

JAHRESBERICHT 2011

Magnetisch gelagerte
WEA-Ringgeneratoren
Netzintegration
Stromrichter für Elektrofahrzeuge
Energiespeicher
Hocheffiziente Konverter
Intelligente aktive Netzstation
Silizium Karbid Bauelemente
IEEE Studentenwettbewerb
Future Energy Challenge
Drosselprüfstand

JAHRESBERICHT 2011

IMPRESSUM

Herausgeber:
Universität Kassel/University of Kassel
Kompetenzzentrum für Dezentrale Elektrische
Energieversorgungstechnik (KDEE)
Centre of Competence for Distributed Electric Power Technology

Leiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Zacharias

Anschrift:
Wilhelmshöher Allee 71
34121 Kassel
Germany

Tel.: +49 561 804 6344
Fax: +49 561 804 6521

E-Mail: sekretariat.evs@uni-kassel.de

www.kdee.uni-kassel.de & www.evs.e-technik.uni-kassel.de

Redaktionelle Koordination: Dr.-Ing. Benjamin Sahan

Satz und Layout:
formkonfekt | konzept & gestaltung | Karen Marschinke | Kassel

Bilder:
Universität Kassel, Jonathan Brüwer, Raphael Schäfer

Herstellung: Boxan, Kassel

Auflage: 500 Stück

Papier: Maxisilk, FSC zertifiziert
(Forest Stewardship Council bzw. dessen Zertifizierungssystem
steht für international gültige Standards einer ökonomisch,
ökologisch und sozial nachhaltigen Waldbewirtschaftung)

Kassel, Februar 2012



ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	4	F&E PROJEKTE KDEE	32
Vorwort	4	Leistungselektronische Wandler für photovoltaische Systeme	32
Selbstbild KDEE-EVS	6	Neuartige bürstenlose Gleichstrommaschine als Hilfsantrieb	33
Das Fachgebiet EVS / Windkrafttechnik	9	Elektromobilitätskonzept mit teil-autonomen Fahrzeugen	34
Forschungsverbunds Fahrzeugsysteme (FAST)	10	Systemoptimierung von PV-Großkraftwerken	35
Festkolloquium zur Verabschiedung von Prof. Heier	11	Aktive, intelligente Niederspannungsnetze	36
IEEE International Future Energy Challenge 2011	12	Potenzialanalyse zur Nutzung von Siliziumkarbid-Bauelementen	37
Kasseler Forscher mit IHK Förderpreis ausgezeichnet	13	Entwicklung eines Ladegeräts für Li-Ionen Batterien	38
Forschungskooperationen	14	Dynamisches Testsystem für GaN Bauelemente auf Wafer-Niveau	39
Labor-Infrastruktur / Serviceangebote	19	Entwicklung einer elektronischen Quelle / Last	40
FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN	20	Automatisierter Prüfstand für Leistungshalbleiter	41
Vorwort	20	Entwicklung eines geregelten Kalorimeters	42
F&E PROJEKTE EVS	22	Verlustmessung von weichmagnetischen Kernen für leistungselektronische Anwendungen	43
Windenergietechnik:	22	Entwicklung eines hocheffizienten Vorschaltgeräts für LED-Leuchten	44
MagnetRing – Vorentwicklung eines magnetisch gelagerten Ringgenerators	22	DOKUMENTATION	46
RAVE – Research at alpha ventus – Netzintegration	23	Abgeschlossene Diplom I-Arbeiten 2011	46
Verbesserte „Fault-Ride-Through“ – Fähigkeit für regenerative Stromerzeugersysteme	24	Abgeschlossene Diplom II-Arbeiten 2011	47
Machbarkeitsuntersuchungen durch Asynchrongeneratoren	25	Abgeschlossene Master-Arbeiten in 2011	48
Neuentwicklung von Synchrongenerator-Systemen	26	Publikationen 2011	50
EVS:	28	Publikationen 2010–2005	51
Lebensdauer und Betriebszuverlässigkeit leistungselektronischer Wandler	28	Patente und Schutzrechte	57
Energiespeicher für dezentrale und mobile Energiesysteme	29	Mitarbeiter des KDEE/EVS	58
Elektromagnetischer Schienenbeschleuniger für symmetrischen Taylortest	30	Impressionen	60
Stromrichter für Elektrofahrzeuge	31		

VORWORT

Das Kompetenzzentrum für Dezentrale Elektrische Energieversorgungstechnik (KDEE) wurde im Januar 2009 als eigene Struktureinheit der Universität Kassel gegründet. Seither vollzieht sich mit dem Fachgebiet Elektrische Energieversorgungssysteme (EVS) eine gemeinsame Entwicklung.

Die Themen „Nutzung erneuerbarer Energiequellen“ und „Schonung von Ressourcen durch Effizienzsteigerung“ sind aktueller denn je.

Ursprünglich stand bei der Nutzung erneuerbarer Energiequellen die Bereitstellung von Wirkleistung mit höchster Effizienz im Fokus des Interesses. Durch den hohen bereits erreichten und weiter steigenden hohen Durchdringungsgrad der elektrischen Netze mit Lieferanten elektrischer Leistung kommen jetzt neue systemtechnische Fragestellungen hinzu.

Aus Netzen, die durch große elektrische Maschinen dominiert wurden, werden Netze mit immer stärkerer Prägung durch leistungselektronische Energiewandler. Je höher der Anteil dieser Stromrichter an der installierten Gesamtleistung ist, desto stärker rücken auch Fragestellungen nach der Sicherung der Stabilität und Qualität der Netze in den Vordergrund. Hier sehen EVS und KDEE zukunftsichernde Aufgabenfelder bei der Technikgestaltung durch die Entwicklung von Stellgliedern, geeigneter Automatisierungstechnik und durch ein Regelwerk für die Interaktion der vernetzten energietechnischen Komponenten.

Das Streben nach Energiewandlung mit höchster Effizienz überträgt sich aus dem Bereich der Erneuerbaren Energietechnik zunehmend auch in andere Bereiche. Ein Beispiel dafür ist der Automobilbau, der – mit oder ohne elektrischen Antrieb – jeden Energieverlust in CO₂-Emissionen oder in Kosten umrechnen kann. Vermiedene Verluste bedeuten vermiedene Aufwendungen für Kühlung, geringere

Masse und größere Reichweiten. Aber auch in der Industrieautomation, der Beleuchtungstechnik und der Medizintechnik sind Energieeinsparungen direkt in Kostenvorteile umzumünzen.

Daher ist der erkennbare Trend erfreulich, dass immer mehr Interessenten für ein energietechnisches Studium zu verzeichnen sind. Besuchten an der Universität Kassel 2005 nur etwas über 20 Studenten die Vorlesung Leistungselektronik, so sind es mittlerweile im Wintersemester 2011/12 über 80 Hörer. Das wird den Mangel an qualifizierten Fachkräften lindern, ist aber weit entfernt von einer langfristigen Deckung der Nachfrage. Es war daher eine weit vorausschauende Entscheidung des Landes Hessen und der Universität Kassel, Wissenschaft und Forschung in diesen Bereichen durch Förderung und enge Kooperationsbeziehungen mit der Industrie auszubauen.

Die Gründung des Instituts für dezentrale Energietechnologie (IdE) durch die Universität Kassel im Verbund mit der Stadt Kassel und einer ganzen Reihe industrieller Akteure der Region als gemeinnützige GmbH ist ein weiterer konsequenter Schritt in diese Richtung.

Die Mitarbeiter und Studenten von EVS und KDEE wirken auch gleichzeitig im Forschungsverbund Fahrzeugsysteme (FAST) der Universität Kassel mit. Sie fühlen sich der weiteren Stärkung der Zusammenarbeit der Universität mit anderen wissenschaftlichen Institutionen wie Fh IWES und Industrie-Unternehmen sowie der internationalen Visualisierung ihrer Leistungsfähigkeit und ihres industriellen und wissenschaftlichen Umfelds auf dem Gebiet nachhaltiger Energieversorgungstechnik verpflichtet und danken ihren Förderern und Kooperationspartnern auf das Herzlichste.

FOREWORD

The Centre of Competence for Distributed Power Technology (KDEE) was founded in January 2009 as a separate structural unit of the University of Kassel. Since then a joint development in cooperation with the Department of Electrical Power Engineering (EVS) takes place. Topics such as the utilisation of renewable energy sources and the conservation of resources through increased efficiency are more relevant than ever.

So far the provision of active power with high efficiency has been the focus of interest in the use of renewable energy sources. As a consequence of the high and increasing penetration of the electricity grid with renewable energy generators new system technology issues are emerging. Electric grids that were previously dominated by large electrical machines are now increasingly influenced by power electronic converters. The higher the share of the total installed capacity that is provided by these converters is, the more questions concerning the stability and quality of the networks are being brought to the centre of attention. In this context EVS and KDEE see future-proof fields of activity in the design of technology through the development of power converters, suitable automation and by a set of rules for the interaction of interconnected components.

The pursuit of achieving energy conversion with high efficiency increasingly carries over from the field of renewable energy technology to other areas. One example is the automotive industry in which every loss of energy – involving electric machines or not – can be converted into CO₂ production or cost. Avoiding losses result in reduced expenses for cooling, lower mass and increased range. But even in industrial automation, lighting technology and medical technology energy savings directly result in cost benefits.



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Zacharias

Therefore, the noticeable trend of increasing interest of students to study energy engineering is very pleasing. While in 2005 only about 20 students attended the lecture course on power electronics at the University of Kassel the number has risen to over 80 participants in the current winter semester 2011/12. This will alleviate the shortage of skilled professionals, but is far from a long-term fulfilment of demand. It was therefore a far sighted decision by the state of Hesse and the University of Kassel, to strengthen science and research in these areas though support and through close cooperation with industry. The establishment of the Institute for Distributed Energy Technology (IdE) by the University of Kassel, in conjunction with the City of Kassel and a number of industrial players in the region is the next logical step in this direction.

The staff and students of EVS and KDEE simultaneously participate in the research group Vehicle Systems (FAST) at the University of Kassel. We committed to further strengthen the cooperation between the University and other academic institutions such as Fh IWES and industrial companies as well as to internationally visualize their performance and their industrial and scientific environment in the field of sustainable energy technology and would like to thank their sponsors and partners most sincerely.

P. Zacharias

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

SELBSTBILD KDEE

Die Gründung des Kompetenzzentrums für Dezentrale Elektrische Energieversorgungstechnik (KDEE) folgte dem Bedarf nach einem Konzentrationspunkt in der Universität für die Entwicklung komplexer innovativer Lösungen sowie nach einer Vorbereitung des wissenschaftlich-technischen Transfers von komplexen gerätetechnischen und systemtechnischen Prinzip-Lösungen in die industrielle Praxis. Es ist thematisch und personell engverbunden mit dem Fachgebiet Elektrische Energieversorgungssysteme (EVS).

Leistungselektronische Stellglieder sind die flexibelsten und schnellsten für das Energiemanagement in derzeitigen und zukünftigen elektrischen Energienetzen. Ihre Konstruktion und Regelung erfordert spezielles Know-how, das von EVS und KDEE entwickelt, langfristig konzentriert und fortgeführt wird. Damit wird das KDEE Partner für industrielle und öffentlich geförderte Projekte sowohl aus dem Grundlagenbereich als auch für industrielle Vorentwicklungen.

Die Gründung des KDEE dient der weiteren Stärkung der Zusammenarbeit der Universität mit Unternehmen sowie der internationalen Visualisierung ihrer Leistungsfähigkeit und ihres industriellen und wissenschaftlichen Umfelds.

Ein zentrales Ziel ist es, die Anzahl der Arbeitsplätze im Sektor Dezentrale Energiesysteme in der Region Nordhessen bis 2020 auf mindestens 20.000, entsprechend der vom deENet e. V. durchgeführten Potenzialstudie, zu steigern. So soll das Profil der Region in Richtung effizienter Energieerzeugung & -verwendung weiter geschärft werden.

In der wissenschaftlichen Gesellschaft wird die Entwicklung einer DFG Forschergruppe aus dem KDEE heraus angestrebt.



Einbindung in die Universität Kassel

EVS und KDEE sind in der Universität Kassel eingebunden.

Kernkompetenz:

Geräteorientierte Energiesystemtechnik für die Nutzung erneuerbarer Energien. Die besonderen Schwerpunkte liegen dabei auf der Stromrichtertechnik in Hybridsystemen und Verteilernetz, bei dezentraler Energiewandlung sowie mobilen Energieversorgungssystemen.

title

SELF-PERCEPTION KDEE

The foundation of the Centre of Competence for Distributed Electric Power Technology (KDEE) followed the need for a concentration point in the university for the development of innovative solutions as well as the need for a preparation of the scientific-technical transfer of complex device and systems principle solutions into the industrial exploration. In terms of topics and personnel it is closely connected with the chair of Electric Power Supply Systems (EVS).

Power electronic based converters are the most flexible and dynamic equipment for management of energy in the actual and future electrical grid. Their construction and control requires specialized knowledge, which will be concentrated and pursued in the long term. Hence, the KDEE will act as a partner for industrial and public-funded projects not only on the fundamental research level but also on industrial-oriented applications.

Furthermore, the KDEE aims not only to consolidate the cooperation between the university and companies but also to promote international awareness of its capabilities and its industrial-scientific environment.

It is a central goal to increase the number of workplaces in the sector of distributed power systems in the region of Northern Hesse up to at least 20000 until 2020 in accordance with the results of the potential study of the cluster organization deENet. e. V. Thus, the profile of the region in the direction of efficient energy production and energy use is further sharpened.

Within the scientific community the aim is to develop the KDEE into a DFG Research Group.

Gruppenfoto

Group Photo

Involvement with the University of Kassel

The Chair of Electric Power Supply Systems (EVS) and the Centre of Competence for Distributed Electric Power Technology (KDEE) are integrated in the University of Kassel as follows:

Core competence:

Appliance-oriented power systems technology for the use of renewable energy sources with special focus on the power converter technology for hybrid systems, distribution network, decentralized energy conversion and mobile power supply systems.

Thematische Schwerpunkte des Zentrums

- Erforschung und Entwicklung von neuen Systemelementen und Strukturen für die dezentrale Bereitstellung von elektrischer Energie in einem öffentlichen Versorgungssystem, sowohl im Verbund als auch in isolierten Inselnetzen.
- Entwicklung von Grundsatzlösungen für Geräte, Anlagen und Systeme zur dezentralen Bereitstellung von Strom und Wärme zur effektiven Nutzung aller ökonomisch sinnvollen Energieressourcen.
- Erforschung und Entwicklung von Konzepten und technischen Grundsatzlösungen für integrierte / gleichzeitige Nutzung verschiedener Energieressourcen in Blockheizkraftwerken, PV-Solaranlagen und Brennstoffzellen mit und ohne Speichereinbindung.
- Regelung und Betriebsführung von vernetzten Energielieferanten und Energiespeichern in mobilen Systemen und Bordnetzen.
- Entwicklung neuartiger Aktoren und Antriebe in Fahrzeugen.
- Ausbildung hoch qualifizierter und promovierter Ingenieure der Energietechnik.

Das EVS und KDEE sind in folgende 4 Säulen gegliedert, die jeweils von einem Forschungsgruppenleiter koordiniert werden:

▪ **Stromrichtersysteme für Gleichstrom-Generatoren und Speicher**

Energiewandler zur Wandlung von Gleichstrom in Wechselstrom und umgekehrt – z. B. zur Nutzung in Photovoltaiksystemen oder für elektrochemische Speicher sowie für Brennstoffzellen – und zur Verbindung von Gleichspannungssystemen mit unterschiedlichen Spannungen im stationären Bereich und im Bereich von Fahrzeugen.

▪ **Stromrichtersysteme für drehzahlvariable Wechselstrom-Quellen**

Energiewandler für die Kopplung frequenz-variabler oder von der Netzfrequenz stark abweichender Wechselstromquellen an ein frequenz-starres Netz, wie z. B. in innovativen Blockheizkraftwerken sowie drehzahlvariablen Wasserkraft- und Windgeneratoren.

▪ **Windkrafttechnik**

Triebstrangkonzeppte und regelungstechnische Konzepte der Netz-anbindung von Generatoren mit variabler Drehzahl, Windkraftanlagen bis 1 MW als systemtechnische Gesamtkonzepte.

▪ **Leistungselekt. Konverter für industrielle Applikationen**

Nutzung des über 3 Jahrzehnte aufgebauten Know-how in der Stromrichtertechnik zur Aufbereitung elektrischer Energie in industriellen Prozessen.

Thematic emphasis of the Center

- *Research and development of new system elements and structures for the decentralized provision of electric energy in the mains power supply not only in connected but also in island grids.*
- *Development of basic solutions for appliances, facilities and systems for the decentralized provision of electric power and heat in order to promote the effective utilization of all economically reasonable energy sources.*
- *Investigation and development of concepts and technical approaches for integrated solutions aiming for the simultaneous use of diversified energy sources in combined heat and power plants (CHP), photovoltaic facilities and fuel cells with or without storage connection.*
- *Control and implementation of networked energy sources and energy storages in mobile systems and on-board power supplies.*
- *Development of new actuators and drives in vehicles.*
- *Training of highly-qualified and postgraduated engineers in the field of power engineering.*

EVS and KDEE are structured into the following four columns, which are respectively coordinated by a research group leader:

▪ **Power converter systems for DC-generators and storages**

Conversion of DC-current into AC-current and vice versa – for example in use of photovoltaic systems or electric-chemical storages like fuel cells or the connection of DC-systems with different voltage levels in stationary or in automobile applications.

▪ **Power converter systems for AC-sources with variable speed**

Coupling systems with variable frequency or strong variation around the grid-value to a fixed grid frequency like not only innovative combined heat and power generation plant but also speed variable hydroelectric and wind power plants.

▪ **Wind power technology**

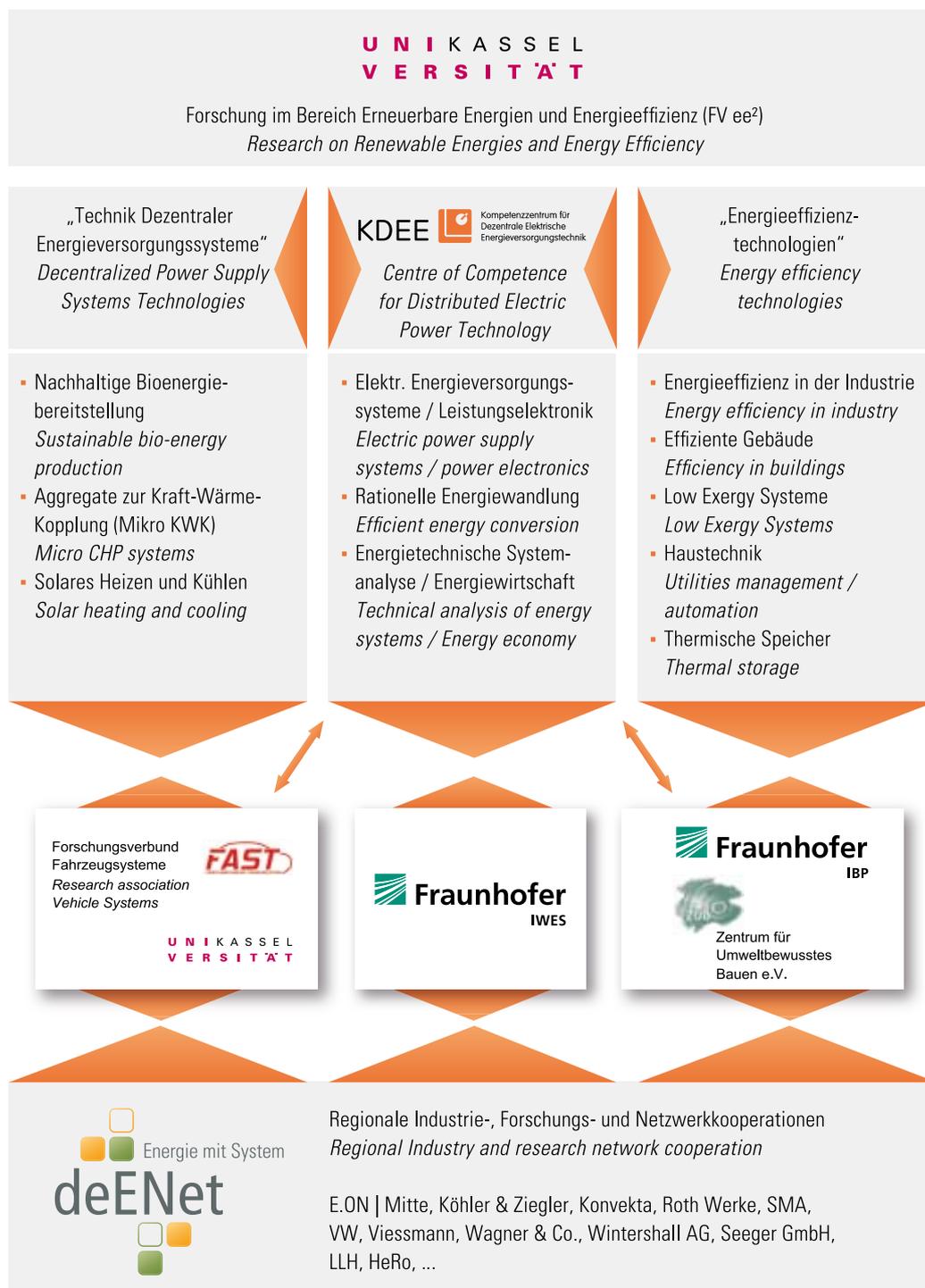
Drive train concepts, control technique and grid connection of generators with variable speed, and wind power plants up to 1 MW as general technical concept.

▪ **Power electronics converter for industrial applications**

Use of over 30 years of accumulated know-how in the field of power converters technology for the conditioning of electric energy in industrial processes.

Das KDEE wird in ein (in Planung befindliches) Forschungszentrum Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in der Universität Kassel eingebettet. Ziel ist dabei die Überführung der Ergebnisse in das, als Anwendungszentrum für die Industrie geplante, Institut für dezentrale Energietechnologie (IDE GmbH i. G.) an der Universität Kassel. Dieses soll den Zeitraum zwischen Idee und Marktwirksamkeit deutlich verkürzen.

The KDEE will be embedded in the (planned) Research Center of Renewable Energy and Energy Efficiency of the University of Kassel. The aim is to transport the results into the planned Institute of Decentralized Energy Technology (IDE GmbH i. G.) at the University of Kassel, which is intended to be an application center for the industry. This should clearly shorten the period between idea and market effectiveness.



Aufbau des vernetzten Forschungszentrums Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (FVee²) der Universität Kassel in einer Übersicht (FhG IBP PG Kassel: Fh Institut Bauphysik Projektgruppe Kassel; ZUB: Zentrum für Umweltbewusstes Bauen).

Overview of the network of the Centre of Research for Renewable Energies and Energy Efficiency of the University of Kassel (FhG IBP PG Kassel: Fh Institut Bauphysik Projektgruppe Kassel; ZUB: Zentrum für Umweltbewusstes Bauen).

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

**DAS FACHGEBIET ELEKTRISCHE ENERGIE-
VERSORGUNGSSYSTEME (EVS)**

title

**CHAIR OF ELECTRIC POWER SUPPLY
SYSTEMS (EVS)**



**Institut für Elektrische Energietechnik
Elektrische EnergieVersorgungssysteme
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Zacharias**

Teaching and research at the department are focused on subsystems and systems for electrical power supply and on development of power electronic components and devices for such systems. These include especially the development of methods to use renewable energy sources (e.g. solar energy, small-hydro power, biogas and wind) and power electronic converters for mobile applications. A special cooperation exists with the former "Institute for Solar Energy Technology" (ISET e. V.), today: Fraunhofer IWES (Institute for Wind Energy and Energy System Technology), which was founded 1988 by the former head of the EVS department Prof. Werner Kleinkauf. Close connections are maintained by common projects and the supervision of doctoral candidates of the Fh IWES.

Lehre und Forschung im Fachgebiet sind ausgerichtet auf Anlagen und Systeme zur elektrischen Energieversorgung sowie auf die Entwicklung leistungselektronischer Bauelemente und Baugruppen für solche Systeme. Sie umfassen dabei die Entwicklung von Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen (z. B. Sonne, Kleinwasserkraft, Biogas und Wind) sowie leistungselektronische Wandler in mobilen Anwendungsbereichen. Besonders enge Zusammenarbeit besteht mit dem 1988 durch den damaligen Fachgebietsleiter Prof. Kleinkauf gegründeten „**Institut für Solare Energieversorgungstechnik**“ (ISET e. V.), heute: Fraunhofer IWES (Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik) und der SMA Solar Technology AG.

SMA wurde 1981 von Prof. Werner Kleinkauf und den wissenschaftlichen Mitarbeitern Dipl.-Ing. Günther Cramer, Dipl.-Ing. Peter Drews und Dipl.-Ing. Reiner Wettlaufer als „Spin-off“ aus der Universität Kassel heraus gegründet und ist heute eines der führenden Unternehmen im Bereich der Solartechnik.

Enge Verbindungen werden mit dem Fh IWES gepflegt durch gemeinsame Projekte und die Betreuung von Doktoranden.

Bei einem Mitarbeiterstamm von derzeit fast 30 Personen von EVS und KDEE hat sich auf dem Gebiet der Energieversorgung insgesamt ein leistungsfähiger Forschungsschwerpunkt an der Universität Kassel entwickelt. Dadurch können sowohl gute Forschungsmöglichkeiten als auch breitgefächerte Studieninhalte geboten werden.

With currently approximately 30 employees EVS and KDEE form a powerful research focus on the topic of energy supply systems at the University of Kassel. Thereby good research possibilities as well as widespread study contents can be offered.

With currently approximately 30 employees EVS and KDEE form a powerful research focus on the topic of energy supply systems at the University of Kassel. Thereby good research possibilities as well as widespread study contents can be offered.



Links: Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Zacharias, Leiter des Fachgebiets

Mitte: Prof. Dr.-Ing. habil. Siegfried Heier, Leiter Windkrafttechnik

Rechts: Prof. Dr.-Ing. Harald Bradke, Honorarprofessor der Universität Kassel und Leiter des Competence Centers Energiepolitik und Energiesysteme beim Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung

**Das Fachgebiet bietet folgende Lehrveranstaltungen an:
The following courses are offered by the department:**

▪ Grundlagen der Energietechnik	Prof. Dr.-Ing. habil. P. Zacharias
▪ Leistungselektronik	Prof. Dr.-Ing. habil. P. Zacharias
▪ Leistungselektronik für Mechatroniker	Prof. Dr.-Ing. habil. P. Zacharias
▪ Magnetische Bauelemente	Prof. Dr.-Ing. habil. P. Zacharias
▪ Leistungselektronik zur Energieaufbereitung in dezentralen und regenerativen Energieversorgungssystemen	Dr.-Ing. M. Meinhardt, SMA Solar Technology AG
▪ Simulation regenerativer Energieversorgungssysteme	Dr.-Ing. M. Meinhardt, SMA Solar Technology AG
▪ Regelung elektrischer Energieversorgungseinheiten	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Heier
▪ Nutzung der Windenergie	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Heier
▪ Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Heier
▪ Grundlagen der Elektro- und Messtechnik	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Heier
▪ Energiewirtschaftliche Aspekte der Energietechnik I und II	Prof. Dr.-Ing. H. Bradke, FhG-ISI Karlsruhe
▪ Seminar Netzintegration dezentraler Einspeisesysteme	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Heier
▪ Seminar Windkrafttechnik	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Heier
▪ Praktikum Leistungselektronik / Energietechnisches Praktikum	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Heier

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

**DAS KDEE IST MITGLIED DES FORSCHUNGS-
VERBUNDS FAHRZEUGSYSTEME (FAST)**

title

**EVS AND KDEE ARE MEMBERS OF THE
"RESEARCH ASSOCIATION VEHICLE SYSTEMS"**

Mit dem Forschungsverbund Fahrzeugsysteme als interdisziplinären Verbund wird das Ziel verfolgt, die Region Kassel als Forschungsstandort zu stärken.

FAST nimmt entsprechend seiner Aufgabenstellung als wissenschaftliche Einrichtung fächerübergreifende und interdisziplinäre Aufgaben in Forschung und Lehre, Studium und Weiterbildung, zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und zur Förderung der Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen und Industrieunternehmen auf dem Gebiet der Fahrzeugsysteme wahr.

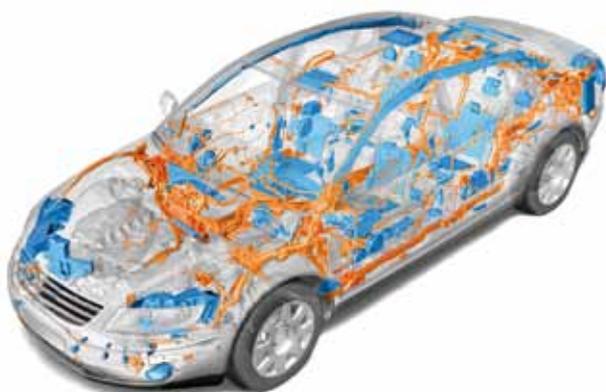
Hierzu gehören insbesondere die Förderung einer organisierten, interdisziplinären Forschung in übergreifenden Projekten, die Schaffung einer partnerschaftlichen Kooperationsplattform für gemeinsame Forschung von Hochschulen, Industrie und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, die interdisziplinäre Aus- und Weiterbildung hochqualifizierter Nachwuchskräfte für die Fahrzeugindustrie, die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und die Zusammenfassung der interdisziplinären fahrzeugtechnischen Forschungsaktivitäten der beteiligten Institute.



The interdisciplinary research cooperation "vehicle systems" pursues the goal to strengthen the region of Kassel as an important research location.

FAST is interdisciplinary involved into research and development, teaching and studies to promote young academics. It also serves as a link between the research institutions and the industry within the field of automotive systems.

Moreover, the support of organized interdisciplinary research belongs in particular to the goals of this association. The creation of a partnership cooperation platform for common research of universities, industry and research institutes, the interdisciplinary education and post-graduate education of highly qualified junior engineers for the automotive industry, the support of the scientific younger generation and the concentration of the interdisciplinary car-technical research activities are the driving forces of the involved institutes.



<http://fast.uni-kassel.de/>

Titel

**FESTKOLLOQUIUM ZUR VERABSCHIEDUNG
VON PROF. DR.-ING. SIEGFRIED HEIER**

Auf eine Zeit von über 30 Jahren an der Universität Kassel konnte Prof. Dr.-Ing. Siegfried Heier zurückblicken, als er am 23. September 2011 im Rahmen eines Festkolloquiums in den wohlverdienten (Un-) Ruhestand verabschiedet wurde. Über 120 Gäste aus Universitäten und Forschungsinstituten, Industrie und Wirtschaft sowie auch viele Freunde und Verwandte waren gekommen, um gemeinsam mit ihm auf sein langes Wirken als einer der Wegbereiter der Windenergie in Deutschland zurückzublicken.

Nach der Begrüßung durch den Dekan des Fachbereichs 16, Prof. Dirk Dahlhaus, wurden viele Erinnerungen der vergangenen Jahre und Jahrzehnte in fünf bildreichen Grußworten von Vertretern der Universität Kassel, des Fraunhofer IWES, der SMA Solar Technology AG und CUBE Engineering GmbH wieder lebendig. Der Festvortrag von Prof. Peter Zacharias als Leiter des Fachgebiets EVS holte sogar noch etwas weiter aus und begann mit den ersten Ideen zur Nutzung der Windenergie um 1700 v. Chr. in Mesopotamien. Es wurden die verschiedensten Anwendungen – von Schöpfwerken zur Bewässerung und Kornmühlen über Blasebälge für Orgeln bis hin zu automatisierten, buddhistischen Gebetsmühlen – verfolgt bis zum Eintritt Prof. Heiers in den Verlauf der Geschichte der Windenergie. Hier fanden die großen Projekte, die Prof. Heier begleitet und initiiert hat, wie beispielsweise das GROWIAN-Projekt oder das 200 MW-Windprogramm, ebenso Erwähnung wie seine große Leidenschaft fürs Reisen, diverse Freizeitaktivitäten oder der Einsatz als Weihnachtsmann. Zur Fortsetzung dieser Zeitreise schloss sich der Festvortrag von Jens Peter Molly als Geschäftsführer des Deutschen Windenergieinstituts mit einem Ausblick in die „Zukunft der Windenergie“ an.

Zum Ausklang des Nachmittags fanden die Gäste bei einem Imbiss noch einmal die Gelegenheit, Erinnerungen auszutauschen und sich persönlich von Prof. Heier zu verabschieden.



Der ehemalige Leiter des Fachgebiets EVS, Prof. Werner Kleinkauf, überreicht Prof. Heier ein Geschenk zur Verabschiedung.

The former head of the department EVS, Prof. Werner Kleinkauf, hands a present on to Prof. Heier.

title

**CELEBRATORY COLLOQUIUM
FOR PROF. DR.-ING. SIEGFRIED HEIER**

Over 30 years of activities at the University of Kassel lay behind Prof. Dr.-Ing. Siegfried Heier when he was retired on September 23rd, 2011 with a celebratory colloquium. Over 120 guests from universities and research institutes, industry and economy as well as many friends and relatives came to join him looking back on his work as one of the wind pioneers in Germany.

After the address of welcome by the dean of the faculty of electrical engineering, Prof. Dirk Dahlhaus, many remembrances of the past years and decades came up during five greetings of representatives of the University of Kassel, the Fraunhofer IWES, SMA Solar Technology AG and CUBE Engineering GmbH. The lecture of Prof. Peter Zacharias as the head of the department EVS even reached back into the past much further and started with the first ideas for a use of wind energy around 1700 B.C. in Mesopotamia. Sundry applications – from water engines for irrigation and grain mills over bellows for organs up to automated Buddhist prayer wheels – were pursued until the entrance of Prof. Heier into the history of wind energy. The important projects he initiated and accompanied, e.g. the GROWIAN project or the 200 MW wind program, were mentioned as well as his passion for travelling, various free time activities or his performance as Santa Clause. To continue this journey through time Jens Peter Molly as the CEO of the German Wind Energy Institute finally presented an outlook into the "Future of Wind Energy".

After the official part the guests could take the opportunity while taking some snacks to talk to each other and take leave of Prof. Heier personally.



Erinnerungen an sportliche Aktivitäten Prof. Heiers im Vortrag von Prof. Zacharias.

Memories on sportive activities of Prof. Heier in Prof. Zacharias' presentation.

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

IEEE INTERNATIONAL FUTURE ENERGY CHALLENGE 2011: KASSELER STUDENTEN GEWINNEN INNOVATIONSPREIS

title

2011 IEEE INTERNATIONAL FUTURE ENERGY CHALLENGE: STUDENT TEAM KASSEL WINS INNOVATION AWARD

Alle zwei Jahre wird vom IEEE weltweit der Studentenwettbewerb „International Future Energy Challenge (IFEC)“ ausgeschrieben. Als mögliche Themen standen bei der 2011er-Ausgabe des IFEC die Entwicklung eines Ladegeräts für Li-Ionen-Batterien bzw. die Entwicklung eines PV-gepeisten Pumpenantriebs für eine Wasseraufbereitungsanlage zur Auswahl. Wir entschieden uns für das Ladegerät und begannen im Herbst 2010 – nachdem wir die Bewerbungsphase erfolgreich überstanden hatten – mit der Bearbeitung des Projekts.

Schritt für Schritt erfolgten dann die Entwicklung und der Aufbau der einzelnen Komponenten des Ladegeräts. Mit unserem „Qualification Report“, der eine Beschreibung des gewählten Konzepts und einen Überblick über die bis dahin gemachten Messungen enthielt, qualifizierten wir uns im Mai 2011 für das Finale des Wettbewerbs. Motiviert durch die erfolgreiche Final-Quali setzten wir zum Endspurt an, um im Juli 2011 der Jury einen funktionstüchtigen Prototypen präsentieren zu können. Nach gut neun Monaten Entwicklungsarbeit, ungezählten Stunden im „IEEE-Lab“, diversen Nacht- und Wochenendschichten war es dann soweit: Unser Ladegerät war reisefertig verpackt und wir machten uns auf den Weg in Richtung Flughafen. Von Frankfurt aus ging es über Detroit nach Dearborn. Vor einer ersten Inbetriebnahme des Laders im Labor der gastgebenden Uni stand zunächst ein Ausflug zu den Niagarafällen auf dem Programm.

Die letzten beiden Tage vor dem Finale nutzten wir dann für eine letzte Optimierung der Software. Da die Zeit knapp war, ergriffen wir jede Gelegenheit, um das Ladegerät bei der Akklimatisierung in der ungewohnten Umgebung zu unterstützen. Kurzer Hand wurde so z. B. die Klimaanlage im Hotelzimmer abgeklemt, um eine Analyse der Netzspannung durchzuführen...

Bei der „Final Competition“ wurde allen Teams die Gelegenheit gegeben, ihr Ladegerät vorzuführen und auf Herz und Nieren testen zu lassen. Unser Lader zog sich dabei achtbar aus der Affäre und wurde schließlich mit dem Innovationspreis ausgezeichnet.

Das „Student Team Kassel“ (Mike Höhre, Markus Horn, Christian Schütz, Martin Umbach) dankt Prof. Zacharias, den Mitarbeitern von EVS und KDEE sowie allen Sponsoren herzlich für die vielfältige Unterstützung, die eine erfolgreiche Teilnahme am IFEC ermöglicht hat.



Vorbereitungen für die Challenge



Studenten-Team Kassel mit dem Team aus Sri Lanka

Every two years, the IEEE asks student teams from universities from around the world to participate in the “International Future Energy Challenge (IFEC)”. When applying for the IFEC, the teams have to choose between two specified topics. This time, a decision had to be made between a battery charger for Li-Ion-batteries and a PV-powered motor drive system for water treatment devices. We chose the battery charger and after successfully applying, we started working on the project in the fall of 2010. Step by step, the different parts of the charger were developed, set up and tested. Based on the results presented in our qualification report, we were qualified to participate in the final competition of the challenge. After working about nine months on the project and spending uncounted hours in the “IEEE-lab”, our battery charger was ready to compete against the prototypes of the other teams. In July 2011, we flew from Frankfurt to Detroit where the final competition was being held. We used the last days before the final for a last optimization of our software and for a trip to the Niagara Falls. At the final competition, all teams presented their chargers to the judges, who also tested the prototypes. Our battery charger performed well and won the Innovation Award.

The student team Kassel (Mike Höhre, Markus Horn, Christian Schütz, Martin Umbach) would like to thank Prof. Zacharias, the EVS/KDEE-staff, and all sponsors for their support that made such a successful participation in the IFEC possible.



Besuch der Niagarafälle

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

**KASSELER FORSCHER MIT IHK FÖRDERPREIS
AUSGEZEICHNET**

title

**IHK KASSEL AWARDS A PRIZE TO KDEE
SCIENTIST**



Verleihung der IHK Preise durch IHK-Vizepräsident Jörg L. Jordan (links) und Vize-Präsident der Universität Kassel Prof. Dr.-Ing. Martin Lawerenz (links) an Dr. Anja Hentschel und Dr. Benjamin Sahan (Stellvertretend für Christian Nöding)

Christian Nöding

Für seine Diplomarbeit mit dem Titel „Untersuchung eines 3-phasigen Wechselrichters mit nur zwei Hochfrequenztransistoren“ wurde Herr Dipl.-Ing. Christian Nöding mit dem Förderpreis der IHK Kassel ausgezeichnet.

For his master thesis “Analysis of a 3-phase inverter with two high-frequency transistors” Mr. Christian Nöding was awarded the IHK sponsorship award by the IHK Kassel.

Für Erzeugungsanlagen wie Fotovoltaikanlagen am Mittelspannungsnetz gelten seit 2008 bundesweit neue Regularien: Diese neuen Richtlinien fordern spezielle Eigenschaften der einspeisenden Generatoren, die sich auf die Kosten der Leistungselektronik auswirken, weil umfangreiche Änderungen oder aufwändige Schaltungskonzepte realisiert werden müssen. Hier setzte die Arbeit von Christian Nöding an. Über lediglich zwei Hochfrequenz-Schalter kombiniert mit einer herkömmlichen niederfrequent und robust arbeitenden Drehstrombrücke ist es möglich, einen dreiphasigen, sinusförmigen Strom mithilfe eines Mittelspannungstransformators einzuspeisen. Der Schwerpunkt der Arbeit lag dabei auf der Steuerung und Regelung des Wechselrichters. Die Blindleistungs- und generelle Funktionsfähigkeit wurde hierbei anhand von Simulationen und einer Inbetriebnahme eines aufgebauten Laborprototyps am Stromnetz untersucht.

For power generator units like PV generators connected to the medium power grid new rules of action takes place since 2008. These new rules require special properties of the hardware that have an impact on the costs of the power electronics because comprehensive modifications or complex hardware are necessary. The master thesis of Christian Nöding gives a possible solution for this. With only two high-frequency transistors and a robust conventional thyristor-bridge it is possible to feed a three-phase sinewave current into the public grid over a standard medium voltage transformer. The focus of the thesis was the control and regulation of the inverter. The ability of feeding-in reactive power and the general reliability of the system were proven with simulations and a laboratory prototype connected to the grid.

Mr. Nöding is member of the research staff of KDEE managed by Prof. Dr.-Ing. Peter Zacharias since October 2009.

Herr Nöding ist seit Oktober 2009 Mitarbeiter von Prof. Dr.-Ing. habil Peter Zacharias, der das im Januar 2009 gegründete KDEE leitet.

Ansprechpartner
 PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel
FORSCHUNGSKOOPERATIONEN

title
RESEARCH COOPERATIONS

Das EVS und KDEE entwickeln gemeinsam mit anderen Fachgebieten aus der Universität Kassel heraus zusammen mit dem Fh Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) gerätetechnische Lösungen für die Netzintegration von Erneuerbaren Energiequellen. Mit dem regionalen Netzwerk „deENet – Energie mit System“ (www.deenet.org) wird in enger Kooperation für den Transfer wissenschaftlich-technischer Ergebnisse aus der Universität in die Region gesorgt. Die bereits bestehenden langjährigen Kooperationen mit der SMA Solar Technology AG, e.on|Mitte, AREVA, POLYMA im Bereich der dezentralen Versorgungssysteme sowie der Infineon AG werden ausgeweitet und auf weitere Partner erweitert.

The KDEE, together with the EVS from the University of Kassel along with the Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology (IWES), will develop in cooperation device-related solutions for the grid integration of renewable energy sources. By means of close cooperation with the regional network deENet (www.deenet.org), the transfer of scientific-technical results from the university to the region will be ensured. The already existing long lasting cooperations with SMA Solar Technology AG, e.on|Mitte, AREVA and POLYMA in the area of decentralized power supply systems, as well as cooperation with Infineon AG and CREE Inc., will be expanded to additional partners.

Zielstellung ist es dabei, den Schwerpunkt der Energietechnik bei der Wertschöpfung in der Region weiter deutlich auszubauen, um so dieses regionale Profil bildende Element zu stärken. Die entstehenden Schutzrechte werden über die UniKasselTransfer GmbH vermarktet. Das Institut für dezentrale Energietechnik GmbH i. G. an der Universität Kassel wird dabei zum schnelleren Transfer der Forschungsergebnisse mittels Ingenieurdienstleistungen, Weiterentwicklungen, wissenschaftlichen Geräte und im Vertrieb einbezogen.

The purpose of these cooperations is to develop the core areas of energy technology thus boosting the region of Kassel. The intellectual property rights are managed by UniKasselTransfer GmbH. The Institute of Decentralized Energy Technology GmbH i. G., University of Kassel, aims to accelerate the transfer of the research results by means of engineer's services, further developments, building of scientific tools and involvement in sales.



Kompetenznetzwerk Dezentrale Energietechnologien e. V.

gegründet 2003 in Kassel; mehr als 100 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Dienstleister

Network of Competence on Decentralized Energy Technology e. V.

founded in 2003 in Kassel ; more than 100 companies, research institutes and service providers

Kompetenznetzwerk Dezentrale Energietechnologien e. V.
Network of Competence on Decentralized Energy Technology e. V.



Im Bereich der elektrischen energietechnischen Aufgabenstellungen in mobilen Anwendungen für die Bordversorgung und die Traktion wird die Zusammenarbeit mit Volkswagen AG in Baunatal in Verbindung mit dem Forschungsverbund Fahrzeugsysteme weiter ausgebaut.

In Verbindung von Forschung und Lehre werden in Kooperation mit den Unternehmen besonders befähigte Mitarbeiter dieser Unternehmen zur Promotion geführt und Themen aus diesen Unternehmen innerhalb von EVS und KDEE zur Promotion angeboten.

Für ganzheitliche Lösungen bei der technischen Integration dezentraler Energieerzeugungssysteme für Strom und Wärme in Gebäude wird die Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Umweltbewusstes Bauen (ZUB) und der Abteilung Energiesysteme des Fh Instituts für Bauphysik in Kassel weiter entwickelt.

In the branch of electrical energy technology for mobile applications, the activities related to on-board power systems and traction will be further expanded in cooperation with Volkswagen AG in Baunatal and the Research Association for Vehicle Systems (FAST) inside the University of Kassel.

Connecting research and teaching activities, specialized and talented employees of those companies have the possibility to develop their PhD work inside KDEE and EVS.

The cooperation with the Center for Environmentally conscious Construction (ZUB) and the Department of Energy Systems from the Fraunhofer Institute for Building Physics in Kassel will be further developed in order to provide complete solutions for technical integration of decentralized energy generation systems for electrical power and heat in buildings.



Nationale und Internationale Kooperation

Eine Präsenz in den folgenden Organisationen ist bereits vorhanden:

- European Academy of Wind Energy (EAWE)
- European Centre of Power Electronics (ECPE)
- European Renewable Energy Centres Agency (EUREC)
- European Power Electronic and Drives Association (EPE)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

Insbesondere über das Netzwerk EAWE ist eine Kooperation mit der Leibniz-Universität Hannover und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg gegeben. Neben dem Engagement im regional und über-regional agierenden deENet e.V. ist das KDEE im Verband Deutscher Ingenieure (VDI), dem Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE) bzw. der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) verankert.

National and international cooperations

The association with the following organizations is already working:

- European Academy of Wind Energy (EAWE)
- European Centre of Power Electronics (ECPE)
- European Renewable Energy Centres Agency (EUREC)
- European Power Electronic and Drives Association (EPE)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

Particularly by means of the EAWE there is a cooperation between Leibniz-Universität Hannover and Otto-von-Guericke University Magdeburg. Besides regional and supra-regional engagement through deENet e.V., the KDEE is also a member of the Association of German Engineers (VDI), German Association for Electrical, Electronic & Information Technologies (VDE) and the Society of Energy Technology (ETG).



Federal University of Ceará / Brazil



University of Salerno / Italy



Tomsk Polytechnical University / Russia



Damascus University / Syria



Technological Educational Institute of Crete / Greece



Deutsch-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis



Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik



European Renewable Energy Research Centres Agency

Die begonnenen Kooperationen mit den Universitäten von Salerno (I), Fortaleza (BR) und Tomsk (RU) sowie dem Deutsch-Französischen Forschungsinstitut (ISL) in Saint-Louis (F) werden ausgebaut, indem zunächst Wissenschaftlern und Studenten die Möglichkeit gegeben wird, Teile ihrer Ausbildung an anderen Standorten zu absolvieren und dann aus diesen Kontakten gemeinsame Studiengänge entwickelt werden. Eine Aufnahme von Kooperationen mit Lehrstühlen der Universitäten Sydney (AUS) und Eindhoven (NL) werden im Rahmen des DAAD entwickelt.

Ausgewählte Bachelor-Studenten arbeiteten (siehe Seite 12 und Seite 38) im Rahmen eines vom IEEE ausgelobten internationalen Wettbewerbs an der Entwicklung eines transformatorlosen Ladesystems für Li-Ionen-Batterien (www.energychallenge.org) und tragen so zur internationalen Vernetzung bei.

The already existing cooperations with the Universities of Salerno (Italy), Fortaleza (Brazil) and Tomsk (Russia) as well as the German-French Research Institute (ISL) in Saint-Louis (France) will be expanded, with the exchange of scientists and students for training purposes, possibly leading to development of a combined degree program.

Collaborations with professorships with the Universities of Sydney (Australia) and Eindhoven (Nederland) are being developed or planned together with DAAD.

Outstanding Bachelor students work within an international competition, organized by the IEEE, on the development of a charging transformerless system for Li-ion batteries (www.energychallenge.org) and contribute thus to the international networking.



Forschungsaufenthalt in Brasilien

Brasilien gehört als weltweit achtgrößte Volkswirtschaft mit etwa 5 bis 8 % Wirtschaftswachstum zu den am schnellsten wachsenden Ländern der Welt. Brasilien ist nicht nur enorm reich an Bodenschätzen, sondern verfügt über gigantische Stauseen, mehr als 7.000 km Küste, fruchtbare Agrarflächen und besitzt mit dem Amazonas-Regenwald das größte zusammenhängende Regenwaldgebiet der Erde. Ein Großteil der Stromversorgung wird zurzeit durch Wasserkraft gedeckt, aber die Erneuerbaren Energien gewinnen zunehmend an Bedeutung. An guten Standorten sind Windparks heute schon konkurrenzfähig mit Erdgas-Kraftwerke.

Zwischen der Universität Kassel und der Federal University of Ceara/Fortaleza (UFC) besteht eine mehr als 10-Jährige Tradition in der Zusammenarbeit, die von Prof. Jürgen Schmid und Prof. Fernando Antunes etabliert wurde.

Ein lang geplanter Besuch von Dr. Benjamin Sahan wurde schließlich Ende August in die Tat umgesetzt. Im Rahmen eines vom CNPq geförderten Projekts sollte der gemeinsame Erfahrungsaustausch in Form von Workshops, die verschiedene Aspekte der PV-Systemtechnik umfassten, vorgebracht werden. Nach einem zweiwöchigen Aufenthalt an der UFC und einem Besuch der Brazilian Power Electronics Conference (Cobep) in der 800 km entfernten Stadt Natal,

Research visit in Brazil

Brazil is the world's eighth largest economy and with about 5 to 8 % economic growth belongs to the fastest growing countries in the world. Brazil is not only extremely rich in mineral resources, but also has huge water reservoirs, more than 7000 km coastline, fertile agricultural land and owns with the Amazon rain forest the largest contiguous rain forest in the world. Much of the electricity supply is currently covered by hydro power, but renewable energy sources are becoming increasingly important. At good locations wind farms are already competitive with natural gas-fired power plants.

There is a more than 10-year-old tradition of cooperation between the University of Kassel and the Federal University of Ceara/Fortaleza (UFC) that was established by Prof. Jürgen Schmid and Prof. Fernando Antunes.

A long-planned visit of Dr. Benjamin Sahan was finally put into action in late August. As part of a project funded by the CNPq, the common experience was promoted in the form of workshops, covering various aspects of PV system technology. After two weeks at UFC and also visiting the Brazilian Power Electronics Conference (Cobep) in the 800 km distant city of Natal, the opportunity arose to visit one of the largest universities in Brazil, the Universidade

ergab sich die Gelegenheit eine der größten Universitäten Brasiliens, die Universidade Federal do Rio de Janeiro zu besuchen. Dort konnte sich Dr. Sahan mit Prof. Edson Watanabe und Prof. Richard Stephan über aktuelle Projekte austauschen und referierte im Rahmen einer Vortragsreihe über Erfahrungen mit dem Einsatz Leistungselektronik in Verteilnetzen in Deutschland.

Federal do Rio de Janeiro. There Dr. Sahan was able to discuss current projects with Prof. Edson Watanabe and Prof. Richard Stephan and spoke in a lecture series on experiences with the use of power electronics in distribution networks in Germany.



Besuch einer mit Solarstrom betriebenen Wasserentkeimungsanlage nahe Pentacosta
Visiting a PV powered water treatment system in Pentacosta



Seminarvortrag an der UFC/
Workshops at UFC

◀ Rio de Janeiro (Corcovado, Blick auf den Zuckerhut)
Rio de Janeiro (Corcovado, view on the sugar loaf)

Besuch eines Windparks nahe Taiba, Ceara
Visiting a wind farm near Taiba





Hochbandbreitiger Impedanzanalysator
High Bandwidth impedance analyser



AeroSmart Triebstrang
AeroSmart Transmission



▲ DeMoTec Halle
(gemeinsames Labor von Fh IWES und Uni Kassel)
DeMoTec Test Center (Lab jointly operated by Fh IWES and University of Kassel)

Leistungshalbleiter
Prüfstand
Power Semiconductors Test Bench



Ansprechpartner

DR.-ING. BENJAMIN SAHAN

Titel

**LABOR-INFRASTRUKTUR /
SERVICEANGEBOTE**

title

**LABORATORY INFRASTRUCTURE /
SERVICE OFFERS FOR INDUSTRY****KDEE-EVS:**

Für die Umsetzung und Verwirklichung von elektronischen Baugruppen ist es unerlässlich, sie unter Laborbedingungen detailliert zu prüfen. Das KDEE bietet für diesen Einsatz Laborplätze mit einem Equipment auf dem neusten Stand der Technik, welches das gesamte Spektrum der dezentralen elektrischen Energieversorgungstechnik, sowie der Regelung und Betriebsführung von vernetzten Energiesystemen und Energiespeichern in mobilen Systemen, wie auch Bordnetzen abdeckt. Für die Erforschung von Antriebs- und Generatorlösungen aller Art stehen Maschinenhallen zur Verfügung, die den Bereich der Energieversorgungstechnik komplettieren. Die so geschaffene Infrastruktur bietet ein Serviceangebot für die Industrie, welches für unsere Kooperationspartner einen großen Vorteil in der Entwicklung bedeutet.

Auszug aus der Infrastruktur:

- Applikationen realisierbar bis zu einer Spannung von 2000 V_{DC} und einer Leistung von 64 kW
- Bidirektionale Stromversorgung (z. B. als Batterie-Simulator) 500 Vdc und 20 kW
- Dreiphasige Lasten für einen Spannungsbereich 400 V und einer Leistung bis 30 kW.
- Leistungs- und Wirkungsgradmessung / Bewertung mit erhöhter Präzision
- Evaluation von Netzkompatibilität und Auswirkungen mittels Frequenzanalysator
- Hochbandbreitige automatisierte Kommutierungszelle zur Charakterisierung von Leistungshalbleiter
- Maschinenhalle mit Belastungsmaschinen bis zu einer Leistung von 200 kW bei 720 Nm
- Hochbandbreitigen Impedanzanalysator (3MHz, 75A) für Drossel, Transformatoren und andere Komponenten

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut IWES ist das Serviceangebot um weitere Teilgebiete erweitert. Die für die Realisierung von modernen, modularen, dezentralen und mobilen Energiekonzepten nötigen Entwicklungsumgebungen sind im Folgenden dargestellt.

In Kooperation mit Fraunhofer IWES:

- Demonstrationshalle für Modulare Energieversorgungstechnologie „DeMoTeC“ mit bis zu 500 kVA
- Akkreditiertes EMV Test-Labor
- Virtuelle Batterie mit ISET-LAB für Untersuchungen an Bleibatterie Performance in realen Energieversorgungssystemen
- Rapid-Prototyping Tools, Hardware-in-the-Loop Simulationen
- Mittelspannungsnetznachbildung
- Batterie-Laborator für automatische Tests und Monitoring mit bis zu $\pm 2000 \text{ A} / 60 \text{ V} \dots \pm 400 \text{ A} / 400 \text{ V}$
- PV-Test Labore $\sim 15 \text{ kWp}$ und Utilized-Hybrid-Systeme
- DER-LAB

For the implementation and construction of electronic components tests under laboratory conditions are necessary. For this the KDEE provides state of the art laboratories and equipment that meets all requirements for decentralized power supply technologies, control and operation management of interconnected energy supplies and mobile systems. Furthermore investigation of all kind of engines is possible within the machine hall, that completes the range of power supply technology. Our infrastructor offers services for industry that provide a huge benefit for our co-operation partners.

Summary of our infrastructure:

- Capability for applications up to 2000 Vdc voltage and 64 kW power
- Bidirectional power supply (e.g. for battery simulator) 500V dc and 20kW
- 3-Phase load for 400 Vac voltage and 30 kW power
- Power and efficiency measurements and evaluation with high precision
- Evaluation of grid-compatibility using frequency analyzer
- Automated high bandwidth commutation cell for characterization of power semiconductors
- Machine hall with load machine up to a power of 200 kW at 720 Nm
- High bandwidth precision impedance analyser (3MHz, 75Adc) for inductors, transformers and other components

In cooperation with Fraunhofer IWES our service offer could be enlarged to other subareas. The application development systems for implementation of state of the art modular decentralized energy concepts is shown below:

In cooperation with Fraunhofer IWES:

- Demonstration Center for Modular Power Supply Systems Technology DeMoTeC up to 500 kVA
- Accredited EMC Test Laboratory
- Virtual Battery with ISET-LAB to investigate Lead Acid Battery Performance in real Power Supply Systems
- Rapid Prototyping Tools, Hardware in the Loop Simulation
- Medium Voltage Line Simulator
- Battery Laboratory for Automatic Testing and Monitoring up to $\pm 2000 \text{ A} / 60 \text{ V} \dots \pm 400 \text{ A} / 400 \text{ V}$
- PV Test Labs $\sim 15 \text{ kWp}$ and Utilized Hybrid Systems
- DER-LAB

VORWORT FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN

Die gegenwärtige Entwicklung in der Energietechnik ist gekennzeichnet durch eine weiter zunehmende Vernetzung. Das heißt, Systemkomponenten unterschiedlichster Zweckbestimmung und Leistungsgröße werden zusammengeführt und erweitern die Basis zur Nutzung von erschließbaren Energieressourcen. Diese haben jedoch unterschiedliche Eigenschaften von der Verteilung in der Fläche bis zur jahreszeitlichen Verfügbarkeit und Volatilität. Die Weiterentwicklung von Standards für die Wechselwirkungen der Systemkomponenten, die Integration von Informations- und Kommunikationstechniken sowie von energietechnischen Komponenten zur Steuerung der Energieflüsse und Netzstabilisierung gehören zurzeit zu den wichtigsten Aufgabenstellungen in diesem Bereich.

Die Windenergie hat im Bereich der erneuerbaren Energien für die Elektrizitätsversorgung die größte Bedeutung erlangt. Die zu erwartende große Steigerung des regenerativen Energieanteils in den nächsten Jahrzehnten, der überwiegend über Umrichter in das Netz eingespeist wird, bringt neue Herausforderungen an das Netz und die Versorger mit sich.

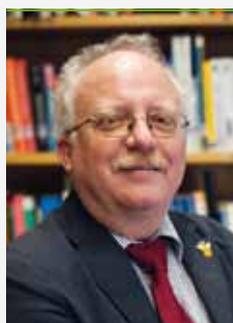
Die Technologie der Windkraftanlagen hat sich in den letzten 20 Jahren von einer Anwender- zu einer Leittechnologie entwickelt. Schlüssel-Technologien sind neben der Aerodynamik und dem Maschinenbau insbesondere die Generator- und Umrichtertechnik sowie die netzverträgliche Gestaltung der Komponenten und Gesamtsysteme.

Im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur

- Veränderung der Kurzschlussleistung und Beeinflussung der Netzstabilität,
- Bereitstellung geregelter Kurzschlussleistung durch doppelt gespeiste Asynchrongeneratoren,
- Entwicklung eines magnetisch gelagerten Ringgenerators für 10 MW-Windkraftanlagen
- Energiemodulentwicklung (Synchronmaschine mit Umrichter) für Offshore-Windkraftanlagen und zur
- Offshore-Netzintegration

werden durch Dissertationen, Diplom-, Master- und Bachelor-Arbeiten zukunftsweisende Methoden erarbeitet, um dem Wandel in der elektrischen Energieversorgung gerecht zu werden.

Leistungselektronische Stellglieder sind die flexibelsten und die schnellsten für das Energiemanagement in derzeitigen und zukünftigen elektrischen Energienetzen. Ihre Konstruktion und Regelung erfordert spezielles Know-how, das im KDEE langfristig konzentriert und weiter entwickelt wird. Die Entwicklungsimpulse kommen sowohl aus der effizienten Nutzung der traditionellen Energieträger als auch aus den besonderen Anforderungen der neuen regenerativen Energieträger. Neue Energiewandlungskonzepte gestatten, diese auch allgemein zu nutzen. Die bereitgestellte „Rohenergie“ der Wandler genügt in der Regel nicht den standardisierten Nutzungsbedingungen in der Versorgung in stationären und mobilen Anwendungen. Leistungselektronische Wandler gestatten eine Aufbereitung dieser Rohenergie für den Endverbraucher mit höchsten Umwandlungsgraden. Sie ermöglicht die Integration verschiedenster Energiequellen und Speicher in ein Gesamtsystem.



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Zacharias

Institutsleiter

Director of the institute

FOREWORD RESEARCH ACTIVITIES

The current trend in power technology is characterized by an increasing interaction. This means that system components for different purposes and power levels are being linked to each other and thus expanding the basis for usable and sustainable energy resources. However, these have different characteristics in terms of local distribution and volatility. The most important tasks in this area are the advancement of standards for the interaction of system components, the integration of information and communication technology as well as of energy technology components to control the power flow thus stabilizing the grid.

Within the use of renewable energies wind energy has become most important part for the supply of electricity. The expected increase of the amount of renewable energies in the upcoming decades which is predominantly fed into the grid via converters leads to new challenges regarding the electrical network and the consumers.

The technology of wind energy converters has developed within the last 20 years from an application technology towards a key technology. This contains besides aerodynamic and constructional aspects especially generator and converter technology as well as the grid-compatibility of components and systems.

In research and development activities regarding

- the changing of short-circuit power and the influence on the grid stability,
- the provision of controlled short-circuit power by doubly-fed induction generators,
- the development of a ring generator with magnet bearing for 10 MW wind energy converters,
- the development of an energy module (synchronous generator with converter) for offshore wind energy converters and
- offshore grid integration

forward-looking approaches are developed by means of PhD, diploma-, master- and bachelor-theses to meet the changes in the electrical energy supply.

Power electronic converters are the most dynamic and flexible systems for energy management in the future power grids. Their design and control require special know-how which is being concentrated and further developed at KDEE. The impulse comes from efficient energy usage as well as special requirements of renewable energy generators.

New power conversion concepts allow to make a generic use of them. The energy provided by the generator output usually does not comply with the standardised requirements of energy supply in static and mobile applications.

Power electronic converters allow conditioning of energy with high flexibility and efficiency. This enables the integration of different energy sources and storages in a common system.



Prof. Dr.-Ing. habil. Siegfried Heier

Leiter Windkrafttechnik

Head of Wind Energy Technology

Ansprechpartner
M.SC. KATHARINA MESSOLL, PROF. DR.-ING. HABIL. SIEGFRIED HEIER

Titel
**MAGNETRING – VORENTWICKLUNG EINES
MAGNETISCH GELAGERTEN RINGGENERATORS**

title
**MAGNETRING – PREDEVELOPMENT OF A
RING GENERATOR WITH MAGNET BEARING**

MagnetRing – Vorentwicklung eines magnetisch gelagerten Ringgenerators für Windenergieanlagen im 10 MW-Bereich

Die Skalierung bisheriger Generatorkonzepte für den Einsatz in Windenergieanlagen im Offshore-Bereich in den Leistungsbereich von 10 MW führt zu überproportional steigenden Gondelmassen und damit ungünstigen Kostenrelationen. Zudem sinkt die Effizienz des magnetischen Kreises.

Im Projekt „MagnetRing“ wird daher ein permanenterregtes Generatorkonzept für getriebelose Windenergieanlagen im Leistungsbereich von 10 MW erarbeitet. Dieses weist neben einem vergrößerten Generatordurchmesser von etwa 20 m eine neue Magnetkreisordnung auf, die durch hohe Kraftdichten und eine zugleich massearme Ausführung sowie durch eine innovative, eigenstabile Magnetlagerung gekennzeichnet ist.

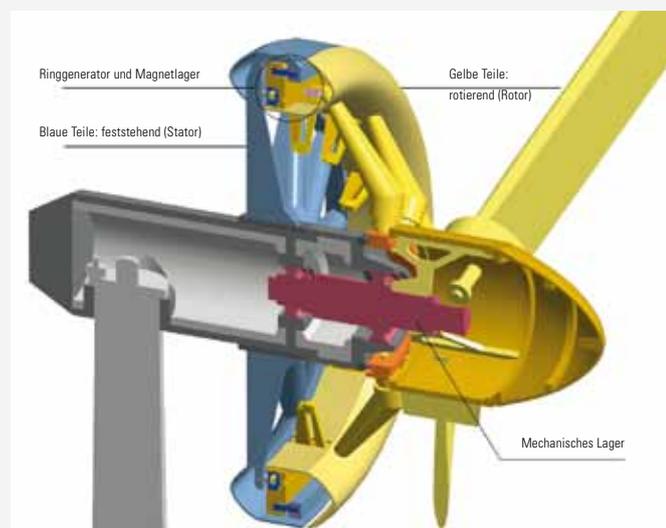
Neben theoretischen Berechnungen und numerischen Simulationen werden zur Verifizierung des Konzepts die im Generator auftretenden Kräfte anhand von drei Magnetkreismodellen messtechnisch untersucht.

MagnetRing – predevelopment of a ring generator with magnet bearing for 10MW wind energy converters

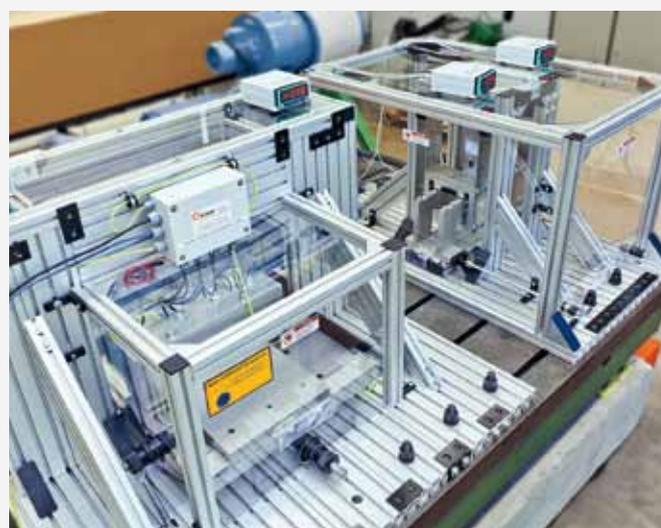
The scaling of conventional generator concepts for offshore wind energy converters into a range of 10MW leads to a disproportionate increase of nacelle masses and to an unfavourable relation of costs. Furthermore, the efficiency of the magnetic circuit decreases.

In the “MagnetRing” project a new generator concept with permanent magnet excitation for gearless 10 MW wind turbines is developed. Besides a larger generator diameter of about 20 m a new configuration of the magnetic circuit with a high power density and low masses are characteristic for this concept as well as an innovative magnetic bearing leading to an inherent stability.

In addition to theoretical calculations and numerical simulations the forces that appear in the generator are analysed metrologically by means of three magnetic circuit models for the verification of the new concept.



Schnittbild des neuen WEA-Konzepts
Sectional view of the new WEC-concept



Versuchsmodelle zur Messung von Normal- und Magnetlagerkräften
Test models for the measurement of normal and magnetic bearing forces

Projektpartner: Fraunhofer IWES

Gefördert durch: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) – Projektträger Jülich (PTJ)

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. SIEGFRIED HEIER, M.SC. AMMAR SALMAN, DIPL.-ING. CHRISTOF DZIENDZIOL

Titel

**RAVE – RESEARCH AT ALPHA VENTUS –
NETZINTEGRATION**

title

**RAVE – RESEARCH AT ALPHA VENTUS –
GRID INTEGRATION**

Ziel des Teilprojekts „Netzintegration“ innerhalb der Forschungsinitiative RAVE (Re-search at alpha ventus) ist die Untersuchung der Integration von Offshore-Windparks in das deutsche Verbundnetz und die Möglichkeiten der aktiven Beteiligung von Windparks an der Netzbetriebsführung. Im Vordergrund standen im Fachgebiet EVS Untersuchungen zur Netzanbindung von alpha ventus, aber auch von Windparks im Leistungsbereich von 1 GW auf Drehstrombasis (HVAC).

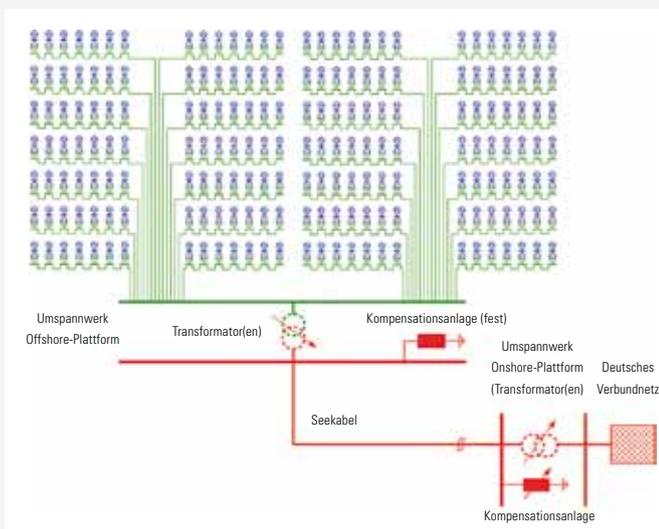
Der Windpark alpha ventus ist über ein 70 km langes Drehstromkabel mit dem Festland verbunden. Charakteristisch für diese Art der Energieübertragung ist der hohe Bedarf an v.a. kapazitiver Blindleistung, der die Installation von induktiven Blindleistungskompensationseinheiten erfordert. In diesem Fall wurden diese durch eine feste, seeseitige und eine variable, landseitige Drossel realisiert.

Im Hinblick auf Windparks großer Leistung konnte gezeigt werden, dass hier eine Anbindung per Drehstromtechnik – am günstigsten auf der Hochspannungsebene von bspw. 110 kV – mit den entsprechend erforderlichen Kompensationseinrichtungen ebenfalls technisch realisierbar ist. Auch die Anforderungen des Netzbetreibers hinsichtlich Spannung und Blindleistung am Netzanschlusspunkt können zum großen Teil eingehalten werden.

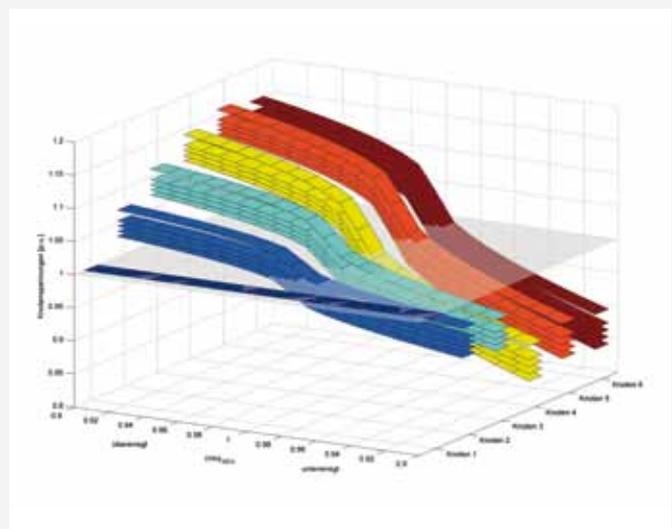
The aim of the project “Grid integration” within the research initiative RAVE (Research at alpha ventus) is the development of strategies to integrate offshore wind power into the electricity supply system. The focus in EVS was on analyses regarding the grid connection of alpha ventus as well as of large-scale wind farms of about 1 GW with HVAC (High Voltage AC) technology.

Alpha ventus is connected to the shore via a 70 km HVAC cable. One characteristic of this kind of transmission is the high amount of capacitive reactive power that requires the installation of inductive reactive power compensation units. In this case the compensation is realized by a fixed offshore and a variable on-shore inductor.

Regarding large-scale offshore wind farms it could be shown that an HVAC transmission of offshore wind power – at the best on high-voltage level of e.g. 110 kV – is technically feasible as well, taking the required compensation equipment into account. Moreover, the grid operator requirements concerning voltage and reactive power at the grid connection point can be fulfilled in a wide range.



Aufbau der Ausbaustufe des Windparks alpha ventus
Construction of the expansion phase of the wind park Alpha Ventus



Spannungswerte an verschiedenen Netzknoten
Voltage values at various network nodes

**VERBESSERTE „FAULT-RIDE-THROUGH“ –
 FÄHIGKEIT FÜR REGENERATIVE STROM-
 ERZEUGERSYSTEME**

**IMPROVED FAULT RIDE-THROUGH
 CAPABILITY OF RENEWABLE ENERGY
 POWER PLANTS**

Die starke Zunahme der installierten Windleistung in den Übertragungssystemen macht es erforderlich, dass Windturbinen dasselbe Netzverhalten wie andere konventionellen Kraftwerke haben und sich an der Netzstabilität beteiligen müssen. Sie müssen mit dem Netz auch in Störfällen (z. B. Spannungsabfall) verbunden bleiben, um dies zu unterstützen und die Auswirkungen eines Netzfehlers zu vermindern.

Außerdem verlangt der zukünftige Übergang vom zentralen zu einem dezentralen Energiesystem zunehmend, dass die größtenteils über einen Umrichter verbundenen Energieerzeugungsanlagen einen Blindstrom zur Verfügung stellen, der größer als Nennstrom ist. Damit soll sichergestellt werden, dass die Qualität bei der Energieübertragung und die Netzstabilität vergleichbar zur heutigen sind. Um diese Forderungen zu erfüllen, müssten die derzeitigen Umrichter erheblich vergrößert werden, was mit signifikant höheren Kosten verbunden wäre.

Dies kann mit Hilfe einer Strategie, die an der Universität Kassel entwickelt und patentiert wurde, vermieden werden. Bei Netzfehlern erhält der netzseitige Umrichter die Verbindung mit dem Netz aufrecht und die Netzspannung wird durch die Einspeisung von Blindstrom gestützt. Währenddessen wird der generatorseitige Umrichter von dem Generator getrennt und parallel mit dem Versorgungsnetz verbunden. Dadurch kann der generatorseitige Umrichter dem fehlerhaften Netz ebenfalls kapazitive Blindleistung zur Verfügung stellen. Gleichzeitig wird ein Schutzwiderstand eingesetzt, um dessen Leistung zu speichern. Mit Hilfe der Parallelschaltung des netzseitigen und generatorseitigen Umrichters wird die doppelte Leistung des Umrichters genutzt, um die Behandlung bzw. die Regelung des Netzfehlers signifikant zu verbessern.

The strong increase of installed wind power in the transmission systems requires that wind turbines remain connected to the grid in the case of disturbance (e.g. voltage drop) to support it and to reduce the impact of the grid fault. Besides, the future transition from a centralized to a decentralized power system requires increasingly that the mostly converter-coupled power generation plants provide a reactive current greater than the rated current, to ensure the same quality in the transfer of energy and the grid stability as today. To meet this requirement the current power electronic converters would have to be substantially increased, which is connected with significantly higher costs.

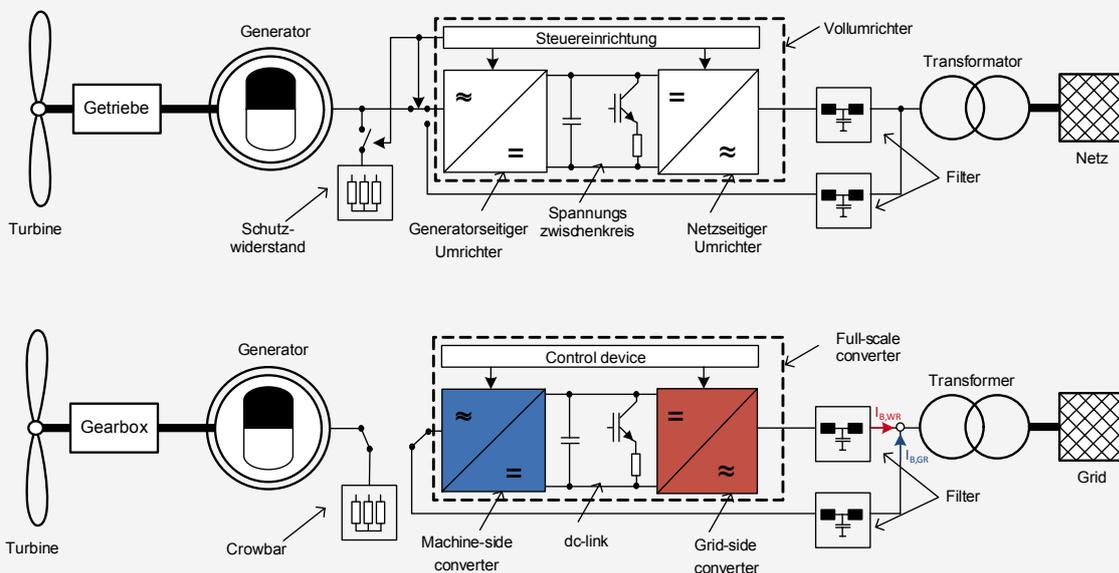
This could be avoided by means of a strategy developed and patented at the University of Kassel. In case of grid faults the grid side converter will remain connected to the grid and support its voltage by supplying reactive current caused by feeding the capacitive reactive power. Meanwhile the machine-side converter will be disconnected from the generator and parallel-connected to the grid. Thus it can also provide capacitive reactive power to the disturbed grid. Furthermore a crowbar can be connected to the generator to save its power. By means of a parallel connection of the grid side and machine side converter the double power of the inverter can be used to significantly improve the control of the grid fault.

Abb. 1: Konzept einer Windkraftanlage mit der entwickelten Strategie im Normalbetriebszustand

Concept of a Wind turbine with the developed strategy at normal operation

Abb. 2: Konzept einer Windkraftanlage mit der entwickelten Strategie im Fehlerbetriebszustand

Concept of a Wind turbine with the developed strategy at fault operation



Ansprechpartner

DIPL.-ING., DIPL. WIRTSCH.-ING. CHRISTOF DZIENDZIOL, PROF. DR.-ING. HABIL. SIEGFRIED HEIER

Titel

**MACHBARKEITSSTUDIE
ASYNCHRONGENERATOREN**

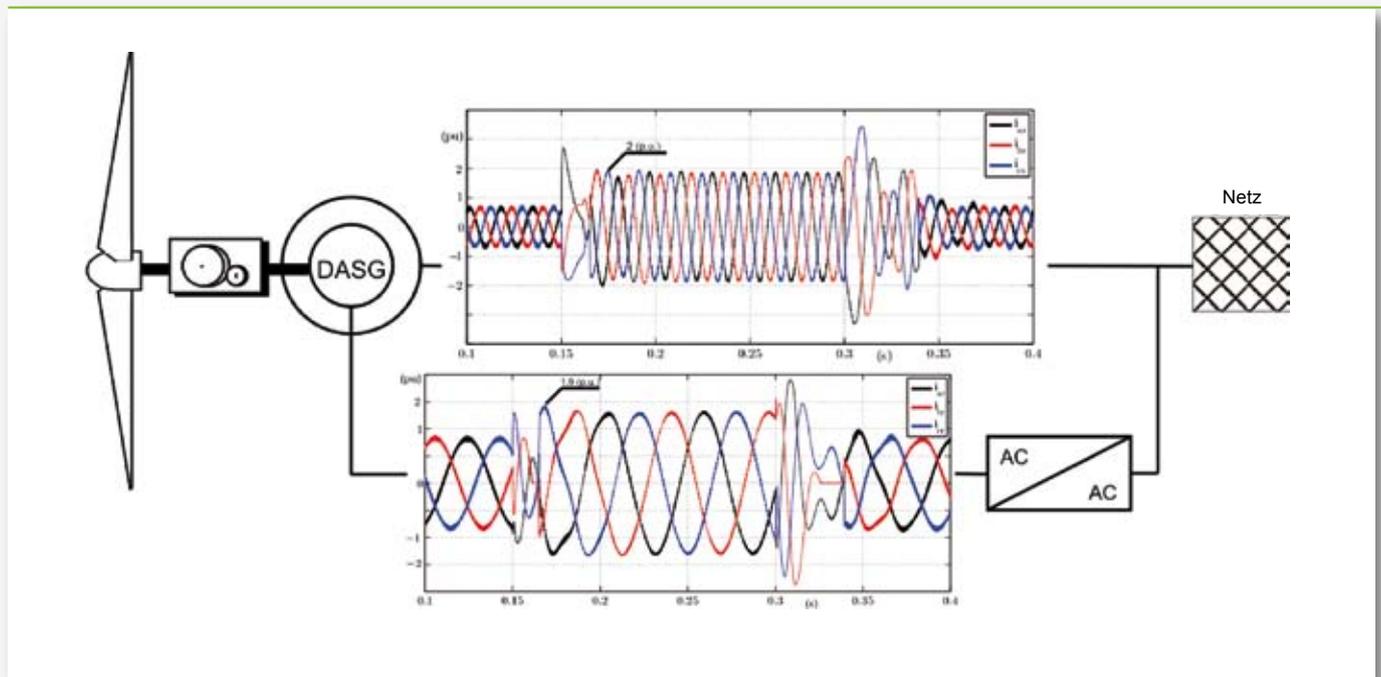
title

**FEASIBILITY STUDY OF ASYNCHRONOUS
GENERATORS****Machbarkeitsuntersuchungen zur Bereitstellung geregelter Kurzschlussleistung durch doppeltgespeiste Asynchrongeneratoren**

Die Machbarkeitsuntersuchung beschäftigt sich mit der Bereitstellung geregelter Kurzschlussleistung durch doppeltgespeiste Asynchrongeneratoren. Die Lieferung höherer Kurzschlussleistung ermöglicht, das elektrische Netz bei Spannungseinbrüchen aktiv zu stützen. Während die derzeitigen Netzanschlussrichtlinien lediglich die Bereitstellung des Nennstroms (der 1-fachen Kurzschlussleistung) verlangen, verfolgt das Projekt das Ziel, durch innovative Regelungskonzepte die Bereitstellung höherer Kurzschlussleistung zu ermöglichen und größere Netzstabilität zu erreichen. Wie die untere Abbildung zeigt, liegt der Hauptteil der Machbarkeitsuntersuchung auf der Anlagenseite, bei dem Generator und dem Umrichter. Durch geeignete Lösungsansätze soll die Anlagenregelung optimiert und ggf. neu entwickelt werden, damit die Anlage die größtmögliche, zu realisierende Kurzschlussleistung im gewünschten Fall liefert und dabei das Gesamtsystem stabil bleibt.

Feasibility study for provision of regulated short-circuit power by double-fed induction generators

The feasibility study deals with the provision of regulated short-circuit power by double-fed induction generators. The provision respectively the delivery of short-circuit power allows to stabilize the electrical grid in cases of voltage dips. Whereas the present grid codes demand only the provision of the nominal current (the single short-circuit power) the aim of the project is to provide a higher short-circuit power and achieve higher grid stability by the use of innovative control concepts. Like the figure below shows the main part of the feasibility study focuses on the plant side, specifically on the generator and the converter. Through innovative approaches the control systems are to be optimized and – if necessary – to be newly developed so that the plant is able to deliver the greatest possible short-circuit power when desired and the overall system is kept stable.



Simulationsergebnis von Stator- und Rotorstromerhöhung bei Spannungseinbruch mit Matlab

Steuerschaltung für selbstregelnde Kondensator-erregte Synchrongeneratoren in einem weiten Drehzahlbereich

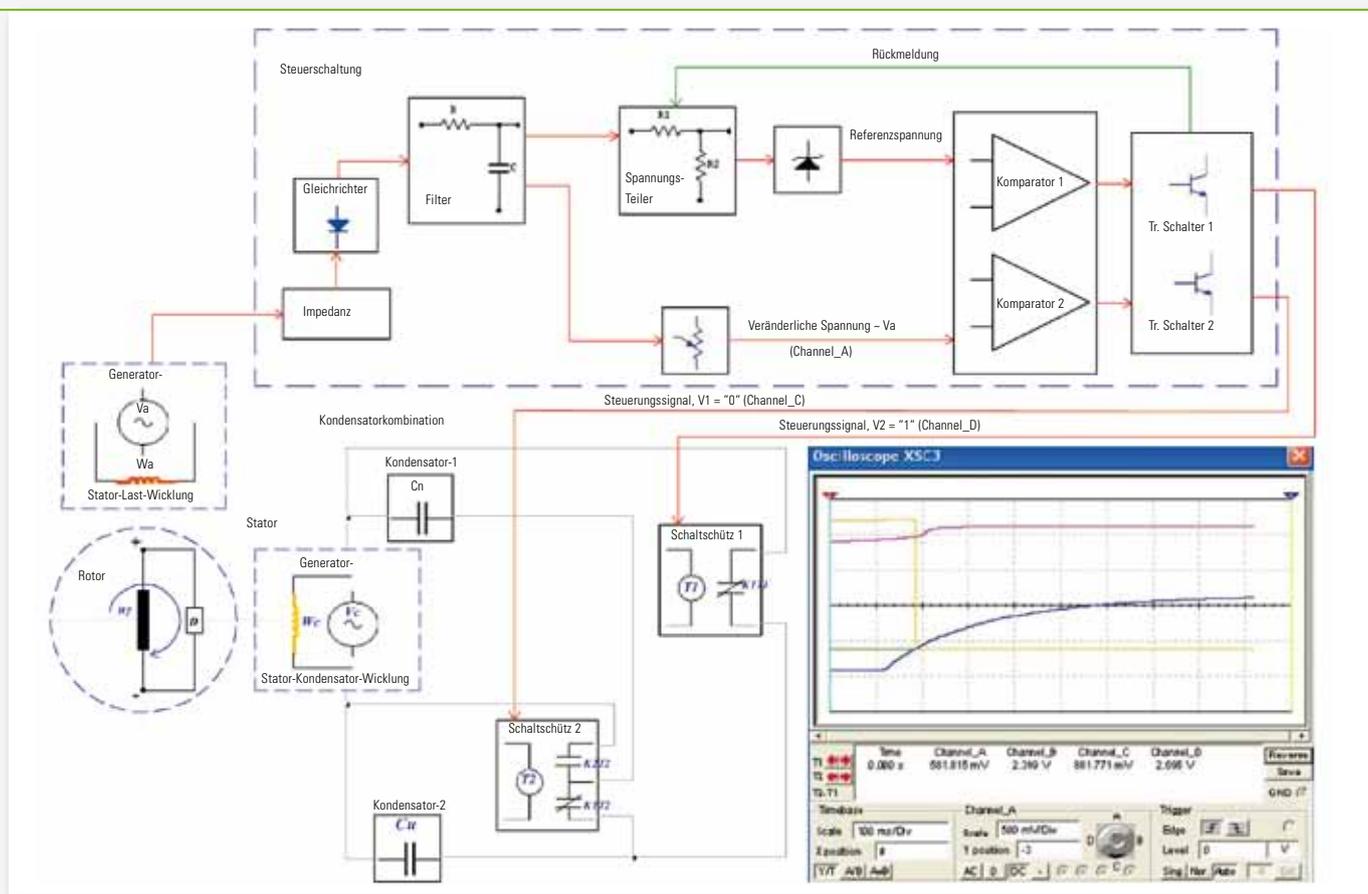
Control circuit for self-regulating the capacitor-excited synchronous generator in extended range of rotational speed

Die bürstenlosen selbstregelnde Kondensator-erregte Synchrongeneratoren werden für Wind- /Wasserkraftanlagen sowie für Diesel-Erzeugungsanlagen eingesetzt. Sie sind selbstregelnd in einem weiten Bereich von Lastveränderungen, jedoch bei einer begrenzten Drehzahl. Zur Regulierung in Bereichen oberhalb oder unterhalb der Nenn Drehzahl wurde eine Steuerschaltung (aus elektronischen Komponenten, bspw. Operationsverstärker) entworfen, die extern angeschlossen und von der Ausgangsspannung des Generators gespeist wird.

The brushless capacitor-excited synchronous generators are applied for Wind /Hydro systems, as well as for diesel generating systems. They are self-regulated for a wide range of load variations, but, in a limit of rated rotational speed. For regulating at ranges above or below than the rated speed level, a control circuit (of electronic components mainly based on comparator) is designed to be externally connected and fed by the generator output voltage.

Die Schaltung ist so aufgebaut, dass ein Wert der Referenz-Spannung proportional zum neuen Drehzahllevel des Generators eingestellt wird. Definierte Steuersignale werden übergeben, so dass eine Kapazität aus der entsprechenden Kombination aus Kondensatoren und Schützen in der Hilfswicklung des Stators ausgewählt wird, wie im Blockdiagramm dargestellt ist. Somit werden die elektromagnetischen Kräfte im Generator und damit dessen Ausgangsspannung proportional zur Veränderung der Kondensatorströme angepasst. Schaltung und Signale werden dabei mit der Software MULTISIM simuliert und getestet.

It is built, in such a manner, to have a value of reference voltage that changes in proportion to the generator new level of rotation. According to that, arranged values of control signals are provided to select suitable capacitance from the two capacitors and contactors combination at the stator auxiliary winding circuit, as shown in the block diagram. Therefore, the electromagnetic forces of the generator are re-arranged to re-regulate the output voltage proportional to the variation in capacitor currents. The design and signals are simulated and tested using MULTISIM Software.





◀ Linkes Bild: Komponenten der Steuerschaltung und ihre Verbindung mit einem bürstenlosen Kondensator-erregten Synchrongenerator“

◀ Left figure: Components of the control circuit and its connection with a brushless capacitor-excited synchronous generator

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

LEBENSDAUER UND BETRIEBSZUVERLÄSSIGKEIT LEISTUNGSELEKTRONISCHER WANDLER

title

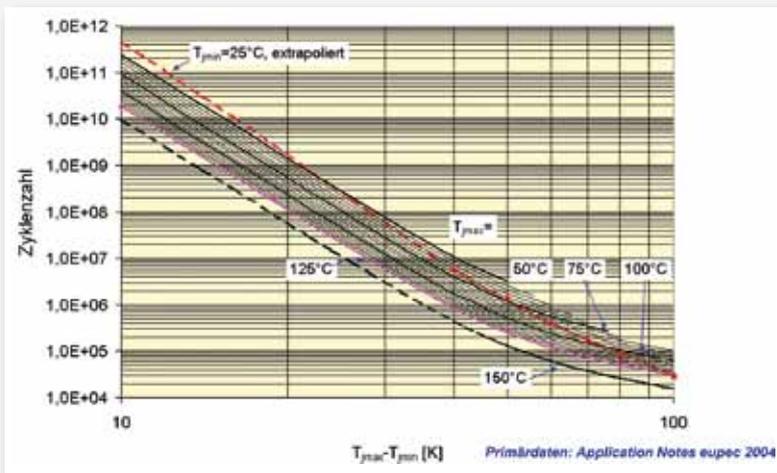
LIFE TIME AND RELIABILITY OF POWER-ELECTRONIC CONVERTERS

Energiewandler für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen (insbesondere Wind und Sonne) sind – wie andere Anlagen der Energieversorgungstechnik auch – für eine lange Nutzungsdauer bei geringen Wartungs- und Betriebskosten ausulegen. Nur so lässt sich eine hohe Versorgungssicherheit bei vertretbaren Kosten erreichen.

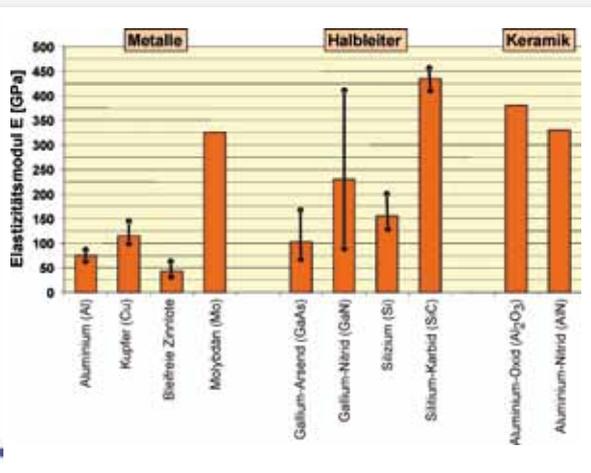
Energy converters for the use of renewable energy sources (especially wind and sun) are to be designed – as well as other sub-systems of the power technology too – for a long-term life with low maintenance costs and operating expenses. This is the only way to achieve a high level of security in power supply at reasonable costs.

Die Modellierung von Lebensdauer und Zuverlässigkeit (MTBF, FIT-Raten) mit dem Ziel einer entsprechenden Prognose gewinnt daher zunehmend an Bedeutung. Dabei werden insbesondere die für die FIT-Raten wichtigen Einflussfaktoren Belastungswechsel, Temperaturwechsel, Temperaturniveau sowie Höhenstrahlung in ihrem Einfluss untersucht.

Hence, the modelling of durability and reliability (MTBF, fit rates) with the purpose of a suitable prediction is of increasing importance. Especially the following factors of influence are important for the fit rates: load change, temperature change, temperature level as well as cosmic radiation are examined concerning their influence.



Maximale Zykluszahl bis zum Ausfall der Bonddrähte bei IGBT-Standardmodulen
Maximum number of power cycles of bond wires at IGBT standard modules



E-Modul bei verschiedenen Werkstoffen
E-modulus of various materials

REFERENZEN

P. Zacharias, „Zuverlässigkeit Elektrischer und Elektronischer Komponenten in PV-Anlagen“, 25. Symposium Photovoltaische Solarenergie, 3. – 5. März 2010, Kloster Banz, Bad Staffelstein

Ansprechpartner

PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

ENERGIESPEICHER FÜR DEZENTRALE UND MOBILE ENERGIESYSTEME

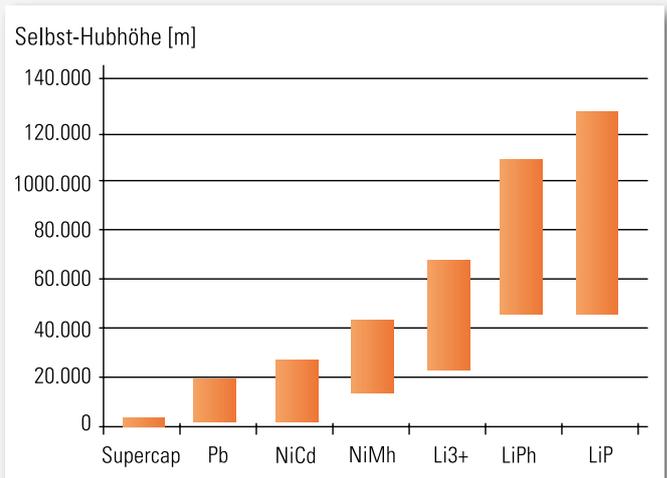
title

ENERGY STORAGE FOR DISTRIBUTED AND MOBILE ENERGY APPLICATIONS

In elektrischen Energieversorgungssystemen ohne Speicher müssen Angebot und Nachfrage zu jedem Zeitpunkt ein Gleichgewicht bilden. Dies kann man durch Beeinflussung auf der Angebots- oder der Nachfrageseite, oder ein Management beider Seiten erreichen. Dies stößt – je nach Energieressource und Anwendung – auf Grenzen, welche dann den Einsatz von Speichern interessant machen. Speicher gehören zu den teuersten Investitionsgütern in der Energietechnik, so dass man ihre Größe möglichst gering hält. Dies kann man durch intelligente Systemsteuerung (z. B. durch Tarife, direkte Steuerungseingriffe etc.) oder durch hocheffiziente Wandler für das Speichermanagement erreichen. Insbesondere in mobilen Anwendungen ist die effiziente Energiewandlung zur Systemeinbindung der Speicher wesentlich. Die Dichte der gespeicherten Energie ist vergleichsweise gering (derzeit z. B. maximal 0,22 kWh/kg bei Batterien im Vergleich zu 10 kWh/kg bei Benzin). Das KDEE befasst sich mit der Entwicklung von Energiewandlern zur Einbindung elektrochemischer Speicher in stationäre und mobile Energiesysteme einschließlich elektrischer Fahrzeuge, wie z. B. die Stützung von Bordnetzen durch Superkondensatoren oder die Netzanbindung von Batterien. Jedes Prozent an zusätzlicher Effizienz führt zu einer Vergrößerung der Reichweite oder Einsparung an Speichergewicht und Kosten. Nachfolgendes Bild soll die Problematik, wie sie gerade im mobilen Bereich besteht, veranschaulichen. Wenn man bei Annahme einer konstanten Erdbeschleunigung von 1 g die maximale Hubhöhe errechnet, auf die sich eine Batterie bei einem Wirkungsgrad von 100 % heben könnte, kommt man auf einen Wert, der unabhängig vom Speichervolumen charakteristisch für eine Batterieart ist.

In electrical power systems without storage supply and demand must form a balance at any time. This can be achieved by influencing the supply or demand side – or by a management of both sides. These methods reach their limits depending on resource and energy use, which will make the use of storage interesting. Storages are among the most expensive capital equipment in the field of energy technology, so that one keeps their size as small as possible. This can be achieved via intelligent system control (e. g. via tariffs, direct control interventions, etc.) or via high-efficiency converters for the storage management. Especially in mobile applications, the efficient energy conversion system for the integration of storage is essential. The density of the stored energy is relatively low at present (for example, currently 0.22 kWh/kg in batteries as compared to 10 kWh/kg in gasoline. The KDEE deals with the development of energy converters to integrate electrochemical storages into stationary and mobile energy systems including electric vehicles, such as the support of board systems with super capacitors, or the grid connection of batteries. Every percentage of extra efficiency leads to an increase of the range or saving storage weight and costs. The following image demonstrates the issues, especially in the mobile sector. When calculating the maximum lift to which a battery could lift itself – assuming a constant gravitational acceleration of 1 g and 100 % efficiency – one gets a characteristic value describing a battery type which does not depend on the storage volume.

Ideelle maximale Selbst-Hubhöhe für verschiedene Batterietechnologien (Doppelschichtkondensatoren (Supercap) sowie Sekundärelemente basierend auf Blei, Nickel-Cadmium, Nickel-Metall-Hydrid, Lithium-Ionen-Technik, Lithium-Phosphat und Lithium-Polymer-Technik) Datenquelle: <http://www.mpoweruk.com/chemistries.htm>
Ideal maximum self-lift for various battery technologies (double-layer capacitor (Supercap) and secondary elements based on lead Nickel-cadmium, nickel-metal-hydride, lithium-ion technology, lithium-phosphat and lithium-polymer technology)
 Source: <http://www.mpoweruk.com/chemistries.htm>



Leistungselektronischer Wandler für Supercaps

($U_{max} = 32V, I_k = 16kA$)

Power electronic converter for supercaps

($U_{max} = 32V, I_k = 16kA$)

Ansprechpartner

DIPL.-ING. THORBJÖRN SIAENEN, PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

Titel

**ELEKTROMAGNETISCHER SCHIENENBE-
SCHLEUNIGER FÜR SYMMETR. TAYLORTEST**

title

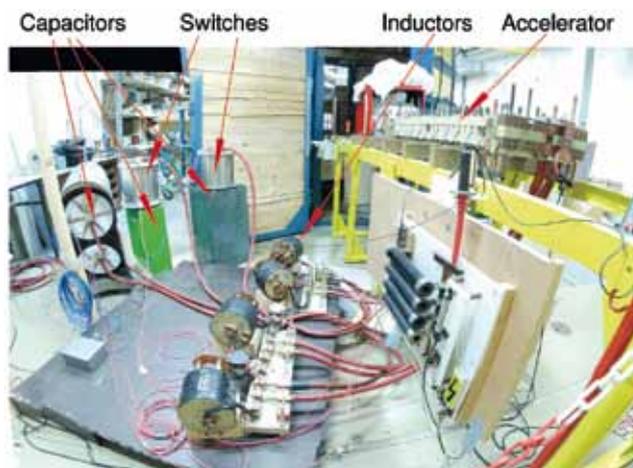
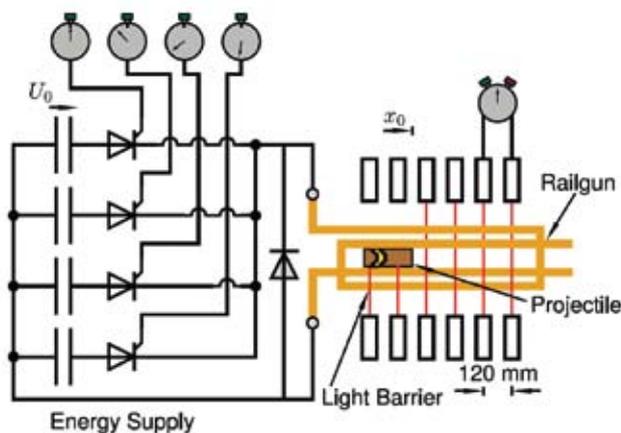
**ELECTROMAGNETIC RAIL ACCELERATOR FOR
SYMMETRICAL TAYLOR TESTS**

Entwicklung eines elektromagnetischen Schienenbeschleunigers für den symmetrischen Taylortest

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt/Promotionsvorhaben von ISL Saint-Louis, FH Gelsenkirchen und EVS/Uni Kassel wurde ein elektromagnetischer Schienenbeschleuniger als Basis für die Grundlagenforschung zur Hochgeschwindigkeitsumformung von Materialien entwickelt. Dabei werden kleine gleichartige zylindrische Materialproben mit Geschwindigkeiten nahe der Schallgeschwindigkeit oder darüber aufeinander „geschossen“, um die Verformungsdynamik mit Hochgeschwindigkeitskameras untersuchen zu können. Anwendungen der Erkenntnisse liegen z.B. in Sonderfertigungsverfahren wie elektromagnetischer Impulsumformung oder Explosivumformung der Metall verarbeitenden Industrie. Schwerpunkt der Arbeit war die Verringerung der Streuung in der Endgeschwindigkeit zur Sicherung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse durch eine prädiktive Steuerung der Leistungszufuhr, die optisch getriggert wird.

Development of an electromagnetic rail accelerator for the symmetrical Taylor test

In a common research project of ISL Saint-Louis, FH Gelsenkirchen and EVS/University of Kassel an electromagnetic rail accelerator has been developed as a pre-condition for basic research the high-speed metal forming. Small cylindrical material probes of similar type are accelerated close to the speed of sound or above and "shot" onto each other in order to be able to examine the distortion dynamism with high-speed cameras. Applications of the knowledge include e.g. special manufacturing methods such as electromagnetic impulse forming or explosive forming within the metal processing industry. Main focus of the work was the reduction of the dispersion in the final speed to get a safe reproduction of the results by a predictive control of the power supply which is optically triggered. The PhD thesis is being prepared.



Experiment: Taylortest Rail Gun
Experimental Setup: Taylor Test Rail Gun

REFERENZEN

T. Siaenen, M. Schneider, M. Löffler, "Rail Gun Muzzle Velocity Control with High Accuracy", ISL Saint-Louis, May 19, 2010

Ansprechpartner
 PROF. DR.-ING. HABIL. PETER ZACHARIAS

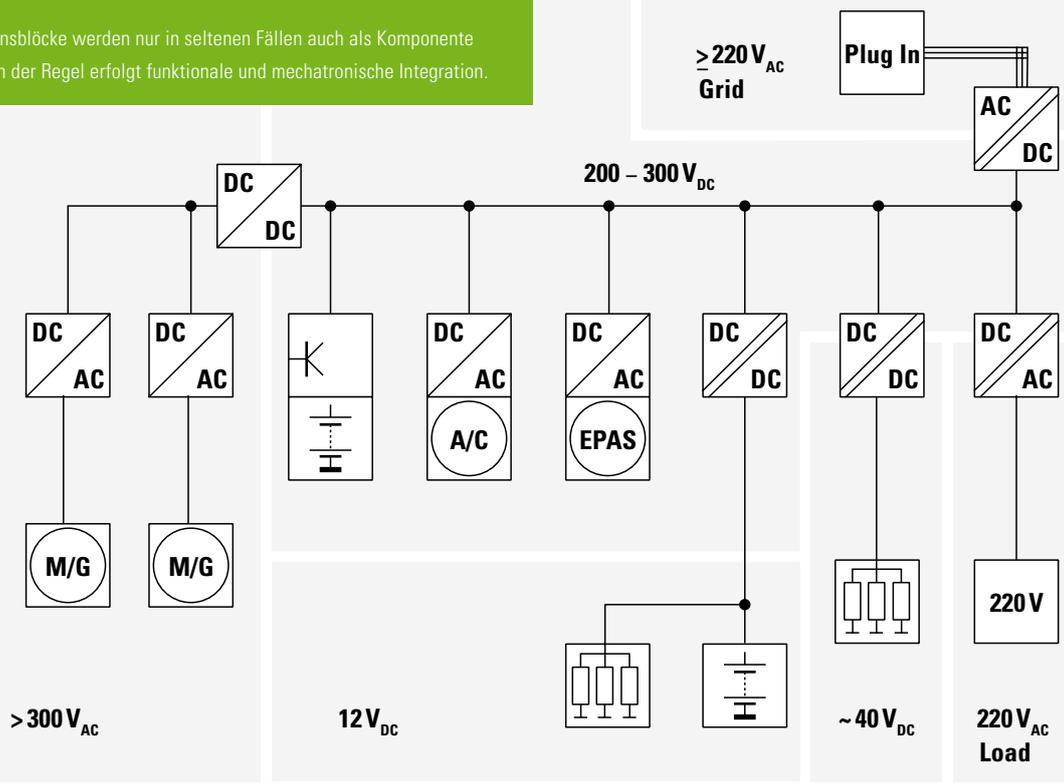
Titel
STROMRICHTER FÜR ELEKTROFAHRZEUGE

title
POWER CONVERTERS FOR ELECTRIC CARS

Die leistungselektronischen Wandler nehmen einen immer größeren Anteil in der Ausrüstung von Fahrzeugen ein. Dieser seit langem zu beobachtende Trend wird durch die Einführung von Hybridfahrzeugen und reinen Elektrofahrzeugen wesentlich im oberen Leistungsbe- reich der Stromrichter verstärkt. Hier arbeiten insbesondere die Fachgebiete Fahrzeugsysteme/Prof. Brabetz und EVS/Prof. Zacharias im Forschungsverbund Fahrzeugsysteme (FAST) eng zu- sammen. Auf absehbare Zeit wird bei reinen Elektrofahrzeugen die elektrochemische Batterie ggfs. gefolgt durch Brennstoffzellen die elektrische Energie für die Fortbewegung und die Hilfsfunktionen im Fahrzeug bereitstellen. Eine Übertragung der elektrischen Energie während der Fahrt ist nur unter besonderen Randbedingungen (z. B. Flurförderfahrzeuge, ÖPNV, öffentliche Dienstleistung etc.) sinnvoll.

The power electronic converters take over an increasing share in the equipment of vehicles. This trend, which can already be observed for a long time, is now strengthened - especially in the upper power range of converters – by the introduction of hybrid vehicles and electric vehicles. In particular the chairs of Car Sys- tems/Prof. Brabetz and EVS/Prof. Zacharias work together within the Research Association of Car Systems. For a foreseeable time the electro-chemical battery, maybe followed by fuel cells, will provide electric vehicles with the electric energy for the driving and the auxiliary functions inside the vehicle. A transfer of the electric energy during travelling / movement is only of sense under special constraints (e. g., hall conveyor vehicles, public transpor- tation, public services etc.).

Die Funktionsblöcke werden nur in seltenen Fällen auch als Komponente realisiert, in der Regel erfolgt funktionale und mechatronische Integration.



Beispiel für eine Elektrikarchitektur in einem Fahrzeug. Quelle: Prof. L. Brabetz
 Example of a concept of an electrical power supply of a car. Source: Prof. L. Brabetz

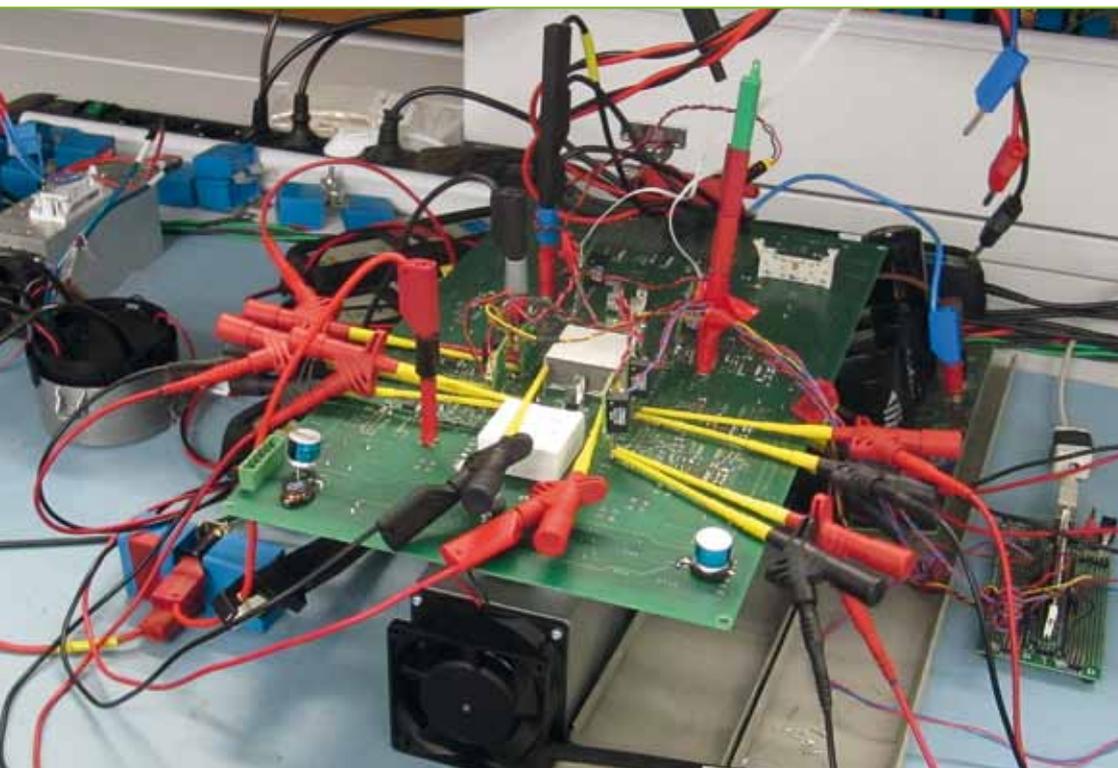
Ansprechpartner
M.SC. SAMUEL ARAÚJO

Titel
**LEISTUNGSELEKTRONISCHE WANDLER FÜR
PHOTOVOLTAISCHE SYSTEME**

title
**POWER ELECTRONICS CONVERTERS FOR
PHOTOVOLTAIC SYSTEMS**

Im KDEE findet eine Vielzahl von Forschungsaktivitäten im Bereich leistungselektronischer Wandler für photovoltaische Systeme statt. Enge Kooperation besteht dabei mit SMA Solar Technology AG, dem Weltmarktführer bei Solar-Wechselrichtern. Besonderer Fokus liegt dabei auf der Gestaltung und experimentellen Untersuchung innovativer leistungselektronischer Topologien, einschließlich netzgekoppelter Wechselrichter bei unterschiedlichen Leistungsniveaus bis hin zu Sonderlösungen für den Inselbetrieb. Darüber hinaus werden die Eigenschaften und Applikation moderner Leistungshalbleiter zusammen mit der Auslegung und Konstruktion neuartiger magnetischer Bauelemente zur Entwicklung effizienter Lösungen untersucht. Die Ergebnisse solcher Aktivitäten werden in Form von zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Patentanmeldungen und Doktorarbeiten publiziert.

Several activities take place in the KDEE in close cooperation with SMA, the world's leading manufacturer of photovoltaic inverters. Focus is mainly given to the development and experimental benchmarking of innovative power converter topologies, ranging from grid-connected inverters at diverse power levels to off-grid special solutions. In addition to this, the properties and application of modern semiconductor devices along with the design of novel integrated magnetic structures is considered in the path towards the development of highly efficient solutions. Such activities rendered along the years several joint patent applications and scientific publications.



Laboraufbau eines DC-DC Wandlers
Experimental setup of one DC-DC converter



Laboraufbau eines Hochsetzstellers
Experimental setup of a step-up converter

Ansprechpartner

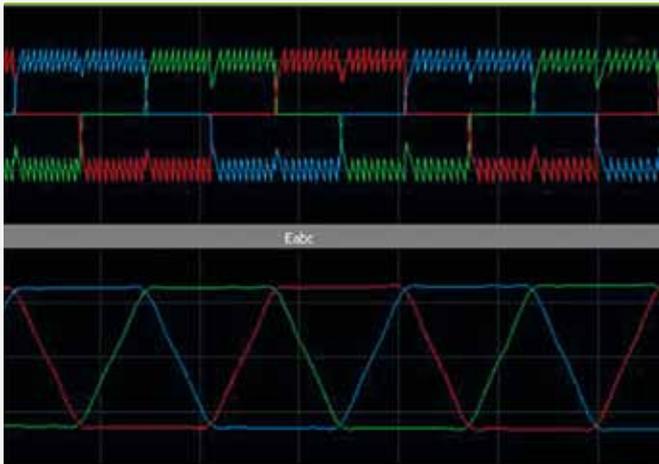
DIPL.-ING. HAUKE EINFELD, DIPL.-ING. THOMAS KIRSTEIN

Titel

NEUARTIGE BÜRSTENLOSE GLEICHSTROM- MASCHINE ALS HILFSANTRIEB

Der Mobilitätssektor wird vor dem Hintergrund des Klimaschutzes, der Ressourcenverfügbarkeit und strenger werdenden Anforderungen an den CO₂-Ausstoß der Fahrzeugflotten durch steigende Effizienzanforderungen des Fahrzeugs geprägt. Aus diesem Grund findet eine zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstrangs sowie der Hilfsantriebe des Fahrzeugs statt.

Vor diesem Hintergrund werden am KDEE leistungselektronische Schaltungen für neuartige bürstenlose Gleichstrommaschinen mit rechteckförmigen Induktionsverläufen untersucht. Diese zeichnen sich durch eine erhöhte Leistungsdichte gegenüber sinusförmigen Maschinen aus. Ziel bei der Entwicklung der Leistungselektronik ist neben der Wirkungsgradoptimierung die Schaffung eines modularen Aufbaus für eine erhöhte Fehlertoleranz.



Strom-, Spannungsverläufe einer dreiphasigen BLDC-Maschine
Current- and voltage-profiles of a three phase BLDC-Machine

title

NEW BRUSHLESS DC-MACHINE FOR AUXILIARY DRIVES

In consideration of the fact that climate change and shortage of resources comes more and more to the public eye the mobility sector is confronted with increasingly strict standards regarding the CO₂ emissions. This leads to a growing electrification of the vehicles power train and of the auxiliary drives.

Against this background the KDEE develops power electronic circuits for a novel type of brushless DC-machine having rectangular induction profiles. This type of machine has the advantage compared with sinusoidal machines that the power density can be enhanced. Apart from improving efficiency the aim of the power electronics development is the creation of a modular power electronics design to achieve an increased fault tolerance of the drive system.



Laboraufbau des Hilfsantriebssystems
Experimental setup of the auxiliary drive system

Ansprechpartner

DIPL.-ING. THOMAS KIRSTEIN, DIPL.-ING. HAUKE EINFELD

Titel

**ELEKTROMOBILITÄTSKONZEPT MIT
TEIL-AUTONOMEN FAHRZEUGEN**

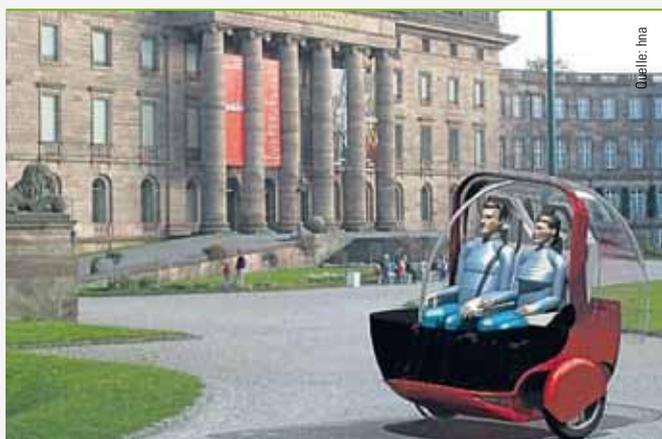
title

**E-MOBILITY CONCEPT FOR
SEMI-AUTO-NOMOUS VEHICLES****Elektromobilitätskonzept mit teilautonomen
Fahrzeugen (Electrical Explore Vehicle – E2V)**

Auf dem Weg zu marktfähigen Elektrofahrzeugen sind wesentliche technologische Hürden zu überwinden. Im Rahmen des Förderschwerpunktes „Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität–Strom“ fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Projekt E2V mit 270.000 € (Förderkennzeichen 13N11722). Für viele abgeschlossene Räume, insbesondere Parks und Kulturlandschaften, ist es wünschenswert, dass sich gerade ältere oder bewegungseingeschränkte Menschen fortbewegen können, ohne die Infrastruktur anpassen zu müssen. Hier setzt das Projekt E2V an und entwickelt für diese Nutzungsszenarien ein kompaktes, wendiges und leichtes Elektrofahrzeug für bis zu zwei Personen. Am KDEE werden die leistungselektronischen Baugruppen, wie Antriebswechselrichter und Bordnetzwannder, in enger Zusammenarbeit mit den insgesamt 10 Projektpartnern aus Forschung und Industrie, entwickelt.

**E-mobility concept for semi-autonomous vehicles
(Electrical Explore Vehicle – E2V)**

On the way towards saleable electric vehicles major technological obstacles have to be overcome. Within the focal point of support "key-technologies for e-mobility" the German Federal Ministry of Education and Research sponsors among other things the research of electric-vehicle concepts. For many enclosed areas, like parks and other landscapes, it is desirable to give older people or people with walking disabilities the opportunity to be mobile, without changing infrastructural conditions. For this purpose the project participants from research and industry develop a light, compact and agile vehicle for up to two passengers. The KDEE develops power electronic components such as the drive inverter or the dc-dc-converter for the on board power supply of such vehicles.



Quelle: Inna

Fahrzeugsimulation
Vehicle-simulation



Laboraufbau Antriebswechselrichter
Experimental setup drive-inverter

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Ansprechpartner

DR.-ING. BENJAMIN SAHAN

Titel

SYSTEMOPTIMIERUNG VON PV-GROSSKRAFTWERKEN

title

SYSTEM OPTIMIZATION OF LARGE-SCALE PV POWER PLANTS

Systemoptimierung von PV-Großkraftwerken für den globalen Sonnengürtel

Photovoltaikstrom aus dem Sonnengürtel der Erde ist ein Zukunftsmarkt mit beachtlichem Potential.

Mit einem groß angelegten Forschungsprojekt zur Systemoptimierung von PV-Großkraftwerken für den globalen Sonnengürtel will die Uni Kassel in Zusammenarbeit mit renommierten Projektpartnern aus der Industrie innovative Technologien für eine zuverlässige, kostengünstige und umweltverträgliche Energieversorgung der Zukunft erforschen. Ziel des mehrjährigen Projektes ist eine deutliche Kostenreduktion der PV-Systemtechnik für PV-Großkraftwerke im Leistungsbereich mehrerer 100 Megawatt sowie die gezielte Anpassung für die besonderen Anforderungen in wüstenähnlichen aber auch tropischen Regionen.

Der Fokus des KDEE liegt zum einen auf der Bereitstellung und systematischen Aufbereitung klimatischer Daten zur Ermittlung von Anforderungsprofilen für die Komponentenerforschung sowie als Grundlage für die Erforschung der Systemkonzepte. Zum anderen befasst sich das KDEE mit der Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen zu Fragen der Zuverlässigkeit von Wechselrichtern sowie Wandlertopologien und Bauelementen für erhöhte Systemspannung und Nennleistung.

System optimization of large-scale PV power plants for sustainable and affordable energy in the global sun belt

Photovoltaic electricity from the sun belt of the earth is a market with considerable future potential.

With an extensive research project to optimize the system of large-scale PV power plants for the global solar belt the University of Kassel wants to research in cooperation with renowned partners from the industry innovative technologies for a reliable, affordable and environmentally sound energy supply. The aim of the multi-year project is a significant cost reduction of PV system technology for large-scale PV power plants in the power range of several 100 MW as well as the specific adaptation to the requirements of arid as well as tropical regions.

The focus of KDEE is on the one hand the provision and systematic processing of climatic data to determine specifications for the components and to provide a basis for the study of systems concepts. Secondly, the KDEE involved in the research on questions of reliability of inverters and converter topologies and components for increased system voltage and power ratings.



PV-Großkraftwerk
Large-scale PV power plants

Ansprechpartner

DR.-ING. JEAN PATRIC DA COSTA, DIPL.-ING. WOLFRAM KRUSCHEL

Titel

**AKTIVE, INTELLIGENTE
NIEDERSPANNUNGSNETZE**

title

**ACTIVE, INTELLIGENT LOW VOLTAGE
GRIDS**

Durch den rapiden Zubau von dezentralen Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen ergeben sich neue Anforderungen an deren Betrieb. Die Aufnahmekapazität des Niederspannungsnetzes wird maßgeblich durch das zulässige Spannungsband begrenzt, was eine aktive Spannungsregelung erforderlich macht.

Aus leistungselektronischer Sicht gibt es eine Reihe möglicher Ansätze, Einfluss auf das Spannungsprofil eines Niederspannungsnetzes zu nehmen. Zum einen können die dezentralen Erzeugereinheiten durch Bereitstellung von Blindleistung bzw. Erzeugungsmanagement einen Beitrag zur Spannungshaltung leisten. Zum anderen können Betriebsmittel bzw. Zusatzkomponenten in das Netz integriert werden, welche es ermöglichen, die Spannung innerhalb der zulässigen Grenzen zu halten. Hierzu zählen u. a. Ortsnetztransformatoren mit variablem Übersetzungsverhältnis (RONT) sowie Längsregler mit gestuftem bzw. stufenlosem Spannungsstellbereich. Eine weitere Möglichkeit zur Spannungsregelung stellt die Integration von Speichersystemen dar.

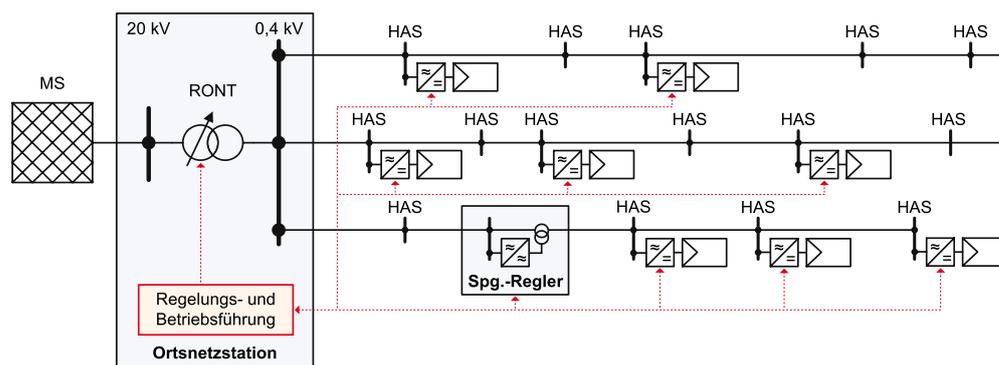
Da die Absenkung der Spannung durch Blindleistungseinspeisung aufgrund der ohmschen Charakteristik des Niederspannungsnetzes nur begrenzt möglich ist, kann die Spannungsregelung mittels Zusatzkomponenten wie z. B. Längsregler deutlich effektiver sein. Integriert in das Konzept eines aktiven, intelligenten Niederspannungsnetzes sind solche Spannungsregler eine attraktive Möglichkeit für die Realisierung eines kurzfristigen Ausbaus der Erzeugerkapazitäten.

Due to the rapidly increasing number of Distributed Generation Units (DGUs) in low voltage grids, new demands regarding the operation of these grids arise. Among them is the necessity to actively regulate the voltage in order to avoid a violation of the permissible voltage levels.

Seen from a power-electronic point of view, there are several possible approaches for controlling a network's voltage profile. On the one hand, the DGUs can contribute to voltage stability by providing reactive power or through an active power management. On the other hand, additional equipment such as distribution transformers with electronic OLTCs or series voltage controllers can be integrated into the low voltage networks. Another possibility for controlling the voltage is the integration of electrical storage systems.

Since the effect of influencing the voltage profile of low voltage grids by means of reactive power is limited because of the mainly resistive line impedance, installing equipment such as series voltage controllers can lead to a significantly higher increase of the hosting capacity. Therefore, these systems can become an interesting option when it comes to implementing a flexible voltage control approach as part of innovative concepts for intelligent low voltage grids.

Aktives, intelligentes
Niederspannungsnetz
*Active, intelligent
low voltage network*



**Gefördert durch: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
(Förderkennzeichen 0325202)**

**Projektpartner: SMA Solar Technology AG, J. Schneider Elektrotechnik GmbH, e.on | Mitte,
Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, KDEE**

REFERENZEN

W. Kruschel, J. P. da Costa, B. Sahan, P. Zacharias, T. Bülo, B. Engel, „Dezentrale Spannungsregelung in intelligenten Niederspannungsnetzen – Leistungselektronische Komponenten zur Erhöhung der Aufnahmekapazität für erneuerbare Erzeugungseinheiten“, Internationaler ETG-Kongress, Würzburg, November 2011

J. P. da Costa, P. Zacharias, W. Kruschel, B. Sahan, T. Bülo, B. Engel, F. Gafaro, “Power Electronics for Voltage Control in Distribution Networks”, 16. Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik, Oktober 2011

Ansprechpartner

M.SC. SAMUEL ARAÚJO

Titel

POTENZIALANALYSE ZUR NUTZUNG VON SILIZIUMKARBID-BAUELEMENTEN

title

ANALYSIS ON THE POTENTIAL OF SILICON CARBIDE DEVICES IN POWER CONVERSION SYSTEMS**Potenzialanalyse zur Nutzung von Siliziumkarbid-Bauelementen in erneuerbaren Energiesystemen: Wechselrichter mit 1700 V SiC Schalter**

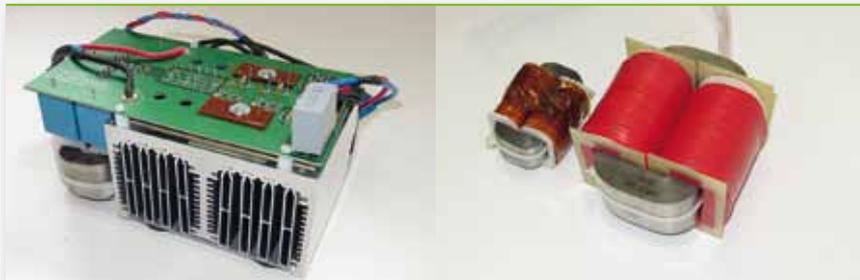
Halbleiterbauelemente basierend auf Siliziumkarbid und Gallium-Nitrid bieten hervorragende Eigenschaften bei höheren Sperrspannungen wie sehr schnelles Schaltverhalten und Betrieb bei erhöhten Temperaturen. Solche Merkmale ermöglichen eine deutliche Erhöhung der Schaltfrequenz und infolgedessen die Senkung der spezifischen Kosten von leistungselektronischen Wandlern.

Im Rahmen eines ECPE-finanzierten Projekts wurden die technischen und wirtschaftlichen Potenziale mit Fokus auf die Applikation in erneuerbaren Energiesystemen untersucht. Auf experimentellem Niveau wurden mehrstufige Wechselrichter für eine Systemspannung von 1500 V ausgelegt und getestet. Betrieb bei einer Schaltfrequenz von 48 kHz mit sehr kompakten Ausgangsfiltern und erhöhten Wirkungsgrad wurde dank des Einsatzes von 1700V MOSFETs und JFETs der Hersteller Infineon und CREE aufgezeigt.

Analysis on the potential of silicon carbide devices in power conversion systems for renewable energy sources: inverter employing 1700 V SiC switches

Semiconductor devices based on silicon carbide and gallium nitride offer outstanding characteristics at high blocking voltages like very fast dynamic behavior and high temperature capability. These will allow significant increase on the switching frequency and reduction of specific costs for power electronics converters.

Within the framework of ECPE-financed project, the technical and economical potential of the referred technologies was researched with focus on the application on renewable energy systems. At experimental level, multilevel-inverter prototypes rated for increased system voltage of 1500V were designed and tested. Operation at 48 kHz with compact magnetic filters still at a high efficiency level was demonstrated with both 1700V rated MOSFETs and JFETs from the companies Infineon and CREE.



Laboraufbau der 1-phasigen Wechselrichter mit SiC MOSFETs und Senkung der Baugrößen der Ausgangsdrossel wegen Erhöhung der Schaltfrequenz

Experimental setup of the 1-phase inverter with SiC MOSFETs and reduction of the output inductor size due to higher switching frequency

Laboraufbau der 3-phasigen Wechselrichter mit SiC JFETs

Experimental setup of the 3-phase inverter with SiC JFETs



Gefördert durch: European Center for Power Electronics (ECPE), Infineon Technologies AG und CREE

REFERENZEN

- S. V. Araújo, M. K. Kazanbas, P. Zacharias, "Breaking the theoretical limits of silicon with innovative switch technologies", in Proc. of the 2010 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), pp.676–681, July 2010
- S. V. Araújo, B. Sahan, P. Zacharias, "Comparative Evaluation of SiC-JFETs applied to Power Converters in Renewable Energy Systems", in Proc. Conference on Power Conversion and Intelligent Motion China (PCIM), Shanghai, July 2010
- S. V. Araújo, P. Zacharias, "Analysis on the potential of Silicon Carbide MOSFETs and other innovative semiconductor technologies in the photovoltaic branch", in Proc. 13th European Conference on Power Electronics and Applications, pp. 1–10, September, 2009

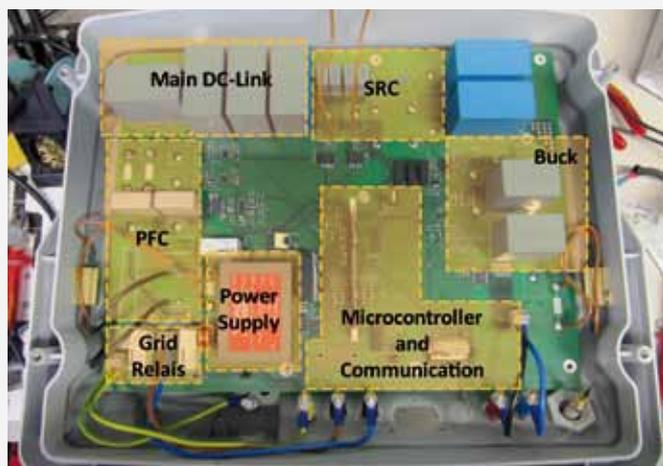
Ansprechpartner
DIPL.-ING. WOLFRAM KRUSCHEL

Titel
**ENTWICKLUNG EINES LADEGERÄTS FÜR
LI-IONEN BATTERIEN**

Elektrische Speicher mit hohen Energiedichten wie z. B. Li-Ionen-Batterien stellen insbesondere für die Elektromobilität eine Schlüsselkomponente dar. Für die Netzkopplung solcher DC-Systeme werden leistungselektronische Wandler benötigt, die den Energiefluss während der Lade- bzw. Entladevorgänge steuern. Ein derartiges Ladegerät wurde im Rahmen des vom IEEE ausgerichteten Studentenwettbewerbs „International Future Energy Challenge 2011“ von einem Team von vier Studenten – betreut durch EVS und KDEE – entwickelt.

Das Schaltungskonzept des einphasigen Ladegeräts besteht aus einem gesteuerten Gleichrichter mit Power Factor Correction (PFC) und einem DC/DC-Steller mit galvanischer Trennung zur Anpassung der Zwischenkreisspannung an die jeweils benötigte Batteriespannung. Der gewählte Ansatz ermöglichte eine Minimierung der erforderlichen Zwischenkreiskapazität, wodurch robuste Folienkondensatoren eingesetzt werden konnten.

Das von den Studenten beim Finale des Wettbewerbs in Dearborn (US-Bundesstaat Michigan) präsentierte Ladegerät behauptete sich erfolgreich im Vergleich mit den Prototypen der anderen qualifizierten Teams. Auch die Fachjury konnte überzeugt werden – das Ladegerät wurde mit dem Innovationspreis ausgezeichnet.



Hauptplatine des Ladegeräts
Main circuit board of the charger

title
**DEVELOPMENT OF A LI-ION BATTERY
CHARGER**

Especially for electric vehicles, electrical energy storage technologies with high energy densities such as Li-Ion-batteries are key components. Supervised by EVS and KDEE, a battery charger that is required for connecting such dc-systems to the grid was developed by a team of four students according to the requirements of the 2011 IEEE International Future Energy Challenge (IFEC).

The single-phase battery charging system consists of an ac-dc rectifier with power factor correction (PFC) and an isolated dc-dc converter for adjusting the dc-link voltage to the required battery voltage. The chosen approach allowed a minimization of the necessary dc-link capacitance, thus robust film capacitors could be used.

The battery charger was presented by the student team at the final event of the IFEC in Dearborn (Michigan, USA) and successfully competed against the prototypes of the other teams. The judges could also be convinced – the charger won the “Best Innovative Design of Power Electronic Converters Award”.



IFEC-Team beim Finale in Dearborn
IFEC-team at the final event in Dearborn

Ansprechpartner

M.SC. SAMUEL ARAÚJO

Titel

DYNAMISCHES TESTSYSTEM FÜR GaN BAUELEMENTE AUF WAFER-NIVEAU

title

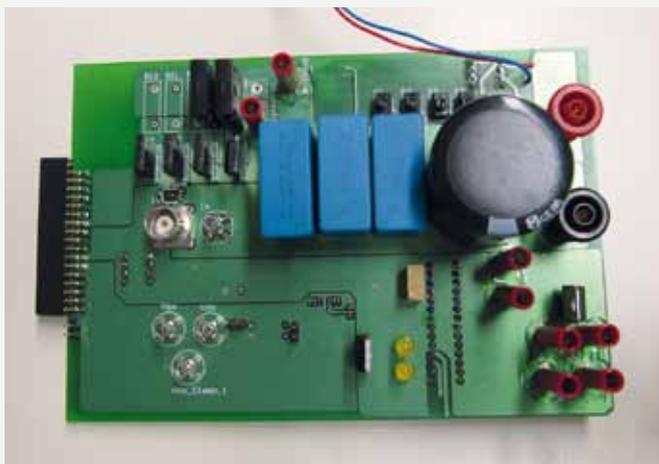
DYNAMIC TEST SYSTEM FOR GaN DEVICES AT WAFER LEVEL

Gallium Nitrid (GaN) ist eines der interessantesten sog. Wide-Band-gap Materialien für die Herstellung von Leistungs-Halbleiterbauelementen, die hoch effiziente Anwendungen ermöglichen. Insbesondere sind bei Einsatz von GaN-basierten Bauelementen geringe äquivalente Widerstände und niedrige dynamische Verluste mit Schaltfrequenzen bis in den MHz-Bereich erzielbar. Die Entwicklung auf Basis der GaN-on-Si Technologie ermöglicht es zudem, diese Bauelemente kostengünstig und in hoher Stückzahl zu etablieren.

Eine Testplatine wurde für den Hersteller MicroGaN GmbH aufgebaut, um die Vermessung solcher Bauteile auf Chip Niveau bereits direkt auf dem Wafer zu ermöglichen. Eine direkte Verbindung mit dem vorhandenen Kontaktierungssystem ist implementiert und ermöglicht niedrige Entwicklungs- und Durchlaufzeiten kombiniert mit äußerst geringer Fehleranfälligkeit. Eine erste Einsatzmöglichkeit ist die hoch aufgelöste Messung des Verhaltens des äquivalenten Widerstands R_{DSon} kurz nach der Kommutierung. Kommutierungsvorgänge können darüber hinaus auch entweder mit ohmschen oder induktiven Lasten durchgeführt werden. Die Steuer-Pulse werden dabei boardseitig automatisch generiert und können auf der Platine nutzerseitig angepasst werden. Um die Beschädigung der hochwertigen Proben sowie der weiteren Testumgebung im Fehlerfall zu vermeiden, ist eine Fehlererkennungsfunktion auf einem Mikrocontroller integriert, die eine schnelle Deaktivierung der Schaltung ermöglicht. In der Summe ermöglichen diese Eigenschaften sogar den Einsatz für vollautomatisches Waferprobing des dynamischen R_{DSon} , was den Testaufbau im Produktionsumfeld prädestiniert für das sogenannte ‚Binning‘ vor dem Packaging der Bauelemente.

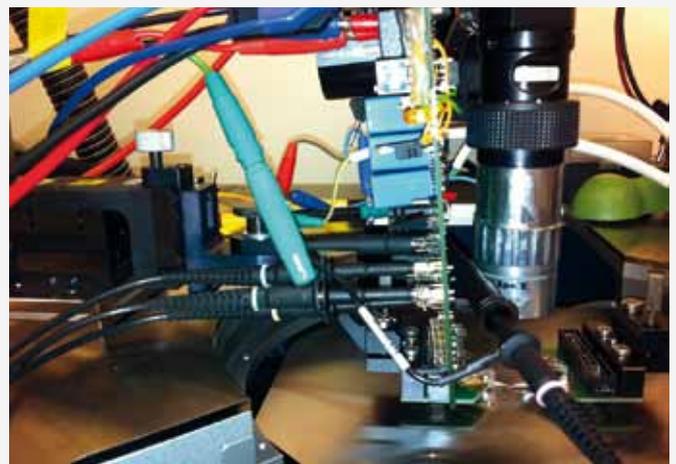
Gallium nitride (GaN) is one of the most interesting and promising wide band gap materials for the construction of highly efficient applications. Especially in the case of GaN, it is possible to attain even lower device resistances with fast dynamic behavior enabling frequencies in the range of MHz. Development based upon GaN-on-Si technology paves the way to low cost fabrication and high-volume market entry.

With the purpose of enabling an early investigation of the performance of these devices directly on the wafer, a test board was especially designed for the manufacturer MicroGaN GmbH. It can be directly connected to the existing contact system used in the Front-End-of-Line (FEOL), enabling rapid prototyping combined with maximum fail-safe setup. One of the first tests that can be performed includes the investigation of the dynamic behavior of the device equivalent resistance R_{DSon} shortly after the commutation, measured with a circuit enabling high resolution. Commutation tests can also be performed with either an integrated resistive or externally connected inductive load. Pulses are automatically generated with duration controlled by the user, while current and voltage are directly accessible. In order to avoid damage to the chip or setup in case of failure, a short-circuit detection enables a fast system deactivation. Overall, the sum of these properties even enables fully automatic wafer probing in production where DfEs can be selected and binned before packaging.



Platine des dynamischen Testsystems

Board of the dynamic test system



Betrieb im Labor

Operation in laboratory

Gefördert durch: **microGaN GmbH**

Ansprechpartner
 DR.-ING. BENJAMIN SAHAN, DIPL.-ING. BENJAMIN DOMBERT

Titel
ENTWICKLUNG EINER ELEKTRONISCHEN
QUELLE / LAST

title
DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC
SOURCE / LOAD

Das KDEE entwickelt für den Eigenbedarf eine bidirektionale DC-Stromversorgung, welche für das Testen von leistungselektronischen Wandlern, wie z. B. von Solar-Wechselrichtern, Batterieladegeräten, unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) etc. eingesetzt werden kann. Auch Einsätze als z. B. „virtuelle Batterie“, etwa in Elektro- und Hybridfahrzeugen, kommen in Betracht.

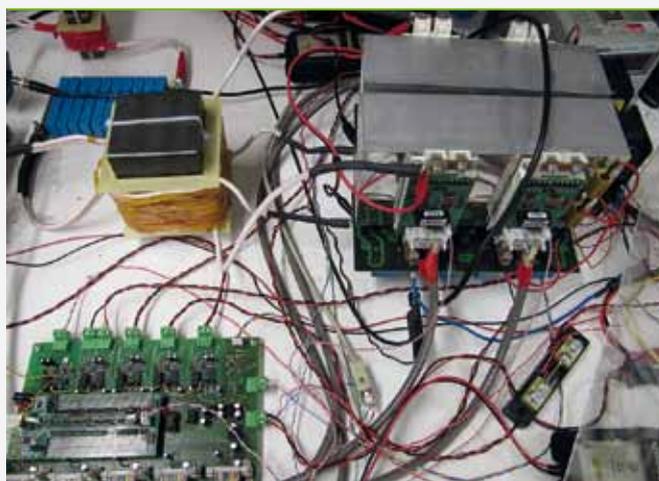
For its own needs, KDEE is developing a bidirectional DC power supply which can be used to test power electronic devices, like solar inverters, battery chargers, uninterruptable power supplies (UPS) and many more. Also, it can serve as, e.g. a "virtual battery" in electric and hybrid vehicles.

Dabei sind zwei Varianten in Entwicklung: Ein erstes Gerät verfügt über einen bipolaren Aufbau, welcher einen Spannungsbereich von 5V...1500V bei 30kW Leistung ermöglicht. Ein zweites Gerät wird speziell für Elektroantriebe entwickelt mit 5V...600V und 90kW.

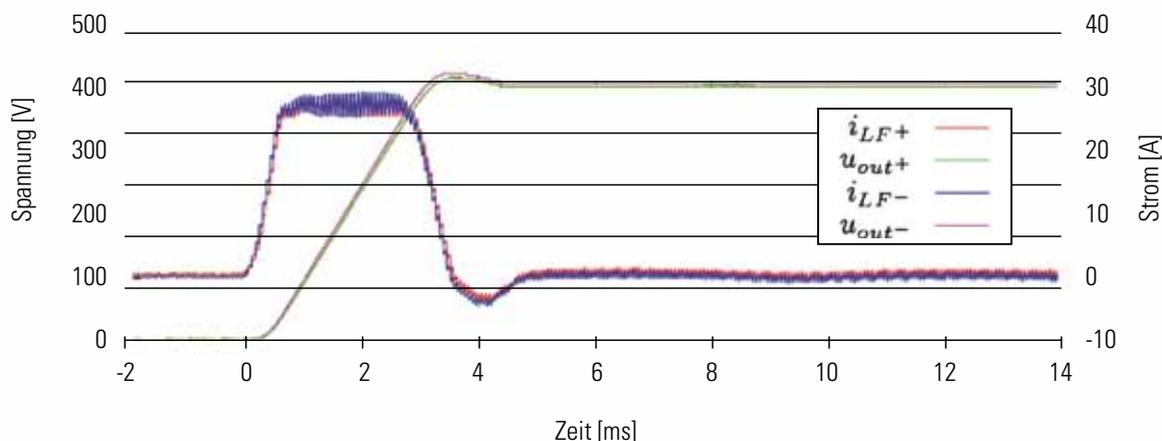
Two variants are under development. One first device is designed bipolarly, which offers a large voltage range from 5V to 1500V at 30kW. The other device has 5V...600V, 90kW and is specially tailored for Electric vehicles. The topology is a modular multi-stage approach using a high frequency transformer, thus ensuring galvanic isolation, high efficiency and small size. By means of a state controller, fast dynamic responses as well as high flexibility while in operation can be achieved.

Als Schaltungskonzept wurde eine mehrstufige, modulare Topologie gewählt, die aufgrund des verwendeten Hochfrequenz-Transformators eine galvanische Trennung, hohe Effizienz sowie geringes Bauvolumen ermöglicht. Durch den Einsatz spezieller zustandsbasierter Regelungsverfahren wird eine hohe Flexibilität im Betrieb sowie eine gute Regeldynamik erreicht.

Laboraufbau der bidirektionalen DC-Stromversorgung
Experimental setup of the bidirectional DC power supply ▶



Spannungssprung (ohne Last) mit wirksamer Strombegrenzung
Voltage step (without load) while current is actively limited



Ansprechpartner

M.SC. SAMUEL ARAÚJO, DIPL.-ING. CHRISTIAN NÖDING

Titel

**AUTOMATISIERTER PRÜFSTAND FÜR
LEISTUNGSHALBLEITER**

title

**AUTOMATED TEST BENCH FOR POWER
ELECTRONICS SEMICONDUCTOR DEVICES**

Mit dem Ziel die Eigenschaften von innovativen Leistungshalbleitern zu bestimmen, ist in unseren Laboren ein spezieller Prüfstand ausgelegt und aufgebaut worden. Sehr hohe Schalttransienten können wegen der hochbandbreitigen Messtechnik und eines Aufbaus mit geringen Störeffekten vollständig untersucht werden. Auf diese Weise ist die Vermessung von Schalt- und Durchlassverlusten bis 1500V und 80A innerhalb eines Temperaturbereiches von -40 bis 200°C und mit Kommutierungstransienten über 50 kV/μs und 5 kA/μs möglich. Weitere Testpunkte beinhalten die Ansteuerung und die Durchbruchcharakterisierung sowie die Messung der Bauteil-Kapazitäten unter erhöhter Spannung. Außerdem ermöglicht die Mess-Automatisierung eine Durchführung von zahlreichen Messreihen in kurzer Zeit.

In order to investigate the capabilities of innovative semiconductor devices a special test bench was projected and constructed in our labs. Very high switching speeds can be fully investigated given the high bandwidth measuring equipment and the low parasitics environment. Thus, switching and conduction losses can be measured up to 1500V and 80A with temperatures in the range between -40 to 200°C, with switching transients exceeding 50kV/μs and 5 kA/μs. Other possible investigations include the driving and breakdown characteristics, along with the characterization of device capacitances under high voltage. In addition to this, the possibility of automated measurements enables performing large series within a short time frame.



Leistungshalbleiter Prüfstand

Power Semiconductors Test Bench

Benutzeroberfläche des Automatisierungsprogramms

*User interface of program for automated measurements***Gefördert durch: Eigenmittel**

Ansprechpartner
 DIPL.-ING. THIEMO KLEEB, DIPL.-ING. BENJAMIN DOMBERT

Titel
**ENTWICKLUNG EINES GEREGETEN
 KALORIMETERS**

title
**DEVELOPMENT OF A CONTROLLED
 CALORIMETER**

**Entwicklung eines geregeten Kalorimeters zur schnellen
 Verlustmessung von leistungselektronischen Komponenten**

**Development of a controlled calorimeter for rapid loss
 measurement of power electronics components**

Leistungselektronische Wandler können heute bereits Wirkungsgrade von 99 % im Laborbetrieb erreichen. D. h. die Verlustleistung der Schaltung selbst und der einzelnen Komponenten kann unter 1 % liegen. Die einzelnen Komponenten arbeiten oftmals mit hochfrequent getakteten Rechteck-Spannungen, welche für elektrische Verlustmessungsverfahren nur sehr schwer zu handhaben sind.

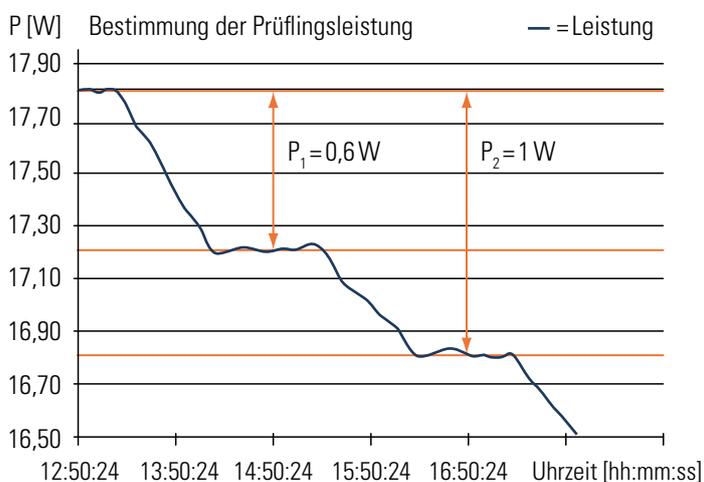
Today power electronic converters can reach efficiency values of up to 99 % in laboratory experiments. This means the losses of the circuit itself and the several components can be less than 1 %. Electrical measuring methods are ordinary unsuitable for the measurement of single components operating under high frequency rectangular voltages.

Da thermische Messverfahren unabhängig von elektrischen Größen sind, kann sowohl eine sehr hohe Messgenauigkeit als auch die Verlustmessung von einzelnen Bauteilen mit getakteten Spannungen ermöglicht werden. Dafür haben thermische Messverfahren auf Basis von Kalorimetern aber den Nachteil, dass die großen thermischen Zeitkonstanten des Messaufbaus zu sehr langen Messzeiten führen. Daher wurde am KDEE ein Kalorimeter entwickelt, welches durch eine Regelung der Messung besonders kurze Messzeiten, von z. T. deutlich unter einer Stunde, ermöglicht. Weiterhin konnte durch die Regelung der Einfluss von externen, thermischen Störquellen, welche die Messung beeinflussen können, minimiert werden.

Thermal measuring methods are independent of electrical quantities. This means they are able to achieve very high accuracy as well as to measure single components operating under high frequency rectangular voltages. Therefore, thermal measuring methods based on calorimetric setups have very large time constants leading to very long measurement periods. Hence KDEE developed a controlled calorimeter which enables very short measurement periods from less than one hour. Furthermore the control minimizes the influence of external thermal disturbances which can influence the measurement results.

Verlustleistungsmessung
 Thermal power loss measurement

Mess-Kammer des Kalorimeters
 Test chamber of the calorimeter



Gefördert durch: Eigenmittel

Ansprechpartner

DIPL.-ING. THIEMO KLEEB

Titel

VERLUSTMESSUNG VON WEICH- MAGNETISCHEN KERNEN FÜR LEISTUNGS- ELEKTRONISCHE ANWENDUNGEN

title

LOSS MEASUREMENT OF SOFT MAGNETIC MATERIALS FOR POWER ELECTRONIC APPLICATIONS

Bei der Entwicklung induktiver Bauteile spielt die Berechnung und Abschätzung der Verluste (Wicklungs- und Kernverluste) eine entscheidende Rolle. Die Berechnung der Kernverluste wird i.d.R. auf Basis von Mess- oder Herstellerdaten mit Hilfe eines Verlust-Modells durchgeführt. Dabei treten folgende Herausforderungen auf:

- Die Kernmaterialien haben oft ein sehr stark nichtlineares Verhalten, was die Genauigkeit der bekannten Verlust-Modelle stark einschränkt.
- Hersteller von magnetischen Kernen geben in den Datenblättern nur Verlustkurven für kleine Ringkerne bei Sinus-Spannungsbetrieb ohne DC-Aufmagnetisierung an.

Ziel der Studie ist es, eine neue Möglichkeit zur Berechnung der Verluste, auf Basis von Messungen der magnetischen Komponenten unter nicht sinusförmigen Betriebsbedingungen, aufzuzeigen. Dabei wird ein thermisches Messverfahren verwendet, mit dem auch beliebige Kern-Geometrien gemessen werden können. In einem weiteren Teil der Studie soll, wegen der wachsenden Bedeutung von schnell schaltenden Halbleitern, der Einfluss von schnellen Schaltflanken auf die Verluste der Materialien untersucht werden.

The loss calculation and estimation (winding and core losses) plays an important role for the development of inductive components. Thereby the core loss calculation will be done under consideration of loss models based on measurement data ordinary offered by the core manufacturers. This will lead to the following challenges:

- *Core materials can have a strong non-linear behaviour, which will limit the accuracy of the known loss models.*
- *Manufacturers of magnetic cores offer loss curves only for small ring cores with sinusoidal voltage excitation and without DC magnetization in their datasheet.*

The goal of the study is to show a new method for the loss calculation based on measurements of the magnetic components under non-sinusoidal operation conditions. Therefore, a thermal measuring method will be used which enables to measure arbitrary core shapes. Because of the growing importance of fast switching semiconductors, a further part of the study will investigate the influence of fast switching transients on the core losses.



Gekoppelte Drossel
Coupled Inductor

Ansprechpartner
DR.-ING. BENJAMIN SAHAN

Titel
**ENTWICKLUNG EINES HOCHEFFIZIENTEN
VORSCHALTGERÄTS FÜR LED-LEUCHTEN**

Die Beleuchtungstechnik macht etwa 19 Prozent des weltweiten elektrischen Energieverbrauchs aus*. Energieeffiziente Lösungen versprechen hier ein beträchtliches Einsparpotential und hohe Wachstumsraten. Leuchtdioden (LEDs) kommt dabei als „All-Solid-State“ eine Schlüsselstellung zu. Als Vorteile sind u. a. der hohe Wirkungsgrad, Langlebigkeit und Flexibilität hier zu nennen.

Vorschaltgeräte wandeln die Wechselspannung in eine für die LED-Technik übliche kleine DC-Spannung (<50V) um und sorgen für eine galvanische Trennung. Jedoch werden die Effizienzvorteile der LED-Technik oftmals durch den schlechten Wirkungsgrad der Vorschaltgeräte aufgezehrt.

Besonderer Fokus dieses Projektes war es somit ein besonders effizientes und kompaktes Vorschaltgerät zu entwickeln, das in eine bestehende Leuchte integriert werden kann. Ein erster Prototyp ist in der Abbildung zu sehen. Mit Hilfe einer speziellen Schaltungskonfiguration und einem optimierten Design des Hochfrequenztransformators konnte ein Gesamtwirkungsgrad von über 90 % erreicht werden. Die Schaltung zeichnet sich außerdem durch ein schlankes Design und kompakte Abmessungen aus.



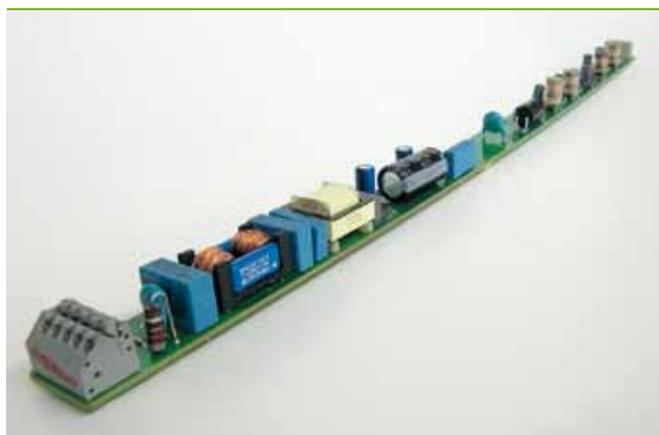
Versuchsaufbau
Test preparation

title
**DEVELOPMENT OF A HIGHLY EFFICIENT
POWER SUPPLIES FOR LED LIGHTS**

Lighting makes up about 19 percent of the global electrical energy consumption. Energy efficient solutions promise a considerable savings potential and high growth rates. In this context Light emitting diodes (LEDs) as an „All-Solid-State“ solutions is key technology. High efficiency, robustness and flexibility are some of the main drivers for this development.*

Power supplies convert the AC voltage into typically a small DC voltage (<50V) and provide electrical safety isolation. However, the efficiency advantages of LED technology are often neutralized by the poor efficiency of the power supplies.

Special focus of this project was therefore to develop a very efficient and compact power supply, which can be integrated into an existing light. A first prototype is shown in the figure below. Using a special circuit configuration and an optimized design of high-frequency transformer a total efficiency of over 90 % could be achieved. The circuit is also characterized by a slim design and compact dimensions.



Prototyp
Prototype



ABGESCHLOSSENE DIPLOM I-ARBEITEN IN 2011

Art der Arbeit	Name	Titel	Betreuer
Diplom I	Günther, Manuel	Entwicklung eines 2,5 kW DC-DC Wandlers mit integrierten magnetischen Komponenten	Zacharias
Diplom I	Knieling, Timo	Maßnahmen und Grundlagen zur Aufrechterhaltung wichtiger Daten und Kommunikationsnetze	Zacharias
Diplom I	Amrhein, Jan-Henrik	Oberschwingungen in Niederspannungsnetzen	Zacharias
Diplom I	Koch, Christian	Potentialgetrennte Versorgung mehrerer IGBT Treiber	Zacharias
Diplom I	Stein, Sebastian	Auslegung und Aufbau einer Messplatine für die automatisierte Verlustmessung von Gegentakt-Drosseln	Zacharias
Diplom I	Levchenko, Elena	Anwendung der Funktionsanalyse nach TRIZ auf SMA-Wechselrichter	Zacharias
Diplom I	Gruber, Artjom	Entwicklung eines mathematischen Werkzeugs zur Wechselrichterverlustberechnung	Zacharias
Diplom I	Weiberlenn, Tobias	Qualifizierung der Auslegungsregeln für Photovoltaik-Anlagen auf teilverschatteten Flächen	Zacharias
Diplom I	Wu, Bin	Entwurf, Aufbau und Charakterisierung eines niederinduktiven Modules für SiC JFET-Anwendung	Zacharias
Diplom I	Waldenburg, Kai	Konzeption eines neuen Substrattests für Medium- Power- IGBT-Module auf Warenträgersystemen	Zacharias
Diplom I	Rösinger, Tim	Konzeptionierung eines kleinen NF-Batteriewechselrichter	Zacharias
Diplom I	Michael, Per		Zacharias
Diplom I	Gantumur, Erdenesund	Konzepte zur dezentralen Energieversorgung in dünn besiedelten Territorien am Beispiel der Mongolen	Zacharias
Diplom I	Sommer, Fabian	Optimierung des Netzersatzes aus der Oberleitung der Deutschen Bahn AG durch den Einsatz statischer Umwandler	Zacharias
Diplom I	Gerber, Viktor	SiC-Transistoren	Zacharias
Diplom I	Tischer, Alexander	Entwicklung und Bau einer Sicherheitseinspeisung für Schulungen „Arbeiten unter Spannung“	Zacharias

ABGESCHLOSSENE DIPLOM II-ARBEITEN IN 2011

Art der Arbeit	Name	Titel	Betreuer
Diplom II	Zhang, Yichuan	Entwicklung und Aufbau einer neuen DC-Netznachbildung	Zacharias
Diplom II	Keute, Alexander	Untersuchung der thermischen Eigenschaften dreiphasiger Wechselrichter und Auslegung und Optimierung der Temperaturregelung	Zacharias
Diplom II	Can, Hamit	Konzeption und Schaltungsdesign eines SiC-JFET Gate Treibers	Zacharias
Diplom II	Salman, Amar	Vergleich von Facts-Topologien für den Einsatz in dezentralen und erneuerbaren Energiesystemen	Zacharias
Diplom II	Zhou, Yingnan	Das zukünftige Zusammenwirken von Windkraft, Photovoltaik und Bioenergie – KWK in einem vollständig erneuerbaren Energiesystem	Zacharias
Diplom II	Bünsow, Marcus	Adaptive Regelungen von Sunny Central Wechselrichtern BZGL. Netzeigenschaften	Zacharias
Diplom II	Gertjegerdes, Stefan	Entwicklung einer Hochstrom-Quelle zur Ermittlung der Verluste von DC-Steller-Drosseln	Zacharias
Diplom II	Mende, Denis	Konzepte zur Erhöhung der Aufnahmekapazität von Niederspannungsnetzen durch den Einsatz Aktiver PV-Anlagen	Zacharias
Diplom II	Lenz, Martin	Entwicklung eines Simulationsmodells zur energetisch Gesamteinheitlichen Modellierung eines Smart Home in Kombination mit einem Elektrofahrzeug	Zacharias
Diplom II	Gerlach, Ann-Katrin	Interaction of Solar and Wind resources for Photovoltaic and Wind power plants	Heier
Diplom II	Dombert, Benjamin	Entwurf und Implementierung einer Regelung für eine Bidirektionale DC-Stromversorgung mit Bipolarem Zwischenkreis	Sahan
Diplom II	Gruber, Artjom		Zacharias
Diplom II	Rose, Claudia	FACTS-Funktionen in großem Photovoltaikerzeugungsanlagen	Zacharias

ABGESCHLOSSENE MASTER-ARBEITEN IN 2011

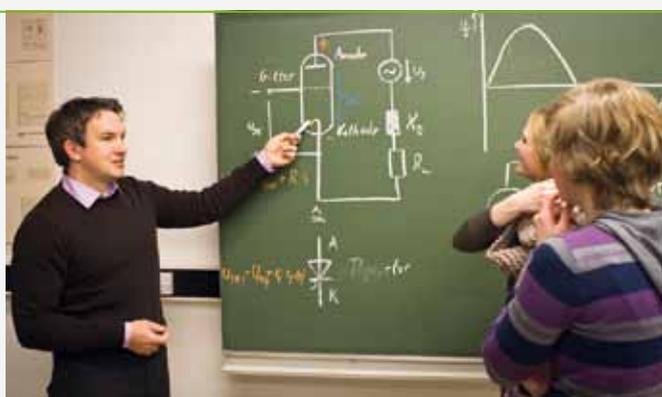
Art der Arbeit	Name	Titel	Betreuer
Master	Alkhatib, Aubai	Electrical and Economical Aspects of Wind Park design in Syria	Heier
Master	Horchler, Tim	Evaluierung und Bewertung von Lasermessgeräten (LiDAR) zur Messung der Windprofile bis 200 Meter Höhe	Heier
Master	Bouyraaman, Yassin	Analysis of the international control energy markets in terms of the integration of renewable energy	Heier
Master	Mbourounov, Armel	EMV- Orientierte Charakterisierung von WR-Topologien	Zacharias
Master	Schmitz, Ann-Christin	Potentialanalyse zu Repoweringmaßnahmen für den Zubau von Windenergie in NRW	Heier
Master	Hasoneh, Refot	Grid Integration of AC-Hayjoreh Windpark in Syria	Heier
Master	Karaca, Yavuz	Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energie und mögliche Wärmerückgewinnung aus ausgewählten Projekten	Zacharias
Master	Phillip, Frank	Environmental Impact of wind parks demonstrated at a wind park planning in Alhijana, Syria	Heier
Master	Klaas, Tobias	Lidar Windmessungen im komplexen Gelände Prinzip bedingte Messfehler und Möglichkeiten zu deren Korrektur durch Strömungssimulationen	Heier
Master	Nolden, Thomas	Untersuchung der potenzialinduzierten Degradation (PID) bei kristallinen Photovoltaikmodulen	Zacharias
Master	Dieminger, Frank	Untersuchung des regulatorischen Umfelds eines Tarifs der aus dem Projekt „Modellstadt Mannheim“ hervorgegangen ist	Heier
Master	Jetter, Felix	Konzeption, Aufbau und Charakterisierung eines Spiegelteststandes für KPV-Module	Heier
Master	Riexinger, Jonas	Entwicklung von Methoden zur Steigerung des Eigenverbrauchs von PV-Strom in Haushalten	Heier
Master	Buschin, Oleg	Ökonomische Analyse der Zuverlässigkeitsrelevanten Informationen von WEA	Heier
Master	Künschner, Jochen	Optimale Wechselrichterdimension bei Blindleistungsbereitstellung	Zacharias

Art der Arbeit	Name	Titel	Betreuer
Master	Schwinn, Reiner	Vorschläge zur Anpassung der Deutschen Regelleistungsmärkte zur verbesserten Teilnahme erneuerbarer Energien	Heier
Master	Emele, Lukas	Techno-Ökonomischer Vergleich von erneuerbaren Methan mit anderen Stromspeichertechnologien	Heier
Master	Shen, Qiushi	Wärmerückgewinnung der Abgase von BHKWs mit TE-Modul	Zacharias
Master	Pffafel, Sebastian	Simulation des Zuverlässigkeitsverhaltens von Windenergieanlagen	Heier
Master	Eberlein, Rainer	Abschätzung des Marktpotentials in Osteuropa und dem nahen und mittleren Osten für Bordnetzumrichter, Batterielader und Klimaumrichter	Zacharias
Master	Al Tawafsheh, Ammad	Wind Farm Design and a Comparative Assessment of Selected Regions in Jordan	Zacharias
Master	Henke, Katharina	Kleine Windenergieanlagen Marktanalyse Wirtschaftlichkeit und Entwicklung eines Kennzeichnungssystem	Heier
Master	Schneider, Dominik	Definition einer Aggregationsstrategie für virtuelle Kraftwerke zum anbieten von deterministischen Fahrplänen auf Basis modulierter Energieeinheiten	Heier
Master	Elterri, Moataz	Untersuchung von Magnetlagen zur Stabilisierung eines neuartigen Windenergieanlagen -Ringgenerator	Heier
Master	Ben Saad, Sofiane	Netzspannungsstützung von Windgeneratoren mit Vollumrichter beim „Fault Ride Through“-Betrieb	Heier
Master	Thalemann, Fabian	Untersuchung von Torsionsschwingungen am Triebstrang von Windenergieanlagen bei Netzfehlern	Heier
Master	Haering, Paul		Zacharias
Master	Obergfell, Tabea	Doppelernte – Landwirtschaft unter Photovoltaikanlagen Machbarkeitsstudie	Zacharias
Master	Hebig, Simon	Verlustoptimierte Bereitstellungen von Netzmanagementfunktionen mit PV-Großanlagen	Zacharias
Master	Schumacher, Patrick	Technische und Wirtschaftliche Analyse eines PU-Biogas-Hybrid-System auf Basis eines Energiewirtschaftsmodells im ländlichen Thailand	Zacharias
Master	Reiting, Marvin	Operative Umsetzung des Netzentflechtungskonzeptes der E.ON Mitte	Zacharias

PUBLIKATIONEN 2011

Beiträge in referierten Fachzeitschriften 2011

1. J. P. da Costa, H. Pinheiro, T. Degner, G. Arnold, "Robust Controller for DFIGs of Grid-Connected Wind Turbines," *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, vol.58, no.9, pp. 4023–4038, Sept. 2011
2. B. Sahan, S. Araújo, C. Nöding, P. Zacharias "Comparative Evaluation of Three-Phase Current Source Inverters for Grid Interfacing of Distributed and Renewable Energy Systems," *Power Electronics, IEEE Transactions on*, vol.26, no.8, pp. 2304–2318, Aug. 2011



Beiträge in referierten Konferenzproceedings 2011

3. W. Kruschel, J. P. da Costa, B. Sahan, T. Bülo, P. Zacharias, „Dezentrale Spannungsregelung in intelligenten Niederspannungsnetzen – Leistungselektronische Komponenten zur Erhöhung der Aufnahmekapazität für erneuerbare Erzeugungseinheiten“ *ETG Fachtagung*, Würzburg, November 2011
4. V.R. Scarpa, S.V. Araújo, B. Sahan, P. Zacharias "Achieving Higher Power Density in DC-DC Converters for Photovoltaic Applications" in Proc. European Conference on Power Electronics and Applications (EPE), August 2011
5. S.V. Araujo, P. Zacharias, "Perspectives of high-voltage SiC-semiconductors in high power conversion systems for wind and photovoltaic sources," *Proceedings of the 2011–14th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE 2011)*, 10, Aug. 30 2011–Sept. 2011
6. S. Araujo, C. Nöding, B. Sahan, P. Zacharias, „Exploiting the Benefits of SiC by Using 1700 V Switches in Single-Stage Inverter Topologies Applied to Photovoltaic Systems" in Proc. Conference on Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM), Nürnberg, May 2011
7. F. Bätz-Oberhäuser, F. Ackermann, R. Horff, R. Emmerich, M. Braun, H. Einfeld „Multifunktionale Stromrichtersysteme zur Nachbildung netzgekoppelter Elektrofahrzeuge" *ETG Fachtagung*, Würzburg, November 2011
8. F. Ackermann (IWES), T. Bülo (ISET), C. Nöding (KDEE), P. Funtan (IWES), „Untersuchung von Einflussgrößen bei Wirkungsgrad- und Leistungsmessungen von PV-Wechselrichtern", 26. *Symposium Photovoltaische Solarenergie*, Staffelstein 2011
9. J.P. da Costa (KDEE) ; P. Zacharias (KDEE) ; F. Gafaro (IWES), "Reduction of voltage violations at remote location by intelligent active and reactive power control of a DFIG based wind turbine" *14th European Conference on Power Electronics and Applications*, EPE 2011, September 2011.

Zeitschriften, Bücher und Buchbeiträge 2011

1. S. Heier, J.P. da Costa, K. Messoll, B. Valov: "Grid Connected Systems: Interconnection, Transmission and Generation" in: *Wind Energy International 2011/2012*, World Wind Energy Association, pp. 355–364, ISBN: 978-3-940683-02-1x

PUBLIKATIONEN 2010 – 2005

Beiträge in referierten Fachzeitschriften 2010–2005

1. S. V. Araújo, B. Sahan, P. Zacharias, R. Rupp and X. Zhang, "Application of SiC Normally-On JFETs in Photovoltaic Power Converters: Suitable Circuits and Potentials", *Materials Science Forum Journal, Volume Silicon Carbide and Related Materials* 2010, vol. 645 – 648, pp. 1111 – 1114, 2010
2. S. V. Araujo, R. P. Torrico-Bascope, G. V. Torrico-Bascope, "Highly Efficient High Step-Up Converter for Fuel-Cell Power Processing Based on Three-State Commutation Cell", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol.57, no.6, pp.1987 – 1997, Jun. 2010
3. S. V. Araujo, P. Zacharias, R. Mallwitz, "Highly Efficient Single-Phase Transformerless Inverters for Grid-Connected Photovoltaic Systems", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol.57, no.9, pp.3118 – 3128, Sept. 2010
4. G. Spagnuolo, G. Petrone, S. V. Araujo, C. Cecati, E. Friis-Madsen, E. Gubia, D. Hissel, M. Jasinski, W. Knapp, M. Liserre, P. Rodriguez, R. Teodorescu, P. Zacharias, "Renewable Energy Operation and Conversion Schemes: A Summary of Discussions During the Seminar on Renewable Energy Systems," in *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol.4, no.1, pp.38 – 51, March 2010
5. S. Heier, M. Hilbert, „Vom Wind zum elektrischen Strom“, *Praxis der Naturwissenschaften*, Heft 5/58, Juli 2009, 58. Jg. Aulis Verlag Deubner, Köln & Leipzig. S. 24 – 29
6. P. Zacharias, "Perspectives of SiC Power Devices in Highly Efficient Renewable Energy Conversion Systems", *Materials Science Forum Journal, Volume Silicon Carbide and Related Materials* 2008, vol. 615 – 617, pp. 889 – 894, March, 2009
7. B. Sahan, A. Vergara Notholt, N. Henze, A. Engler, P. Zacharias, "A Single-Stage PV Module Integrated Converter Based on a Low-Power Current-Source Inverter" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 55, no. 7, pp. 2602 – 2609, July, 2008
8. J. P. da Costa, "Contribution to Study of Doubly-Fed Induction Generators: Operation under Network Disturbances", *The European Academy of Wind Energy (EAWE) 2010*, Trondheim, October 2010
9. P. Zacharias, „Stromrichter für Elektrofahrzeuge“, in *15. Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik – Erneuerbare Energien und E-Mobilität*, pp.101 – 124, Kassel, September 2010
10. S. V. Araújo, M. K. Kazanbas, P. Zacharias, "Breaking the theoretical limits of silicon with innovative switch technologies", in *Proc. of the 2010 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, pp. 676 – 681, July 2010
11. S. V. Araújo, B. Sahan, P. Zacharias, "Comparative Evaluation of SiC-JFETs applied to Power Converters in Renewable Energy Systems" in *Proc. Conference on Power Conversion and Intelligent Motion China (PCIM)*, Shanghai, July 2010
12. N. P. Polyzos, E. P. Drakakis, K. Siderakis, E. C. Tatakis, G. Lempidis, "Power losses analysis in a single switch resonant reset forward converter implemented with a SiC power JFET", in *Proc. Conference on Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM)*, pp 969 – 974, Nuremberg, July 2010
13. G. Lempidis, M. Rzeszut, P. Zacharias, N. Polyzos, "A Zero Voltage Transition Isolated Cuk Current Source Inverter for Photovoltaic Module Integrated Converter Applications", in *Proc. Conference on Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM)*, pp.791 – 794, Nuremberg, May 2010
14. S. V. Araújo, M.K. Kazanbas, P. Zacharias, "Considerations on switching losses and electromagnetic compatibility (EMC) of innovative semiconductor technologies", in *Proc. Conference on Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM)*, pp. 601 – 607, Nuremberg, May 2010
15. C. Nöding, B. Sahan, P. Zacharias, "Evaluation of a three-phase two-HF-switch PV inverter with thyristor-interface and active power factor control", in *Proc. Conference on Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM)*, pp. 538 – 542, Nuremberg, May 2010
16. P. Zacharias, „Zuverlässigkeit Elektrischer und Elektronischer Komponenten in PV-Analagen“, *25. Symposium Photovoltaische Solarenergie*, Staffelstein, March 2010
17. S. Araújo, B. Sahan, P. Zacharias, R. Rupp, X. Zhang, "Application of SiC Normally-On JFETs in Photovoltaic Power Converters: Suitable Circuits and Potentials", *Proceedings of the International Conference on Silicon Carbide and Related Materials, ICSCRM'09*, October 2009

Beiträge in referierten Konferenzproceedings 2010–2005

1. J. P. da Costa, F. Gafaro, T. Degner, S. Heier and H. Pinheiro, "Simulation Model and Investigation of DFIG Integration in weak Networks during Unbalanced Voltage Conditions", *German Wind Energy Conference (DEWEK)*, Nov. 17 – 18, 2010, Bremen
2. J. P. da Costa, C. Dziendziol, T. Degner, S. Heier and H. Pinheiro, "An improved fault ride-through capability for grid connected doubly fed induction generator based wind turbines", *German Wind Energy Conference (DEWEK)*, Nov. 17 – 18, 2010, Bremen
3. K. Messoll, S. Heier, "HVAC Grid Connection of Large Offshore Wind Farms", *German Wind Energy Conference (DEWEK)*, Nov. 17 – 18, 2010, Bremen

14. P. Zacharias, „Beiträge zur Netzregelung durch dezentrale Energieerzeugungsanlagen“, in Proc. *Internationaler ETG-Kongress 2009 – Leistungselektronik in Netzen*, Düsseldorf, Oktober, 2009
15. L. Brabetz, M. Ayeb, P. Zacharias, „Leistungselektronik in der Fahrzeugarchitektur“, in Proc. *E-MOTIVE Expertenforum Elektrische Fahrzeugantriebe*, Hannover, September, 2009
16. P. Zacharias, „Decentralized Energy Distribution“, in Proc. *13th European Conference on Power Electronics and Applications*, Barcelona, September, 2009
17. S. V. Araújo, P. Zacharias, „Analysis on the potential of Silicon Carbide MOSFETs and other innovative semiconductor technologies in the photovoltaic branch“, in Proc. *13th European Conference on Power Electronics and Applications*, pp. 1 – 10, September, 2009
18. B. Koirala, B. Sahan, N. Henze, „Study on MPP Mismatch Losses in Photovoltaic Applications“, in Proc. *24th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*, Hamburg, September, 2009
19. M. Heeb, F. Pfirsch, Th. Hunger, O. Schilling, P. Zacharias, „Carrier Transit Time Approximation for Prediction of PETF Oscillation in Power Diodes“ in Proc. *European Conference on Power Conversion and Intelligent Motion*, Nuremberg, May, 2009
20. B. Sahan, S. V. Araújo, Th. Kirstein, L. Menezes, P. Zacharias, „Photovoltaic converter topologies suitable for SiC-JFETs“, in Proc. *European Conference on Power Conversion and Intelligent Motion*, Nuremberg, May, 2009
21. S. V. Araújo, P. Zacharias, B. Sahan: „Neue nicht galvanisch getrennte Konverter für netzgekoppelte System mit geerdetem PV-Generator“, in Proc. *24. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Staffelstein*, pp. 402 – 407, March, 2009
22. M. S. G. Dias, L. C. De Souza Marques, „Robust Control of Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Higher-Order Sliding Mode Approach“ in Proc. of *X Brazilian Power Electronics Conference (Cobep)*, Bonito, 2009
23. N. Henze, B. Sahan, R. Burger, W. Belschner, „A Novel AC Module with High-Voltage Panels in CIS Technology“, in Proc. of *23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*, Valencia, September, 2008
24. N. Henze, B. Sahan, J. Liu, „Modulintegrierte Photovoltaik-Wechselrichter“ in Proc. of *13th Kassel Symposium Energy Systems Technology*, Kassel, September, 2008
25. S. V. Araújo, R. P. Torrico-Bascopé, G. V. Torrico-Bascopé, L. M. Menezes, „Step-Up Converter with High Voltage Gain Employing Three-State Switching Cell and Voltage Multiplier“, in Proc. *Power Electronics Specialists Conference 2008 (PESC)*, pp. 2271 – 2277, Rhodes, June, 2008
26. S. V. Araújo, P. Zacharias, B. Sahan, „Novel Grid-Connected Non-Isolated Converters for Photovoltaic Systems with Grounded Generator“, in Proc. *Power Electronics Specialists Conference 2008 (PESC)*, pp. 58 – 65, Rhodes, June, 2008
27. F. Wang, F and P. Zacharias „Two Dimensional Thermal Modeling with Spreading Heat Flow and its Analytical Solution for Heat Sink Application in Electronics“, in Proc. *Conference on Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM)*, May, 2008
28. P. Zacharias, L. M. Menezes, J. Friebe, „2 New Topologies for Transformerless Grid Connected PV-Systems with Minimum Switch Number“, in Proc. *European Conference on Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM)*, May, 2008
29. N. Henze, T. Bülo, J. Liu, A. Notholt Vergara, S. Ritter, B. Sahan, „Ein photovoltaisches AC-Modul in Hochvolt-Technologie“ in Proc. of *23. Symposium Photovoltaische Solarenergie*, Staffelstein, March, 2008
30. P. Zacharias, „Wechselrichter für die Solartechnik – 20-Jahresbilanz und Zukunftsperspektiven“ in Proc. *23. Symposium Photovoltaische Solarenergie*, Staffelstein, March, 2008
31. F. B. Grigoletto, C. C. Gastaldini, F. L. Tomm, F. Beltrame, H. Sartori, M. Martins, M. S. G. Dias, R. Azzolin, T. Bernardes, H. Pinheiro, „Nova Modulação Space Vector para o controle da Tensão do Ponto Central do Divisor Capacitivo do NPC“, in Proc. of *XVII Brazilian Conference on Automation (CBA 2008)*, Juiz De Fora, 2008
32. M. S. G. Dias, L. C. de Souza Marques, A. Nied, J. de Oliveira, „Robust Control Of Permanent Magnet Synchronous Motor Based On Second-Order Sliding Mode Approach“, in Proc. of *VIII International Conference Of Industrial Applications (INDUSCON)*, Poços De Caldas, 2008
33. P. Zacharias, „Topologische Ansätze für Wechselrichter in netzgekoppelten Photovoltaikanlagen“, in Proc. of *ETG-Fachtagung – Leistungselektronische Systeme für dezentrale Energieerzeugung*, München, 2008
34. S. Heier, R. Saiju, A. Tamzarti, „Performance Analysis of Small Wind Turbine Connected to a Grid through Modelling and Simulation“, IEEE IECON 2007. The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON). Nov. 5 – 8, 2007, Taipei, Taiwan.

35. S. V. Araújo, P. Zacharias, B. Sahan, R. P. Torrico-Bascopé, F. L. M. Antunes, "Analysis and proposition of a PV module integrated converter with high voltage gain capability in a non-isolated topology", in Proc. of 7th International Conference on Power Electronics (ICPE), Daegu, October, 2007
36. S. V. Araújo, A. Engler, B. Sahan, F. L. M. Antunes, "Optimization of a LCL Filter design for grid connected NPC inverters in offshore wind turbines", Proc. of 7th International Conference on Power Electronics (ICPE), Daegu, October, 2007
37. S. V. Araújo, F. L. M. Antunes, B. Sahan and A. Engler, "Analysis And Design Of A LCL-filter for a NPC Inverter in Offshore Wind Power Conversion System", in Proc. of Brazilian Conference on Power Electronics (COBEP), pp. 301 – 306, Blumenau, October, 2007
38. C. G. C. Branco, G. V. Torrico-Bascopé, R. P. Torrico-Bascopé, D. S. Oliveira, S. V. Araújo and F. L. M. Antunes, "Analysis, Design and Implementation of a General High Step-up DC-DC Converter", in Proc. of Brazilian Conference on Power Electronics (COBEP), pp. 569 – 573, Blumenau, October, 2007
39. S. V. Araújo, B. Sahan, F. L. M. Antunes, „Analysis and Design of a LCL filter for a NPC inverter for the application on in offshore wind power conversion systems“, in Proc. of Brazilian Conference on Power Electronics (COBEP), pp. 301 – 306, Blumenau, October, 2007
40. P. Zacharias, M. Köhl, K. Vanoli, A. Herrfeld, „Qualifizierung und Qualitätssicherung zur Lebensdauer-Optimierung und Ertragskontrolle – Rückwirkungen auf Technologieentwicklung und Montage“, in Proc. of Jahrestagung Forschungsverbund Sonnenenergie „Produktionstechnologien für die Solarenergie, Hannover, September, 2007
41. T. Bülo, B. Sahan, C. Nöding, P. Zacharias, "Comparison of three-phase inverter topologies for grid connected photovoltaic systems", in Proc. of 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference, Milan, September, 2007
42. B. Sahan, A. Notholt-Vergara, A. Engler, P. Zacharias, "Development of a Single-Stage Three-Phase PV Module Integrated Converter", in Proc. of 12th European Conference on Power Electronics and Applications, vol. 1 – 10, pp. 1154 – 1164, Aalborg, September, 2007
43. S. Heier, "Wind Plant Development and State of the Art of Grid Connected Systems", in Proc. of World Renewable Energy Conference IX and Exhibition. Florence, August, 2006
44. P. Zacharias, "Power Quality: Impact of Distributed Generation and Future Network Structure. Power Quality", in Proc. of Symposium TU Eindhoven, May 2007
45. B. Sahan, S. V. Araújo, A. Engler, F. L. M. Antunes, "Design And Benchmark Of A Multilevel Converter For Large-Scale Wind Power Systems," in Proc. of European Wind Energy Conference & Exhibition, Milan, May, 2007
46. G. V. Torrico-Bascope, R. P. Torrico-Bascope, D. S. Oliveira, F. L. M. Antunes, S. V. Araújo, C. G. C. Branco, "A generalized high voltage gain boost converter based on three-state switching cell", in Proc. of IEEE 32nd Annual Conference on Industrial Electronics (IECON), pp. 1927 – 1932, November, 2006
47. S. V. Araújo, R. P. Torrico-Bascope, F. L. M. Antunes, E. Mineiro Sá, "Stand-alone Photovoltaic System using an UPS Inverter and a Microcontrolled Battery Charger based on a Boost Converter with a 3 State-Commutation Cell", in Proc. of 32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON), vol. 1 – 11, pp. 4381 – 4386, Paris, November, 2006
48. G. V. Torrico-Bascope, R. P. Torrico-Bascope, D. S. Oliveira, F. L. M. Antunes, S. V. Araújo, C. G. C. Branco, "A Generalized High Voltage Gain Boost Converter Based on Three-State Switching", in Proc. of 32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON), vol. 1 – 11, pp. 4297 – 4302, Paris, November, 2006
49. N. Henze, A. Engler, P. Zacharias, "Photovoltaic Module with integrated power conversion and interconnection system – The European Project PV-MIPS", in Proc. of 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, Dresden, September, 2006
50. P. Zacharias, B. Burger, "Overview of Recent Inverter Developments for Grid Connected Systems", in Proc. of 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, Dresden, September, 2006
51. P. Zacharias, J. Schmid, J. Vetter, „Export erneuerbarer Energietechniken – Ländliche Elektrifizierung“, in Proc. of Jahrestagung Forschungsverbund Sonnenenergie, Berlin, September, 2006
52. P. Zacharias, Chr. Wittwer, F. Trieb, U. Leprich, „Netzintegration der erneuerbaren Energien – Steuerung der Energieflüsse“, in Proc. of Jahrestagung Forschungsverbund Sonnenenergie, Berlin, September, 2006
53. Engler, H. Müller, N. Henze, T. Bülo, A. Notholt Vergara, B. Sahan, A. Zimpfer, "Design of a 200w 3-Phase Module Integrated PV Inverter as Part of The European Project PV-MIPS", in Proc. of 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, Dresden, September, 2006

54. G. V. Torrico-Bascopé, S. V. Araújo, R. Torrico-Bascopé, D. S. Oliveira, F. L. M. Antunes, C. G. C. Branco, "A High Step-Up DC-DC Converter based on Three-State Switching Cell", in Proc. of *International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, vol. 2, pp. 998 – 1003, Montreal, July, 2006
55. C. Strowitzki, M. Baumann, P. Zacharias, "A novel solid state pulsed power module for excimer laser", in Proc. of *27th International Power Modulator Symposium/2006 High Voltage Workshops*, pp. 207 – 210, Washington, May, 2006
56. S. V. Araújo, F. L. M. Antunes, R. Torrico-Bascopé, "Microcontrolled battery charger for photovoltaic systems using modified boost converter with autotransformer and 3-State commutation cell", in Proc. of *3rd European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference*, pp. 162 – 167, Aix-en-Provence, May, 2006
57. P. Zacharias, "Grid Integration of Renewable Energy Sources via Power Electronics", in Proc. of *ECPE-Seminar Renewable Energy*, Kassel, February, 2006
58. S. V. Araújo, F. M. Antunes, R. Torrico-Bascopé, S. Daher, "Micro-controlled battery charger for photovoltaic systems using modified boost converter with autotransformer and 3-State commutation cell", in Proc. of *VII International Conference on Industrial Appliances (INDUSCON)*, Recife, 2006
59. P. Zacharias, B. Valov, K. Rohrig, S. Heier, G. Arnold, "Grid Integration of Wind Power – the Challenge", in *IEEE Seminar, Seminario sobre tecnologías de conversión de potencia para el sector de las energías renovables*, Sevilla, May, 2005

Bücher und Buchbeiträge 2010–2005

1. B. Valov, P. Zacharias, „Die Nordsee geht ans Netz, Erneuerbare Energie: Alternative Energiekonzepte für die Zukunft“, *Wiley-VCH Verlag*, 2010
2. P. Zacharias et al., "Use of Electronic-based Power Conversion for Distributed and Renewable Energy Sources", *Kassel: ISET*, 2nd ed., 2009
3. S. Heier, „WINDKRAFTANLAGEN – Systemauslegung, Netzintegration und Regelung“, 2009. *Vieweg+Teubner*, Wiesbaden, 5. überarbeitete und aktualisierte Auflage, 482 Seiten, gebunden, fester Einband, ISBN: 978-3-8351-0142-5
4. P. Zacharias, „Elektronische Energiewandler für netzgekoppelte photovoltaische Solarenergieanlagen“, in *Leistungselektronische Schaltungen*, 2nd ed., *Springer-Verlag GmbH*, 2008, pp. 1069 – 1092
5. P. Zacharias et al., „Use of Electronic-based Power Conversion for Distributed and Renewable Energy Sources“, *Kassel: ISET*, 1st ed., 2008
6. S. Heier, „Nutzung der Windenergie“, 5. völlig überarb. Auflage, 160 Seiten, broschiert. *Verlag Solarpraxis AG*. Berlin, 2007. ISBN: 978-3-934595-63-7
7. S. Heier, „Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems“, 2. Auflage – April 2006. 446 Seiten, Hardcover. *Wiley, Chichester*, 2006. ISBN-10: 0-470-86899-6, ISBN-13: 978-0-470-86899-6





PATENTE UND SCHUTZRECHTE

Schutzrechte mit Erfinderanteilen von EVS und KDEE

EVS-KDEE in der Tradition von Erfindungsanmeldungen
EVS-KDEE in the tradition of patents

- hohe Innovationsrate im Bereich regenerative Energie & Energieeffizienz
- *high innovation rate in the area of renewable energies and energy efficiency*

Veröffentlichte Patentfamilien

1. Zacharias, Peter; Mallwitz, Regine; Araújo, Samuel Vasconcelos; Sahan, Benjamin; WO002011042567A1, „*Blindleistungs-fähiger Wechselrichter*“, 14.04.2011
2. Zacharias, Peter; Sahan, Benjamin; Kazanbas, Mehmet; Falk, Andreas; Vasconcelos, Samuel Araújo, DE102009052461A1, „*Wechselrichter-Schaltungsanordnung*“, 26.05.2011
3. Rigbers Klaus; Mallwitz, Regine; Engel, Bernd; Zacharias, Peter, WO002010069620A1, „*Transformatorloser Wechselrichter mit einem DC/DC-Wandler*“, 24.06.2010
4. Mallwitz, Regine; Zacharias, Peter; EP000002144359A2, „*DC/ DC- Wandler*“, 13.01.2010
5. Friebe, Jens; Mallwitz, Regine; Zacharias, Peter; EP000002136465A1, „*Wechselrichter in Brückenschaltung mit langsam und schnell getakten Schaltern*“, 18.06.2008/23.12.2009
6. Engel, Bernd; Mallwitz, Regine.; Zacharias, Peter, EP000002023475A1, „*Wechselrichter für eine geerdete Gleichspannungsquelle, insbesondere einen Photovoltaikgenerator*“, 11.02.2009
7. Heier, Siegfried, DE102007035570A1, „*Doppelt gespeister Asynchrongenerator und Verfahren zu dessen Betrieb*“, 05.02.2009
8. Zacharias, Peter; Sahan, Benjamin, DE102007028077B4, „*Vorrichtung zur Einspeisung elektrischer Energie in ein Energieversorgungsnetz und Gleichspannungswandler für eine solche Vorrichtung*“, 16.04.2009
9. Zacharias, Peter; Sahan, Benjamin, DE102007028078B4, „*Vorrichtung zur Einspeisung elektrischer Energie in ein Energieversorgungsnetz und Gleichspannungswandler für eine solche Vorrichtung*“, 16.04.2009
10. Zacharias, Peter; Sahan, Benjamin, DE102007030577A1, „*Wechselrichter zur Einspeisung elektrischer Energie in ein Energieversorgungsnetz*“, 02.01.2009
11. Zacharias, Peter; Friebe, Jens; Blumenstein, Felix; Gerlach, Ann-Katrin; Scheuermann, Jan; Zinn, Matthias, DE102007038959A1, „*Wechselrichter*“, 26.02.2009
12. Zacharias, Peter; Friebe, Jens; Blumenstein, Felix; Gerlach, Ann-Katrin; Scheuermann, Jan; Zinn, Matthias, DE102007038960A1, „*Wechselrichter*“, 26.02.2009
13. Cramer, Guenther; Kleinkauf, Werner; Meinhardt, Mike; Zacharias, Peter, DE000019961705B4, „*Vorrichtung zur dezentralen Einspeisung regenerativer Energie*“, 01.12.2005
14. Kleinkauf, Werner, DE000019635606A1, „*Vorrichtung zur Erzeugung einer höheren Wechselspannung aus mehreren niedrigeren Gleichspannungen und dafür geeigneter Bausatz*“, 05.03.1998
15. Kleinkauf, Werner; Kregel, Uwe, DE000004302687A1, „*Verfahren und Wechselrichter zur Umwandlung von Gleichstrom in Drehstrom*“, 08.09.1994
16. Heier, Siegfried; Kleinkauf, Werner, DE000004232356C2, „*Stromversorgungseinrichtung mit mindestens zwei Stromquellen*“, 09.01.1997
17. Kleinkauf, Werner, Sachau, Jürgen, DE000004129053A1, „*Verfahren und Vorrichtung zur Regelung von Synchronmaschine und drehstromseitig angekoppeltem statischen Umrichter*“, 04.03.1993
18. Kleinkauf, Werner; Sachau, Jürgen, DE000003931800C2, „*Vorrichtung zur Stabilisierung einer Drehstromversorgung*“, 10.07.2003

UniKasselTransfer

MITARBEITER DES KDEE/EVS

Leitung



**Prof. Dr.-Ing. habil.
Peter Zacharias**
Tel.: 0561 804 6344
peter.zacharias@uni-kassel.de

Stellvertretende Leitung / Leitung Windkrafttechnik



**Prof. Dr.-Ing. habil.
Siegfried Heier**
Tel.: 0561 804 6345
heier@uni-kassel.de

Sekretariat



Frau Anja Clark-Carina
Tel.: 0561 804 6344
sekretariat.evs@uni-kassel.de

Forschungsgruppenleiter KDEE/Leistungselektronik



Dr.-Ing. Benjamin Sahan
Tel.: 0561 804 6516
b.sahan@uni-kassel.de

Mitarbeiter KDEE



Samuel Araújo, M.Sc.
Tel.: 0561 804 6320
s.araujo@uni-kassel.de



Wolfgang Fröhlich
Tel.: 0561 804 6524
w.froehlich@uni-kassel.de



Dr.-Ing. Jean Patric da Costa
Tel.: 0561 804 6491
jdacosta@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Manuel Günther
Tel.: 0561 804 6404



Milena Dias, M.Sc.
Tel.: 0561 804 6510
m.dias@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Mehmet Kazanbas
Tel.: 0561 804 6512
mehmet.kazanbas@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Benjamin Dombert
Tel.: 0561 804 6404
b.dombert@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Thomas Kirstein
Tel.: 0561 804 6465
t.kirstein@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Hauke Einfeld
Tel.: 0561 804 6477
h.einfeld@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Thiemo Kleeb
Tel.: 0561 804 6404
t.kleeb@uni-kassel.de



Christian Felgemacher, M.Eng.
Tel.: 0561 804 6477
c.felgemacher@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Wolfram Kruschel
Tel.: 0561 804 6320
w.kruschel@uni-kassel.de

WWW.KDEE.UNI-KASSEL.DE & WWW.EVS.E-TECHNIK.UNI-KASSEL.DE

Mitarbeiter EVS



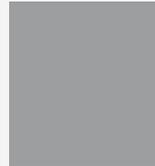
Lucas Menezes, M.Sc.
Tel.: 0561 804 6512
lucas.menezes@uni-kassel.de



Techn. Volker Berge
Tel.: 0561 804 6524
vberge@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Christian Nöding
Tel.: 0561 804 6512
christian.noeding@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Werner Döring
Tel.: 0561 804 6465
werner.doering@uni-kassel.de



Dr.-Ing. Vladimir Scarpa
Mitarbeiter bis September 2011



Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christof Dziendziol, M.Sc.
Windenergietechnik
Tel.: 0561 804 6310
dziendziol@uni-kassel.de

Doktoranden und Gastwissenschaftler



EVS:
Dipl.-Ing. Dario Lafferte
Tel.: 0561 804 6563
dario.lafferte@uni-kassel.de



Dipl.-Ing. Adil Ezzahraoui
Windenergietechnik
Tel.: 0561 804 6454
ezzahraoui@uni-kassel.de



EVS:
Likaa Fahmi Ahmed Izzat, M.Sc.
Tel.: 0561 804 6563
likaafahmi@uni-kassel.de



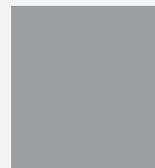
Dipl.-Ing. Bernd Gruß
Tel.: 0561 804 6305
gruss@uni-kassel.de



EVS:
Ammar Salmann, M.Sc. (EVS)
Tel.: 0561 804 6370
a.salman@uni-kassel.de



Katharina Messoll, M.Sc.
Windenergietechnik
Tel.: 0561 804 6454
messoll@uni-kassel.de



Techn. Bernhard Siano
Tel.: 0561 804 6524
siano@uni-kassel.de

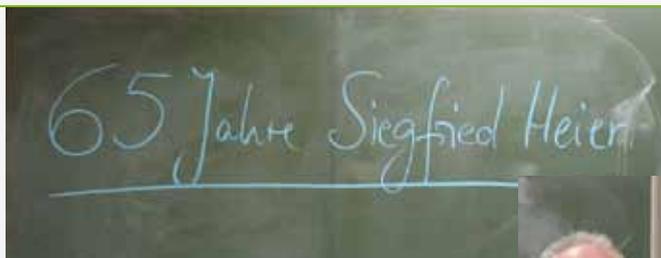
Wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte

Maria Valov, Jannah Lümmer, Mehmet Mújde, Georgios Lempidis, Johannes Schwind, Alexis Tiopi, Sebastian Stein, Christoph Gerling, Gerhard Weiß, Markus Horn, Philipp Jäger, Ghislain Ngale



Marita Wendt, M.Sc.
Tel.: 0561 804 6510
marita.wendt@uni-kassel.de

IMPRESSIONEN 2011



Verabschiedung
Prof. Dr.-Ing. Siegfried Heier



Besuch von Mitsubishi Electric Corp
Dr. Yasui, Deputy General Manager of Advanced Technology
R&D Center (ATC) of Mitsubishi Electric Corp.
Mr. Kimata, Manager of Power Electronics Systems
Development Center in ATC
Mr. Satake, Group Manager of Motor & Control Technology
Department in ATC
Mr. Kino, President of MERCE (Rennes/France)
Dr. Koyama, Head of Research, Energy and Environment
Technology Division in MERCE



Stand auf der Hannover Messe

IMPRESSIONEN 2011

Paddeln auf
der Diemel



Besichtigung Windpark



Auf dem Weihnachtsmarkt



EPE Konferenz Birmingham

IMPRESSIONEN 2011



Strand nahe Fortaleza



Besuch von Brasilien
(siehe Seite 16)



Besuch eines Windparks nahe
Taiba, Ceara



Blick auf den Zuckerhut

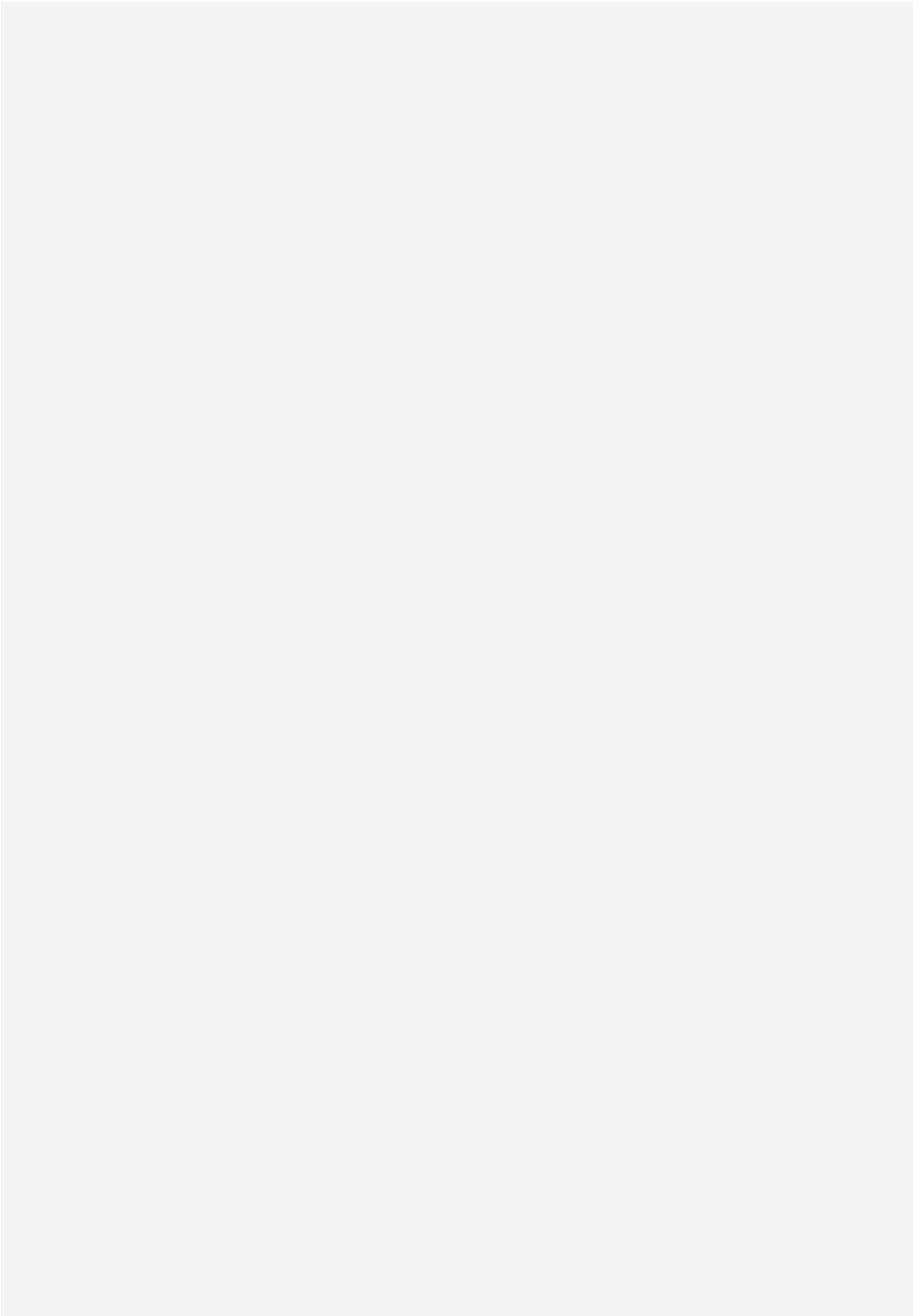
IMPRESSIONEN 2011



Impressionen WARES 2011 (Chiang Mai, Thailand)



Grillen auf der neuen Terrasse



www.kdee.uni-kassel.de & www.evs.e-technik.uni-kassel.de



Kompetenzzentrum für Dezentrale Elektrische Energieversorgungstechnik (KDEE)

Institut für Elektrische Energietechnik (IEE)
Fachgebiet Elektrische Energieversorgungssysteme

Universität Kassel
Wilhelmshöher Allee 71

34121 Kassel, Germany

Tel.: +49 561 804 6344
Fax: +49 561 804 6521

Stand: Februar 2012

