das systemoptimale Verhalten der Bilanzkreisverantwortlichen essentiell für die Systemstabilität.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel dieser Studie den wirtschaftlichen Mehrwert verbotswidriger Arbitragegeschäfte gegenüber den systemoptimalen Arbitragegeschäften zu ermitteln. Darauf aufbauend ist zu analysieren, welche Voraussetzungen für die Umsetzung der systemmanipulativen Fahrweise notwendig sind und wie diese bei dem Auftraggeber nachgewiesen werden kann. Weiterführend ist es das Ziel einen neuen Ansatz zur Ermittlung des Ausgleichsenergiepreises vorzuschlagen.

Die Studie wird von 50Hertz Transmission GmbH finanziert.

---

<b>Projektleitung:</b>	M.Sc. Henning Demele, Jun.-Prof. Dr. Ines Hauer, Dr.-Ing. Christoph Wenge
<b>Projektbearbeitung:</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter, Dr.-Ing. Stephan Balischewski, Dipl.-Ing. Jörg Petzold, M.Sc. Sebastian Helm
<b>Kooperationen:</b>	Krebs'engineers GmbH, Henning Demele; Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Dr. Wenge; Lehrstuhl für elektromagnetische Verträglichkeit der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Prof. Dr.-Ing. R. Vick
<b>Förderer:</b>	EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.06.2018 - 31.05.2021

#### **E-Mobility 4 Grid Service: Entwicklung und Erprobung von heutigen und zukünftigen Vehicle-for-Grid-Konzepten und Dienstleistungen in ländlichen Energieversorgungsstrukturen**

Das Projektkonsortium, bestehend aus der Krebs'engineers GmbH (Projektkoordinator), dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF und der Otto-von-Guericke-Universität, hat das Ziel heutige und zukünftige Vehicle-for-Grid-Konzepte (V4G) und Dienstleistungen für ländliche Energieversorgungsstrukturen zu entwickeln und zu erproben, um das elektrische Netz zu stützen. Die hauptsächliche Herausforderung des systemübergreifenden Ansatzes ist es, die dafür erforderliche rückspeisefähige Ladeinfrastruktur und die kommunikationstechnische Anbindung zu entwickeln, zu erproben und bis zur Marktreife hin umzusetzen. Dieser Part wird von der Krebs'engineers GmbH und dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF bearbeitet. Die Otto-von-Guericke Universität Magdeburg beschäftigt sich mit der Systemnachbildung zur Bestimmung der Einflussgrößen im elektrischen Netz. Die detaillierte Netznachbildung mit den Komponenten, Verbrauchern und Erzeugern ermöglicht zum einen die Abschätzung der aktuellen Potentiale für V4G sowie eine Prognose für zukünftige Szenarien. Im Rahmen der Identifizierung von Einflussgrößen werden Algorithmen für netzoptimierte Betriebsstrategien und zur Steuerung der zu entwickelnden Ladeinfrastruktur entworfen und simuliert. Die Lösungen sollen integrierte, lokale und zentrale Lösungsansätze verfolgen, unter dem Aspekt der durchzuführenden Netzservices und lokalen Netzstrukturen. Zur Evaluation und Validierung der entwickelten Ladeinfrastruktur, Kommunikationsinfrastruktur und der Netzservices werden in Labor- und Feldtests die Anforderungen geprüft. Durch eine vorhandene Netzersatzanlage und ein hardwaretechnisch nachgebildetes Niederspannungsnetz kann sowohl der Normalbetrieb, als auch verschiedene Szenarien bis hin zu Extremszenarien, wie z.B. erhöhte Oberschwingungen oder Unsymmetrien, im elektrischen Netz nachgebildet und die Funktionalität verifiziert werden.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Schenk, Jun.-Prof. Dr. Ines Hauer  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Julius Brinken, M.Sc. Sebastian Helm, M.Sc. Niels Schmidtke, Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter  
**Kooperationen:** Lehrstuhl für Logistische Systeme, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg; Gemeinde Burg; Stadtwerke Burg Energienetze mbH; IFF Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2020

### **Infrastrukturkopplung - Platzierung und Betrieb von Ladestationen aus Verkehrs- und Energienetztsicht**

Im Mittelpunkt des Vorhabens InKola "Infrastrukturkopplung - Platzierung und Betrieb von Ladestationen aus Verkehrs- und Energienetztsicht" steht die infrastrukturübergreifende Planung und der Betrieb für Verkehrs- und Energiesysteme.

Das Ziel ist es, zusammen mit dem Lehrstuhl für Logistische Systeme der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Stadt Burg ein anwendungsorientiertes Konzept zur optimalen Platzierung, Versorgung und Betrieb von Ladeinfrastruktur aus Netz- und Verkehrssicht unter Einbindung erneuerbarer Erzeugung zu entwickeln, und an ausgewählten Standorten in der Stadt Burg Ladeinfrastruktur zu installieren. Zur intelligenten Vernetzung und Einbindung der Ladeinfrastruktur in den Verkehrssektor wie dem Nahverkehr ist es das Ziel, die Ladeinfrastruktur mit einem Reservierungssystem für den Nutzer auszustatten.

LENA analysiert im Projekt die optimale Anbindung der Ladeinfrastruktur aus Sicht des elektrischen Netzes und der Lehrstuhl für Logistische Systeme aus dem Blickwinkel der Mobilitätsaktivitäten aller Akteure, mit dem Ziel, die bestmöglichen Standorte für die zukünftigen Nutzer der Ladeinfrastruktur zu ermitteln. Die universitären Konzepte werden sowohl durch die Stadt Burg als auch durch den assoziierten Partner Stadtwerke Burg Energienetze GmbH für die anschließende Realisierung der Ladeinfrastruktur genutzt, sodass der Grundstein für eine langfristige Verbreitung von Ladeinfrastruktur in der Stadt Burg gelegt wird.

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Andreas Gerlach  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2017 - 31.12.2020

### **Regelung eines vier Takt Freikolbenmotors mit einer hochdynamischen elektrischen Linearmaschine**

In einer Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für "Elektrischen Maschinen" und dem Lehrstuhl für "Energiewandlungssysteme für Mobile Anwendungen" ist ein direktangetriebener Freikolbenmotor entwickelt worden. Hierbei ist die Besonderheit, dass die 4 Takte nicht mit einer Drehbewegung der Kurbelwelle sondern mit einer Linearbewegung einer Stange die direkt an einem Kolben verbunden ist erzeugt wird. Diese Bewegung ist möglich in dem eine linear wirkende elektrische Maschine in drei Takten als Motor arbeitet und in einem Takt als Generator. Die Loslösung von der Kurbelwelle ergibt einen neuen Freiheitsgrad der Regelung von Verbrennungsmaschinen. Dieser Versuchsstand dient somit dazu, Untersuchungen an dem Einfluss des Kolbenhubes auf dem Verbrennungsprozess durch zu führen.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Anton Chupryn, Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Moustafa Raya  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.03.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Teilprojekt "Energieeffizientes und EMV-gerechtes Hochvoltnetz für Elektrofahrzeuge"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens das Teilprojekt Gesamtfahrzeug. Im Focus der Forschung steht der Einsatz neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Im Teilprojekt "Energieeffizientes und EMV-gerechtes Hochvoltnetz für Elektrofahrzeuge" getragen vom Institut für elektrische Energiesysteme und Institut für Medizintechnik /Lehrstuhl für Leistungselektronik und Lehrstuhl für elektromagnetische Verträglichkeit wird das folgende Thema bearbeitet.

- **Systemarchitektur mit modularer Fahrzeug-Batterie**
- **Ankopplung der Batterie an das Hochvolt-Bordnetz über Leistungselektronik**
  - unterschiedliche Zellentypen einsetzbar
  - Optimierungspotential für den elektrischen Antriebsstrang
- **durchgängige Berücksichtigung der elektromagnetischen Verträglichkeit Anwendbarkeit der Ergebnisse**
  - bereits im Entwurfsstadium auf Komponenten und Systemebene
  - mittels Simulationen und Messungen am Versuchsaufbau

Für den Demonstrations- und Transfercharakter des Gesamtvorhabens werden in Zusammenarbeit mit der sachsen-anhaltinischen Industrie Anwendungsszenarien in Technologieträger operationalisiert und konsequent weiterentwickelt und optimiert.

Die Arbeiten erfolgen innerhalb der institutsübergreifenden Forschergruppe für Elektromobilität Editha. Leitung Kompetenzzentrum eMobility Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Barrera, Pablo Martin; Otero, Marcial; Schallschmidt, Thomas; Bossio, Guillermo; Leidhold, Roberto**

Active broken rotor bars diagnosis in induction motor drives

IEEE transactions on industrial electronics: a publication of the IEEE Industrial Electronics Society/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 7.515]

**Benecke, Sebastian; Gerlach, Andreas; Leidhold, Roberto**

Design principle for linear electrical machines to minimize power loss in periodic motions

IEEE transactions on industry applications: IA ; a publication of the IEEE Industry Applications Society/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 3.347]

**Gerlach, Andreas; Haeseler, Friedrich; Rottengruber, Hermann; Leidhold, Roberto**

Nonlinear power control of an internal combustion engine without throttle actuator

IEEE transactions on control systems technology: a publication of the IEEE Control Systems Society/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2020, insges. 8 S.;

[Online first]

[Imp.fact.: 5.312]

**Hauer, Ines; Balischeckski, Stephan; Ziegler, Christian**

Design and operation strategy for multi-use application of battery energy storage in wind farms

Journal of energy storage - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Vol. 31 (2020), article 101572;

[Imp.fact.: 3.517]

**Otero, Marcial; Barrera, Pablo M.; Bossio, Guillermo R.; Leidhold, Roberto**

Stator inter-turn faults diagnosis in induction motors using zero-sequence signal injection

IET electric power applications/ Institution of Engineering and Technology - London [u.a.]: IET . - 2020;

[Imp.fact.: 2.834]

**Parol, Mirosław; Wójtowicz, Tomasz; Księżyk, Krzysztof; Wenge, Christoph; Balischeckski, Stephan; Arendarski, Bartłomiej**

Optimum management of power and energy in low voltage microgrids using evolutionary algorithms and energy storage

International journal of electrical power & energy systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 119 (2020), article 105886;

[Imp.fact.: 4.418]

**Pribahnsnik, Florian P.; Bernardoni, Mirko; Nelhiebel, Michael; Mataln, Marianne; Lindemann, Andreas**  
Piezoelectric properties of GaN-on-Si heterostructures and their implications on lifetime during switching operation

IEEE transactions on power electronics: PE ; a publication of the Power Electronics Council/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE, Bd. 35.2020, 10, S. 10873-10878;

[Imp.fact.: 6.373]

**Schröter, Tamara; Richter, André; Götze, Jens; Naumann, André; Gronau, Jenny; Wolter, Martin**

Substation related forecasts of electrical energy storage systems - transmission system operator requirements

Energies: open-access journal of related scientific research, technology development and studies in policy and management - Basel: MDPI, Volume 13(2020), issue 23, article 6207, 26 Seiten;

[Imp.fact.: 2.702]

**Zhang, Yonggang; Klabunde, Christian; Wolter, Martin**

Frequency-coupled impedance modelling and resonance analysis of DFIG-based offshore wind farm with HVDC connection

IEEE access : practical research, open solutions / Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY : IEEE, Bd. 8 (2020), S. 147880-147894

[Imp.fact.: 3.745]

**Zhao, Zhao; Leidhold, Roberto**

Investigation of current-ripple for three-phase four-wire inverter-fed motors

Energy reports - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 6.2020, S. 330-337;

[Part of special issue: 2020 The 7th International Conference on Power and Energy Systems Engineering, (CPESE 2020), 2629 September 2020, Fukuoka, Japan]

[Imp.fact.: 3.595]

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Barrera, Pablo M.; Bossio, Guillermo R.; Hieke, Sebastian; Leidhold, Roberto**

SynRM saliencies evaluation for rotor position estimation

2020 IEEE International Conference on Industrial Technology: Buenos Aires Institute of Technology (ITBA), Buenos Aires, Argentina, 26-28 February, 2020 : proceedings/ IEEE International Conference on Industrial Technology - Piscataway, NJ: IEEE, 2020 . - 2020, S. 223-229;

[Konferenz: IEEE International Conference on Industrial Technology, ICIT, Buenos Aires, 26-28 February 2020]

**Benecke, Sebastian; Gerlach, Andreas; Leidhold, Roberto**

Analysis and compensation of end effects for improved force control of linear machines

Proceedings 2020 International Conference on Electrical Machines (ICEM): 4030 Piscataway, NJ\$IEEE, 2020 . - 2020;

[Konferenz: 2020 International Conference on Electrical Machines, ICEM, Online, 23-26 August 2020]

**Gebhardt, Marc; Wolter, Martin**

Decomposition of PST flows via extended power equation

2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe) - [Piscataway, NJ]: IEEE, 2020 . - 2020;

[Konferenz: 2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe, ISGT-Europe, Delft, 26-28 October 2020]

**Gerlach, Andreas; Benecke, Sebastian; Rottengruber, Hermann; Leidhold, Roberto**

Efficient motion control of a PMSM and design of a mechanic energy storage for a four stroke free piston engine

2020 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo: Chicago, IL, USA, 23-26 June 2020 - [Piscataway, NJ]: IEEE, 2020 . - 2020, S. 235-239;

[Konferenz: IEEE Transportation Electrification Conference & Expo, ITEC, Chicago, IL, USA, 23-26 June 2020]

**Helm, Sebastian; Hauer, Ines; Wolter, Martin; Wenge, Christoph; Balischewski, Stephan; Komarnicki, Przemyslaw**

Impact of unbalanced electric vehicle charging on low-voltage grids

Smart grids: key enablers of a green power system: 2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe : Delft, the Netherlands, 26-28 October, 2020/ IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe - [Piscataway, NJ]: IEEE . - 2020;

**Kempiak, Carsten; Lindemann, Andreas**

Investigation of the threshold voltage shift of SiC MOSFETs during power cycling tests

PCIM Europe: International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management, 07.-08.07.2020 : proceedings/ PCIM Europe digital days - Berlin: VDE Verlag GmbH, 2020 . - 2020, S. 38-45;

[Virtuelle Konferenz mit Live- und On-Demand-Lösungen für interaktive Präsentationsmöglichkeiten, PCIM Europe digital days 2020, 7-8 July 2020]

**Kempiak, Carsten; Lindemann, Andreas; Idaka, Shiori; Thal, Eckard**

Comperative study of determining junction temperature of SiC MOSFETs during power cycling tests by a T j sensor and the V SD(T)-method

CIPS 2020: 11th International Conference on Integrated Power Electronics Systems : March, 24-26, 2020, Berlin, Germany/ CIPS - Berlin: VDE Verlag GmbH, 2020 . - 2020, S. 524-529;

[Konferenz: CIPS 2020, Berlin, March, 24-26, 2020]

**Kiselev, Aleksej; Catuogno, Guillermo R.; Kuznietsov, Alexander; Leidhold, Roberto**

Finite control set MPC for open-phase fault tolerant control of synchronous reluctance motor  
2020 IEEE International Conference on Industrial Technology: Buenos Aires Institute of Technology (ITBA), Buenos Aires, Argentina, 26-28 February, 2020 : proceedings/ IEEE International Conference on Industrial Technology - Piscataway, NJ: IEEE, 2020 . - 2020, S. 1077-1082;  
[Konferenz: IEEE International Conference on Industrial Technology, ICIT, Buenos Aires, 26-28 February 2020]

**Kühne, Philipp; Wenske, Michael; Wolter, Martin; Baumann, Nils**

Investigation and optimization of Pt/IrO<sub>2</sub> catalyst for unitized regenerative PEM fuel cells  
2020 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM) - [Piscataway, NJ]: IEEE, 2020 . - 2020;  
[Meeting: IEEE Power & Energy Society General Meeting, PESGM, Montreal, QC, Canada, 2-6 August 2020]

**Tayyab, Muhammad; Hauer, Ines; Klabunde, Christian; Wolter, Martin**

Optimal hybrid storage planning under different tariffs in a microgrid  
Smart grids: key enablers of a green power system: 2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe : Delft, the Netherlands, 26-28 October, 2020/ IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe - [Piscataway, NJ]: IEEE . - 2020;

**Teshale, Adisu; Zhao, Zhao; Biru, Getachew; Leidhold, Roberto**

Analysis of Common-mode EMI in PM Synchronous Machines with Fractional-slot Concentrated Winding  
IEEE PowerAfrica Conference 2020: dates: 25th-28th August 2020, venue: virtual/ IEEE PES & IAS PowerAfrica Conference - [Piscataway, NJ]: IEEE, 2020 . - 2020, insges. 5 S. ;  
[Kongress: 2020 IEEE PES/IAS PowerAfrica, Nairobi, Kenya, 25 - 28 August 2020]

**Zhao, Zhao; Leidhold, Roberto**

Common-mode current reduction PWM technique optimized for four-wire inverter-fed motors  
APEC 2019: Thirty-Fifth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference : March 15-19, 2020, New Orleans, Louisiana - [Piscataway, NJ]: IEEE, 2020 . - 2020, S. 379-384;  
[Konferenz: 2020 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC, New Orleans, LA, USA, 15-19 March 2020]

## NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Brinken, Julius; Schulz, Tim; Helm, Sebastian; Schmidtke, Niels; Hauer, Ines**

Integrated charge site allocation for electric vehicles  
ETC conference papers 2020 / European Transport Conference , 2020 - Henley-in-Arden, United Kingdom : Association for European Transport, S. 1-14

**Helm, Sebastian; Hauer, Ines; Wolter, Martin**

Modellierung von Elektrofahrzeugen zur Potentialabschätzung für Netzservices  
20. Dresdener Kreis Elektroenergieversorgung: 20 bis 21. März 2018 in Magdeburg - Hannover: Leibniz Universität Hannover, 2020; Hofmann, Lutz . - 2020, S. 35-40;

**Zhang, Yonggang; Klabunde, Christian; Wolter, Martin**

Study of resonance issues between DFIG-based offshore wind farm and HVDC transmission  
PSCC2020: Porto, Portugal, June 29 - July 3, 2020 - Lausanne: PSCC-central, 2020 . - 2020, insges. 8 S. ;  
[21st Power Systems Computation Conference, PSCC 2020, Porto, Portugal, June 29 - July 3, 2020]

## DISSERTATIONEN

**Balischewski, Stephan; Hauer, Ines [AkademischeR BetreuerIn]; Wolter, Martin [AkademischeR BetreuerIn]**

Multifunktionaler Einsatz von Batteriespeichern in elektrischen Verteilnetzen - optimale Auslegung und Betrieb  
Barleben: docupoint GmbH, 2020, 1. Auflage, vi, 127 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm - (Res electricae Magdeburgenses; Band 79)

**Middelstädt, Lars; Lindemann, Andreas [AkademischeR BetreuerIn]**

Transiente Effekte in leistungselektronischen Schaltungen mit schnellschaltenden Leistungshalbleitern unter besonderer Berücksichtigung der elektromagnetischen Verträglichkeit

Barleben: docupoint GmbH, 2020, 1. Auflage, xvi, 158 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm - (Res electricae Magdeburgenses; Band 81)