

## **Liebe ehemalige und jetzige LEAner/innen, liebe Förderer des Fachgebiets LEA!**

Herzlich willkommen zur 16. Ausgabe unseres LEAiD-Newsletters. Diese Ausgabe wird im Vergleich zu den Vorherigen kompakter ausfallen, weil wir befürchten, dass er in der Ausführlichkeit der letzten Jahre nicht gelesen wird. Damit er aber nicht im fachlichen Teil an Aussagekraft einbüßt, haben wir uns entschlossen, direkt auf die letztjährigen Publikationen zu verlinken. Was das Vorwort mit den Informationen über die UPB, das Institut für ET und LEA angeht, so fällt auch dieses kürzer aus, weil ich mich vor 2 Jahren aus dem Senat und die Forschungskommission der Uni zurückgezogen habe. Zudem bin ich ja nun selbst Ehemaliger, da ich im März in die Pension kommutiert bin. Ich habe mich sehr über die toll besuchte, warmherzige Verabschiedung am 17.02. gefreut mit den Beiträgen von H. Grotstollen, J. Böcker und W. Margaritis und versprochen, LEA auch weiterhin zu unterstützen. Der Auftritt der jetzigen LEA-Mannschaft in meiner letzten offiziellen Vorlesung spricht dabei durch die Bilder im Anhang. Im letzten Berichtsjahr schieden zudem die langjährigen Mitarbeiter W. Peters, C. Schulte, M. Leuer sowie H. Glunz aus.

Zwar wurden zudem viele Forschungsanträge bei den üblichen Ministerien und der DFG gestellt, aber im 1. Anlauf waren nur einige erfolgreich. Daraus folgte die Einstellung der neuen wissenschaftlichen Mitarbeiter B. Strothmann und D. Gaona. Was die Bauarbeiten an der UPB angeht, so wird ein Gebäude für den Ausbau des Leichtbauschwerpunkts auf dem Gelände der ehemaligen Bahnstrecke projektiert. Zudem befindet sich seit Herbst 2016 die Erweiterung der Bibliothek am Haupteingang der Universität im Bau. Dieses wird zukünftig als Gebäude I die Infrastruktur der Universität durch zusätzliche Arbeitsplätze für Studierende verstärken. Der 15,6 Millionen Euro teure Bau soll im Frühjahr 2018 abgeschlossen sein.



**Fig. 1:** Baustelle am Haupteingang (Gebäude I)

## **Projekte bei LEA**

Was gibt es Neues von unserem Zusammenschluss der Hochschulen OWL im Rahmen des Spitzenclusters „Intelligente Technische Systeme - it's OWL“? Auch im vergangenen Jahr konnte die Sichtbarkeit der Region OWL als Hightech-Standort weiter erhöht werden. Im Jahr 2016 besuchten Bundespräsident Joachim Gauck und Ministerpräsidentin Hannelore Kraft den Spitzencluster, um sich über Industrie 4.0 und die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt zu informieren. Das Transferkonzept in den Mittelstand wurde mit dem Industriepreis des Huber Verlags in der Kategorie „Forschung und Entwicklung“ ausgezeichnet. Auch der Technologietransfer wurde weiter intensiviert: Bis Ende 2017 werden über 170 Transferprojekte mit kleinen und mittleren Unternehmen umgesetzt. Im Berichtszeitraum wurden drei dieser Transferprojekte im Fachgebiet LEA durchgeführt, wobei der Schwerpunkt im Bereich des Energie- und Lastmanagements lag. Im Transferprojekt „Energiemanagement für Unternehmen mit hohem Leistungsbedarf und volatilem Energiepreis“ war die Paderborner Kühlhaus GmbH & Co. KG der Transfernehmer. Erarbeitet wurde ein Gesamtkonzept für ein Energiemanagement, das aus einem Energiespeicher und einem Lastmanagement besteht. Ziel ist die Senkung der Stromkosten u.a. durch Lastspitzenkappung und Eigennutzung des bisher eingespeisten Überschussstromes. Ein ähnliches Thema, nur aus Sicht des Energieversorgers, wurde im Transferprojekt „Lastmanagement in Privathaushalten zur optimalen Einbindung regenerativer Energien in das Energieverteilnetz“ mit der WestfalenWINDStrom GmbH adressiert. Durch die Anpassung des Energieverbrauchs an die schwankende Erzeugung von Windkraftanlagen mit der Einführung von Power-to-Heat in Privathaushalten kann überschüssige erneuerbare Energie genutzt werden, anstatt die Windkraftanlagen abzuregeln. Mit Unterstützung durch das Fachgebiet LEA wurde das Lastverhalten exemplarischer Privathaushalte untersucht und Betriebsstrategien für die Steuerung der Verbraucher implementiert. Eine weitere Möglichkeit zur dezentralen Energieerzeugung stellen Blockheizkraftwerke dar. Im Transferprojekt „Einbindung eines Nano-Blockheizkraftwerks in ein intelligentes Energiemanagement auf Haushaltsebene“ mit der Firma Paul Henrichs KG wurde eine Betriebsstrategie für das Nano-BHKW mit und ohne elektrischen Energiespeicher sowie ein Konzept für die Vernetzung mit intelligenten Haushaltsgeräten entwickelt. LEA arbeitet im Clusterquerschnittsprojekt Energieeffizienz in intelligenten technischen

Systemen an der Auswahl leistungselektronischer Schaltungen, Schalttechniken, der Erprobung von SiC und GaN Halbleiterbauelementen und der Charakterisierung und Modellierung magnetischer Bauteile. Dieses Projekt läuft nach Abschluss des Spitzenclusters zum Jahresende hin aus.

Vom BMBF gefördert wird das Projekt HELENE (Hocheffiziente, langlebige und kompakte Leistungselektronik mit Galliumnitrid-Bauelementen für die Elektromobilität der Zukunft), welches LEA in Kooperation mit dem KDEE, Uni Kassel, dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) in Nürnberg sowie den Unternehmen Hella, Audi, SUMIDA und dem KFE Kompetenzzentrum Fahrzeugelektronik durchführt. Das Projekt mit dreijähriger Laufzeit begann am 1.1.2017. Es zielt auf die Erforschung hochdynamischer, kompakter Bordnetzrichter zur Reduzierung bzw. Entfall der 48 V-Batterie und Ladegeräten mit 60 % höherer Leistungsdichte und 40 % geringeren Verlusten gegenüber dem Stand der Technik. Erreicht werden soll dies durch neuartige Schaltungstopologien, hochkompakte magnetische Bauelemente und Betriebsarten, die besonders für WBG-Schalter qualifiziert sind. Die Leistungsdichtesteigerung wird u.a. durch Entfall einer Wandlerstufe und modellbasierte Entwurfsoptimierungen erwartet. Vormagnetisierungs-Ansätze reduzieren Verluste von Resonanzwandlern. Im Zuge der Optimierung wird eine Schaltzeileinheit zur verbesserten Kühlung und Skalierbarkeit der Leistungsklasse entwickelt, geeignet für modularisierbare Interleavingtechnik. Selektives Sintern der SMD-Leistungshalbleiter reduziert Verschleißmechanismen und verbessert die Chip-Ausnutzung ohne Beeinträchtigung der Lebensdauer. Die Validierung erfolgt durch 2 Demonstratoren und 3 Funktionsmuster.

Ein weiteres akademisches Highlight des letzten Berichtsjahres war die EPE-Konferenz in Karlsruhe. Hier hat unter anderem Joachim Böcker als Mitglied des lokalen Organisationsteams bei den Vorbereitungen der Konferenz geholfen. Zudem boten die Kollegen W. Peters und O. Wallscheid ein gut besuchtes Tutorium zur Modellierung und Regelung elektrischer Traktionsantriebe im Zuge der Konferenz an. Mit einer insgesamt 10-köpfigen LEA-Delegation besuchten wir die Konferenz und konnten zahlreiche Vorträge und Poster platzieren.

Zudem konnte das LEA in Form von M. Leuer und W. Peters den Forschungspreis der Universität im September 2016 gewinnen. Unter Zuarbeit von C.

Henkenius und in Kooperation mit Prof. Kenig von der Fakultät für Maschinenbau konnten die Preisträger die Finanzierung für einen ganzheitlichen thermisch-elektrischen Entwurf hocheffizienter Ladegeräte für Elektrofahrzeuge sichern. Die Idee des thermisch-elektrischen Entwurfs basiert auf dem unterschiedlichen Einfluss der Temperatur auf die Verluste verschiedener elektrischer Komponenten. Mit zunehmender Temperatur steigen beispielsweise die Verluste induktiver Komponenten, während die Verluste in Leistungsdioden geringer werden. Dieser Effekt werde bisher beim Entwurf von Ladegeräten und leistungselektronischen Schaltungen vernachlässigt. Wesentliches Projektziel ist die Steigerung des Wirkungsgrads bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung der Kühlung. Das Projekt wird seit Herbst durch B. Strothmann bearbeitet.

Zudem gibt es drei erfolgreiche Promotionen im Berichtszeitraum zu verzeichnen. Im Spätherbst fand zunächst die Doppelpromotion von D. Krishna und H. Figge statt. Dora Krishna befasste sich mit der Spezifikation der Schweißstromquelle für speicherbasierte Widerstands-Punkt-Schweißen sowie der Bewertung geeigneter Schaltungstopologien. Das Promotionsvorhaben ist aus einer ZIM-geförderten Kooperation mit einem renommierten Mittelstandsunternehmen erwachsen. Das Thema der Arbeit lautet '*Compact Storage Based Resistance Spot Welding Power Supplies*'. Heiko Figge betrachtete in seiner Arbeit LLC Resonanzkonverter, die das Potential besitzen, durch hohe Leistungsdichte und Effizienz die Investitions- und Betriebskosten informationstechnischer Anlagen deutlich zu reduzieren. Das Promotionsvorhaben entstand aus einer langjährigen Kooperation mit unserem Partnerunternehmen Delta Energy Systems aus Soest. Der Titel der Arbeit ist '*High Power LLC Resonant Converter Optimized for High Efficiency and Industrial Use*'. Des Weiteren erfolgte im Februar die Promotion von O. Wallscheid. Dieser beschäftigte sich mit der thermischen Modellierung und Identifikation von elektrischen Traktionsantriebe in hybrid-elektrischen Fahrzeugen. Ziel der Arbeit ist die Erhöhung der thermischen Ausnutzung zur Laufzeit, um bei der Antriebskonstruktion Material und Bauraum einsparen zu können. Die Arbeit lautet '*Ein Beitrag zur thermischen Ausnutzung permanenterregter Synchronmotoren in automobilen Traktionsanwendungen*' und entstand im Zuge der langjährigen Kooperation mit der Daimler AG am Standort Sindelfingen.

Das kommende LEAiD Symposium findet am 09. Juni 2017 bei unseren langjährigen Partner von Delta Energy Systems in Soest statt. Auch zum 16. LEAiD-Symposium hoffen wir bzw. ich auf eine rege Beteiligung. Ich wünsche euch Kreativität, Schaffenskraft, Ausdauer neben einem guten η.

Mit freundlichen Grüßen  
Für den Vorstand

Norbert Fröhleke

## LEAiD 16. Symposium

Das diesjährige LEAiD-Symposium findet am 09.06.2017 ab 14:30 Uhr bei unserem langjährigen Partner Unternehmen Delta Energy Systems in Soest (Coesterweg 45 in 59494 Soest) statt. Neben den sicher interessanten Vorträgen wird auch die jährliche Mitgliederversammlung unseres Vereins durchgeführt. Im Anschluss an den offiziellen Teil wollen wir selbstverständlich wieder die Möglichkeit des geselligen Beisammenseins nutzen und den Tag in der Soester Altstadt bei einem Abendessen im Restaurant „Wilder Mann“ ausklingen lassen. Um die Anzahl der Teilnehmer besser abschätzen zu können, bitten wir bis zum 26.5. um die Eintragung in die Doodle-Umfrage.

## Tagesordnung

### 14:30-15:00 Mitgliederversammlung

1. Begrüßung und Eröffnung
2. Feststellen der Beschlussfähigkeit
3. Wahl der Versammlungsleitung
4. Wahl der Protokollführung
5. Bericht des Vorstandes
6. Bericht der Kassenprüfer
7. Neuwahl der Kassenprüfer
8. Verabschiedung der neuen Vereinssatzung
9. Verschiedenes

15:00-15:15 Begrüßung und Vorstellung Delta Energy Systems: Dr.-Ing. Peter Ide

15:15-15:45 Fachvortrag 1: Dr.-Ing. Tobias Grote, Delta Energy Systems, „Wireless Charging“

15:45-16:15 Bekanntgabe und Präsentation des LEAiD Awards

16:15-16:45 Kaffeepause

16:45-17:15 Fachvortrag 2: M.Sc. Carsten Henkenius, Universität Paderborn, „On-board Charger with High Power Density“

17:15-17:45 Fachvortrag 3: Dr.-Ing. Heiko Figge, Delta Energy Systems, „LLC-Converter Optimierung“

im Anschluss Gemeinsames Abendessen in der Soester Altstadt im Restaurant „Wilder Mann“

## Neue Mitarbeiter



Herr **M. Sc. Benjamin Strothmann** ist seit dem 01. September 2016 im Fachgebiet LEA als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Optimierung elektronischer Stromversorgungen tätig. Herr Strothmann studierte Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik an der Universität Paderborn. Seine Studienarbeit schrieb er im Fachgebiet LEA und befasste sich dort mit der Optimierung elektronischer Stromversorgungen. Darauf aufbauend schloss er im August 2016 mit einer Masterarbeit über den Aufbau eines LLC-Resonanzwandlers und der Verifikation eines Verlust- und Volumenmodells sein Studium ab.



Herr **M. Sc. Daniel Gaona** ist seit dem 01. Januar 2017 im Fachgebiet LEA als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Antriebstechnik tätig. Sein Arbeitsschwerpunkt ist die thermische Modellierung und Identifikation von Traktionsmotoren in hybrid-elektrischen Fahrzeugen. Herr Gaona hat seinen Bachelorabschluss im Studienfach Mechatronik an der Universidad San Francisco de Quito (Ecuador) erworben. Neben weiterer Auslandsaufenthalte in der Schweiz und USA erlangte Herr Gaona seinen Masterabschluss über das Erasmus Mundus Programm von der University of Nottingham und der Universidad de Oviedo.

## Highlights 2016/17



Übergabe des LEAiD-Awards 2016 an S. Hanke



Lehrstuhl-Workshop in Bad Essen



M. Leuer und W. Peters (nicht im Bild) erhielten den UPB-Forschungspreis



Lehrstuhlflug zur Kartbahn in Werther



Verabschiedung Norbert Fröhleke



LEA-Delegation auf EPE-Konferenz in Karlsruhe



Massive Störung der letzten Vorlesung von N. F.



Doppelpromotionsfeier von T. Figge und D. Krishna



Dissertation O. Wallscheid

## LEA-Veröffentlichungen 06/2016 – 05/2017

- [BFB16a] S. Bolte, N. Fröhleke, and J. Böcker. Comparison of the performance of gallium nitride (gan) transistors in a totem-pole power factor controlled (pfc) rectifier. In *IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC)*, 2016.
- [BFB16b] S. Bolte, N. Fröhleke, and J. Böcker. DC-dc converter design for power distribution systems in electric vehicles using calorimetric loss measurements. In *European Conference on Power Electronics and Applications (EPE)*, September 2016.
- [BFB17] S. Bolte, N. Fröhleke, and J. Böcker. Calorimetric measurement of wide bandgap semiconductors switching losses. In *International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management (PCIM)*, 2017.
- [Dor16] K. Dora Venkata Mohana Murali. *Dissertation: Compact Storage Based Resistance Spot Welding Power Supplies*. Universität Paderborn, 2016.
- [Fig16] H. Figge. *Dissertation: High Power LLC Resonant Converter Optimized for High Efficiency and Industrial Use*. Universität Paderborn, 2016.
- [HFB16] C. Henkenius, N. Fröhleke, and J. Böcker. Analysis and design of integrated common and differential mode inductors. In *IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC)*, 2016.
- [KHSB17] L. Keuck, P. Hosemann, B. Strothmann, and J. Böcker. A comparative study on si-sj-mosfets vs. gan-hemts used for llc-single-stage battery charger. In *International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management (PCIM)*, 2017.
- [KSH<sup>+</sup>16] Lukas Keuck, Benjamin Strothmann, Raphael Hermelingmeier, Norbert Fröhleke, and Joachim Böcker. Single-stage battery charger based on a llc resonant converter – a concept study. In *IET international Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD)*, May 2016.
- [LLB16] M. Leuer, M. Lönneker, and J. Böcker. Model predictive control strategy for multi-phase thyristor matrix converters — advantages, problems and solutions. In *European Conference on Power Electronics and Applications (EPE)*, September 2016.
- [OB16] M. Ott and J. Böcker. Sensitivity analysis on production tolerances for electric drive systems in automotive application. In *European Conference on Power Electronics and Applications (EPE)*, 2016.
- [OGB17] M. Ott, A. Gülec, and J. Böcker. An iterative compensation method for production tolerances in electric drive systems. In *IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC)*, 2017.
- [PB16] Milind Paradkar and Joachim Böcker. Analysis of eddy current losses in the stator windings of ipm machines in electric and hybrid electric vehicle applications. In *IET international Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD)*, May 2016.
- [PBMB16] Klaus Peter, Joachim Böcker, Fabian Mink, and Stefan Beineke. Comparison of quarter-wave with half-wave symmetrical pulse patterns applied in electrical high-speed drives. In *IET international conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD)*, May 2016.
- [PHMB16] K. Peter, S. Hanke, F. Mink, and J. Böcker. Inverter loss management for an electrical high-speed drive system. In *European Conference on Power Electronics and Applications (EPE)*, September 2016.
- [PMB17] K. Peter, F. Mink, and J. Böcker. Model-based control structure for high-speed pm-synchronous drives. In *IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC)*, 2017.

- [PWB16] W. Peters, O. Wallscheid, and J. Böcker. State-of-the-art permanent magnet synchronous motor control methods in automotive traction applications, considering thermal influences (tutorial). In *European Conference on Power Electronics and Applications (EPE)*, 2016.
- [SBF<sup>+</sup>16a] K. S. Stille, J. Böcker, N. Fröhleke, R. Bettentrup, and I. Kaiser. Local grid load coordination for load-shiftable domestic appliances in a variable-tariff environment. In *European Conference on Power Electronics and Applications (EPE)*, September 2016.
- [SBF<sup>+</sup>16b] K. S. Stille, J. Böcker, N. Fröhleke, R. Bettentrup, and I. Kaiser. Supervisory load optimization for households with intelligent domestic appliances. In *International Conference on Power Electronics and Power Engineering (CPE POWERENG)*, June 2016.
- [SPLB16] Christoph Schulte, Klaus Peter, Michael Leuer, and Joachim Böcker. Comparison of optimized pulse patterns with direct model predictive control using co-simulation. In *IET international Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD)*, May 2016.
- [VPFB16] T. Vogt, R. Pahl, N. Fröhleke, and J. Böcker. Determination of storage loss characteristics with reasonable measurement and calculation effort. In *European Conference on Power Electronics and Applications (EPE)*, September 2016.
- [Wal17] Oliver Wallscheid. *Disseration: Ein Beitrag zur thermischen Ausnutzung permanenterregter Synchronmotoren in automobilen Traktionsanwendungen*. Universität Paderborn, 2017.
- [WB16] O. Wallscheid and J. Böcker. Global identification of a low-order lumped-parameter thermal network for permanent magnet synchronous motors. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 31:354–365, 2016.
- [WB17] O. Wallscheid and J. Böcker. Fusion of direct and indirect temperature estimation techniques for permanent magnet synchronous motors. In *IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC)*, 2017.
- [WHPB16] O. Wallscheid, T. Huber, W. Peters, and J. Böcker. A critical review of techniques to determine the magnet temperature of permanent magnet synchronous motors under real-time conditions. *European Power Electronics and Drives Journal*, 26:11–20, 2016.
- [WSB17] O. Wallscheid, A. Specht, and J. Böcker. Observing the permanent-magnet temperature of synchronous motors based on electrical fundamental wave model quantities. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 64:3921–3929, 2017.

Die vollständige und aktuelle Veröffentlichungsliste gibt es zudem auf unsere LEA-Homepage.