



Förderkreis  
Mikroelektronik

## ELEKTROANTRIEBE UNTER STROM

### Neue Gruppe am IISB zur Antriebsforschung

**Effizient, kompakt, robust, zuverlässig, hoch integriert, rohstoff- und kostenoptimiert – die Liste der Anforderungen an elektrische Antriebe ist insbesondere im Fahrzeugbereich lang und stellt angesichts des globalen Rennens um die Zukunftsmärkte der Elektromobilität die Automobilhersteller und Zulieferer vor große Aufgaben. Das IISB ist seit rund einem Jahrzehnt auf diesem Gebiet Partner der Automobilindustrie und hat mit seinen Entwicklungen zur Systemintegration immer wieder Maßstäbe gesetzt und Pionierarbeit geleistet. Mit der Schaffung einer neuen Arbeitsgruppe baut das IISB seinen Forschungsschwerpunkt im Bereich der Leistungselektronik und Antriebstechnik für Elektrofahrzeuge weiter aus.**

Hauptarbeitsgebiet der neuen Arbeitsgruppe „Antriebstechnik und Mechatronik“ unter Leitung von Dipl.-Ing. Maximilian Hofmann ist die Entwicklung elektrischer Antriebslösungen für den Fahrzeugeinsatz. Dies umfasst Elektromotoren mit mechatronisch hoch integrierten Antriebsumrichtern, die Entwicklung von Steuerelektronik, Treiberschaltungen und Regleralgorithmen, die fahrzyklenbasierte Auslegung des gesamtelektrischen Antriebsstrangs sowie durchgängige CAD-Modellierungen und Simulationen. In seinem Testzentrum für Elektrofahrzeuge kann das Institut dazu auf eine umfangreiche Prüfausstattung zurückgreifen.

Das IISB als eine der führenden Forschungseinrichtungen für leistungselektronische Systeme hat die Elektromobilität schon lange vor dem aktuellen Boom als Zu-



*Das TT-Hybridfahrzeug des IISB im Elektrofahrzeug-Testzentrum des Instituts. Auch Industriepartner können die umfassenden Prüfeinrichtungen nutzen.*

kunststhema erkannt und mit seiner umfangreichen Erfahrung auch schon einiges auf den Asphalt gebracht. So hatte im letzten Jahr ein vom IISB in ein Hybridfahrzeug umgebauter Audi TT seine Jungfernfahrt. Weitere Meilensteine setzten in Getriebegehäuse integrierte Hybridantriebe und modernste Umrichter für Radnabenmotoren, unter anderem für den Frecc0, ein Demonstrationsfahrzeug der „Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität“ (FSEM). In diesem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten großen Verbundprojekt leitet das IISB den Schwerpunkt „Energieerzeugung, -verteilung und -umsetzung“.

Die Entwicklung komplexer leistungselektronischer Systeme stellt aufgrund der engen Abhängigkeiten zwischen dem elektronischen, mechanischen und thermischen Design eine große Herausforderung dar. Da bereits kleine Fehler erhebliche Auswirkungen, z.B. auf die Zuverlässigkeit oder das EMV-Verhalten, haben können, liegt in einem umfassenden Gesamtsystemansatz ein entscheidender Erfolgsfaktor für jedes Entwicklungsprojekt. Aus diesem Grund bietet das IISB seinen Kunden alle notwendigen Kompetenzen aus einer Hand. Das Leistungsspektrum reicht von der Entwicklung und Anwendung neuer Materialien über Zuverlässigkeitstests und Fehleranalysen, Schaltungs- und Regelungstechnik bis hin zur Realisierung kompletter Systemlösungen für die Fahrzeugtechnik, die Energie-, Anlagen- und Automatisierungstechnik.

Neben elektrischen Antrieben bietet das IISB auch anwendungsnahe Lösungen für Batteriesysteme und die Anbindung der Fahrzeuge ans Stromnetz. Die Verknüpfung von Elektrofahrzeugen mit dem Energienetz der Zukunft untersucht das Institut in dem von ihm koordinierten Fraunhofer-Innovationscluster „Elektronik für nachhaltige Energienutzung“ sowie im neu gegründeten Energie Campus Nürnberg (EnCN).

Allein in den letzten beiden Jahren flossen in Form von Projektförderung und Ausbauinvestitionen rund 25 Mio. Euro von EU, Bund und Freistaat Bayern ans IISB.

Die neue Arbeitsgruppe „Antriebstechnik und Mechatronik“ des IISB hat im Juni 2011 ihre Arbeit aufgenommen und ergänzt die bisherigen Aktivitäten der Arbeitsgruppe „Fahrzeugsysteme“ von Dr. Bernd Eckardt. Das Kompetenzspektrum rund um den elektrischen Antriebsstrang wird damit noch einmal deutlich erweitert und der Ausbau der Elektromobilitätsforschung in der Metropolregion Nürnberg weiter vorangetrieben.

Kontakt: Maximilian Hofmann  
maximilian.hofmann@iisb.fraunhofer.de

## E-POWER AUF DER ACHSE

**Im Rahmen der Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität (FSEM) ist ein neuartiges integriertes Achsantriebssystem für Elektrofahrzeuge entstanden, das flexibel für die unterschiedlichsten Anwendungen einsetzbar ist – von Bussystemen wie der Autotram™ über Kleintransporter bis hin zu Elektro-Sportwagen. Das IISB erweitert damit sein Portfolio an intelligenten E-Antriebslösungen.**

Das neue Antriebssystem besteht aus zwei mechanisch unabhängigen Einzelradantrieben mit integriertem Doppelumrichter und separater feldorientierter Regelung der beiden E-Maschinen. Dadurch besteht die Möglichkeit einer freien Drehmomentverteilung auf beide Antriebsräder der Achse. Insgesamt stehen pro Rad eine Antriebsleistung von 80 kW sowie ein Spitzendrehmoment von 2000 Nm zur Verfügung.

Die in den Antrieb vollständig integrierte Leistungselektronik senkt nicht nur den Platzbedarf und die Kosten, sondern führt auch zu einem deutlich verbesserten EMV-Verhalten. Die Leistungselektronik nutzt erstmals neuartige intelligente Umrichterbausteine. Mit diesen konnten viele konzeptionelle Schwächen heutiger Leistungsmodule beseitigt werden.

Ganz im Fokus der Entwicklung stand auch das Thema Energieeffizienz. Umfangreiche, am IISB durchgeführte Simulationen des Antriebsstrangs bildeten die Basis für die Auswahl und Auslegung der E-Maschine unter Berücksichtigung von Wirkungsgrad, Leistungsdichte und Sicherheit im Fehlerfall.

Die Entwicklung des Achsantriebssystems erfolgte am IISB. An der Modulentwicklung waren die Fraunhofer-Institute IFAM, IKTS, ILT und ISIT beteiligt. Die Projekte der FSEM wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Mehr als 30 Fraunhofer-Institute forschten in dem soeben höchst erfolgreich abgeschlossenen Verbundprojekt an den zentralen Fragestellungen der Elektromobilität.

Kontakt: Maximilian Hofmann  
maximilian.hofmann@iisb.fraunhofer.de



Achsantriebseinheit – hier als Ausstellungsobjekt mit geöffneter Leistungselektronik.

## EFFIZIENZ AN BORD

**Die Industrie­größen Daimler, EADS, Infineon, Siemens und ZF Electronics haben sich mit dem IISB im Projekt „PELiKAn – Power Electronics in Kraftfahrzeugen und Aeronautik“ zusammengeschlossen. Die Partner entwickeln kompakte, zuverlässige und hocheffiziente Spannungswandler für den Einsatz in der Luftfahrt und im Kraftverkehr.**

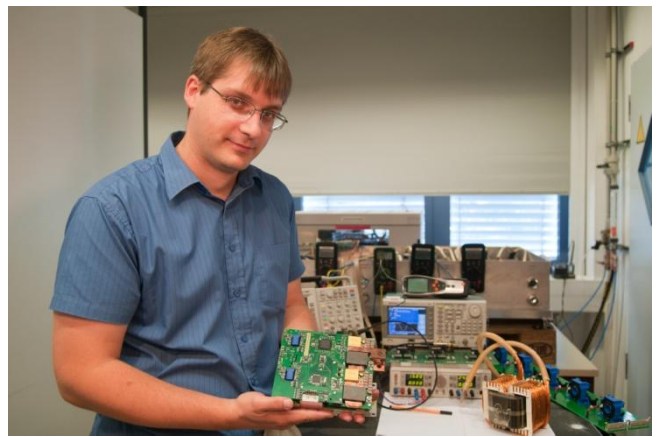
Bei der Elektrifizierung von Flug- und Nutz- bzw. Kraftfahrzeugen spielen leistungselektronische Wandler eine zentrale Rolle. Die Anbieter derartiger elektronischer Schlüsselkomponenten positionieren sich mittlerweile als Innovationstreiber für ganze Branchen. Für Anwendungen im Kfz- und Luftfahrtbereich sind Bauraum und Gewicht die entscheidenden Größen. Eine Herausforderung ist die Miniaturisierung von Gleichspannungswandlern unter gleichzeitiger Steigerung der Effizienz. Dazu kommen hohe Ansprüche an Zuverlässigkeit und Lebensdauer. Nur durch eine optimierte Systemintegration und entsprechende Entwärmungskonzepte sind diese Anforderungen zu erfüllen.

Durch die Weiterentwicklungen im Bereich der Leistungshalbleiter stehen immer bessere aktive Bauelemente zur Verfügung. Dies erlaubt kompaktere Designs der Spannungswandler. Heute liegt die Leistungsdichte bei nicht isolierenden Wandlern bei ca. 5 - 10 kW/l und bei isolierenden Wandlern bei ca. 2 - 5 kW/l bei einem Wirkungsgrad von ca. 95 %. Ansteuerschaltungen nach dem derzeitigen Stand der Technik sind allerdings Energieverschwender. Ein wesentliches Ziel von PELiKAn ist deshalb die Entwicklung so genannter regenerativer Ansteuerschaltungen, um die notwendige Ansteuerleistung zu reduzieren und damit den Gesamtwirkungsgrad weiter zu steigern.

Mit dem Einsatz neuartiger Halbleitermaterialien – wie zum Beispiel Siliciumcarbid (SiC) – werden die Verluste der Leistungsschalter weiter reduziert. In Verbindung mit innovativen Ansteuerkonzepten versprechen die neuen Leistungshalbleiter eine Erhöhung der Leistungsdichte bei nicht isolierenden Wandlern auf 50 bis 60 kW/l bei gleichzeitiger Verbesserung des Wirkungsgrades auf 98 bis 99 %. Bei isolierenden Wandlern lässt sich die Leistungsdichte auf mindestens 10 kW/l – bei einer Wirkungsgradverbesserung auf ca. 98 % – steigern.

PELiKAn läuft vom 1. August 2010 bis Ende Juli 2013 und wird vom BMBF im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung mit 2,4 Millionen Euro gefördert.

Kontakt: Dr. Bernd Eckardt, [bernd.eckardt@iisb.fraunhofer.de](mailto:bernd.eckardt@iisb.fraunhofer.de)



*Dr. Bernd Eckardt, Leiter der Gruppe Fahrzeugsysteme am IISB, stellt den Prototypen eines kompakten Spannungswandlers vor – dieser soll im Rahmen des Projekts noch kleiner und effizienter weiterentwickelt werden.*

## RELY: NEUE WEGE BEI DER CHIPENTWICKLUNG

**Die deutschen Außenhandelserfolge werden immer mehr durch die Qualität und die Zuverlässigkeit von Hochtechnologieprodukten bestimmt. Im Projekt RELY arbeiten sieben Partner aus der deutschen Wirtschaft und Forschung daran, wie sich Qualität, Zuverlässigkeit und Belastbarkeit moderner Mikroelektroniksysteme erhöhen lassen. Im Vordergrund stehen Anwendungen im Transportwesen, insbesondere der Elektromobilität, in der Medizintechnik und der Automatisierung.**

Elektronische Systeme zur Erhöhung von Sicherheit und Komfort, die zum Teil enorme Rechenleistungen erfordern, werden sich in diesen Bereichen weiter durchsetzen. Dabei müssen die Systeme immer mehr Funktionen bieten und gleichzeitig hohe Qualitäts- und Sicherheitsstandards einhalten.

Die Zuverlässigkeit muss daher als Zielparameter während des gesamten Entwicklungsprozesses eines Chips etabliert werden. Die Partner entwickeln dazu neuartige Chiparchitekturen, durch die ein Chip selbständig seinen Betriebsstatus ermitteln, auf diesen reagieren und sogar in Interaktion mit dem Elektroniksystem treten kann. Dazu stehen verschiedene Forschungsarbeiten im Fokus: Die Projektpartner arbeiten daran, die Modellierung von Fertigungstechnologien zu erweitern, neue Vorschriften zum Chipentwurf zu formulieren, neue Kenngrößen auch in höheren Entwurfsebenen festzulegen und die Systemsimulation und Verifikation der Chips hinsichtlich Zuverlässigkeit zu ermöglichen.

Das BMBF fördert RELY mit 7,4 Millionen Euro. Neben der Infineon Technologies AG (Projektleitung) gehören die EADS Deutschland GmbH, die Fraunhofer-Gesellschaft (mit den Instituten IISB and IIS/EAS), →

→ die MunEDA GmbH, die X-FAB Semiconductor Foundries AG, die Technische Universität München und die Universität Bremen zum Team. Das deutsche Forschungsprojekt RELY ist Teil des gleichnamigen europäischen CATRENE-Projektes.

[www.rely-project.eu](http://www.rely-project.eu)

## KLEINSTE STRUKTUREN FÜR DIE ELEKTRONIK

**Bereits zum neunten Mal folgten Lithographie-Experten aus aller Welt der Einladung des IISB zum „Fraunhofer IISB Lithography Simulation Workshop“. Das Fachtreffen mit dem Schwerpunkt Modellierung wendet sich an ein internationales Publikum aus Industrie und Forschung und legt insbesondere Wert auf den Bezug zur Praxis.**

Durch die Miniaturisierung in der Mikroelektronik ergeben sich für die Lithographie ständig neue technologische Herausforderungen. Computersimulationen sind ein unverzichtbares Werkzeug, um Fragestellungen zu beantworten, deren Klärung im Experiment zu teuer, zu zeitaufwendig oder technisch unmöglich wäre.

Im Mittelpunkt des Lithographie-Workshops vom 15. bis 17. September 2011 standen neueste Forschungsaktivitäten und zukünftigen Entwicklungen im Bereich der Lithographie und Lithographiesimulation sowie die Grenzen und notwendigen Erweiterungen aktueller Simulationsmodelle. Themen waren unter anderem physikalische Modellierung, numerische Techniken sowie Geräte und Prozesse in der Halbleiterfertigung. Neben Fragen zur EUV (Extreme Ultra Violet)-Lithographie boten auch bislang nicht im Detail geklärte Vorgänge bei der Belichtung von Photolack Stoff für Diskussionen. Weitere Themenschwerpunkte waren Lithographie für die Mikro- und Nanooptik sowie alternative Anwendungen der Lithographiesimulation.

Der Workshop wurde wie jedes Jahr von der Arbeitsgruppe Lithographiesimulation des IISB ausgerichtet. Das bis auf den letzten Platz ausgebuchte Treffen erfreut sich bei Teilnehmern aus Amerika, Asien und Europa höchster Beliebtheit. Der Workshop zeichnet sich durch eine attraktive Kombination von fachlicher Ausrichtung und außergewöhnlichem Umfeld aus. Der Veranstaltungsort befindet sich traditionell in der reizvollen Landschaft bei Hersbruck in der fränkischen Alb und soziale Aspekte sind fester Bestandteil des Programms. Diese besondere Atmosphäre bietet beste Möglichkeiten für intensive und kreative Diskussionen sowie persönlichen Austausch.

Kontakt: Dr. Andreas Erdmann, [lithography@iisb.fraunhofer.de](mailto:lithography@iisb.fraunhofer.de)

## EINKRISTALL AM BANDE

**Eine Ära auf dem Gebiet der Ausbildung von Kristallzüchtern geht zu Ende – Professor Georg Müller hat seine letzte Doktorandin promoviert. In 30 Jahren hat Professor Müller, ehemaliger Leiter der Abteilung Kristallzüchtung am IISB und ehemaliger Leiter des Kristalllabors am Institut für Werkstoffwissenschaften der Universität Erlangen-Nürnberg, fast 50 Doktorarbeiten, 100 Diplomarbeiten und 100 Studienarbeiten betreut.**

Einige der von ihm betreuten Arbeiten wurden mit nationalen und internationalen Preisen ausgezeichnet. Dies zeigt die herausragende wissenschaftliche Qualität, die Professor Müller stets eingefordert hat. Aufgrund des hohen Niveaus der Ausbildung ist Erlangen als eine Talentschmiede für die deutsche Kristallzüchtungsindustrie etabliert. Auch in Zukunft wird Erlangen diesem Ruf gerecht werden, denn die nächste Generation ist bereits kurz davor, ihre Promotionen abzuschließen. Dabei werden die gleichen hohen Maßstäbe an die wissenschaftliche Qualität angelegt wie zu Professor Müllers aktiver Zeit.

Kontakt: Dr. Jochen Friedrich, [jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de](mailto:jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de)



Professor Müller mit dem „Einkristall am Bande“, den ihm die Mitarbeiter des IISB anlässlich des Abschlusses seines letzten Promotionsverfahrens am 21. Juli 2011 für seine herausragenden Verdienste bei der Ausbildung von Kristallzüchtern verliehen haben, zusammen mit Dr. Birgit Kallinger, seiner letzten Doktorandin.

## WEITERE INFORMATIONEN

### Fraunhofer IISB

Schottkystraße 10, 91058 Erlangen  
[www.iisb.fraunhofer.de](http://www.iisb.fraunhofer.de), Tel. 09131 761-0

### Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.

Kontakt: IHK Nürnberg für Mittelfranken, Dipl.-Inf. Knut Harmsen  
Tel. 0911 1335-0, [harmsen@nuernberg.ihk.de](mailto:harmsen@nuernberg.ihk.de)  
[www.foerderkreis-mikroelektronik.de](http://www.foerderkreis-mikroelektronik.de)

### Impressum

Herausgeber: Fraunhofer IISB, Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Redaktion: Dr. Eberhard Bär, [eberhard.baer@iisb.fraunhofer.de](mailto:eberhard.baer@iisb.fraunhofer.de)