OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG

EIT

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

Forschungsbericht 2022

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
  - Netzrückwirkungen 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: M.Sc. Henning Demele, Jun.-Prof. Dr. Ines Hauer, Dr.-Ing. Christoph Wenge
Projektbearbeitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter, M.Sc. Stephan Balischewski, Dipl.-Ing. Jörg Petzold, M.Sc. Sebastian Helm
Kooperationen: Krebs'engineers GmbH, Henning Demele; Frauenhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Dr. Wenge; Lehrstuhl für elektromagnetische Verträglichkeit der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Prof. Dr.-Ing. R. Vick
Förderer: EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.06.2018 - 31.03.2022

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. 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 besipeilsweise Rückschlüsse auf zu verbessernde Materialeigenschaften der Batterie oder angepasste Betriebsparameter des Umrichters schließen.

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold, Dr.-Ing. Stefan Hoerner, 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 - 31.03.2024

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:	Dr.-Ing. Stefan Hoerner, Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold, Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin, Prof. Dr.-Ing. Christian-Toralf Weber, Prof. Dr. Jürgen Häberle, Prof. Yves Delannoy, Dr.-Ing. Pierre-Luc Delafin, Dr.-Ing. Cyrille Bonamy
Förderer:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2021 - 31.12.2023

OPTIDE – Leistungssteigerung und Verbesserung der Dauerfestigkeit von vertikalachsigen Wasserturbinen durch aktive Schaufeljustierung

Vertikalachsige Turbinen sind eine flächeneffiziente Technologie zur nachhaltigen Nutzung von Gezeitenströmungen. Die vertikale Drehachse sorgt allerdings zu einem dynamischen Strömungsabriss, der die Effizienz der Turbinen herabsetzt und im schlimmsten Fall zu Materialversagen durch Ermüdungsbrüche führen kann. In die Schaufeln integrierte Antriebe sollen dafür sorgen, dass sich die Turbinenschaufeln während jeder Umdrehung optimal an die Strömung anpassen, in dem die Schaufel gepitcht wird. Ein dynamischer Strömungsabriss kann so verhindert werden. Das führt zu einer höheren Effizienz bei geringeren Strukturbelastungen und das Selbsstartverhalten der Turbine kann verbessert werden. Zur Ermittlung einer optimierten Regelung der Pitchfunktion werden experimentelle Hardwarebasierte Optimierungsmethoden mit numerischen Methoden kombiniert.
Das Projekt ist eine internationale Kooperation des Instituts für Strömungstechnik und Thermodynamik und

des Instituts für Elektrische Energiesysteme der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg mit dem Institut für Maschinenbau der Hochschule Magdeburg-Stendal und dem Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels der Université Grenoble-Alpes.

Projektleitung: Dr.-Ing. Mario Stamann, Prof. Dr.-Ing. Roberto Leidhold, MSc. Sebastian Hieke
Förderer: BMWi/AIF - 01.04.2021 - 30.09.2023

MicroDrives: Entwicklung eines elektrisch kommutierten Synchronmotors (10 W bis 1 kW) auf Basis eines spritzgegossenen Neodym-Rotors, um den Herstellungsaufwand gegenüber gängigen Motoren bei höherer Leistungsdichte um 30 % zu reduzieren.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines permanent erregten Synchronmotors für Kleinantriebe (im Bereich von 10 W bis 1 kW) in einer sehr einfachen konstruktiven Ausführung, um den Herstellungsaufwand gegenüber gängigen Motoren zu reduzieren. Es ist zu erwarten, dass die Produktionszeit bzw. -schritte um ca. 30 % reduziert werden. Gleichzeitig sollen der Wirkungsgrad und die Leistungsdichte vergleichbar mit dem Stand der Technik sein oder diesen sogar übertreffen. Die Lösungsmethode basiert auf einer speziellen Motorausführung mit drei Steckspulen und einem neuartigen, spritzgegossenen Rotor auf Basis eines magnetischen Verbundwerkstoffes (bspw. isotropes Neodym), welcher über ein äußeres Magnetfeld bereits während des Einspritzvorgangs teil- bzw. vollständig magnetisiert wird. Anders als bei bisherigen Ansätzen mit ähnlichen Spulenausführungen bleibt hier nur ein geringes Rastmoment von ca. 2 % bestehen. Die neue Motorausführung erlaubt daher einen flexiblen und günstigen Produktionsprozess und ist für verschiedenste Nutzer von kompakten Elektromotoren, beispielsweise in der Medizintechnik oder der Automobilindustrie, von großem Interesse.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann
Kooperationen: Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration
Förderer: BMWi/AIF - 01.07.2019 - 28.02.2022

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 elektrische Netze und erneuerbare Energie; Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.; Fachgebiet Elektrische Energiespeichersysteme, Otto-von-Guericke-Universität; Technische Universität Clausthal
Förderer: Bund - 01.10.2020 - 30.09.2023

Batterietechnologien zur Sicherstellung eines stabilen Netzbetriebs - GridBatt

Das IESY befasst sich im Rahmen des Projektes mit Batteriespeichern am Netz, der Lehrstuhl für Leistungselektronik speziell mit den zugehörigen Stromrichtern und ihrer Regelung: Die bidirektionale Kopplung der Batterie, die in erster Näherung als nicht ideale Gleichspannungsquelle angesehen werden kann, deren Klemmenspannung u. a. vom Strom, dem Ladezustand und der Temperaturabhängig ist, an das Netz erfolgt über ein leistungselektronisches Stellglied. Hierfür kommen verschiedene Topologien in Frage, im einfachsten Falle liegt die Verwendung einer dreiphasigen, selbstgeführten Zweipunkt-Brückenschaltung nahe. Für die Modellierung des leistungselektronischen Stellglieds muss die Topologie berücksichtigt werden. Es ergeben sich typischerweise Zeitkonstanten im unteren Millisekunden-Bereich; im Vergleich zu elektrochemischen Vorgängen in der Batterie sowie im Hinblick auf die Regelung im Netz handelt es sich bei der Leistungselektronik mithin um ein Stellglied von recht hoher Dynamik. Neben den Topologien spielen in der Leistungselektronik die

Bauelemente eine wesentliche Rolle.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann
Kooperationen: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Br.), imtek
Förderer: BMWi/AIF - 01.04.2022 - 30.09.2024

Langzeitzuverlässigkeit SiC-basierter Leistungsmodule

Ziel ist die Entwicklung und Validierung eines Verfahrens zur testbasierten Qualifizierung von Leistungsmodulen auf Basis von Silizium-Karbid (SiC) für extrem hohe Zyklenzahlen. Dazu werden SiC-MOSFETs mit neuartiger und hochzuverlässiger Aufbau- und Verbindungstechnik mittels Lastwechseltests untersucht. Der Fokus liegt hierbei auf Prüfmethoden und Strategien zur Raffung der Tests, Konzepten für in-situ Fehlerindikation, Verfahren zur Kompensation von SiC-spezifischen Drifteffekten sowie dem physikalischen Verständnis der Fehlermechanismen.

Projektleitung: Prof. Dr. Elmar Lukas, Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter
Förderer: EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.11.2022

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 ¼ 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
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 teilentladungbehaftet 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: 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 - 30.11.2022

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: 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.

7. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Abbaszadeh, Shokoofeh; Leidhold, Roberto; Hoerner, Stefan
A design concept and kinematic model for a soft aquatic robot with complex bio-mimicking motion
Journal of bionic engineering - Cham: Springer International Publishing . - 2022, insges. 13 S.;
[Imp.fact.: 2.682]

Dancker, Jonte; Wolter, Martin
A coupled transient gas flow calculation with a simultaneous calorific-value-gradient improved hydrogen tracking
Applied energy - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 316 (2022), insges. 14 S.;
[Imp.fact.: 11.446]

Dancker, Jonte; Wolter, Martin
A joined quasi-steady-state power flow calculation for integrated energy systems
IEEE access/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE, Bd. 10 (2022), S. 33586-33601;
[Imp.fact.: 3.476]

Fritsch, Martin; Wolter, Martin
High-frequency current transformer design and construction guide
IEEE transactions on instrumentation and measurement/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE, Bd. 71 (2022), insges. 9 S.;
[Imp.fact.: 5.332]

Wilhelmi, Florian; Kunori, Shinji; Kuramata, Akito; Komatsu, Yuji; Lindemann, Andreas
Packaged β-Ga2O3 trench MOS Schottky diode with nearly ideal junction properties
IEEE transactions on power electronics/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE, Bd. 37 (2022), 4, S. 3737-3742;
[Imp.fact.: 6.153]

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Fritsch, Martin; Wolter, Martin
An alternative method for dealing with saturation in high-frequency current transformers
Konferenz: IEEE International Conference on Power Systems Technology, POWERCON, Kuala Lumpur, Malaysia, 12-14 September 2022, 2022 IEEE International Conference on Power Systems Technology (POWERCON) - [Piscataway, NJ]: IEEE . - 2022, insges. 5 S.;

Kashtanov, Artem; Wolter, Martin; Glende, Eric
Application of graph theory for automatic restoration distribution networks
Konferenz: PESS 2021 - Power and Energy Student Summit, virtual, 25-26 November 2021, PESS 2021 - Power and Energy Student Summit/ Power and Energy Student Summit - Berlin: VDE VERLAG GMBH; Braun, Martin . - 2022, S. 64-68

Kempiak, Carsten; Lindemann, Andreas
Investigation of long-term drift effects of SiC MOSFETs under power cycling like gate conditions
Konferenz: CIPS 2022, Berlin, March, 15-17, 2022, CIPS 2022/ CIPS - Berlin: VDE Verlag GmbH . - 2022, S. 163-168

Li, Tianyu; Voigt, Christian; Lindemann, Andreas; Boettcher, Lars
An embedded power section with GaN HEMTs
Konferenz: CIPS 2022, Berlin, March, 15-17, 2022, CIPS 2022/ CIPS - Berlin: VDE Verlag GmbH . - 2022, S. 373-379

Luettge, Normen; Wolter, Martin
Approximation of nose curves with conic sections
Konferenz: PESS 2021 - Power and Energy Student Summit, virtual, 25-26 November 2021, PESS 2021 - Power and Energy Student Summit/ Power and Energy Student Summit - Berlin: VDE VERLAG GMBH; Braun, Martin . - 2022, S. 110-114

Mazzoletti, Manuel A.; Bossio, Guillermo R.; Bossio, José M.; Leidhopd, Roberto
Evaluation of demagnetization fault in PMSM with partitioned stator windings using finite element method
Kongress: 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON, San Juan, Argentina, 07-09 September 2022, 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) - [Piscataway, NJ]: IEEE . - 2022, insges. 6 S.;

Schiffmacher, Alexander; Bashiti, Ahmad; Strahringer, David; Wilde, Jürgen; Kempiak, Carsten; Lindemann, Andreas; Rudzki, Jacek; Stroebel-Maier, Henning
New lifetime model for advanced power semiconductor interconnects
Konferenz: IEEE 72nd Electronic Components and Technology Conference, ECTC, San Diego, CA, USA, 31 May 2022 - 03 June 2022, 2022 IEEE 72nd Electronic Components and Technology Conference (ECTC) - Piscataway, NJ: IEEE . - 2022, S. 473-477;

Wilhelmi, F.; Komatsu, Y.; Yamaguchi, S.; Uchida, Y.; Nemoto, R.; Lindemann, Andreas
Effect of substrate thinning and junction-side cooling on thermal properties of Ga 2O 3 diodes
Konferenz: International Conference on Electronics Packaging (ICEP), Sapporo, Japan, 11-14 May 2022, 2022 International Conference on Electronics Packaging (ICEP) - [Piscataway, NJ]: IEEE . - 2022, S. 145-146;

Wilhelmi, Florian; Komatsu, Yuji; Yamaguchi, Shinya; Uchida, Yuki; Nemoto, Ryoichi; Lindemann, Andreas
Packaged β-Ga 2 O 3 Schottky diodes with reduced thermal resistance by substrate thinning to 200 m
Konferenz: CIPS 2022, Berlin, March, 15-17, 2022, CIPS 2022/ CIPS - Berlin: VDE Verlag GmbH . - 2022, S. 180-185

Wilhelmi, Florian; Schmid, Andreas; Lindemann, Andreas
Assessment of state-of-the-art current sensors for fast switching
Konferenz: PCIM Europe 2022, 10 - 12 Nuremberg, PCIM Europe - Berlin: VDE Verlag GmbH . - 2022, S. 1136-1145

Woldu, Tahaguas A.; Wolter, Martin
Analysis and modeling of DFIG-based wind turbines with variable frequency regulation capability
Konferenz: 18th International Conference on the European Energy Market, EEM, Ljubljana, Slovenia, 13-15 September 2022, 2022 18th International Conference on the European Energy Market (EEM) - [Piscataway, NJ]: IEEE . - 2022, insges. 6 S.;

Zhao, Zhao; Hoerner, Stefan; Leidhold, Roberto
Design and analysis of a blade-embedded limited-angle torque motor for vertical-axis water turbines
Konferenz: 11th International Conference on Power Electronics, Machines and Drives, PEMD 2022, Newcastle, UK, 21-23 June 2022, The 11th International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2022) - IEEE . - 2022, S. 204-208;

WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

Baumgarten, Melanie; Porsch, Raphaela; Jahn, Robert W.
Schulische und unterrichtliche Determinanten von Schulerfolg und Schulabbruch an Sekundar- und Gemeinschaftsschulen in Sachsen-Anhalt (SEASA) - Skalenhandbuch zur Dokumentation der Erhebungsinstrumente
New York: Waxmann, 2022, 223 Seiten, Tabellen

Lindemann, Andreas; Wolter, Martin; Rose, Georg; Vick, Ralf; Hauer, Ines; Tayyab, Muhammad; Helm, Sebastian; Heuer, Maik; Brinken, Julius; Müller, Marcel; Schmidtke, Niels; Hildebrand, Nicole; Wagener, Sven; Holzberger, Mathias
Abschlussbericht zum Verbundprojekt InKoLa - Infrastrukturkopplung - Platzierung und Betrieb von Ladestationen aus Verkehrs- und Energienetzsicht
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2022, 1 Online-Ressource (156 Seiten, 8,22 MB), Illustrationen, Diagramme, Karten - (Res electricae Magdeburgenses; Band 87);

DISSERTATIONEN

Dancker, Jonte; Wolter, Martin [AkademischeR BetreuerIn]
Sensitivity factors for integrated energy systems - a joined quasi-steady-state approach
Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, Online-Ressource (XXI, 172, lii Seiten, 7,65 MB), Illustrationen - (Res electricae Magdeburgenses; Band 91);

Förster, Niklas; Leidhold, Roberto [AkademischeR BetreuerIn]
Auslegungs- und Regelungsmethoden von PMSM mit nicht sinusförmiger Anisotropie für geberlose Regelung und maximales Moment
Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (v, 87 Blätter, 38,08 MB), Illustrationen;

Gholizadeh, Mahmood; Wolter, Martin [AkademischeR BetreuerIn]; Koch, Maik [AkademischeR BetreuerIn]; Sadrieh, Abdolkarim [AkademischeR BetreuerIn]
Cost-optimized renewable energy integration roadmap for the Iranian power system
Magdeburg, 2022, XX, 135 Blätter, Illustrationen, Diagramme, Karten, 31 cm

Höpfner, Andreas; Kormanicki, Przemyslaw [AkademischeR BetreuerIn]
Methodik der integrierten Raum- und Energieplanung in Industrieparks und in industriellen Standorten
Barleben: docupoint GmbH, 2022, VIII, 109 Seiten, Illustrationen

Pribahsnik, Florian Peter; Lindemann, Andreas [AkademischeR BetreuerIn]
Gallium Nitride (GaN) specific mechanical phenomena and their influence on reliability in power HEMT operation
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik 2022, 1 Online-Ressource (VII, 101 Seiten, 16,02 MB) - (Res electricae Magdeburgenses; Band 89) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 85-91]