

ELSYS

INSTITUT FÜR LEISTUNGSELEKTRONISCHE SYSTEME



JAHRESBERICHT
2019



UNSERE JAHRESÜBERSICHT 2019 LIEGT VOR IHNEN.

**PROF. DR.-ING.
NORBERT GRAß**

**PROF. DR.-ING.
ARMIN DIETZ**

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

es freut uns sehr, dass wir Ihnen den Jahresbericht des Instituts ELSYS vorstellen dürfen. Wir möchten Ihnen in diesem dritten Jahresbericht wieder einen Einblick in unsere Forschungsaktivitäten geben, die von neuartigen Antriebskonzepten bis hin zu Algorithmen und Leistungselektronik im Smart Grid reichen.

Das Jahr 2019 war für ELSYS unter anderem durch rege Konferenzteilnahmen gekennzeichnet, welche uns die Möglichkeit gaben uns mit Wissenschaftlern aus der ganzen Welt zu vernetzen und unsere Forschungsergebnisse zu präsentieren. Die Teilnahme am wissenschaftlichen Diskurs führte unsere Mitarbeiter zu Konferenzen nach China, Nord- und Südamerika und in das europäische Ausland. In diesem Zuge konnten wir zudem neue universitäre Partnerschaften, wie zum Beispiel mit der Universität von Santiago de Chile, Palermo und Sancti Spiritus (Kuba) gewinnen und damit unsere internationalen Kontakte in 2019 erheblich erweitern. Gerne können Sie sich in diesem Jahresbericht unter der Rubrik „Konferenzen und Veranstaltungen“ (ab Seite 62) darüber informieren. Auch in diesem Jahr nicht zu kurz kam die Beteiligung an regionalen Aktivitäten wie der EnCN-Jahreskonferenz, unserem Fakultätskolloquium zu „Future Mobility“ oder der „Langen Nacht der Wissenschaften“, bei der das interessierte Publikum sich einen Eindruck über unsere Aktivitäten im Bereich der energieeffizienten Antriebs-

technik und Leistungselektronik verschaffen konnte. In unserem Antriebsprüffeld auf AEG konnten sich viele Besucher durch Live-Demonstrator und Diskussionsmöglichkeiten zu energieeffizienter Antriebsforschung ein Bild machen. Prof. Graß referierte im sehr gut besuchten Energie Campus zu Elektromobilität und Netzintegration und konnte dieses komplexe Thema dem Publikum nahebringen.

In diesem Jahresbericht finden Sie die Vorstellung unserer wichtigsten Forschungsprojekte (ab Seite 18). Mit diesen Forschungen kommen wir unserer grundsätzlichen Aufgabe der Ausbildung des Ingenieur Nachwuchses nach und tragen dazu bei, dass talentierte Absolventen und Absolventinnen ihre wissenschaftliche Ausbildung durch ein Promotionsvorhaben abschließen können.

Zum anderen konnten wir den Wissenstransfer unserer Forschungsergebnisse in die industrielle Praxis fördern und ausbauen. Während in den letzten Jahren unsere Aktivitäten hauptsächlich im Themenbereich der Verbesserung der Energieeffizienz von Motoren, Antrieben und leistungselektronischen Systemen angesiedelt waren, so werden wir in Zukunft die Forschungen in diesen Bereichen durch Software und Algorithmen erweitern und intensivieren. Durch das vor vier Jahren begonnene Themenfeld „MPC“ (Model Predictive Control), das sich mittlerweile zu einem festen Bestandteil

unseres Forschungsportfolios entwickelt hat, konnten wir sowohl eine hardware- als auch softwaretechnische Basis für zukünftige Forschungsthemen legen, die sich mit „KI“ (Künstliche Intelligenz) und dem maschinellen Lernen (machine learning) in der Antriebstechnik beschäftigen werden. Erste Forschungsanträge mit „KI“ im Namen sind bereits auf den Weg gebracht, so dass Sie sicherlich im nächsten Jahr über neue ELSYS Projekte lesen werden, die zum Beispiel das Akronym „KI-Power“ als Projekttitel tragen werden.

Für das nächste Jahr ist eine umfangreiche Erweiterung der antriebstechnischen Labor- und Prüfausstattung geplant, um dem Trend in der Antriebstechnik/Elektromobilität zu hochdrehenden Antrieben zu folgen und vor allem mitgestalten zu können. Wir denken, dass ELSYS dank seiner kompetenten und tüchtigen Mitarbeiter und seines gut verzweigten Netzwerkes mit innovationsorientierten industriellen Partnern für die Zukunft gut gerüstet ist.

Wir versprechen, dass es spannend bleibt.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen eine interessante Lektüre und eine innovationsfreudige Zukunft.

**Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz und
Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß**
Nürnberg im Februar 2020

FORSCHUNG

Forschungsbereiche		06
Elektrische Maschinen		08
Mechatronische Systeme		10
Modellbasierte Systemoptimierung		12
Leistungselektronik		14
Embedded Systems		16
<hr/>		
Forschungsprojekte		18
BlauPower	<i>Entwicklung eines hocheffizienten und kostengünstigen Klein(st)wasserkraftwerks</i>	20
ImpACT B	<i>Influence of manufacturing process on AC – motors technical behavior</i>	22
COSIMA	<i>Ertragskontrolle und -vorhersage von Solarparks durch intelligentes Qualitätsmanagement</i>	24
FreT	<i>Fremderregte Transversalflussmaschine</i>	26
MeViSys	<i>Messungen von Schwingungen in mechatronischen Systemen</i>	28
MIKA	<i>Modellbasierte und intelligente Kleinantriebstechnik</i>	30
DATA-e-Pump	<i>Ein Projekt der Forschungsgruppe Automatisierungstechnik am NCT in Koop. mit dem Institut ELSYS</i>	32
InnoProSys	<i>Technologietransfer innovativer Produkte und Systeme in der Energie- und Gebäudetechnik</i>	33
Smart-Grid-Cluster	<i>Betrieb eines Smart-Grid-Clusters als virtuelles Kraftwerk unter Berücksichtigung einer BSI-konformen Kommunikation; Teilvorhaben: Stromrichtertechnik</i>	34
Der Buggy	<i>Entwicklungsplattform für Forschungsthemen</i>	36

STUDIUM

Der Studiengang	38
Inhalt und Ablauf	40
Studentische Arbeiten	42

TRANSFER

Industriekooperationen	46
Forschungskooperationen	48

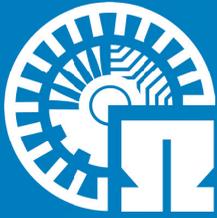
INSTITUT

Vorstellung ELSYS	56
Organisation	58
Standort und Ausstattung	60
Konferenzen und Veranstaltungen	62
Lange Nacht der Wissenschaften	72
Neue Gesichter	74
Publikationen	76
Impressum	82

FOR SCHE

HUNING

Unter der Leitung von
Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß
und Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz
wird in unterschiedlichen
Forschungsschwerpunkten
gearbeitet.



ELEKTRISCHE MASCHINEN

Fokus des Forschungsgebietes ist die Auslegung und Optimierung rotierender elektrischer Maschinen

Zentralen Bestandteil der Arbeiten bilden analytische Rechenmodelle zur Durchführung eines Grobentwurfs. Mit Hilfe numerischer Simulationen werden simultan zum Grobentwurf Feinheiten des Maschinendesigns untersucht. Mündet eine Entwicklungsstufe des Maschinendesigns in einen Prototyp, werden dessen elektrische, mechanische und thermische Eigenschaften am eigenen Maschinenprüfstand erfasst und die Berechnungen validiert. Die magnetischen Eigenschaften der eingesetzten Materialien werden für die Auswahl und Berechnung der elektrischen Maschinen an einem eigenen Prüfplatz bestimmt.

Neben der Forschung an herkömmlichen Maschinendesigns, wie der Asynchronmaschine oder permanent-erregten Synchronmaschine, werden wieder in den Fokus gerückte Maschinenkonzepte, wie die Reluktanzmaschine, Kaskadenmaschine, Mehrphasenmaschine oder „Flux-switching“ Maschine, näher untersucht.

**Leistungsbereiche bis 400 kW,
Drehmomente bis 2500 Nm,
Drehzahlen 3.000 min⁻¹ bis 10.000 min⁻¹**



BERECHNUNG UND AUSLEGUNG ELEKTRISCHER MASCHINEN

Die Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen beruhte in der Vergangenheit auf analytischen Rechnungen sowie häufig auf Erfahrungswerten. Im heutigen Entwicklungsumfeld wird dagegen verstärkt auf computergestützte Rechenmodelle und numerische Feldberechnungen zurückgegriffen.

Die stetige Verbesserung der Rechenmodelle sowie der Feldberechnungen ist Fokus der Forschungsgruppe „Elektrische Maschinen“.

Forschungsergebnisse im Bereich von

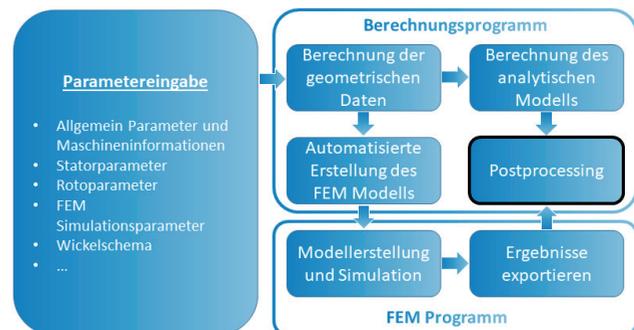
- Eisenverluste,
- Zusatzverluste,
- Verluste in Permanentmagneten sowie
- umrichterbedingte Verluste

tragen so zur Optimierung der Rechenmodelle bei.

BERECHNUNGS- PLATTFORM

Die Forschungsgruppe entwickelt zudem eine eigene Plattform zur Berechnung elektrischer Maschinen. Die Plattform verknüpft die traditionelle

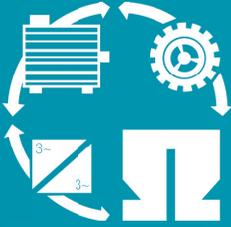
Berechnung durch analytische Ansätze mit modernen Rechenmodellen und Feldberechnungen. So verknüpft es die Vorteile beider Seiten, wodurch qualitativ hochwertige Ergebnisse schnell gewonnen werden können.



MESSUNGEN

Um die entwickelten Berechnungsmethoden verifizieren zu können, sind Messungen unabdingbar. Zu diesem Zweck verfügt das Institut ELSYS über Motorprüfstände verschiedener Leistungsklassen. Die Prüfplätze sind dabei mit modernsten Messmitteln ausgestattet. Neben den konventionellen Messmitteln zur Erfassung der elektrischen- bzw. mechanischen Leistung, können unter anderem auch mechanische Schwingungen aufgezeichnet werden.





MECHATRONISCHE SYSTEME

Modellierung sowie energetische Bilanzierung und Optimierung des gesamten Antriebssystems von der Energieeinspeisung bis zum Arbeitsprozess

Mittels einer übergreifenden und ganzheitlichen Optimierung wird eine höhere Systemeffizienz erreicht, die durch die klassische Betrachtung von Wirkungsgrad-Bestpunkten der einzelnen Komponenten nicht realisierbar ist. Dabei werden neue Verfahren zur Modellbildung und Simulation sowohl des elektrischen Antriebsstranges, als auch der Einspeisung und Arbeitsmaschine bzw. mechatronischen Anlage eingesetzt. Daraus leiten sich durch analytische und numerische Optimierung neue Kriterien bzw. Algorithmen für die Auslegung, den Betrieb und die Regelung der Gesamtsysteme ab. Ebenso können auf Basis dieser Modelle die relevanten Kenngrößen des realen Systems durch eine Parameteridentifikation ermittelt und für die Anpassung des optimalen Betriebs genutzt werden.

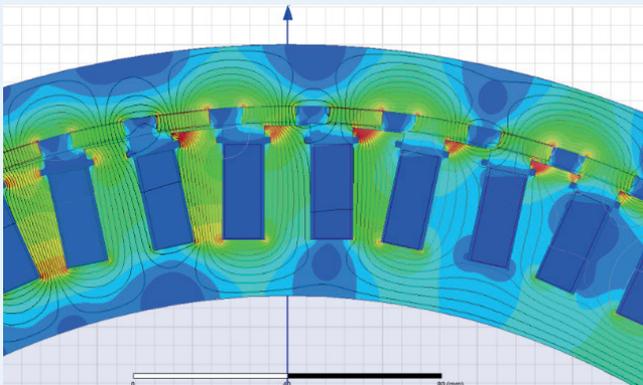
**Energie-Effizienz Optimierung,
Leistungselektronik,
Systemsimulationen regenerativer Energien**



EFFIZIENZ- STEIGERUNG EINES KLEINWASSER - KRAFTWERKS

Am Beispiel eines Kleinwasser-Kraftwerks lässt sich exemplarisch die Energieausbeute durch einen optimierten direktangetriebenen und drehzahlvariablen Wasserkraftgenerator um 20 – 25 % steigern.

5 kW Prototyp eines neuen Generators für den direkten Antrieb:



Wasserrad

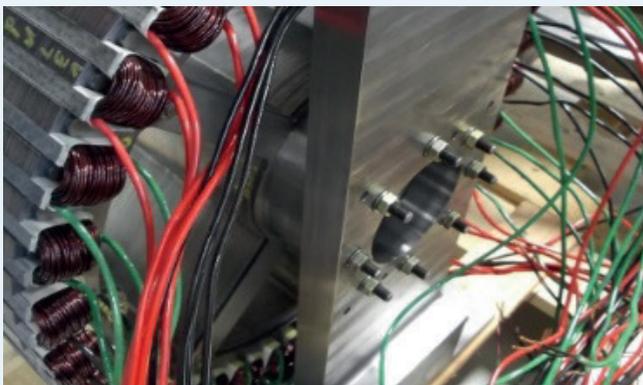
**STEIGERUNG DER
ENERGIEAUSBEUTE DURCH DREHZAHLVARIA-
BILITÄT
DES GENERATORS**

UND

WIRKUNGSGRADERHÖHUNG



Alter Antrieb über Getriebe und Riemen



Generator



Wasserschraube



MODELLBASIERTE SYSTEMOPTIMIERUNG

Modellbildung und Simulation des elektrischen Antriebsstrangs, Entwicklung von robusten Ansteuerkonzepten, modellbasierte Gesamtsystemoptimierung

Erklärtes Ziel der Forschung ist es, einerseits Energieeinsparungspotentiale und Dynamikverbesserungen durch optimale Ansteuerung mittels der modellbasierten prädiktiven Regelung (MPC) bei elektrischen Antrieben aufzuzeigen und andererseits nachgelagerte Systeme (z.B. Pumpen) ohne zusätzliche Sensorik im idealen Betriebspunkt zu betreiben. Des Weiteren sollen vorteilhafte Eigenschaften herausgearbeitet werden, die sich aus der Kombination von Modellbildung und der Gesamtsystembetrachtung ergeben. Die modellbasierte prädiktive Regelung wird in der chemischen Prozessindustrie schon seit mehreren Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt. Die Anwendung auf Systeme der Leistungselektronik und Antriebstechnik ist aufgrund der hohen Abstraten und des daraus resultierenden hohen Rechenleistungsbedarfs dagegen neu und Gegenstand aktueller Forschung. Es ist vor allem wichtig, weitere Verbesserungen in der Modellbildung unter der Berücksichtigung realistischer Annahmen zu erzielen.

**Berechnungs- und Auslegungsmodelle,
Modellbasiertes Condition Monitoring,
Modellbasierte prädiktive Regelung**



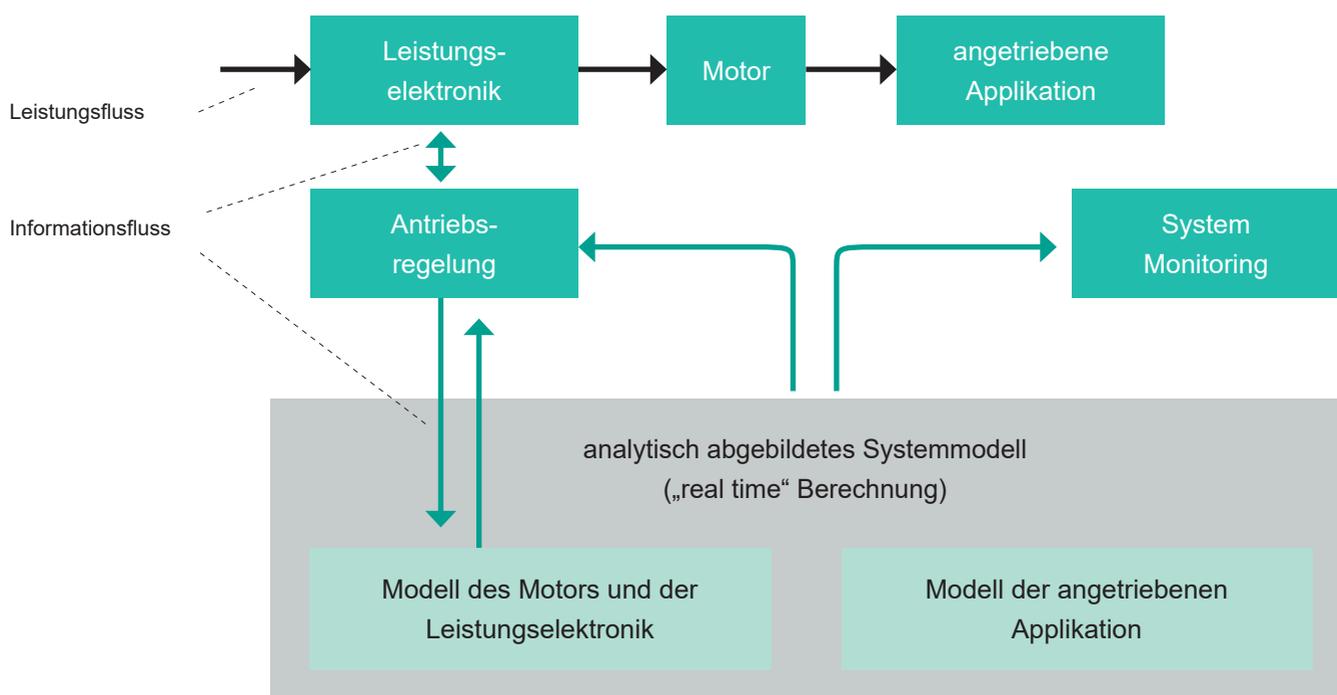
ANWENDUNGSNAHE FORSCHUNG

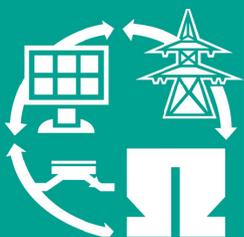
Die anwendungsnahe Forschung nutzt die in der Theorie erarbeiteten intelligenten Regelungs- und Beobachtermodelle, führt den Übergang in die Anwendung durch und zeigt die Potentiale und Grenzen auf.

Die detaillierte Modellierung des zu regelnden Systems stellt einen zentralen Bestandteil der modellbasierten prädiktiven Regelung und Systemoptimierung dar, hier kann auf Forschungsergebnisse des Instituts zurückgegriffen werden. Insbesondere die bereits verifizierten Verlustmodelle verschiedener Maschinentypen aus vorherigen Forschungsprojekten finden hier Anwendung. So wird es möglich, die Betriebsverluste in das Gütekriterium der modellprädiktiven Regelung mit aufzunehmen und gezielt zu minimieren. Neben den Maschinenmodellen sind auch Modelle des Umrichters in verschiedenen Detaillierungsstufen vorhanden, mit deren Einsatz die Reduzierung der Umrichterverluste in

den Leistungshalbleitern anwendungsnahe erprobt wird. Die Modellierung der vollständigen Regelstrecke berücksichtigt hierbei auch mechanisch gekoppelte Systeme wie z.B. Pumpensysteme. Hierdurch kann ohne zusätzliche Sensorik eine Druck- oder Durchflussregelung erfolgen.

Die zunehmende Leistungsfähigkeit der Antriebsregelungs-Hardware erlaubt die Anwendung von berechnungsintensiven Regelungs- und Steuerungsverfahren auf Basis von Modellen.





LEISTUNGS- ELEKTRONIK

Aufgabe der Leistungselektronik ist es, elektrische Energie mit hoher Effizienz in die von unterschiedlichsten Anwendungen und Verbrauchern jeweils benötigte Form umzuwandeln und den Leistungsfluss zu steuern

Die elektrische Leistung erstreckt sich über einen sehr weiten Bereich von typischerweise weniger als einem Watt bei Spannungsreglern in der Kommunikationselektronik bis hin zu mehreren Gigawatt bei Anlagen zur Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ). Als Bindeglied zwischen der Energietechnik und der Informationstechnik stellt sie deshalb eine Basis- oder Querschnittstechnologie dar. Aufgrund der hohen erreichbaren Wirkungsgrade und der großen Flexibilität wird sich die Bedeutung der Leistungselektronik vor allem in elektrischen Energienetzen in den kommenden Jahren noch deutlich verstärken.



VERTEILNETZ2020

Verbesserung der Aufnahmefähigkeit und Sicherung der Netzqualität von Verteilnetzen.

Mit dem zunehmenden Ausbau der erneuerbaren Energien sind die Mittel- und Niederspannungsverteilstnetze vor allem in den ländlichen Bereichen inzwischen an ihre Aufnahmegrenzen gestoßen. Probleme mit der Spannungshaltung und Betriebsmittelüberlastungen sind die Folge.

Der zentrale Bestandteil des Projektes ist die Integration dieser sehr verschiedenartigen Betriebsmittel mit einem Kommunikationssystem in ein übergreifendes, automatisiertes Regelungssystem (Leittechnik) welches das optimale Zusammenwirken sicherstellen soll. Dazu soll das Zusammenwirken zunächst simuliert und dann in einem Labortest untersucht werden. Auf diesen Erfahrungen aufbauend, soll das gesamte System in einem Feldversuch im Verteilnetz des beteiligten Netzbetreibers erprobt werden.

PROJEKTPARTNER UND FÖRDERUNG

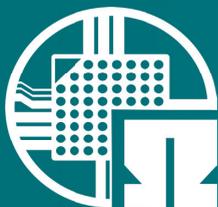
Das Projektkonsortium umfasst Hersteller von Wechselrichtern, Ortsnetzstationen, Batteriespeichern, Messtechnik, Netzautomatisierung und Kommunikationstechnik als auch Netzbetreiber und Hochschulen auf dem Gebiet der Leistungselektronik und der elektrischen Netze.

Das Projekt Verteilnetz2020 wird vom Bundesministerium für Wirtschaft unterstützt. Diese und weitere Initiativen werden auf Forschung-Stromnetze.info dargestellt.

ZIELSETZUNG

Ziel des Projektes ist daher die Entwicklung und Integration verschiedenartiger neuartiger, bislang nicht verfügbarer Betriebsmittel, um die Aufnahmefähigkeit der Verteilnetze für den problemlosen Ausbau der dezentralen, regenerativen Energieerzeugung zu erhöhen und dabei das hohe Niveau der Netzqualität zu erhalten:

- Ansteuerbare und regelbare Einspeiser/ Wechselrichter mit erweiterten Funktionalitäten zur Spannungshaltung, Wirkleistungs- und Blindleistungsregelung, Kompensation von Oberschwingungen.
- Optimal dimensionierte und lokalisierte, ansteuerbare, dezentrale Stromspeicher, die unter Prognose von Verbrauch und Erzeugung sowie optimaler Zyklisierung betrieben werden, um eine lange Lebensdauer und damit wirtschaftliche Betriebsweise der Speicher zu erreichen.
- Intelligente, ansteuerbare, multifunktionale Längsregler, die in Ortsnetzstationen und als Strangregler neue Funktionalitäten zur Kompensation von Netzstörungen, Spannungshaltung, Dämpfung von Oberschwingungen und Symmetrierung der Belastung der Leiter ermöglichen.
- Eine in der Umgebung leistungselektronischer Systeme einsetzbare, echtzeitfähige, zuverlässige, wirtschaftliche Kommunikationstechnik (Breitband-Powerline).



EMBEDDED SYSTEMS

Entwickelte Regelungs- und Ansteuerkonzepte für Leistungselektronik und Antriebssysteme werden von Berechnungsplattformen in Echtzeit ausgeführt

Moderne Regelungsalgorithmen für elektrische Antriebssysteme, wie z.B. die modellprädiktive Regelung, benötigen eine hohe Rechenleistung. Die Schnittstelle zwischen der Leistungselektronik und den entwickelten Regelungsverfahren bilden Berechnungsplattformen, typischerweise Mikrocontroller. Diese messen Istwerte, berechnen die Regelung in Echtzeit und generieren Schaltsignale für die Leistungselektronik. Zusätzlich zu Mikrocontrollern gewinnen moderne System-on-a-Chip Plattformen („SoC“) immer stärker an Bedeutung. Diese kombinieren Mikrocontroller und FPGA (Field Programmable Gate Array) in einem Chip. Durch die Kombination von FPGA und Mikrocontroller kann die Berechnung komplexer Algorithmen deutlich beschleunigt werden. Somit ist es möglich, Echtzeitanforderungen zu erfüllen, die vor wenigen Jahren nicht realisiert werden konnten.

Moderne Berechnungsplattformen ermöglichen den Einsatz performanter, rechenintensiver Regelungsverfahren

OHMRIECHTER

MODULARE UMRICHTERPLATTFORM

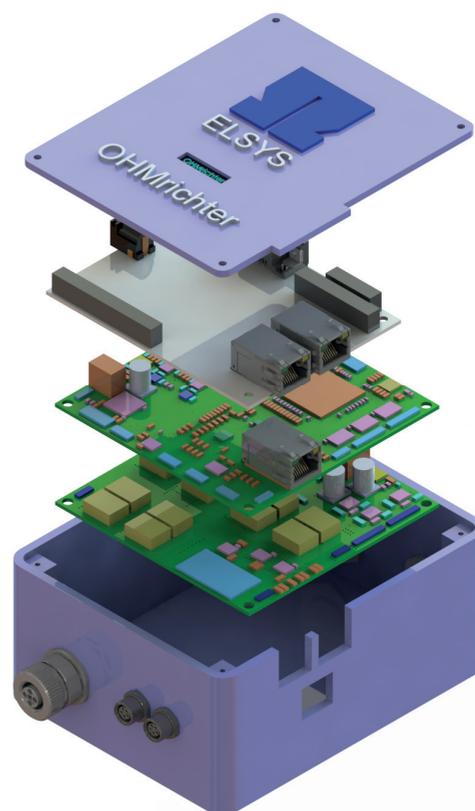
Eigenentwicklung eines modularen Umrichtersystems mit skalierbarer Leistung und variabler Berechnungsplattform.

Um den vielfältigen Rahmenbedingungen verschiedener Applikationen gerecht zu werden, wurde am Institut ELSYS ein modulares Umrichtersystem entwickelt. Dieses ist in drei Funktionsbereiche unterteilt, für die jeweils verschiedene Module zur Verfügung stehen. Die Module können je nach Anforderungen kombiniert werden.

Das **Leistungsteil** besteht aus Halbleiterelementen und ist das Stellglied des Systems. Aktuell ist eine Variante mit Kleinspannung (< 60 V) und MOSFETs auf Siliziumbasis vorhanden. Weitere Leistungsteile, z.B. ein Leistungsteil für Kleinantriebe mit Halbleitern auf Galliumnitrid (GaN) Basis sind aktuell in der Entwicklung.

Die **Berechnungsplattform** steht in zwei Varianten zur Verfügung. Für einfache Regelverfahren wird ein kosteneffizienter Mikrocontroller (TI C2000) eingesetzt. Für komplexe Berechnungen steht eine Variante mit einem Zynq-SoC zur Verfügung. Die Umrichtersoftware wird sowohl für die klassische feldorientierte Regelung als auch für moderne Regelungsalgorithmen, wie die modellprädiktive Regelung, am Institut ELSYS selbst entwickelt. Hierbei wird Rapid Control Prototyping (RCP) für den Mikrocontroller (C-Code) und den FPGA (VHDL) eingesetzt. Dies erlaubt eine einfache Implementierung von komplexen Algorithmen aus der Simulationsumgebung (z.B. aus MATLAB/Simulink). Zudem besitzt die Berechnungsplattform eine Ethernet Schnittstelle zum Datenaustausch für Messwerte oder Sollvorgaben.

Das **Kommunikationsmodul** bindet den Umrichter an gängige Feldbus-Protokolle wie z.B. Profinet oder EtherCAT an. Somit kann der Umrichter vielfältig eingesetzt werden und von übergeordneten Steuerungen kontrolliert werden.



Modulare Umrichterplattform - OHMrichter

LEISTUNGSFÄHIGE UMRICHTERPLATTFORM

- Modularer Aufbau
- Flexible Anpassung an Anforderungen
- Berechnungsplattform mit SoC oder Mikrocontroller
- Skalierbare Leistung durch variables Leistungsteil
- Anbindung an übergeordnete Steuerung

FORSCHUNGSPROJEKTE

Als Einheit in der Technischen Hochschule Nürnberg bieten wir fachlich hochstehendes Spezialwissen in unseren Forschungsgebieten, verknüpft mit einer „barrierefreien“ Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Kompetenzen aus praktisch allen relevanten Fachgebieten.

Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß und Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz wird in unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten gearbeitet.

PROJEKTÜBERSICHT

BlauPower	<i>Entwicklung eines hocheffizienten und kostengünstigen Klein(st)wasserkraftwerkes</i>
ImpACT B	<i>Influence of manufacturing process on AC-motors technical behavior</i>
COSIMA	<i>Ertragskontrolle und -vorhersage von Solarparks durch intelligentes Qualitätsmanagement</i>
MeViSys	<i>Messungen von Schwingungen in mechatronischen Systemen</i>
FreT	<i>Fremderregte Transversalflussmaschine</i>
MIKA	<i>Modellbasierte und intelligente Kleinantriebstechnik</i>
DATA-e-Pump	<i>Ein Projekt der Forschungsgruppe Automatisierungstechnik am NCT in Koop. mit dem Institut ELSYS</i>
InnoProSys	<i>Technologietransfer innovativer Produkte und Systeme in der Energie- und Gebäudetechnik</i>
Smart-Grid-Cluster	<i>Betrieb eines Smart-Grid-Clusters als virtuelles Kraftwerk unter Berücksichtigung einer BSI-konformen Kommunikation; Teilvorhaben: Stromrichtertechnik</i>
Der Buggy	<i>Entwicklungsplattform für Forschungsthemen</i>

FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE

- Intelligente Stromnetze, „Smart Grids“, Spannungsqualität
- Elektromobilität, Netzintegration von Elektrofahrzeugen
- Leistungselektronische Quellen und Lasten
- Energieeffiziente Stromrichter und Antriebe
- Energiemanagement
- Datentechnische Vernetzung leistungselektronischer Systeme
- Steuerung und Regelung in Hard- und Software
- Modellierung und Simulation leistungselektronischer Systeme und Antriebe

Entwicklung eines hocheffizienten und kostengünstigen Klein(st)wasserkraftwerkes

PROJEKTLEITER
Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz

ANSPRECHPARTNER
M.Sc. Lukas Rabenstein

KONTAKT
Tel.: +49 (0)911 5880-3154
lukas.rabenstein@th-nuernberg.de

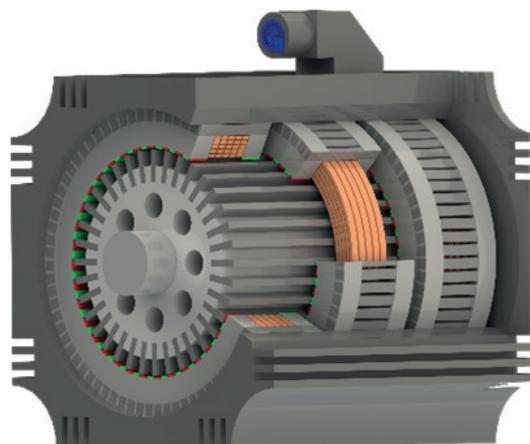


Abbildung 1: Schnitt einer Transversalflossmaschine

Bayern ist aktuell das Bundesland in Deutschland, welches am stärksten von der Kernenergie abhängig ist. Bayern ist aber auch das Land mit dem höchsten Potential an Stromerzeugung durch Wasserkraft, insbesondere durch Klein(st)wasserkraft, sowohl mit niedrigen oder hohen Fallhöhen. In Bayern existieren aktuell ca. 3500 Wasserkraftwerke mit einer Leistung kleiner 100 kW.

Die meisten dieser Anlagen verfügen über eine Technik, die veraltet ist, weshalb in diesem Bereich ein großes Potential zur Steigerung der Energieausbeute vorhanden ist. Weiterhin gibt es noch zahlreiche alte, stillgelegte Mühlen, die über die geographischen Voraussetzungen zur Nutzung der Wasserkraft und zudem in der Regel noch über ein Wasserrecht verfügen. Aufgrund der bevorstehenden Abschaltung der Kernkraftwerke und Bayerns Ziel, im Jahr 2025, 70 % des Stromes aus regenerativen Quellen zu beziehen, ergibt sich ein zunehmender Bedarf an dezentralen, klein dimensionierten Erzeugungseinrichtungen. Hier könnte in Zukunft das Potential der Klein(st)wasserkraftwerke voll ausgespielt werden.

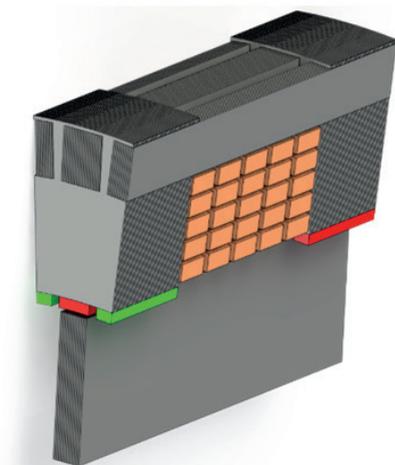


Abbildung 2: Darstellung eines Polpaars der Transversalflossmaschine

- Entwicklung eines neuartigen Generatortyps (Transversalflossmaschine)
- Entwicklung eines speziell angepassten Frequenzumrichters als Prototyp
- Entwicklung von optimierten prädiktiven Regelungen der Gesamtanlage
- Innovative Regelung des Generators
- Inbetriebnahme des Demonstratorkraftwerks
- Effizienzsteigerung der Gesamtanlage um rund 20 % im Vergleich zu konventionellen Klein(st)wasserkraftwerken

GEFÖRDERT VON



PROJEKTFORTSCHRITT

Die Transversalflussmaschine als Generator für die Klein(st)wasserkraftwerke bietet viele Freiheitsgrade im Maschinendesign. In Abstimmung mit dem Projektpartner FGB: Entwicklung + Konstruktion GmbH ist ein dreisträngiger Aufbau mit Oberflächenmagneten gewählt worden. Dieser ist in den Abbildungen 1 und 2 skizziert und soll den Fertigungsaufwand möglichst gering halten.

Für die elektromagnetische Auslegung ist ein (semi-)analytisches Verfahren entwickelt worden. Es unterteilt den Magnetkreis in einzelne Abschnitte, für die homogene Bedingungen angenommen werden und als magnetische Widerstände (Reluktanzen) dargestellt werden. Die einzelnen Reluktanzen bilden zusammen mit den Quellen (Permanentmagnete und Spule) ein magnetisches Ersatznetzwerk (siehe Abbildung 3).

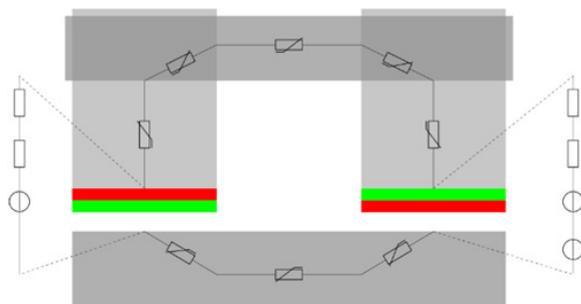


Abbildung 3: Magnetisches Ersatznetzwerk der TFM

Das magnetische Ersatznetzwerk wird durch das Knotenpotentialverfahren gelöst. Da die Abschnitte im Elektroblech ein nichtlineares Verhalten aufweisen, wird das iterative Broyden-Verfahren eingesetzt. Das Ergebnis des Verfahrens sind die magnetischen Skalarpotentiale an den Knoten zwischen den Reluktanzen. Daraus können weitere Feldgrößen bestimmt werden. Das Drehmoment der Transversalflussmaschine kann nun aus der magnetischen Energie nach dem Prinzip der virtuellen Verschiebung bestimmt werden. Die so generierten Ergebnisse werden mittels der dreidimensionalen numerischen Feldrechnung verifiziert, zu der sie eine gute Übereinstimmung aufweisen. Die messtechnische Validierung der Simulationsergebnisse wird an einer Prototypenmaschine (aktuell in

Konstruktion/Fertigung) im Jahr 2020 durchgeführt. Der für die Regelung des Generators und des gesamten Klein(st)wasserkraftwerks notwendige Frequenzrichter ist entsprechend der Anforderungen dimensioniert und aufgebaut worden. Neben den Anforderungen des Generators wurden hier die Netzgegebenheiten der Klein(st)wasserkraftwerke berücksichtigt. Diese befinden sich häufig im Bereich von Haushaltsstromnetzen, bei denen strengere Auflagen und Richtlinien, im Vergleich zu Industriestromnetzen, zu erfüllen sind.

DEMONSTRATORKRAFTWERK

Nach erfolgreicher Analyse und Simulation des Gesamtsystems und der Entwicklung sowie Test der Einzelkomponenten, soll ein Versuchskraftwerk in dem Wasserbaulabor der Technischen Hochschule Nürnberg aufgebaut werden.



Abbildung 4: Kleinwasserkraftwerk mit Wasserrad
(Quelle: <http://www.muehlenbau-schuhmann.de>)

Dieses System bietet zum einen die Möglichkeit die Gesamteffizienz der Anlage zu bewerten und zum anderen die Möglichkeit etwaige Optimierungen vorzunehmen. Zudem kann das Zusammenspiel aller Komponenten in einer realen Anlage untersucht werden. Aus den Anlagendaten kann ein dynamisches Modell entwickelt werden, das auch die Wasserhöhen für Zu- und Ablauf in einfacher Weise berücksichtigt.

**ImpACt B**

Influence of manufacturing process on AC-motors technical behavior

PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Andreas Kremser

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Werner

ANSPRECHPARTNER

M.Sc. Martin Regnet

KONTAKT

Tel.: +49 (0)911 5880-3155

martin.regnet@th-nuernberg.de

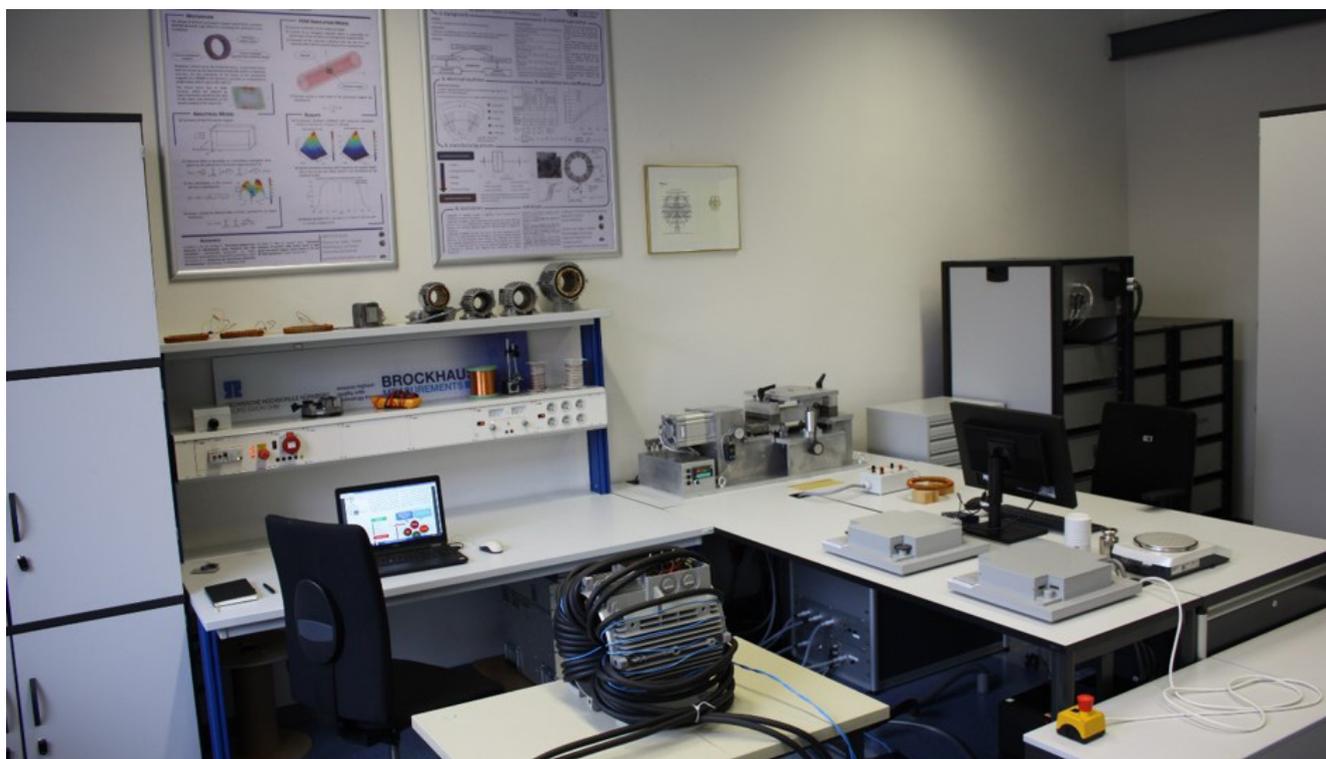
GESAMTZIEL

Etwa die Hälfte der in Deutschland erzeugten elektrischen Energie wird durch elektrische Antriebe in mechanische Energie umgewandelt. Der Anteil in der Industrie liegt sogar bei 70 % innerhalb Deutschlands und der EU. An der Technischen Hochschule Nürnberg wird deshalb im Projekt „impACt B“ an der Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik die Wirkungsgradsteigerung von Elektromotoren ins Visier genommen.

Zentraler Bestandteil eines Elektromotors ist das Blechpaket. Dieses erfährt während seiner Produktion zahlreiche Fertigungseinflüsse, welche sich negativ auf das Betriebsverhalten der Maschine auswirken. In Folge dessen sinkt der Wirkungsgrad und die Verluste steigen an. Das Projekt „impACt B – Influence of manufacturing process on AC-motors technical behavior“ untersucht den Einfluss der Fertigung auf das technische Betriebsverhalten wechselstromgespeister Elektromotoren. Ziel der Forscher ist es, die Produktion und das Maschinendesign so zu gestalten, dass die negativen Bearbeitungseinflüsse minimiert werden.

Dafür ist es allerdings notwendig, den Einfluss der einzelnen Fertigungsschritte genau zu kennen. „Bis der fertige Elektromotor die Produktion verlässt, hat er unzählige Fertigungsschritte durchlaufen. Dort versteckt sich enormes Entwicklungspotential“, erläutert Doktorand Michael Reinlein. Ausgangspunkt ist der Werkstoff Elektroband, welches aus Eisenlegierungen besteht. Dieses wird meist durch Stanzen zu Elektroblechen verarbeitet. Der Motorenhersteller verbindet die Elektrobleche zu Paketen und fertigt den endgültigen Motor. „Wir haben in unserem Projekt drei große Partner: Den Elektroblechhersteller, den Stanzbetrieb und den Elektromaschinenbauer mit der Endmontage. Wir sind der Überzeugung, dass die Konstellation unserer Projektpartner die gesamte Wertschöpfungskette abbildet und mit uns als wissenschaftlichem Partner eine Bündelung der Kernkompetenzen erreicht werden kann, um ein optimales Ergebnis zu erzielen“, so Prof. Dr.-Ing. Kremser, Leiter des Forschungsteams an der TH Nürnberg.

GEFÖRDERT VON

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Messplatz zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von weichmagnetischen Materialien.

Die Forscher erhoffen sich durch ihr dazugewonnenes Wissen über die Verlustmechanismen im Elektrolech die Verluste um bis zu 15 % senken zu können. Schwerpunkt werden analytische Vorausberechnungen der Verluste aufgrund der einzelnen Fertigungsschritte sein. Die Ergebnisse sollen anhand von Finite-Element Simulationen bestätigt werden. Messungen am bearbeiteten Elektrolech und am fertigen Motor liefern die Grundlage aller Berechnungen.

Dafür wurden zum einen durch das Einrichten eines Messplatzes zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von weichmagnetischen Werkstoffen und zum anderen durch den Aufbau eines 400 kW Leistungsprüfstandes die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen.



Ertragskontrolle- und vorhersage von Solarparks durch intelligentes Qualitätsmanagement

PROJEKTLEITER
Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz

ANSPRECHPARTNER
M.Sc. Yujia Hei

KONTAKT
Tel.: +49 (0)911 5880-3136
yujia.hei@th-nuernberg.de

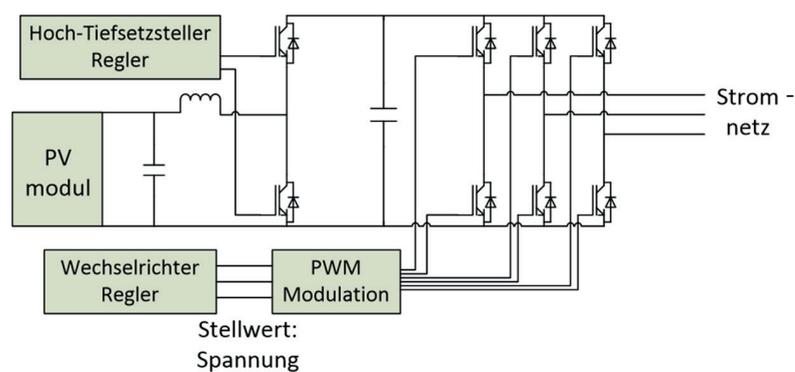


Abbildung 1: gesamte Schaltung der Simulation

Am 01.07.2018 fing das Projekt Cosima an. Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und hat eine Laufzeit von drei Jahren. Als Ziel des Projekts werden neue Inspektionsverfahren zur Fehlersuche und Qualitätskontrolle installierter Photovoltaik entwickelt. Das Teilprojekt des Institut ELSYS ist, die leistungselektronischen Teilkomponenten und Regelungsansätze für einen intelligenten Wechselrichter zu entwickeln. Der intelligente Wechselrichter besteht aus einer dreiphasigen Vollbrücke und einem Hoch-Tiefsetzsteller. Dieser wird mit der bestehenden PV-Anlage verbunden, um die geplanten Inspektionsverfahren zu unterstützen bzw. durchzuführen. Die grundlegenden Simulationen für das PV-System liegen vor und sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Simulation besteht aus 4 Teilen: PV-Anlage, Hoch-Tiefsetzsteller, dreiphasiger Vollbrücke und Stromnetz. Der Hoch-Tiefsetzsteller wird mit der PV-Anlage gekoppelt und übernimmt zwei Funktionen:

- Bei normalen Betrieb den MPP (Maximum Power-Point, Maximum Leistungspunkt) suchen.
- Bei Testbetrieb den Strom zur PV-Anlage leiten.

Das Projekt kann dazu beitragen, die Investitionen für den notwendigen Ausbau der Netze möglichst gering zu halten und Belastungen für die Volkswirtschaft zu verringern. Es wird erwartet, dass sich bis zu 20 % des Investitionsbedarfes für den Ausbau eines Ortsnetzes einsparen lassen. Im Demonstrator-Betrieb sollen zusätzliche Erkenntnisse über die Gestaltung zukünftiger Strom-Tarifmodelle gewonnen werden. Die Ergebnisse des Projektes dienen als Grundlage für die Entwicklung von Pilotanlagen für weitere Versorgungsnetze.

Im praktischen Bereich wurde der Labortest für die Testfunktion des Bestromungsgeräts durchgeführt. Unter EL-Messung versteht man die Nutzung der Elektrolumineszenz von PV-Anlagen zur Fehleranalyse. Dabei werden die PV-Module mit einem definierten Strom beaufschlagt, sodass diese Licht abstrahlen (anfangen zu leuchten). Dieses Licht kann mit einer speziellen Kamera aufgenommen werden. Durch Auswertung der Bilder können entsprechende Fehler wie zum Beispiel Mikrorisse oder Siebdruckfehler analysiert werden. Eine DC-Spannungsquelle wird als Einspeisung eingesetzt. Die Niederspannungsseite ist mit dem PV-Modul gekoppelt. Der rückgeleitete Strom ist so groß wie der Kurzschlussstrom des PV-Moduls bei NTC.

GEFÖRDERT VON



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

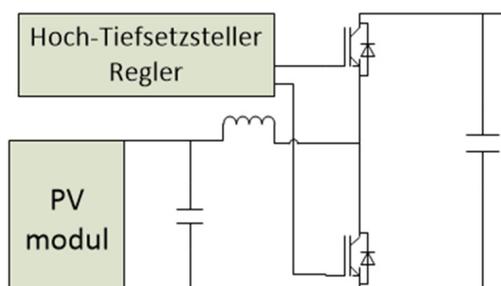


Abbildung 2: Hoch-Tiefsetzsteller

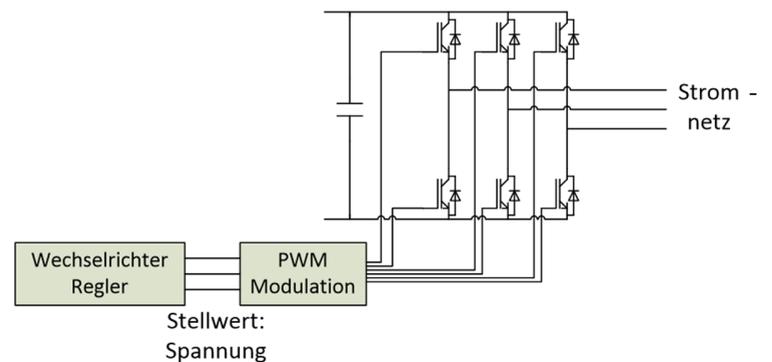


Abbildung 3: dreiphasige Vollbrücke

Der Test wird in einem dunklen Raum durchgeführt und mit Hilfe einer speziellen Kamera können die EL-Bilder vom PV-Modul aufgenommen werden. Ein Beispiel ist in Abbildung 5 gezeigt. Das Bild ist bei Firma Rauschert in Pressig aufgenommen worden.

Die Hardware des Bestromungsgeräts, welches in Abbildung 4 dargestellt ist, wird vom Projektpartner entwickelt.

Die messtechnischen Untersuchungen und die Inbetriebnahme der dreiphasigen Vollbrücke werden aktuell im Labor durchgeführt und erprobt. An der Position des Zwischenkreises wird eine DC-Spannungsquelle angeschlossen. Aufgrund der nun stabilen bzw. konstanten DC-Zwischenkreisspannung ist nur ein Stromregler in der Schaltung vorzusehen. Die Erprobung des Stromreglers wurde bei relativ geringen Spannungen durchgeführt.



Abbildung 4: Bestromungsgerät vom Projektpartner DHG



Abbildung 5: EL-Aufnahme bei Firma Rauschert in Pressig



Fremderregte Transversalflussmaschine

PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Andreas Kremser

ANSPRECHPARTNER

M.Sc. Lukas Rabenstein

KONTAKT

TEL.: +49 (0)911 5880-3154

lukas.rabenstein@th-nuernberg.de

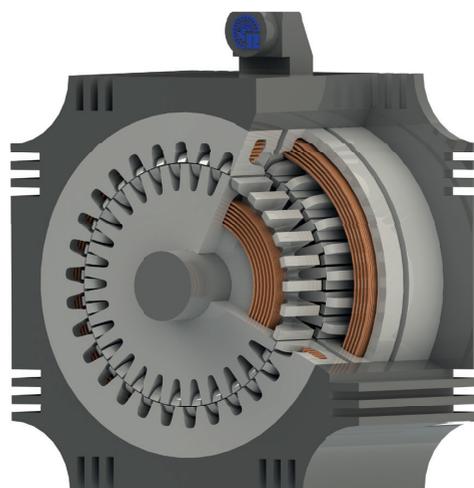


Abbildung 1: Schnitt einer fremderregten
Transversalflussmaschine

WESENTLICHE PROJEKTZIELE

Im Rahmen der Vorlauforschung werden die Maschinenkonzepte „Fremderregte Synchronmaschine“ und „Transversalflussmaschine“ zusammengeführt. Die fremderregte Transversalflussmaschine vereint die Vorteile beider Maschinentopologien. So sind ähnlich große Drehmomentdichten wie bei permanenterregten Transversalflussmaschinen zu erwarten. Zusätzlich kann durch die Fremderregung der Rotorfluss freige wählt werden, wodurch ein Phasenstellerbetrieb ermöglicht wird und die Maschine auch im Feldschwäcbereich eine hohe Effizienz aufweist. Ein Nachteil der fremderregten Synchronmaschine gegenüber einer permanenterregten sind die Stromwärmeverluste im Rotor. Diese werden durch den transversalen Aufbau, mit den dadurch möglichen großen Wicklungsquerschnitten, begrenzt. Durch den Einsatz von weichmagnetischen Kompositwerkstoffen (soft magnetic composit, SMC) wird der komplexe mechanische Aufbau der Transversalflussmaschine stark vereinfacht.

HERANGEHENSWEISE UND FORSCHUNGSERGEBNISSE

Für die Umsetzung des Forschungsprojekts wird zunächst das Konzept einer fremderregten Transversalflussmaschine festgelegt. Als entscheidendes Designmerkmal wird der Einsatz von SMC-Materialien für die weichmagnetischen Bauteile angesehen. Dies eröffnet der Maschinentopologie den Einsatz bei höheren Drehzahlen und vereinfacht zusätzlich die Fertigung erheblich. Weiter wird ein dreisträngiger Aufbau der Maschine festgelegt, damit auf konventionelle Frequenzumrichter zur Ansteuerung zurückgegriffen werden kann. Dabei sind die Stränge, wie bei Transversalflussmaschinen üblich, nicht magnetisch gekoppelt. Dadurch ergibt sich ein Aufbau wie in Abbildung 1 dargestellt. Die Strangelemente des Stators und des Rotors bestehen aus Ringspulen, die von einer Klauenpolanordnung aus SMC umgriffen werden. Von einer permanenterregten Transversalflussmaschine mit SMC-Klauenpolanordnung ist bekannt, dass es nützlich ist, die einzelnen Stränge zu segmentieren (siehe Abbildung 2).

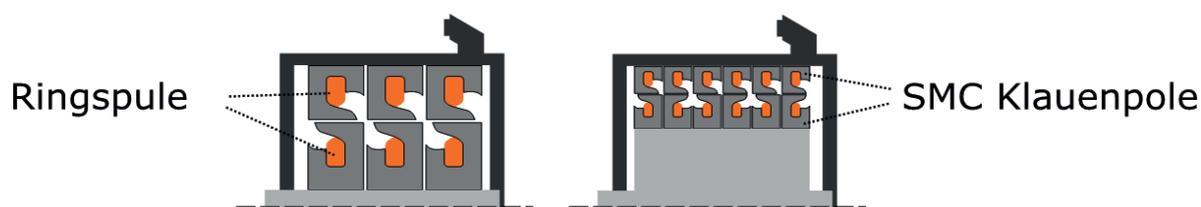


Abbildung 2: Axialschnitt einer unsegmentierten (links) und einer segmentierten (rechts) dreisträngigen fremderregten Transversalflussmaschine (Skizze)

GEFÖRDERT VON

Dieses Projekt wird durch Mittel des TH-Wettbewerb gefördert

Dies bietet die Möglichkeit der Staffelung, wodurch Drehmoment-Oberschwingungen reduziert werden können. Weiter werden die einzelnen Statorelemente kleiner, wodurch ein größerer Bohrungsdurchmesser gewählt werden kann, was sich positiv auf das Drehmoment auswirkt.

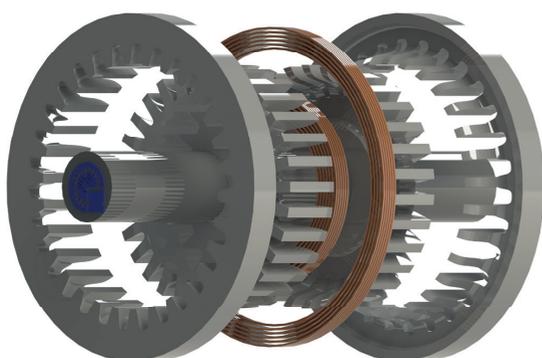


Abbildung 3: Explosionszeichnung eines Strangsegments der fremderregten Transversalfussmaschine

BERECHNUNG

Zur Berechnung wird die numerische Feldrechnung eingesetzt. Hier wird jeweils nur die kleinste Symmetrieeinheit der Maschine (ein Polpaar eines Stranges) berechnet, wodurch die Rechenzeit je Betriebspunkt auf ca. 10-20 Stunden begrenzt wird. In der nachgelagerten Auswertung werden die Ergebnisse des einen Polpaars auf die gesamte Maschine hochgerechnet. Zur Bestimmung des Betriebspunktes werden zwei Simulationen durchgeführt. Zunächst werden sowohl die Rotor- als auch die Statorwicklung mit Gleichstrom (DC) gespeist und der Rotor um eine doppelte Polteilung gedreht. Dadurch kann das erreichte Drehmoment abgeschätzt und der Kommutierungswinkel für die Wechselstromsimulation (AC) abgelesen werden. Die Abbildung 3 zeigt den Spitzenwert des erreichten Drehmomentes der DC-Simulation. Es ist zu erkennen, dass für die gewählten Geometrieparameter, bei gleicher elektrischer Erregung, ein maximales Drehmoment je Strang mit der Polzahl $p = 40$ von 566 Nm erreicht werden kann. Weiter ist zu erkennen, dass die optimale Polzahl von der Erregung abhängig ist. Dieses Ergebnis ist nur für den untersuchten Parametersatz gültig, da entscheidende Größen wie Sätti-

gung und Streuung stark von den Geometrieparametern abhängig sind.

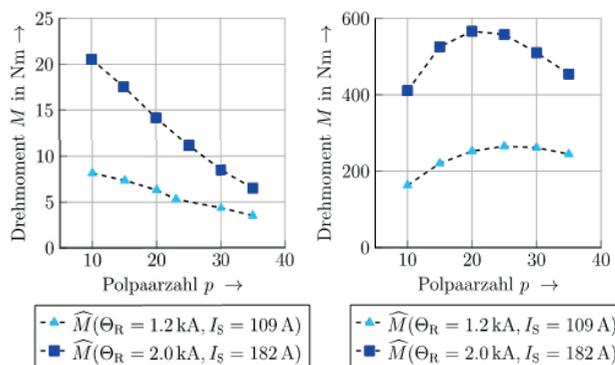


Abbildung 4: Maximales Drehmoment der DC-Simulation je Polpaar (links) und je Strang (rechts)

Nachdem mit der DC-Simulation die optimale Polzahl und der richtige Kommutierungswinkel ermittelt wurden, wird die AC-Simulation durchgeführt. Hier wird dem Simulationsmodell ein sinusförmiger Strom in den Stator eingepreßt. Weiter ist der zu erwartende Drehmomentverlauf der einzelnen Strangsegmente sowie der gesamten Maschine dargestellt. Die Segmentierung der einzelnen Stränge ist mit dem Index 1 bzw. 2 gekennzeichnet. Das zweite Strangsegment weist zum ersten einen Winkelversatz von 180° (elektrisch) auf. Dadurch kompensiert sich der asymmetrische Drehmomentverlauf. Im Drehmomentverlauf der Maschine (Index Mg) ist ein deutliches Pendelmoment erkennbar, dies kann durch einen anderen Winkelversatz der Segmente oder durch regelungstechnische Verfahren reduziert werden.

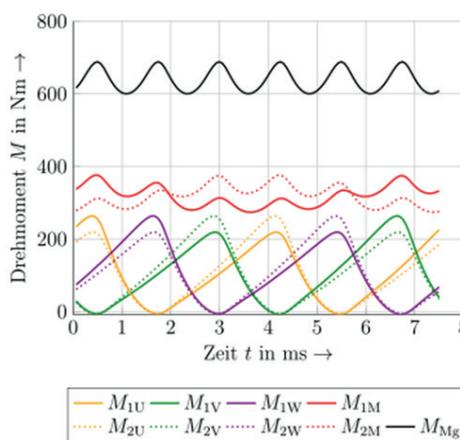


Abbildung 5: Berechneter Drehmomentverlauf



Messungen von Schwingungen in mechatronischen Systemen

PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Werner

ANSPRECHPARTNER

M.Sc. Tobias Schindler

KONTAKT

Tel.: +49 (0)911 5880-1893
tobias.schindler@th-nuernberg.de

ENERGIEEFFIZIENTE, GERÄUSCHARME ANTRIEBE

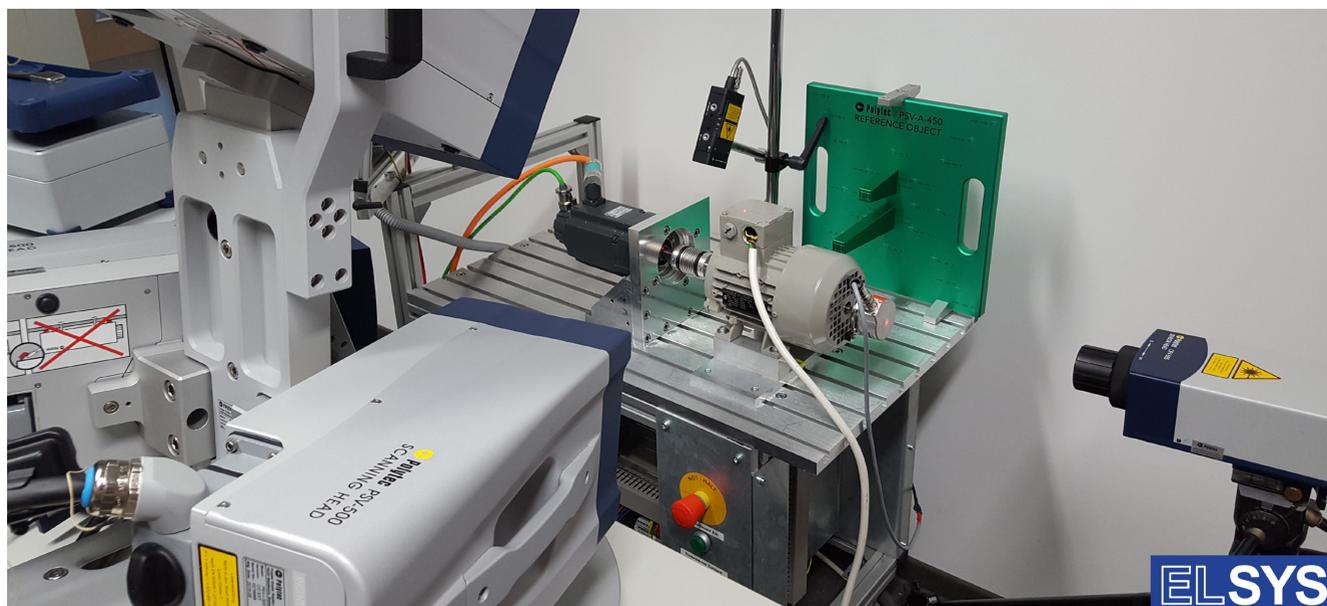
Die Industrie stellt mit 46 % den größten elektrischen Verbraucher in Deutschland dar. Das Einsparpotential dieses Energieverbrauchs entfällt zu 30 % auf den Einsatz Drehzahl geregelter Motoren und zu 10 % auf die Verbesserung der Effizienz der Antriebe. Durch die Drehzahlregelung der Motoren sind diese zusätzlichen mechanischen und elektrischen Belastungen gesetzt. Diese verursachen eine verstärkte Schwingungsbelastung der Maschine, welche wiederum zu erhöhten Geräuschemissionen führen. Im Rahmen des Projekts MeViSys wird innovative Messtechnik in Form eines 3D-Scanning Laservibrometers mit Rotationsvibrometer an der TH Nürnberg aufgebaut. Laser-Doppler-Vibrometer ermöglichen die berührungslose Messung mechanischer Schwingungen ohne das Aufbringen von zusätzlichen Massen auf dem Prüfling.

Mit der 3D-Scanning Technologie ist es möglich, Betriebsschwingformen in allen drei Raumrichtungen mit gegenseitigem Phasenbezug aufzunehmen. Diese Eigenschaften der Messmethode ermöglichen einen präzisen Abgleich des realen Schwingungsverhaltens (z.B. Modalanalyse, Betriebsschwingformen) mit Modellrechnungen. Die genaue Kenntnis des realen Schwingungsverhaltens erlaubt in einem nächsten Schritt die Optimierung der Modelle.

MODELLBASIERTE SYSTEMOPTIMIERUNG

Ausgehend von der Modellbildung für das Geräusch- und Schwingungsverhalten einer elektrischen Maschine kann durch den Einsatz von innovativen Regelungsalgorithmen die Energieeffizienz gesteigert und auftretende mechanische Schwingungen reduziert werden. Hierzu können die entwickelten und verifizierten Modelle durch die steigende Rechenleistung moderner Mikroprozessoren direkt in der Regelung berücksichtigt werden. Einen vielversprechenden Ansatz stellt hierbei die modellprädiktive Regelung dar. Bei diesem Regelungsalgorithmus werden zukünftige Systemzustände vorausgerechnet und mögliche Schwingungen aktiv mit Hilfe entsprechender Modelle und Gewichtungsfunktionen unterdrückt.

GEFÖRDERT VON



Scanning-Vibrometer (3D)

MESSUNG VON SCHWINGUNGEN IN MECHATRONISCHEN SYSTEMEN (MeViSys)

Das Projekt MeViSys erweitert die Schwingungsmesstechnik der TH Nürnberg um ein 3D-Scanning Laser-vibrometer inklusive Rotationsvibrometer. Diese Messgeräte sind elementarer Bestandteil der Verifizierung von Simulationsmodellen, die zur Untersuchung des Schwingungs- und Geräuschverhaltens elektrischer Maschinen entwickelt werden. Mithilfe dieser Modelle kann die Energieeffizienz von elektrischen Maschinen gesteigert und ihre Schwingungsbelastung verringert werden. Zudem ist es möglich, das Geräuschverhalten zu verbessern. Das Projekt MeViSys trägt zum Wissenstransfer bei und ermöglicht insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen den Zugang zu hochpräziser Messtechnik.

FÖRDERUNG STRATEGISCHER INVESTITIONEN AN FACHHOCHSCHULEN (FHInvest)

Im Rahmen der Fördermaßnahme FHInvest unterstützt das BMBWF Fachhochschulen, die ihren Forschungsschwerpunkt mit Hilfe von Investitionsprojekten zur Bereitstellung und Anwendung von Forschungsgeräten, Forschungsanlagen oder Demonstratoren ausbauen wollen. Dies stärkt die Attraktivität der Ausbildung forschungstarker, hochqualifizierter Fachkräfte, dient der Verbesserung der Forschungs Kooperationen, insbesondere mit kleinen und mittleren Unternehmen und steigert somit die Wettbewerbsfähigkeit der Fachhochschulen.



Modellbasierte und intelligente Kleinantriebstechnik

PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz

ANSPRECHPARTNER

M.Sc. Sebastian Wendel

KONTAKT

Tel.: +49 (0)911 5880-3138

sebastian.wendel@th-nuernberg.de

Die kontinuierlich zunehmenden Anforderungen an die Kleinantriebstechnik sowie der stark wachsende Markt in diesem Bereich erfordert eine zunehmende Steigerung der Performance, der Effizienz und der Flexibilität. Im Forschungsvorhaben MIKA soll durch die ganzheitliche Betrachtung des Antriebssystems die Steigerungen der Energieeffizienz und Dynamik sowie die Berücksichtigung neuer Optimierungskriterien durch intelligente und modellbasierte prädiktive Regelungsmethoden (MPC) im industriellen Umfeld entwickelt und erprobt werden.

Das Vorhaben soll Aussagen zur Anwendbarkeit von modellbasierten prädiktiven Regelungsmethoden in der Kleinantriebstechnik liefern. Neben der Energieeffizienz und Flexibilität werden auch Dynamiksteigerungen sowie ein verbessertes Störverhalten (z.B. bei mechanischen Schwingungen) angestrebt. Das Vorhaben baut auf dem Forschungsprojekt FIKAT4.0 auf und ist die inhaltliche Fortsetzung dessen. Im Projekt MIKA wird auf neuartige Echtzeit-Berechnungsplattformen wie System-on-a-Chip (SoC) Lösungen mit Mikrocontroller und Field Programmable Gate Array (FPGA) gesetzt. Neben der Verbesserung der Modellgenauigkeit und der Erhöhung der Prädiktionsschrittweite wird im Vorhaben die industrielle Evaluierung sowie der Transfer zu den Partnerunternehmen fokussiert.

Die durch MPC erzielte Optimierung der Regelgüte, die Minimierung der Baugröße durch neuartige Halbleiter, die verschiedenen Geberschnittstellen und die erhöhte Wandlungsfähigkeit durch eine gewichtete Optimierungsfunktion bei MPC, ermöglichen eine zu erwartende Flexibilität und vermeidet teure Einzellösungen im Bereich der Kleinantriebstechnik. Durch eine implementierte Online-Parameteridentifikation, für den jeweils angeschlossenen Antrieb, kann zu Beginn des Betriebes die modellbasierte Regelung auf die reale Regelstrecke angepasst werden. Dies ist der Schlüssel für den flexiblen Einsatz des Kleinumrichters. Gegenüber den bestehenden Lösungen wird hierdurch eine erleichterte und kostengünstigere Nutzung von Kleinantriebstechnik im produzierenden Gewerbe erwartet.

Ein wesentlicher Bestandteil des Vorhabens ist die Entwicklung von geeigneten Verlustmodellen der Antriebskomponenten. Insbesondere die Modellbildung der Eisen- und Zusatzverluste in den elektrischen Maschinen stellt hier eine neue Herausforderung dar. Ein weiteres Potential liegt in der modelltechnischen Berücksichtigung der mechanischen Regelstrecke, durch welche z.B. mechanische Schwingungen im Antriebssystem gedämpft werden können. Weiterhin muss im Forschungsvorhaben die Umsetzung in echtzeitfähige Algorithmen untersucht werden, um MPC erfolgreich in der industriellen Praxis zu erproben. Hierzu sind vielfältige Untersuchungen sowohl in hardwaretechnischer und vor allem in algorithmischer Weise durchzuführen. Die Erkenntnisse aus dem vorgelagerten Projekt FIKAT4.0 haben gezeigt, dass die Implementierung der Algorithmen vorerst auf einer FPGA-Basis durchgeführt werden muss. Eine anschließende Optimierung kann den Einsatz mit gängigen DSP-Systemen oder low-cost FPGA-Systemen ermöglichen. Des Weiteren sollen die MPC-Algorithmen optimiert werden, da in der

GEFÖRDERT VON



Echtzeit-Berechnungsplattform am Institut ELSYS

Algorithmen-Optimierung eines der größten ungenutzten Potentiale liegt. Die Leistungselektronik, Berechnungs- und Kommunikationsplattform werden zu einem System integriert und an verschiedenen motorischen Probanden im Labormaßstab und industriellen Umfeld bei den Partnerunternehmen erprobt. Es ist vor allem wichtig, weitere Verbesserungen der MPC-Algorithmen unter der Berücksichtigung realistischer Annahmen zu erzielen.

PROJEKTIHALTE

Es werden Modelle zur Vorhersage des Maschinenverhaltens mit verschiedener Detailtiefe von den zu betrachtenden Maschinen (v.a. Synchronmaschine, Asynchronmaschine) erstellt bzw. vorhandene Modelle erweitert und im diskreten Zeitbereich dargestellt. Die Herausforderungen liegen hier zum einen in der vorteilhaften Formulierung der Modellgleichungen, so dass möglichst wenige Rechenschritte auf dem SoC benötigt werden. Zum anderen gilt es, die komplexen Verlustmechanismen elektrischer Maschinen (z.B. Eisen- und Zusatzverluste) auf möglichst einfache und dennoch präzise Art abzubilden und in die Prädiktionsmodelle zu integrieren. Die Modellbildung soll in der Simulationsumgebung MATLAB/Simulink von MathWorks umgesetzt werden. Die in der Simulationsumgebung entstandenen Regelalgorithmen werden anschließend mit Hilfe von Rapid Control Prototyping (RCP) genutzt, um implementierbaren VHDL-Code oder C-Code zu erzeugen.

Der Code wird auf der SoC-Berechnungsplattform implementiert und für den Vergleich mit dem Stand der Technik genutzt. Dies erfolgt zum einen am Prüfstand im Labormaßstab. Für die Implementierung wird aufbauend auf dem Projekt FIKAT4.0 ein modularer Kleinumrichter mit der neuartigen SoC-Berechnungsplattform kombiniert.

Ein Drehgeber und der Prüfling werden mit Hilfe einer Messwelle und Belastungsmaschine exemplarisch evaluiert. Durch Vereinfachungen und Optimierungen an den Modellen wird hierbei versucht, im Labormaßstab die Rechenzeit zu minimieren und dabei möglichst wenig Funktionalität einzubüßen. Zum anderen werden die MPC-Algorithmen an realen Demonstrationsanlagen der Industriepartner angewandt. In einem weiteren Schritt sind Umsetzungen im direkten Industrieumfeld geplant. Dabei wird zwischen stationären Prozessen wie Pumpe/Lüfter und dynamischen Prozessen unterschieden.

Dieses Projekt wird von der EU im Rahmen des Programms EFRE gefördert

DATA·e·Pump



Europäische Union
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



www.efre-bayern.de

DATA ·e·Pump

Das Projekt DATA·e·Pump ist ein Projekt der Forschungsgruppe Automatisierungstechnik am Nuremberg Campus of Technology (NCT) in Kooperation mit dem Institut ELSYS. DATA·e·Pump wird von der EU im Rahmen des Programms EFRE gefördert.

MOTIVATION

- Pumpenantriebe machen ca. ein Drittel der über elektrische Antriebe verbrauchten Energie aus,
- aber Antrieb und Pumpe arbeiten häufig nicht im optimalen Betriebspunkt,
- zudem sind insbesondere bei vorhandenen Anlagen die Parameter für eine Antriebsoptimierung nicht bekannt.

Für diese Aufgabe entwickeln wir die **DATAeBOX** zur Analyse der aktuellen Anlagensituation und einer Empfehlung für den sinnvollen Einsatz von drehzahlveränderbaren Antrieben.

Darauf aufbauend bzw. darin integrierbar ermittelt das Softwaretool **PumpFIT** die Anlagenkonfiguration, die nach dem aktuellen Stand der Technik zu einer optimalen Energieeffizienz führt.

ZIELE

- Identifikation des Betriebszustandes über die Antriebssteuerung bzw. die statischen und dynamischen elektrischen Betriebsdaten
- Einfache Auswahl des passenden Antriebssystems
- (Teil-) Autonome Selbstoptimierung des Einzelantriebs

Für die Überprüfung der entwickelten Geräte und Programme nutzen wir ein skalierbares Versuchskonzept:

- ein digitaler „Pumpen-Zwilling“ **PumpTWIN** als rein elektrischer Prüfstand, an dem ein Pumpenantrieb möglichst realitätsnah simuliert wird (ELSYS)
- ein mobiler Versuchsstand mit realen Pumpen und Anlagenkomponenten im Labormaßstab, der für Messungen und Schulungen genutzt werden kann (NCT)
- zwei Versuchsanlagen im Betriebsmaßstab im Turbinenlabor (MB) und Wasserbaulabor (IWWN) der TH Nürnberg

LÖSUNGSANSATZ

- Kombination von modellbasierten Algorithmen für Antrieb und Pumpenanlage,
- mit robusten Parameterschätzungen auf Basis der einfach vor Ort erfassbaren Daten (Leistungsschilddaten etc.) und
- Auswertung der messtechnisch erfassbaren Betriebsdaten der Antriebskomponenten.

Im Rahmen von DATA·e·Pump findet ein Technologietransfer in vorwiegend mittelständische Unternehmen der Metropolregion Nürnberg statt. Die Zielgruppen sind Betreiber, Automatisierungstechniker, Systemintegratoren, Pumpen- und Systemhersteller, aber auch Dienstleister wie z.B. kommunale Wasserversorger, die mit verbesserten Pumpensystemen ihre Preise trotz steigender Kosten stabil halten können.

Dieses Projekt wird von der EU im Rahmen
des Programms EFRE gefördert



Europäische Union
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



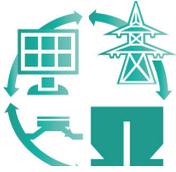
EFRE
BAYERN 2014-2020
www.efre-bayern.de

InnoProSys

Technologietransfer innovativer Produkte und Systeme in der Energie- und Gebäudetechnik

Der Markt für Produkte und Systeme in der Gebäude-, Energie- und Versorgungstechnik befindet sich in Bewegung. Die aktuellen Änderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen, wie das Verbot von vielen Kältemitteln, die aktuell noch in Kälteanlagen und Wärmepumpen eingesetzt werden oder die Neuauflage des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes, das für einen weiter steigenden Anteil volatiler Energien im Stromnetz sorgen wird, setzen Impulse für neue Technologien und eröffnen so Marktchancen für Planer und Hersteller von Produkten und Systemen für die Energie- und Gebäudetechnik. Das Ziel von InnoProSys ist es, durch eine enge Kooperation von praxisnaher, angewandter Forschung mit Herstellern und Planern eine Intensivierung von Entwicklungsprozessen für neue innovative Produkte und Systeme in den Unternehmen zu erreichen.

Das Vorhaben soll einen Beitrag dazu leisten, dass neue Methoden z.B. aus dem Gebiet der Simulation und Ergebnisse von aktuellen Forschungsvorhaben an der TH Nürnberg, aus den Bereichen hocheffizienter Wärmeüberträger, Energiespeicher, Kältetechnik, Systeme zur Abwärmenutzung sowie Last- und Energiemanagementsysteme, in innovative Produkte und Systeme überführt werden können.



Smart-Grid-Cluster

Betrieb eines Smart-Grid-Clusters als virtuelles Kraftwerk unter Berücksichtigung einer BSI-konformen Kommunikation; Teilvorhaben: Stromrichtertechnik

PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz

ANSPRECHPARTNER

M.Eng. Markus Zocher

KONTAKT

Tel.: +49 (0)911 5880-1012

markus.zocher@th-nuernberg.de

Bei der Konzeption von intelligenten Verteilnetzen standen bisher die Herausforderungen der Integration von erneuerbaren Energien unter Wahrung der Netzqualität im Vordergrund. Inzwischen sind verschiedene neue Anforderungen hinzugekommen. Die Digitalisierung in der Energiewende, die Sicherheit der Kommunikation, ein veränderter dynamischer Bedarf an Blindleistung in den Netzen und die Intention des Gesetzgebers, verstärkt Marktmechanismen in den Steuerungsprozessen wirksam werden zu lassen, spielen eine immer größere Rolle.

PROJEKTPARTNER UND FÖRDERUNG

Das Projekt wird in Kooperation mit der Technischen Universität München, Herstellern von Wechselrichtern, Ortsnetzstationen, Messtechnik, Netzautomatisierung und Kommunikationstechnik sowie dem Energieversorger Infra Fürth GmbH durchgeführt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützt.

ZIELSETZUNG

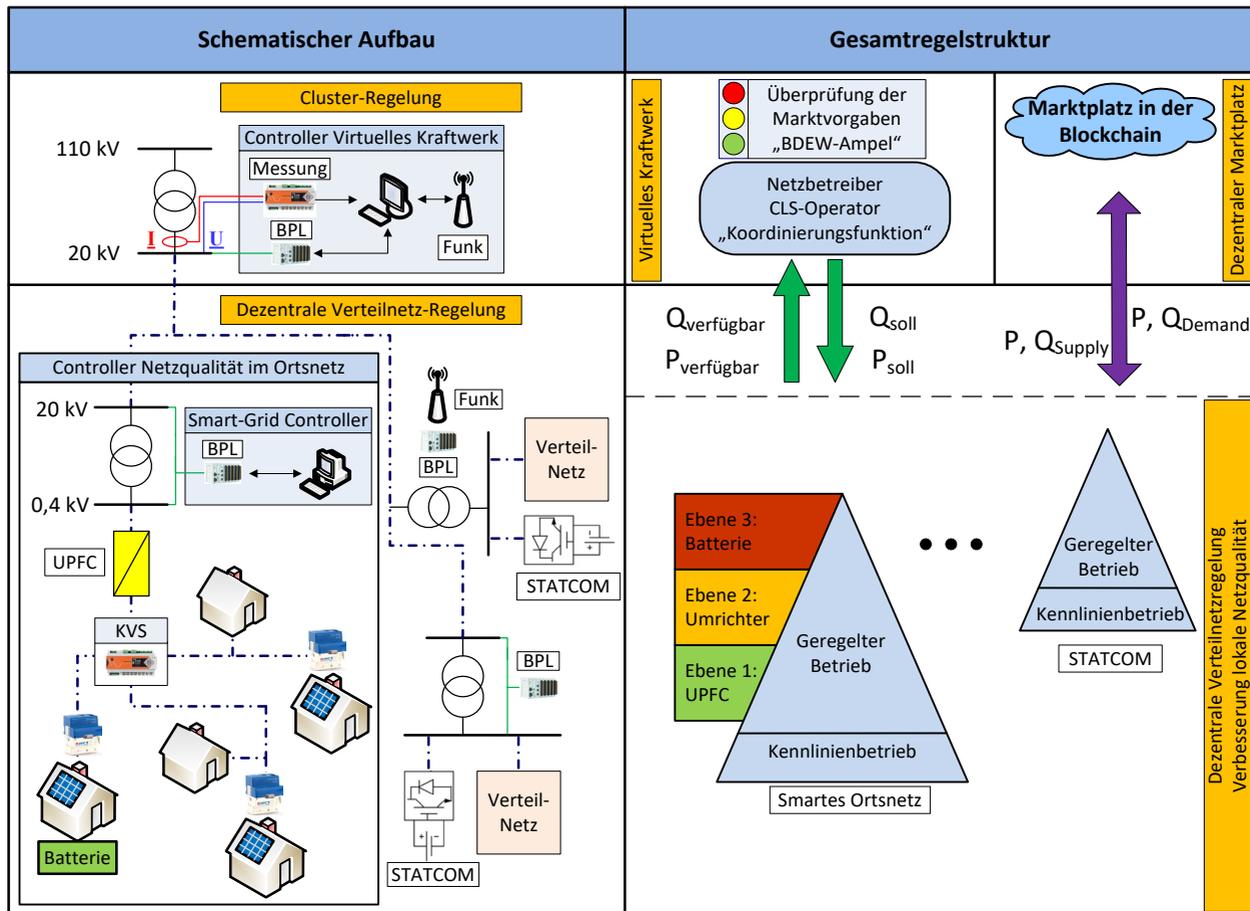
Ziel des Projekts ist daher die Integration der neuen Anforderungen in ein virtuelles Kraftwerk, über welches die leistungselektronischen Betriebsmittel gebündelt werden können:

- Konzeption einer **Kommunikationsinfrastruktur** zur **Verteilnetzautomation** für zukünftige smarte Verteilnetze, unter Berücksichtigung der **Anforderungen des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)**
- Netzübergreifendes **Blindleistungsmanagement** unter Einbeziehung verschiedenartiger innovativer Betriebsmittel
- **Verbesserung der Netzqualität** in Form von **Oberschwingungskompensation** und Spannungssymmetrierung im Verteilnetz durch **Entwicklung und Einsatz neuartiger, modularer Umrichter auf GaN-Basis**
- Berücksichtigung von **dezentralen Marktmechanismen** zur lokalen Nutzung von Wirkleistung und Systemdienstleistungen
- Entwicklung eines **übergeordneten Regelkonzeptes** zur **Erreichung** der beiden Ziele: **Verbesserung der Netzqualität** und netzübergreifendes **Blindleistungsmanagement**

GEFÖRDERT VON



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie



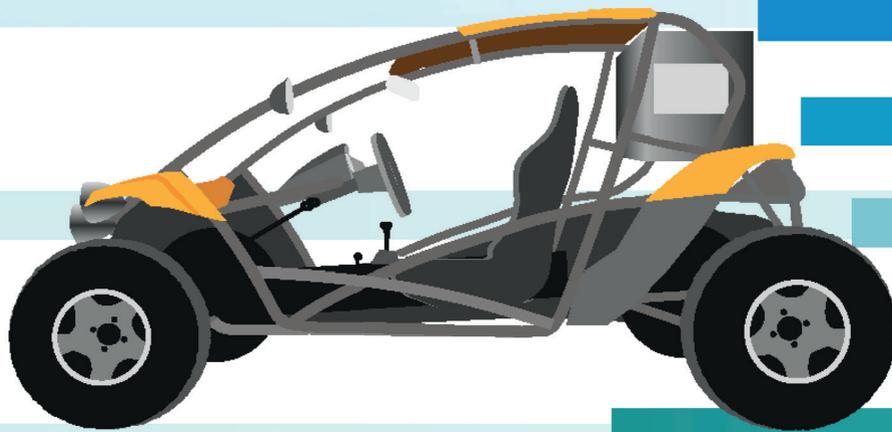
Übersicht des Regelungskonzeptes für Smart-Grids

DER BUGGY

Im Institut für leistungselektronische Systeme (ELSYS) arbeiten Mitarbeiter und Studierende aus der Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik sowie aus der Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik interdisziplinär an aktuellen Forschungsthemen der Energie- und Elektrotechnik zusammen. So betreiben wir aktive Nachwuchsförderung und begeistern die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure für das Zukunftsthema Elektromobilität. Gleichzeitig werden dadurch wertvolle praktische Erfahrungen gesammelt. Ausgangspunkt, das Thema Elektromobilität in dieser Form auszubauen, war das Sponsoring des ECPE European Center for Power Electronics e.V. im Jahr 2010.

DAS ZIEL

„Elektrisch Fahren“ wird anschaulich erprobt. Der von einem Elektromotor angetriebene Buggy wird hierbei als Entwicklungsplattform für zukünftige Forschungsthemen verwendet. Neben der praktischen Erfahrung soll das Thema auch für den Ingenieurberuf begeistern.



Fahrzeugdaten	
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h
Leistung (elek. begrenzt)	15 kW
Leergewicht	550 kg
Forschungsaktivität	seit 2010





Permanenterregte Synchronmaschine

Nennleistung	21 kW
Max. Leistung	75 kW
Max. Drehmoment	70 Nm
Nenn Drehzahl	7000 min ⁻¹

Wasserkühlung

Elektronische Maschinen



Sicherheitskonzept

Überwachung	Isolationswächter
	Stromüberwachung
	Spannungsüberwachung
Temperaturkontrolle	Kühlkreislauf, IGBT, Akku

Kraftübertragung

Kettengertriebe	Eigenentwicklung
	2-stufig

Mechatronische Systeme

Modellbasierte Systemoptimierung



Leistungselektronik

Embedded Systems



Controller

Typ	TI 28069 Piccolo
CPU-Taktfrequenz	90 MHz
Sicherheit	Fehlerüberwachung
Regelung	FOC Stromregelung
Schaltfrequenz	15 kHz

Umrichter

Zwischenkreisspannung	220 V
Zwischenkreis-Topologie	2-Spannungslevel mit IGBT
Zwischenkreiskapazität	3x 750 µF Folienkondensator

Akkumulator

Zelltyp	LiFePO ₄ (20 Ah je Zelle)
Verschaltung	56 in Reihe, 2 parallel
Arbeitsvermögen	7,2 kWh



STU DII

J M

**Das Masterprogramm MAPR wird in Kooperation mit den Hochschulen Amberg/Weiden, Augsburg, Deggen-
dorf, Ingolstadt, München, Nürnberg
und Regensburg angeboten.**

3 SEMESTER REGELSTUDIENZEIT

Das Studium ist eng an konkrete aFuE-Projekte angebunden und wird von einem vertiefenden, auf das jeweils ausgewählte Projekt abgestimmten Lehrmodul begleitet.

Die fachspezifische Ausrichtung hängt vom gewählten Projektthema bzw. den gewählten Lehrveranstaltungen ab. Diese können aus Gebieten der Elektro- und Informationstechnik, der Mechatronik/ Feinwerktechnik sowie aus verwandten Fachrichtungen individuell zusammengestellt werden. Somit ist ein vielfältiges Angebot an Forschungsthemen und Lehrveranstaltungen über die Hochschulgrenzen hinweg gesichert und die Studierenden können bereits während des Studiums wertvolle Kontakte mit Forschungsinstituten und Firmen für die spätere berufliche Tätigkeit knüpfen.

Das Studium Applied Research in Engineering Sciences soll Absolventen vor allem befähigen, in der späteren beruflichen Laufbahn Projekte selbstständig zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren. Der MAPR ist ausdrücklich dazu konzipiert worden, die Voraussetzungen für eine spätere Promotion an einer Universität zu verbessern. Speziell die Forschungsarbeit über 3 Semester und die Auswahl eines Themas mit hohem wissenschaftlichen Anspruch soll dieses Ziel unterstützen. In den 3 Seminarveranstaltungen erlernen die Studentinnen und Studenten das wissenschaftliche Präsentieren ihrer Ergebnisse, selbstverständlich in englischer Sprache. In einer Studiengangevaluation wurde 2015 ermittelt, dass 27 % der MAPR-Absolventen bereits in einem Promotionsvorhaben waren.

ZIELGRUPPE

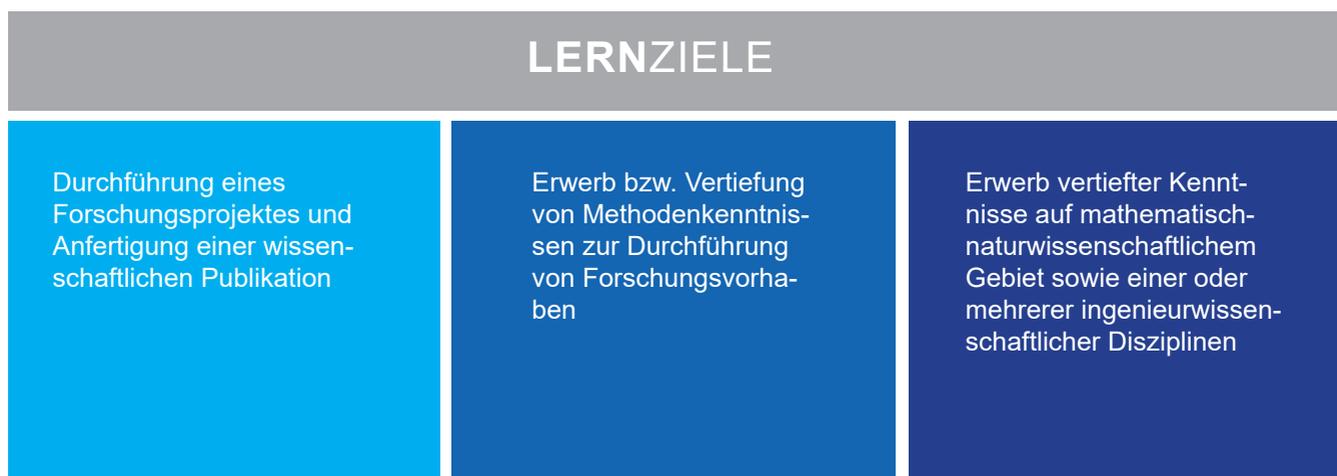
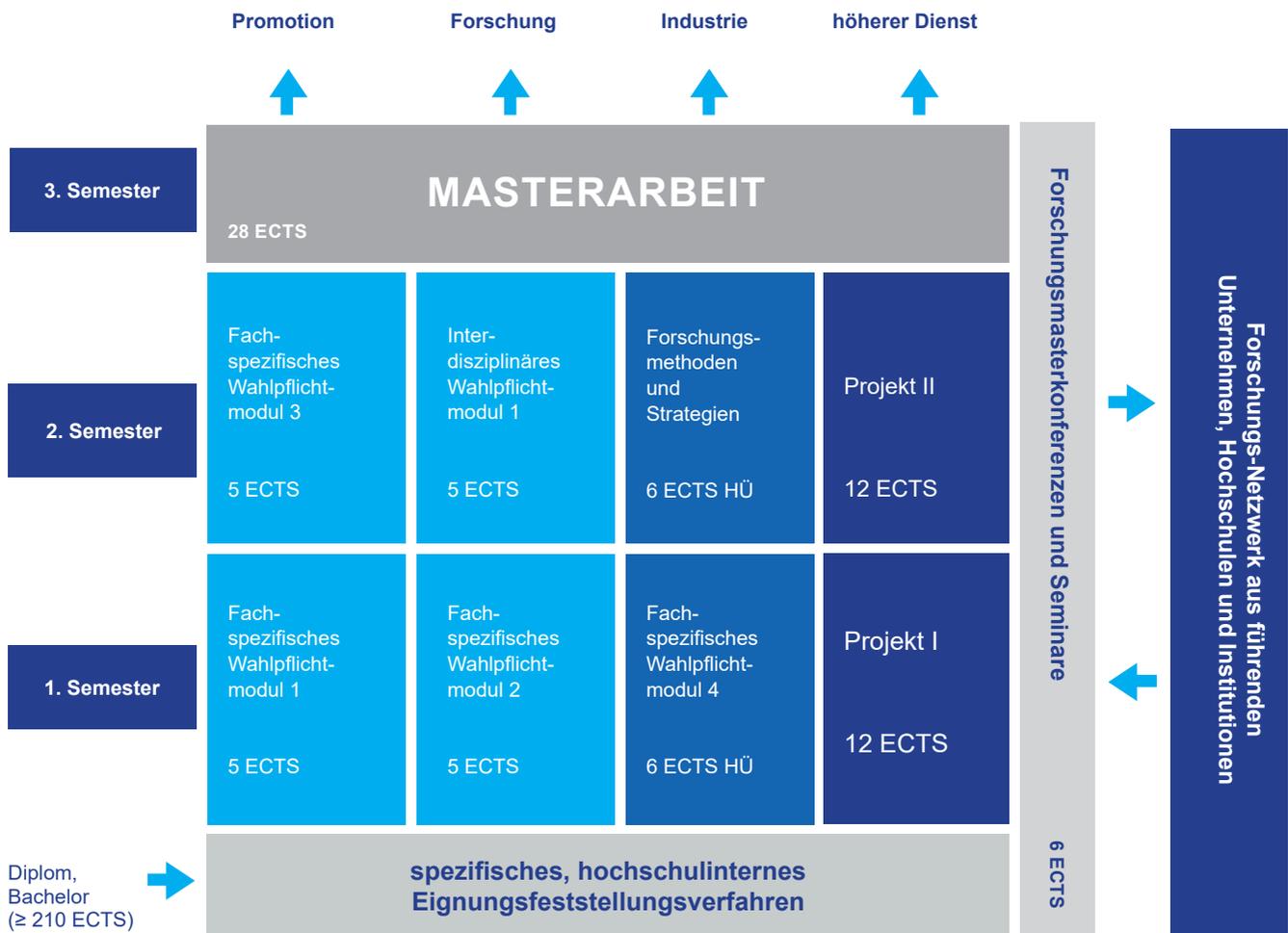
Absolventen von Studiengängen der Elektro- und Informationstechnik, Mechatronik, Feinwerktechnik sowie verwandter Fachrichtungen. Gemeinsamer Studiengang der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, der Technischen Hochschule Deggendorf, der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg, der Technischen Hochschule Ingolstadt, der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Augsburg sowie der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden.

SPEZIALISIERUNGSRICHTUNGEN

Das breite Angebot an Wahlmöglichkeiten in den fachspezifischen Wahlpflichtmodulen ermöglicht eine vielfältige Spezialisierung. Die verschiedenen Themen der Masterprojekte decken weite Bereiche der Ingenieurwissenschaften ab. In Nürnberg beteiligen sich aktuell 7 technische Fakultäten am MAPR-Programm. Insgesamt haben bis zum SS 2016 an den beteiligten Hochschulen 199 Professorinnen und Professoren MAPR-Themen betreut.

MASTERARBEIT

Die Masterarbeit findet im dritten Semester an der Hochschule statt. Sie befassen sich unter intensiver Betreuung in einem Institut oder einem Kompetenzzentrum mit einem aktuellen, anspruchsvollen Forschungs- oder Entwicklungsthema. Die Beteiligung von externen Forschungseinrichtungen oder Firmen ist im Rahmen gemeinsamer Projekte möglich. Teile der Arbeit können dann auch dort durchgeführt werden.



STUDENTISCHE ARBEITEN

SoSe 2019, MA

SoSe 2019, MA

Elektronische und mechatronische Systeme
Geißelbrecht, Ludwig
Implementierung und Validierung einer Fahrzustands-
schätzung für ein Fahrzeug mit elektrischem Einzel-
radantrag

SoSe 2019, BA

SoSe 2019, BA

Maschinenbau
Böhmer, Edith
Entwurf und Modelloptimierung, Konstruktion eines
elektrisch fliegenden Ein-Personen Rettungsgeräts

SoSe 2019, BA

Elektro- und Informationstechnik
Hellwig, Rupprecht
Elektromagnetische Konzeption einer permanenter-
regten Synchronmaschine mit hoher Leistungsdichte

SoSe 2019, BA

Elektro- und Informationstechnik
Höchemer, Sven
Ansteuerung und Betriebsführung einer Hochleis-
tungs-Kühlmittelpumpe

SoSe 2019, BA

Elektro- und Informationstechnik
Karatas, Gökay
Konzeptionelle Untersuchung eines Sperrwandlers mit
schaltbarem Übersetzungsverhältnis

SoSe 2019, BA

Maschinenbau
Naumann, David
Konzeption einer elektrischen Maschine für den Rad-
nabenantrieb eines Formula Student Fahrzeugs

SoSE 2019, BA

Elektro- und Informationstechnik
Pejkovic, Miro
Kapazitiver Halbbrückenwandler

SoSe 2019, BA

Maschinenbau
Richter, Nico
Konzepterstellung, Konstruktion und Simulation eines
elektrischen Flugantriebs mit integrierter Leistungs-
elektronik

SoSe 2019, BA

Maschinenbau
Schübel, André
Konzeptionierung des Antriebsstrangs eines perso-
nentragenden elektrischen VTOL-Flugzeuges

WS 2018/19, MA

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Altrichter, Maximilian
Modellbasierte Regelung eines Motorprüfsystems

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Both, Daniel
Entwurf und Evaluierung klassischer Regelungs-
konzepte für einen Tiefsetzsteller mit einem weiten
Eingangsspannbereich

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Bui, Quoc Viet
Evaluierung von automatisch generiertem VHDL Code
am Beispiel einer feldorientierten Regelung für eine
Asynchronmaschine auf einem SoC FPGA

WS 2018/19, MA

Elektronische und mechatronische Systeme
Döhl, Christoph
Condition Monitoring and Predictive Maintenance
Approach for Platform Screen Doors

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Hausleider, Benjamin
Analytische Beschreibung und modellprädikative Re-
gelung eines Linear-Schwingförderers

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Schönwald, Alexander
Entwicklung und Anwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks zur Regelung von Gleichstrommaschinen

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Walch, Maximilian
Effizienzsteuerung eines Frequenzumrichter gespeisten Pumpenantriebssystems

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Zocher, Markus
Entwicklung eines universell einsetzbaren Low-Side-Gate-Treibers mit Analysemöglichkeiten für den Leistungsschalter

WS 2018/19, MA

Elektro- und Informationstechnik
Foss, Lukas
Numerische und experimentelle Schwingungsanalyse eines Hochdrehzahlprüfstands für Elektromotoren

WS 2018/19, MA

Elektronische und Mechatronische Systeme
Klement, Oliver
Inbetriebnahme und Benchmark einer Multicore-Signalprozessorplattform

WS 2018/19, MA

Elektronische und mechatronische Systeme
Leickert, Jens
Entwicklung einer intelligenten Überstromschutzeinrichtung auf Halbleiterbasis für Hochvolt-Nebenaggregate in Elektrofahrzeugen

WS 2018/19, BA**WS 2018/19, BA**

Elektro- und Informationstechnik
Diegel, Michael
Entwicklung und Evaluierung eines Durchflusswandlers in klassischer und aktiv geklemmter Topologie

WS 2018/19, BA

Elektro- und Informationstechnik
Dobiasch, Philipp
Wireless charging concept creation for an electrified light duty truck

WS 2018/19, BA

Elektronische und Mechatronische Systeme
Vogel, Peter
Verbesserung des thermischen Modells von Leistungs-IGBTs in Umrichtern

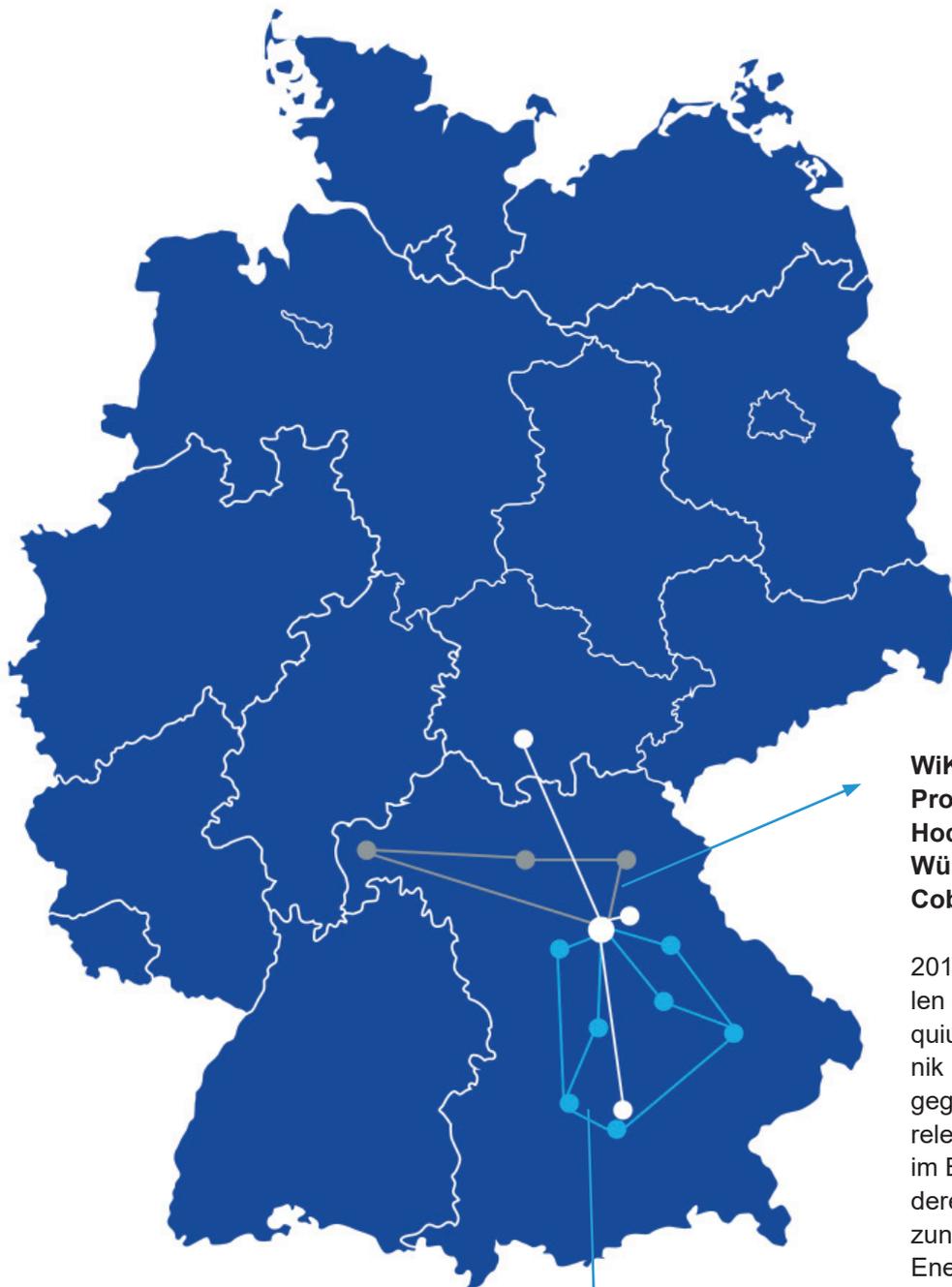
**Wir widmen uns fortlaufend der
Forschung und kooperieren mit Firmen
und Fördergebern.**



WIR FORSCHEN AUS LEIDENSCHAFT

Das Institut für leistungselektronische Systeme (ELSYS) widmet sich fortlaufend der Forschung

Aus diesem Grund ist die intensive Zusammenarbeit mit regionalen sowie überregionalen Unternehmen unabdingbar. Diese Kooperationen sind von großem beidseitigen Nutzen und wir als Institut sind stolz auf unsere innovativen Partner. Die wissenschaftliche Qualität des Projekts steht dabei stets im Vordergrund, daher entscheiden die Institute und Lehrstühle innerhalb der gesetzlichen und institutionellen Rahmenbedingungen, welche Kooperation in Frage kommt.



WiKE³

WiKE³

Promovierenden-Seminar der Hochschulen Aschaffenburg, Würzburg-Schweinfurt, Coburg und Nürnberg.

2013 haben die vier Hochschulen das Wissenschaftliche Kolloquium Elektrische Energietechnik und Elektromobilität (WiKE³) gegründet. Darin werden alle relevanten Forschungsthemen im Bereich Elektromobilität, deren technologische Umsetzung sowie deren nachhaltige Energieversorgung bearbeitet. Das Graduiertenkolleg besteht aus 10 Professoren, 30 Promovierenden und findet in einem Turnus von allen sechs Monaten statt. Die Veranstaltung ist abwechselnd an einer der beteiligten Hochschulstandorte und umfasst zwei Tage.

Kooperative Promotionen mit den Universitäten/Hochschulen

- FAU Erlangen
- TU Ilmenau
- TU München

Hochschulverbund zum Masterstudiengang Applied Research in Engineering Sciences der Hochschulen Nürnberg, Amberg-Weiden, Ansbach, Augsburg, Deggendorf, Ingolstadt, München und Regensburg.

WiKE³

Wissenschaftliches Kolloquium
Elektrische Energietechnik und Elektromobilität

FHWS

Prof. Dr.-Ing. Ansgar Ackva (TTZ-EMO) - Leistungselektronik, Batterie
Prof. Dr.-Ing. Joachim Krempkes - Motoren, elektrische Antriebe
Prof. Dr.-Ing. Andreas KÜchler,
Prof. Dr.-Ing. Markus Zink - Energietechnik, Hochspannung
Prof. Dr.-Ing. Johannes Paulus - Wärmeleittechnik

Siemens, Schneider Electric,
Brose, Preh, Jopp, BMZ,
Überlandwerk Rhön, Winora

TU Ilmenau, TU Berlin, TU
Barcelona, Fraunhofer ISC
Würzburg, Uni Würzburg

- AC u. DC Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
- Vehicle to Grid Technologie, bidirektional
- Energieübertragung, HVDC, Wärmeleitung
- Batteriemonitoring und -balancing
- Batteriealterung und -managementsysteme
- Elektrische Antriebe und deren Auslegung

HAW Coburg

Prof. Dr.-Ing. Michael Rossner - Elektrische Energietechnik
Prof. Dr.-Ing. Omid Forati Kashani - Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik

- Netzstabilisierung durch Batteriespeicher
- Batteriemangement und Materialien
- HV-durchführungen (DC), Gasisolationen
- Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik
- Regelung elektrischer Antriebe
- Stromrichtertopologien und Steuerungen

Trench Germany GmbH,
IBC Solar, Brose, Valeo,
Kasper Schulz

Universität Bayreuth,
TU Ilmenau, Technologie
Allianz Oberfranken (TAO)

HAW Aschaffenburg

Prof. Dr.-Ing. Johannes Teigelkötter - Elektrische Antriebstechnik für Fahrzeuge, Leistungselektronik, Energiespeicher, Batteriemodelle und Prüfverfahren, Messtechnik

- Prüfstand für Traktionsbatterien
- Testen von Batterieeigenschaften
- Entwicklung von Batterie-Prüfverfahren
- Entwicklung von Batteriemodellen

Linde, HBM, TEC-Institut,
Oswald Motoren, BMZ

TU Dresden,
UniBw, MUC

TH Nürnberg

Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz - Elektrische Antriebe
Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß - Leistungselektronik, Smart Grids
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kremser - Elektrische Maschinen

- Generatorkonzepte für regenerative Erzeuger
- neue leistungselektronische Netzstrukturen
- Kopplung Energieerzeuger mit Speichern
- Simulation, Berechnung, Auslegung
- Prüfstände für die hochgenaue Messung von Wirkungsgraden und Effizienzen bis 400 kW

Siemens, Baumüller, Bosch Rexroth,
Schaeffler, Peter Electronic, Andritz,
Klinkhammer

FAU Erlangen, TU München, TU Kaiserslautern, TU Ilmenau, ZAE Erlangen, Fraunhofer IISB Erlangen



Wissenschaftliches Kolloquium in Coburg und Bad Neustadt an der Saale



Das Wissenschaftliche Kolloquium für elektrische Energietechnik und Elektromobilität, kurz WiKE³, findet zweimal im akademischen Jahr statt. Es treffen sich junge Forscher und ihre betreuenden Professoren aus den vier nordbayerischen (Fach-)Hochschulen Coburg, Aschaffenburg, Nürnberg und Würzburg-Schweinfurt zum wissenschaftlichen Austausch und Diskurs. So trafen sich im Februar 11 Professoren und 27 Doktoranden zum 13. wissenschaftlichen Kolloquium, welches in den Räumlichkeiten der Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg, stattfand. Die Themenschwerpunkte des diesjährigen WiKE³ waren die Künstliche Intelligenz (KI), Leistungselektronik, Regelungstechnik, Energieversorgung und Batterieforschung.

Es wurden innovative selbstlernende Algorithmen zur Optimierung einer elektrischen Maschine oder zur Kompensation eines Drehzahlripples einer permanenterregten Synchronmaschine (PMSM) unter exzentrischer Last, präsentiert. Zudem wurden rechenzeitoptimierte Modellierungen anhand eines synchron DC-DC-Wandlers am Beispiel der Dual Active-Bridge, modulare Field Programmable Gate Array (FPGA) Entwicklungsplattform für leistungselektronische und

regelungstechnische Anwendungen, Identifizierung und Stabilität von Dauerschwingungen im Regelkreis, vorgestellt. Des Weiteren stellte ein Gastwissenschaftler der Universität Palermo, seine aktuellen Forschungsergebnisse vor. Ferner wurden neuste Erkenntnisse und Ergebnisse zur aktuellen Batterieforschung und zur dynamischen Abhängigkeiten in DC-Zwischenkreisen vorgestellt und diskutiert.



13 Professoren und 28 Doktoranden aus vier nordbayrischen (Fach-)Hochschulen Aschaffenburg, Coburg, Würzburg-Schweinfurt und Nürnberg trafen sich im Juli zum 14. wissenschaftlichen Kolloquium für elektrische Energietechnik und Elektromobilität, kurz WiKE³, welches diesmal am Technologietransferzentrum Elektromobilität, kurz TTZ-EMO, in Bad Neustadt stattfand. Bei den in halbjährigen Turnus stattfindenden Veranstaltungen berichten die Doktoranden in Fachvorträgen über aktuelle Themen ihrer wissenschaftlichen Arbeiten. Der Themenschwerpunkt des diesjährigen WiKE³ lag auf der Seite der elektrischen Maschine. Es wurden innovative Bauformen wie z.B. die Partitioned-Stator Flux Reversal Machine (PS-FRPM), analytische Berechnungsmethoden für die Transversalflussmaschine, der automatisierte Wicklungsentwurf für eine symmetrische Multiphasenmaschine mit einer (un-)geraden Anzahl an Phasen und neue Berechnungsverfahren für die Vorausberechnung der Verlustleistungen in elektrische Maschinen, vorgestellt. Des Weiteren besuchten die WiKE³-Teilnehmer die Firma Valeo Siemens eAutomotive in Bad Neustadt mit einem Fertigungsrundgang und gewannen erste Eindrücke über

neueste Entwicklungen und Eindrücke aus der Praxis. Dort werden modernste Antriebe für Elektro- und Hybridfahrzeuge entwickelt und produziert. Zudem wurden neuste Erkenntnisse und Ergebnisse zu Isolationssystemen, deren Zuverlässigkeit in der Energieversorgung bei Einsätzen bis 1000 Kilovolt eine zentrale Rolle spielen, vorgestellt. Ferner wurden auch Ergebnisse zu neuartigen Batteriesystemen mit einer verbesserten Lebensdauer sowie Arbeiten aus der Leistungselektronik präsentiert und diskutiert.

Pressekontakt:
Hochschule Würzburg-Schweinfurt
Ignaz-Schön-Str. 11
97421 Schweinfurt

Katja Klein
katja.klein@fhws.de



Sebastian Wendel (l.) und Prof. Dr.-Ing. Matias Diaz (r.) bei einer gemeinsamen Probefahrt mit dem Elektro-Buggy des Instituts.
Workshop zur Forschungsk Kooperation in Nürnberg im Dezember 2017.

FORSCHUNGSKOOPERATION

TH NÜRNBERG - USACH CHILE - TU MÜNCHEN



Mitglieder der Kooperation / Teilnehmende Universitäten: TH Nürnberg Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz (Mitarbeiter: Sebastian Wendel), Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wagner (Mitarbeiter: Andreas Geiger), Prof. Dr.-Ing. Flaviu Popp-Nowak, TU München Prof. Dr.-Ing. Ralph Kennel (Mitarbeiter: Eyke Liegmann), Universidad de Santiago de Chile (USACH) Prof. Dr.-Ing. Felix Rojas, Prof. Dr.-Ing. Matias Diaz

IDEE / ZIEL DER KOOPERATION

Die gemeinsame Entwicklung einer performanten Echtzeit-Berechnungsplattform zur Regelung von leistungselektronischen Systemen.

Ziel ist es, einen Wissensaustausch zum Thema neuartiger Berechnungsplattformen wie dem Zynq-SoC in Kombination mit der automatisierten HDL-Generierung aus der MATLAB/Simulink-Simulationsumgebung zu ermöglichen.

Die internationale Forschungsk Kooperation ermöglicht die Aufteilung der hierbei anstehenden Aufgaben über mehrere Institute und stärkt des Weiteren den interkulturellen Austausch zu den aktuellen Forschungsthemen am Institut ELSYS. Die Forschungsk Kooperation erfolgt mit der Technischen Universität München und der Universidad de Santiago de Chile (USACH). Prof. Dr.-Ing. Felix Rojas Lobos von der USACH hat an der Technischen Universität München auf dem Gebiet der Regelung von leistungselektronischen Systemen promoviert. Durch den Forschungsaustausch zwischen Sebastian Wendel vom Institut ELSYS und Prof. Dr.-Ing. Felix Rojas wurde in Zusammenarbeit mit Eyke Liegmann, Andreas Geiger, Prof. Dr.-Ing. Matias Diaz und Prof. Dr.-Ing. Flaviu Popp-Nowak die Idee für die gemeinsame Berechnungsplattform geboren. Es ist eine langfristige, wissenschaftliche und interkulturelle Zusammenarbeit geplant, wodurch alle beteiligten Hochschuleinrichtungen profitieren sollen. Diese erste Forschungsk Kooperation soll langfristig den Grundstein für weitere Forschungsarbeiten legen.

- Entwicklung, Entwurf und Nutzung einer gemeinsamen Berechnungsplattform für leistungselektronische Systeme.
- Teilen von Ideen, Hardware und Software IP-Blöcken in Bezug auf eine gemeinsame Nutzung für leistungselektronische Systeme.
- Die Entwicklung basiert auf einer Zynq UltraScale System-on-a-Chip (SoC)-Lösung von Xilinx.
- Verschiedene dieser Zynq-Module können auf eine selbstentwickelte Trägerplatine gesteckt werden.
- Die genannte Trägerplatine hat verschiedene Adapterplatinen für z.B. die Analog-Digital-Wandlung oder die Gate-Signale für die Ansteuerung von Halbleitern.
- Nutzung des HDL-Coders und Embedded Coders für die automatisierte Codegenerierung (Rapid Control Prototyping) aus MATLAB/Simulink.
- Eine Algorithmen-Verteilung zwischen Mikrocontroller und Field Programmable Gate Array (FPGA).
- Schneller und deterministischer Datenaustausch zwischen FPGA und Mikrocontroller.
- Datenübertragung zu einem externen Computer über Ethernet.

INSTIT

TUT

**Das Institut ELSYS ist eine
Forschungseinrichtung für
energieeffiziente Antriebstechnik
und Leistungselektronik.**

DAS INSTITUT ELSYS

INSTITUT FÜR LEISTUNGS-
ELEKTRONISCHE SYSTEME

Das Institut ELSYS wurde im Jahr 2000 gegründet. Im August 2006 übernahm Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß (Fakultät Elektrotechnik) die Leitung des Instituts. Dadurch erhielt das Institut eine neue Ausrichtung mit den Schwerpunkten Leistungselektronik und elektrische Energietechnik. Derzeit beschäftigt ELSYS 16 wissenschaftliche Mitarbeiter, 7 Masterstipendiaten, 8 Promovierende und eine Teamassistentin. Zahlreiche Studierende werden entsprechend ihrem Studienfortschritt und ihren Fähigkeiten in die Aktivitäten eingebunden.

Im Netzwerk ECPE European Centre of Power Electronics wurde ELSYS im Jahr 2007 zum „Centre of Competence“ ernannt. ELSYS beteiligt sich aktiv an der Vision von ECPE, Europas Innovationskraft zu stärken und die führende Rolle Europas in zukünftigen Schlüsselbereichen wie Energieerzeugung, Energieverteilung, Energieverwendung sowie Energieeinsparung zu halten und weiter auszubauen, um die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Leistungselektronik-Industrie zu stärken.

2008 konnte Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz (Fakultät Elektrotechnik) mit dem Themenschwerpunkten Antriebssysteme und Energieeffizienz für die Institutsleitung von ELSYS gewonnen werden und leitet zusammen mit Prof. Dr.-Ing. Andreas Kremser die Antriebsgruppe am Energie Campus Nürnberg.



UNSERE DIENSTLEISTUNGEN

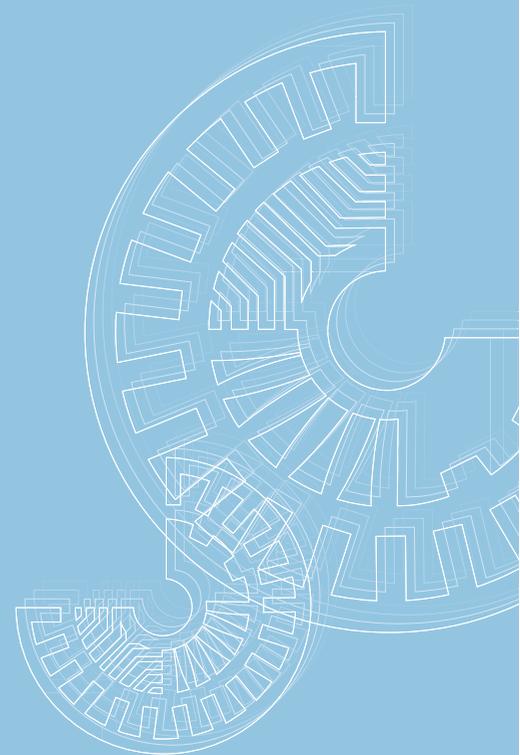
- Berechnung von Motoren und Antrieben
- Engineering Dienstleistung
- Messungen an Motoren und Umrichtern
- Energieeffizienzanalysen
- Strategien zur Effizienzsteigerung
- Entwicklungsunterstützung
- Unterstützung beim Aufbau von Prüfständen & Komponenten
- Umrichterentwicklung
- Softwareentwicklung

SIE SIND AN EINER ZUSAMMENARBEIT INTERESSIERT?
KONTAKTIEREN SIE UNS:

Telefon: +49 (0)911 5880-1814
Fax: +49 (0)911 5880-5368

Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg
Gebäude KA, Raum KA.134

www.th-nuernberg.de/elsys



ORGANISATION

INSTITUTSLEITUNG



PROF. DR.-ING.
NORBERT GRAß
norbert.grass@th-nuernberg.de



PROF. DR.-ING.
ARMIN DIETZ
armin.dietz@th-nuernberg.de

TEAMASSISTENZ



SILVIA LÜHRING
silvia.luehring@th-nuernberg.de
Tel.: +49 (0)911 5880-1814
Fax.: +49 (0)911 5880-5368

Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg
Gebäude KA, Raum KA.134

LABORMANAGEMENT

DIPL.-ING.
HENNING MAUERMANN
henning.mauermann@th-nuernberg.de
Tel.: +49 (0)911 5880-1813
Fax.: +49 (0)911 5880-5368

Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg
Gebäude KA, Raum KA.134

PROFESSOREN

Prof. Dr.-Ing.
Norbert Graß

Prof. Dr.-Ing.
Armin Dietz

Prof. Dr.-Ing.
Andreas Kremser

FACHBEREICHE UND WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER

Elektrische Maschinen	Mechatronische Systeme	Modellbasierte Systemoptimierung	Leistungselektronik	Embedded Systems
K. Deepak	Y. Hei	M. Hoerner	M. Gerstner	M. Hoerner
D. Jagosz	S. Hörlin	T. Schindler	S. Hörlin	T. Schindler
L. Rabenstein	R. Wachter		C. Köbler	S. Wendel
M. Regnet			M. Zocher	
R. Steckel				

MITARBEITER ENTWICKLUNG



LEISTUNGEN

5

Leistungs-
bereiche



STANDORT UND AUSSTATTUNG

STANDORT 1



Institut ELSYS
Technische Hochschule Nürnberg
Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg
Raum KA.134/136

STANDORT KEßLERPLATZ

Institut ELSYS

Das Labor für Leistungselektronik ist mit Labor-tischen und Schutzkabinen ausgestattet. Es stehen Leistungsanschlüsse bis 250 A zur Verfügung. Hier erfolgt die Entwicklung und Erprobung von leistungselektronischen Systemen und Komponenten inkl. Steuerung und Regelung. Im Erdgeschoss befindet sich ein weiteres Labor mit mehreren Prüfkabinen, wo Inbetriebnahme, Test und Optimierung der entwickelten Systeme erfolgen.

Die Ausstattung ist besonders auf die Messung und Auswertung verschiedenster Parameter und Betriebsgrößen ausgelegt. Ebenso befindet sich dort die Werkstatt zur Fertigung mechanischer Komponenten. In zwei weiteren Laboren beschäftigen wir uns hauptsächlich mit der Steuerung und Regelung von leistungselektronischen Systemen und dem Entflechten von Platinen.

STANDORT 2



Institut ELSYS
Technische Hochschule Nürnberg
Energie Campus Nürnberg „Auf AEG“
Fürther Straße 250, 90429 Nürnberg
Haus 11 (Eingang 5; 2. bis 4. OG)

STANDORT FÜRTHER STRASSE

„Auf AEG“, Energie Campus Nürnberg

Der Energie Campus Nürnberg (EnCN) ist ein Struktur-förderprojekt des Freistaates Bayern zur Stärkung des Wirtschafts- und Energiestandortes Nürnberg und ist in zehn Einzelprojekte aufgeteilt.

Die durch Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz geleitete Antriebsgruppe im Teilprojekt „PROCESS“ des Energie Campus Nürnberg forscht im Bereich der energieeffizienten Antriebs- und Maschinenkonzepte. Im Rahmen dieses Teilprojektes wurden drei Antriebsprüfstände unterschiedlicher Leistungsklassen aufgebaut. Die Ausstattung an Messgeräten umfasst insbesondere

hochpräzise Leistungs-, Strom- und Spannungsmesssysteme zur Verlust- und Wirkungsgradbestimmung. Die Forschungsarbeiten beinhalten überwiegend die Verlustminimierung von elektrischen Maschinen und die Wirkungsgradverbesserung von mechatronischen Antriebssträngen. Am Institut ELSYS wurde ein Messplatz zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von Werkstoffen im Elektromaschinenbau geschaffen. Die Besonderheit dabei ist, dass Stromstärken bis zu 300 Ampere zur Erzeugung des magnetischen Feldes genutzt werden können, um magnetischer Flussdichten heutiger Maschinen gerecht zu werden. Zur Verfügung stehen zwei Epsteinrahmen und ein Einzelstreifen-tester mit optionaler Anlegung von mechanischen Druck- und Zugspannungen. Ringmagnetisierungen sowohl unter AC- als auch DC-Magnetisierung sind möglich.

INSTITUT ENTWICKLUNG

2019

Erfolgreicher Promotionsabschluss von Dr.-Ing. Michael Reinlein, ehem. wissenschaftlicher Mitarbeiter

2013

Gründung WiKE³

Kooperation mit dem Energie Campus Nürnberg

2008

Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz wird als weiterer Institutsleiter gewonnen

Gründungsmitglied des Clusters Mechatronik und Automation

2000

Gründung

2017

Forschungskooperation TH Nürnberg mit der USACH Chile

2010

Zweiter Standort „Auf AEG“

2007

Ernennung zum „Centre of Competence“

2006

Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß wird Institutsleiter

STANDORTE

2

Standorte
in Nürnberg



KONFERENZEN UND VERANSTALTUNGEN

12.05. - 15.05.2019, San Diego, USA

19 IEEE International Electric Machines & Drives Conference (IEMDC)



Forscher des ELSYS - Institut für leistungselektronische Systeme präsentierten ihre neuesten Arbeiten auf der #IEMDC2019 in San Diego, CA. Eine vergleichende Effizienzanalyse einer dreiphasigen und einer zweiphasigen Dreiphasen-Induktionsmaschine wurde in der Sondersitzung zur Mehrphasenmaschine der 11. Ausgabe der IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC) vorgestellt und diskutiert. Die Konferenz war sehr anregend und eine gute Gelegenheit, neue Ideen zu sammeln und tiefgehende Diskussionen mit Experten auf dem Gebiet der Mehrphasenmaschinen auf der ganzen Welt zu führen. Wir freuen uns auf die IEMDC2021!

14.05.2019 Wien, Österreich

Automation Day 2019: Künstliche Intelligenz im industriellen Einsatz



Um den zukünftigen Herausforderungen zu begegnen, stand der vom ASQF veranstaltete 28. Automation Day unter dem Motto „Automation Day 2019: Künstliche Intelligenz im industriellen Einsatz“. Der Einsatz von Verfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens bietet auch in der elektrischen Antriebstechnik ein hohes Potential. Das Institut ELSYS gab daher einen Überblick.

15.05.2019, Nürnberg

efi Kolloquium „Future Mobility“



Im Rahmen des efi Kolloquiums „Future Mobility“ sprach unter anderem der ehemalige ELSYS Mitarbeiter Dr.-Ing. Michael Reinlein, Porsche Weissach, zum Thema „Elektrischer Sportwagen - Hochperformante elektrische Maschinen für den Rundstreckenbetrieb“. Was sind die Anforderungen an eine elektrische Maschine für einen Sportwagen? Ein Elektromotor mit extrem hoher Leistungsdichte, hohem Wirkungsgrad sowie hoher Leistungskonstanz über den ganzen Drehzahlbereich und auf Dauer. Weitere Ziele wie Wirtschaftlichkeit und Reichweite des Gesamtfahrzeugs dürfen dabei nicht vernachlässigt werden. Der Beitrag zeigte technische Herausforderungen und Trends hochperformanter elektrischer Maschinen für den Rundstreckenbetrieb auf.

17.05. und 24.10.2019, Stuttgart

Frühjahrs- und Herbstsitzung des Fachausschusses 3.3 „Elektrische Geräte- und Stellantriebe“

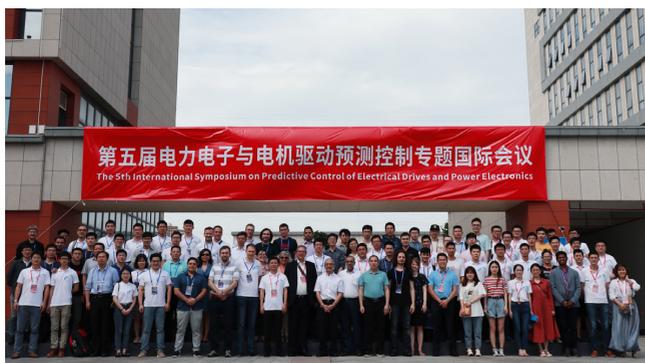


Die Frühjahrssitzung des VDE GMM Fachausschusses 3.3 – Elektrische Geräte- und Stellantriebe fand 2019 beim Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik der Universität Stuttgart statt. Die Teilnehmer besuchten im Rahmen der Sitzung dort den Forschungscampus Arena 2036, eine hochflexible Forschungsplattform für die Mobilität und Produktion der Zukunft. Zur Herbstsitzung traf sich der Teilnehmerkreis aus dem Fachbereich „Feinwerktechnik und Mechatronik“ bei der auf 3D-Druck und additive Fertigung spezialisierten Firma alphacam GmbH in Schorndorf. Unter dem Vorsitz von Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz tagten die Teilnehmer zu aktuellen Themen wie der erfolgreichen IKMT 2019 und dem Stand der neuen Auflage des Handbuchs für elektrische Kleinantriebe. Bei einem anschließenden Firmenrundgang erhielt der Fachausschuss einen Einblick in die Welt modernster 3D-Druck- und Produktionssysteme für Kunststoff- und Metalldruck.

KONFERENZEN UND VERANSTALTUNGEN

**31.05. - 02.06.2019, Quanzhou,
China**

5th Symposium on Predictive Control of Electrical Drives and Power Electronics (PRECEDE)



Das „5th Symposium on Predictive Control of Electrical Drives and Power Electronics“ (PRECEDE) fand dieses Jahr in Quanzhou, China, statt. Forscher des ELSYS - Institut für leistungselektronische Systeme, stellten ihre neuesten Arbeiten auf dem Gebiet der modellbasierten prädiktiven Regelung (MPC) vor. Die prädiktive Regelung ist eine wichtige fortschrittliche Regelungstechnik für die Steuerung von leistungselektronischen Wandlern und Antrieben, die mit modernen Mikroprozessoren kostengünstig implementiert werden kann und es ihnen ermöglicht, die Probleme schwieriger Multivariablenregelungen zu lösen. Das ELSYS stellte einen neuen MPC-Algorithmus mit einem variablen Schaltpunkt zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit vor. Die Konferenz war sehr anregend und eine gute Gelegenheit, neue Ideen zu sammeln und intensive Diskussionen zu führen.

**29.08. - 31.08.2019, Nancy,
Frankreich**

19th International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering (ISEF)



In Zusammenarbeit mit der Siemens Mobility GmbH wurden im Rahmen einer Bachelorarbeit die physikalischen Eigenschaften von Permanentmagnet-Rotoren näher untersucht. Durch eine gezielte Auslegung der Läufergeometrie konnte gezeigt werden, dass die Stromwärmeverluste im Stator im Bereich der konstanten Leistung deutlich verringert werden konnten. Diese Ergebnisse wurden von Jonas Bruckschlögl auf der ISEF 2019 präsentiert, Betreuer und Co-Autoren waren Dr. Johannes Germishuizen von der Siemens Mobility GmbH und Prof. Dr.-Ing. Andreas Kremser. Die Stadt Nancy befindet sich in der Region Grand Est zwischen Straßburg und Metz im Nordosten von Frankreich. Sehenswert ist besonders die historische Altstadt von Nancy rund um den Platz Stanislaw, welcher zum UNESCO Weltkulturerbe zählt. Organisiert wurde die Konferenz von der Group of Research in Electrical Engineering of Nancy (GREEN), einem Forschungsinstitut der Universität Lorraine. Der Titel der Veröffentlichung lautet: J. Bruckschlögl, J. Germishuizen und A. Kremser Design optimisation of IPM machines considering the constant power range.

01.08.2019, Nürnberg

Einweihung des Bühler-Motor-Mechatronic-Labors



Die Bühler Motor GmbH baut ihre Kooperation mit der TH Nürnberg weiter aus und sponsert das Labor KA.028 im Hauptgebäude der Hochschule am Keßlerplatz. Studierende der Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik (efi) nutzen künftig das Bühler-Motor-Mechatronic-Labor. Gerhard Hofmann, Mounir Kudsi und Thomas Peterreins von der Bühler Motor GmbH sind selbst ehemalige Studenten der TH Nürnberg. Zusammen mit Prof. Dr. Ralph Blum, Vizepräsident der TH Nürnberg, Prof. Dr.-Ing. Frank Pöhlau, Dekan der Fakultät efi, und Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz weihten sie das Labor ein. Die Bühler Motor GmbH mit Hauptsitz in Nürnberg ist im Bereich elektrischer Antriebstechnik tätig und produziert neben Motoren und Pumpen auch die entsprechende Sensorik und Aktuatorik. Mit insgesamt 1.850 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die Bühler Motor GmbH weltweit an 11 Standorten verteilt auf drei Kontinenten vertreten. Die Hauptkunden kommen aus der Automobilbranche, der Medizintechnik und der Luftfahrtindustrie.

04.09. - 05.09.2019, Schweinfurt

11. E-MOTIVE Experten Forum der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA)



Vom 04.09.2019 bis zum 05.09.2019 fand das 11. E-MOTIVE Experten Forum der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) in Schweinfurt statt. Bei der jährlich stattfindenden Tagung berichten OEMs und Zulieferer über aktuelle Themen aus Forschung und Entwicklung, sowie Forschungseinrichtungen aus laufenden Projekten der FVA. Das Institut ELSYS präsentierte sich mit einem Plakat bei der „Leistungsshow der Institute“. Aus dem gemeinsam mit dem Technologietransferzentrum Elektromobilität (TTZ-EMO) der Hochschule Würzburg-Schweinfurt bearbeiteten Projekt FVA „Dynamische Abhängigkeiten im DC Zwischenkreis“, präsentierten wir vor Fachpublikum aktuelle Ergebnisse des Projekts. Die beiden Hochschulen sind stolz darauf neben anderen namhaften Universitäten als Partner an gemeinschaftlicher vorwettbewerblicher Forschung im Rahmen von FVA Projekten mitwirken zu dürfen. Zu dem vorgestellten Projekt ist bereits ein Folgeprojekt aus FVA Eigenmitteln genehmigt worden, was Anfang September 2019 gestartet ist.

KONFERENZEN UND VERANSTALTUNGEN

26.09.2019, Sancti Spiritus, Kuba

Auftaktveranstaltung „Energiewende“ University of Sancti Spiritus



Das geografisch ansprechende Land Kuba hat sich eine Energiewende zum Ziel gesetzt. In den nächsten Jahren bis 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien von 4 auf 21 % gesteigert werden, was nur durch Einbindung der geografischen Vorteile machbar ist. Im Team aus verschiedenen Universitäten und Instituten aus Deutschland haben auch Vertreter aus Nürnberg, Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz und Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Krcmar mit ihren Mitarbeitern Michael Gerstner und Christian Allar, an einem Auftaktseminar in der Stadt Sancti Spiritus teilgenommen. Die gemeinsamen Ziele wurden definiert, sodass eine weitere Zusammenarbeit in Aussicht steht.

02.10. - 05.10.2019, Genua, Italien

2019 21st European Conference on Power Electronics and Applications (EPE' 19 ECCE Europe)



Im zweiten Jahr in Folge stellten Sebastian Wendel und Barnabas Haucke-Korber vom Institut ELSYS ihre neusten Ergebnisse im Bereich von kaskadierten, modellprädiktiven Reglern auf der EPE ECCE Europe vor. Die EPE hat in diesem Jahr in Genua, Italien stattgefunden. Das vorgestellte Verfahren ermöglicht es, vorausschauend eine hohe Dynamik im Strom bzw. Drehmoment zu stellen, als auch gleichzeitig mechanische Schwingungen am Antriebsstrang zu dämpfen. Die EPE ist eine der renommiertesten Konferenzen im Bereich Leistungselektronik sowie Regelung von leistungselektronischen Systemen. Die dortigen Diskussionen waren überaus interessant und haben das Netzwerk der Mitarbeiter als auch des Institutes gestärkt. Wir freuen uns bereits auf die EPE im kommenden Jahr.

09.10.2019, Nürnberg

Besuch einer Delegation aus der Ukraine „AUF AEG“



Am 09.10.2019 stellten Vertreter des EnCN Ihre Themen einer interessierten Delegation aus der Ukraine vor. Thema des Treffens war die Energieeffizienz im Gebäudesektor, sodass Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Krcmar und Prof. Dr.-Ing. Günter Kießling Ihre Forschungsergebnisse gut vorstellen konnten. Auch das Institut ELSYS konnte durch Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz und Michael Gerstner ihre Themen vorstellen und zu einer interessanten Diskussion anregen, welche in der anschließenden Laborführung weitergeführt wurde.

10.09. - 11.09.2019, Würzburg

12. Fachtagung Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik (IKMT)



Im Rahmen der 12. Fachtagung Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik (IKMT) vom 10. bis 11. September 2019 wurden von Wissenschaftlern des Institut ELSYS erste Forschungsergebnisse zum Einsatz von maschinellem Lernen in der Regelung von elektrischen Antrieben vorgestellt. Es wurden verschiedene Algorithmen des Reinforcement Learning zur Kompensation der Drehzahlwelligkeit verglichen und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile untersucht. Die zweitägige Veranstaltung in Würzburg bot zahlreiche interessante Vorträge sowie spannende Diskussionen mit den Teilnehmern.

KONFERENZEN UND VERANSTALTUNGEN

14.11. - 15.11.2019, Waischenfeld, Bayreuth

3. Netzwerktreffen des Verbundkollegs Energie



Das 3. Netzwerktreffen des Verbundkollegs Energie fand vom 14. bis 15. November auf dem Fraunhofer Forschungscampus im fränkischen Waischenfeld statt. Die zahlreichen Teilnehmer konnten sich und Ihre Projekte in Vorträgen vorstellen. In freien Diskussionsrunden und beim Kaminabend gab es auch Zeit über neue Ideen, Projekte und Kooperationen zu sprechen. Vielen Dank an alle Teilnehmer, die dieser Tagung zum Erfolg verholfen haben.

14.11. - 17.11.2019, Lissabon, Portugal

45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON)



Ihre Forschungsergebnisse konnten Mitarbeiter des Institutes mit dem Beitrag „Experimental Comparison of DC/DC Converters for Wide Input Voltage Ratio Applications“ auf der diesjährigen IECON in Portugal – Lissabon vorstellen. Die jährlich stattfindende Konferenz bot gute und spannende Vorträge in den Fachgebieten der Leistungselektronik und Regelungstechnik. Neben diesen Fachbeiträgen, kam jedoch auch das Kulturelle nicht zu kurz. Neben einem ausgiebigen Abendprogramm aus traditioneller portugiesischer Musik sowie einer Tanzshow, bietet Lissabon genügend weitere Sehenswürdigkeiten. Die nächste Konferenz findet in Singapur statt. Wir sind gespannt wie es dort wird...

17.11. - 21.11.2019, Palermo, Italien

Besuch der Universität Palermo im Rahmen der Bayerischen Forschungsallianz



Das Institut ELSYS stellte im Jahr 2019 erfolgreich einen Antrag bei der Bayerischen Forschungsallianz zur Anbahnung internationaler Forschungs Kooperationen (BayIntAn). Mit den bewilligten Mitteln vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst konnte eine erste intensive Kontaktaufnahme mit den Professoren Di Tommaso und Miceli vom Department of Energy, Information Engineering and Mathematical Models der Universität Palermo finanziert werden, um das internationale Expertennetzwerk im Bereich Antriebstechnik in der E-Mobilität des Instituts zu erweitern. Mit dem Besuch der Professoren aus Palermo in Nürnberg und einem Gegenbesuch von Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz und dem wissenschaftlichen Mitarbeiter Richard Steckel an der Universität Palermo, konnten zum einen die Infrastruktur der jeweiligen Einrichtung kennen gelernt und mögliche Kooperationen in Forschungsprojekten besprochen werden. Erste Schritte zur weiteren Vertiefung der Beziehungen innerhalb von Forschungsprojekten im Bereich Antriebe mit Mehrphasenmaschinen wurden bereits begonnen und weitere Treffen sind für das Jahr 2020 bereits geplant. Des Weiteren sind Forschungsaufenthalte des wissenschaftlichen Personals bzw. der Doktoranden in der jeweiligen Einrichtung geplant, um die Vernetzung des Institut ELSYS in der Scientific Community weiter zu steigern. Das Institut ELSYS bedankt sich an dieser Stelle für die konstruktiven Diskussionen, die wertvollen Anregungen und nicht zuletzt der unübertroffenen Gastfreundlichkeit der Kollegen von der Universität Palermo!

26.11. - 28.11.2019, Nürnberg

Vorstellung des Konzepts der UltraZohm-Berechnungsplattform auf der SPS IPC Drives



Mitarbeiter vom Institut ELSYS präsentieren zusammen mit weiteren Kollegen der TH Nürnberg und TU München das Konzept der UltraZohm-Berechnungsplattform auf dem Xilinx-Messestand während der SPS IPC Drives. Eine sehr gute Zusammenarbeit zwischen der Technischen Hochschule Nürnberg, der Technischen Universität München, der Universität Santiago de Chile sowie dem Chip Hersteller Xilinx. Die Berechnungsplattform ist ein Enabler für die Modellbasierte prädiktive Regelung, Multi-Phasen Antriebe sowie Multi-Level Umrichter. Die Zusammenarbeit soll im kommenden Jahr durch ein gemeinsames Forschungsprojekt intensiviert sowie ein Derivat als Open Access zur Verfügung gestellt werden.

KONFERENZEN UND VERANSTALTUNGEN

03.12. - 04.12.2019, Esslingen am Neckar

9th International Electric Drives Production Conference (EDPC)



Vom 03. bis 04.12.2019 fand die 9. Electric Drives Production Conference (EDPC) in Esslingen am Neckar statt. Experten aus Industrie und Forschung präsentierten Fachbeiträge zu hochinnovativen Fertigungstechnologien für die elektrische Antriebstechnik. Im Rahmen der Konferenz stellte Martin Regnet aktuelle Forschungsergebnisse zum Einfluss des Stanzwerkzeugverschleißes auf die magnetischen Eigenschaften von Elektroblechen vor. Dabei wurde aufgezeigt wie diese Einflüsse bei der Berechnung elektrischer Maschinen berücksichtigt werden können. Die zweitägige Veranstaltung bot eine ideale Gelegenheit für einen regen wissenschaftlichen Austausch mit Industriepartnern und wissenschaftlichen Einrichtungen mit themenverwandtem Forschungsfokus.

05.12.2019, Nürnberg

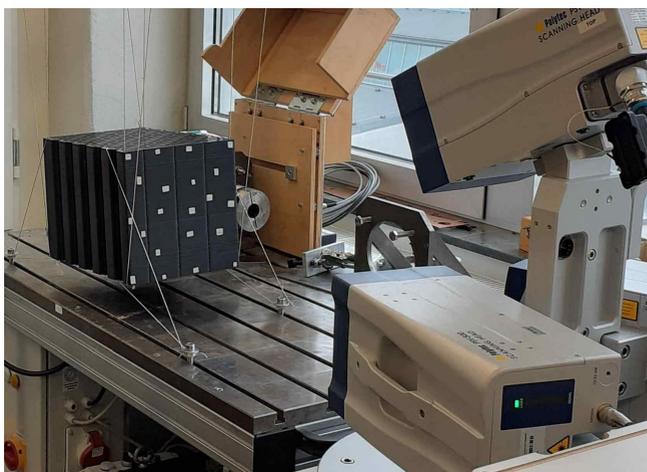
EnCN-Jahreskonferenz



An der diesjährigen Jahreskonferenz des EnCN zeigten sich die Wissenschaftler vom ELSYS von ihrer leistungselektronischen Seite. Herr Christian Köbler beeindruckte durch seine Forschungsergebnisse im Punkte Regelung von Mehrphasenmaschinen, welche er zusammen mit Herrn Richard Steckel im Rahmen der 2ten Förderphase des EnCNs erfolgreich erarbeitet hat. Herr Michael Gerstner führte zeitgleich die Zuhörer durch ausgewählte Themen der DC/DC Wandler für einen großen Eingangsspannungsbereich, welches er im Rahmen des öffentlich geförderten Projektes UWR-PSU gemeinsam mit der Firma MEN / Duagon erfolgreich erarbeitet hat. Wir freuen uns schon auf die Entwicklungen im Jahr 2020 und auf weitere spannende Vorträge bei der nächsten Jahreskonferenz des EnCNs hier auf AEG.

05.12.2019, Nürnberg

Modalanalyse von 3D-gedruckten Ziegeln - interdisziplinäre Zusammenarbeit



Im Rahmen der interdisziplinären Zusammenarbeit innerhalb des Energiecampus Nürnberg wurde die umfangreiche Schwingungsmesstechnik des Institut ELSYS für die Modalanalyse von 3D-gedruckten Ziegel aus der Forschungsgruppe von Prof. Dr.-Ing. Krömer eingesetzt. Hierfür wurde auf das 3D-Laserscanning Vibrometer (PSV-500) zurückgegriffen. Mit diesem konnten verschiedene Ausführungen mit Simulationsergebnissen abgeglichen werden. Die Modalanalyse der Ziegel gibt hierbei Aufschluss über deren Eigenschaften hinsichtlich der Schalldämpfung und sind somit wichtiges Kriterium für den Einsatz innovativer Wandbaustoffe.



LANGE NACHT DER WISSENSCHAFTEN

Das Institut ELSYS zeigte dieses Jahr neue Inspektionsverfahren zur Fehlersuche und Qualitätskontrolle von Photovoltaikmodulen an einem Live-Demonstrator. Im Themenfeld effiziente elektrische Antriebstechnik „Auf AEG“ konnten im Labor Prüfstände für elektrische Maschinen von bis zu 400 kW besichtigt werden. Die Mitarbeiter und Studenten des Instituts erklärten den Aufbau und die Funktionsweise von Elektromotoren anhand spannender Experimente. Highlight für Groß und Klein war zudem der „Bierfassläufer“, der die Funktion einer Induktionsmaschine darstellt.



NEUE GESICHTER



Christian Köbler schloss im Jahr 2017 das Studium der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ (B.Eng.) an der Technischen Hochschule Nürnberg ab. Im daran anschließenden Masterstudiengang „Applied Research in Applied Engineering Sciences“ (M.Sc.) beschäftigte er sich am Institut ELSYS mit der Ansteuerung elektrischer Antriebe. Nach Abschluss seiner Masterarbeit ist er seit November 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut ELSYS und arbeitet im Forschungsfeld der Leistungselektronik und Frequenzumrichter-technik.

Raimund Wachter schloss 2017, nach seiner Ausbildung zum Feinwerkmechaniker und der Weiterbildung zum staatl. geprüften Maschinenbautechniker, das Bachelorstudium an der Fakultät Maschinenbau der Technischen Hochschule Georg Simon Ohm Nürnberg mit der Vertiefung Energietechnik ab. Im Anschluss folgte ein Masterstudium im Bereich des Maschinenbaus, an der gleichen Fakultät, welches er im Mai 2019 abschloss. Seit Mai 2019 ist Herr Wachter als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut ELSYS tätig und beschäftigt sich dort mit der aktiven Dämpfung mechanischer Schwingungen von Elektromotoren.



Gabriel Bischof studierte von 2013 bis 2018 ein Duales Studium der „Elektro- und Informationstechnik“ an der Technischen Hochschule Nürnberg in Kooperation mit der Firma Siemens AG. Nach dem Bachelorabschluss verfolgt er ein Masterstudium im Studiengang „Elektronische und Mechatronische Systeme“. Seit Juni 2019 arbeitet er als studentische Hilfskraft an der Technischen Hochschule Nürnberg im Institut ELSYS.

Michaela Gremer studierte von 2015 bis 2019 „Medizintechnik mit Vertiefung Elektro/Informationstechnik“ (B.Eng.) an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. Im sich anschließenden Masterstudiengang „Master of Applied Research in Engineering Sciences“ beschäftigt sie sich aktuell am Institut ELSYS an der Konzeptionierung und der Entwicklung eines 12-phasigen modularen Umrichters auf Siliziumcarbid Basis.





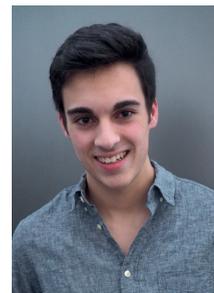
Dennis Hufnagel studierte von 2015 bis 2019 Elektro- und Informationstechnik mit dem Schwerpunkt Elektrische Energietechnik an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. An das Bachelorstudium folgte im gleichen Jahr das Masterstudium Elektronische und Mechatronische Systeme mit der Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik an der selben Hochschule. Im März 2020 startete er seine Masterarbeit als studentische Hilfskraft beim Institut ELSYS. Seine Masterarbeit beschäftigt sich mit der Identifizierung von Maschinen und deren Regelung.

Thomas Schäufele studierte von 2015 bis 2019 Mechatronik an der Hochschule Pforzheim mit Schwerpunkt Automatisierungstechnik und schloss sein Studium mit dem Bachelor of Engineering ab. Seit Oktober studiert Herr Schäufele den Master of Applied Research in Engineering Sciences an der Technischen Hochschule Nürnberg in Kooperation mit dem Institut ELSYS. Innerhalb des Themenfeldes „Auslegung und Berechnung elektrischer Maschinen“ liegt sein Forschungsschwerpunkt auf dem Temperatureinfluss magnetischer Werkstoffe.



Thilo Wendt studierte von 2015 bis 2019 Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Engineering) an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm mit Schwerpunkt Informatik und Embedded Systems als duales Studium in Kooperation mit der Siemens AG. Während des Studiums wurde zusätzlich noch eine Ausbildung zum Elektroniker für Automatisierungstechnik absolviert. Seit Oktober 2019 beschäftigt sich Herr Wendt während seines MAPR Studiums mit der Weiterentwicklung einer echtzeitfähigen Plattform zur Regelung von elektrischen Maschinen.

Jonas Brückschlögl studierte von 2015 bis 2019 Elektro- und Informationstechnik an der Technischen Hochschule Georg Simon Ohm mit dem Schwerpunkt elektrische Energietechnik und schloss diesen mit dem Bachelor of Engineering ab. Seit Oktober 2019 studiert Herr Brückschlögl den Master of Applied Research in Engineering Sciences an der Technischen Hochschule Nürnberg und am Institut ELSYS mit dem Themenfeld der Mehrphasenasynchronmaschine.



PUBLIKATIONEN

2019

Influence of Cutting Tool Wear on Core Losses and Magnetizing Demand of Electrical Steel Sheets

M. Regnet, A. Kremser, M. Reinlein, P. Szary, U. Abele
In: 2019 9th International Electric Drives Production Conference (EDPC)
Esslingen, Germany

Experimental Comparison of DC/DC Converters for Wide Input Voltage Ratio Applications

M. Gerstner, M. Maerz, A. Dietz
In: IECON 2019 - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society
Lisbon, Portugal

Modulares Simulationswerkzeug zur Analyse dynamischer Vorgänge in Hochvolt Bordnetzen

S. Raab, M. Hoerner, A. Ackva, A. Dietz
In: Haus der Technik: Elektrische Antriebstechnologie für Hybrid- und Elektrofahrzeuge
Wuerzburg, Germany

The importance of an overall system simulation for branched high-voltage vehicle electrical systems

S. Raab, M. Hoerner, A. Ackva, A. Dietz
In: E-MOTIVE Expertenforum 2019
Schweinfurt, Germany

Semi-analytical and numerical calculation of a great number of induction machines taking into account cutting edges

M. Reinlein, M. Regnet, P. Szary, U. Abele, A. Kremser
In: IKMT 2019 - Innovative small Drives and Micro-Motor Systems; 12. ETG/GMM-Symposium
Wuerzburg, Germany

Impact of different cutting methods on core losses and magnetizing demand of electrical steel sheets

M. Reinlein, M. Regnet, P. Szary, U. Abele, A. Kremser
In: IKMT 2019 - Innovative small Drives and Micro-Motor Systems; 12. ETG/GMM-Symposium
Wuerzburg, Germany

Comparison of Reinforcement Learning Algorithms for Speed Ripple Reduction of Permanent Magnet Synchronous Motor

T. Schindler, L. Foss, A. Dietz
In: IKMT 2019 - Innovative small Drives and Micro-Motor Systems; 12. ETG/GMM-Symposium

Experimental Evaluation of Cascaded Continuous and Finite Set Model Predictive Speed Control for Electrical Drives

S. Wendel, B. Haucke-Korber, A. Dietz, R. Kennel
In: 2019 21st European Conference on Power Electronics and Applications (EPE, 19 ECCE Europe)
Genova, Italy

Operating Point Dependent Variable Switching Point Predictive Current Control for PMSM Drives

S. Wendel, P. Karamanakos, A. Dietz, R. Kennel
In: 2019 IEEE International Symposium on Predictive Control of Electrical Drives and Power Electronics (PRECEDE)
Quanzhou, China

UltraZohm - a Powerful Real-Time Computation Platform for MPC and Multi-Level Inverters

S. Wendel, A. Geiger, E. Liegmann, D. Arancibia, E. Durán, T. Kreppel, F. Rojas, F. Popp-Nowak, M. Diaz, A. Dietz, R. Kennel, B. Wagner
In: 2019 IEEE International Symposium on Predictive Control of Electrical Drives and Power Electronics (PRECEDE)
Quanzhou, China

Efficiency Analysis of Three-Phase and Dual Three-Phase Induction Machine with Sinusoidal Supply

R. Steckel, S. Daum, A. Kremser, H.-G. Gerzog
In: 2019 IEEE International Electric Machines & Drives Conference (IEMDC)
San Diego, CA, USA

2018

Engineering Approach to Calculate the Additional Losses in Inverter Fed RSM and SPMSM

R. Steckel, J. Germishuizen, A. Kremser
In: 2018 XIII International Conference on Electrical Machines (ICEM)
Alexandroupoli, Greece

Improved Current Control Structure for the Brushless Doubly-Fed Machine Based on a New Equivalent Circuit Model

P. Löhdefink, A. Dietz, A. Möckel
In: 2018 XIII International Conference on Electrical Machines (ICEM)
Alexandroupoli, Greece

Cascaded Continuous and Finite Model Predictive Speed Control for Electrical Drives

S. Wendel, B. Haucke-Korber, A. Dietz, R. Kennel
In: 2018 20th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'18 ECCE Europe)
Riga, Latvia

Determination of eddy current losses in permanent magnets of SPMSM with concentrated windings: A hybrid loss calculation approach and experimental verification

T. Gerlach, L. Rabenstein, A. Dietz, A. Kremser, D. Gerling
In: 2018 Thirteenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)
Monte-Carlo, Monaco

Dynamic Model Predictive Position Control for Linear Actuators in Automotive Applications

S. Wendel, P. Löhdefink, M. Hoerner, A. Dietz, R. Kennel
In: 2018 Thirteenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)
Monte-Carlo, Monaco

Direct Drive concept for Heavy-Duty Traction Applications with the Brushless Doubly-Fed Induction Machine

P. Löhdefink, A. Dietz, A. Möckel
In: 2018 Thirteenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)
Monte-Carlo, Monaco

Modellbasierte Ermittlung des vorteilhaften Einsatzbereiches geregelter Kaskadenmaschinen

P. Löhdefink
Kleinmaschinenkolloquium (Vortrag)
Ilmenau, Germany

2017

The brushless doubly fed induction machines generator for small hydro power - machine design and experimental verification

P. Löhdefink, A. Dietz, A. Möckel
In: 2017 Twelfth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)
Monte-Carlo, Monaco

Automated parameter identification of fractional horse power permanent magnet synchronous motors

M. Hoerner, S. Wendel, A. Dietz
In: Innovative Small Drives and Micro-Motor Systems; 11th GMM/ETG-Symposium
Saarbrücken, Germany

Model Predictive Position Control for Permanent Magnet Synchronous Linear Motor

S. Wendel, A. Dietz, R. Kennel
In: Innovative Small Drives and Micro-Motor Systems; 11th GMM/ETG-Symposium
Saarbrücken, Germany

FPGA Based Finite-Set Model Predictive Current Control for Small PMSM Drives With Efficient Resource Streaming

S. Wendel, A. Dietz, R. Kennel
In: 2017 IEEE International Symposium on Predictive Control of Electrical Drives and Power Electronics (PRECEDE)
Plzen, Czech Republic

Area-Efficient FPGA Implementation of Finite Control Set Model Predictive Current Control

S. Wendel, A. Dietz, R. Kennel
In: 2017 IEEE Southern Power Electronics Conference (SPEC)
Puerto Varas, Chile

2016

High voltage battery storage system for multiuse

A. Dietz, S. Hörlin, N. Grass
In: 2016 Eleventh International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)
Monte-Carlo, Monaco

Influence of yoke and tooth saturation on the air gap field in Induction Machines: A new analytical approach

M. Reinlein, M. Swarte, T. Hubert, A. Kremser
In: 2016 XXII International Conference on Electrical Machines (ICEM)
Lausanne, Switzerland

Modular and intelligent battery control system for electric vehicles and stationary storage systems

N. Grass, F. Ferner, F. Nickl
In: 2016 IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC)
Austin, TX, USA

Influence of Villari Effect on the magnetizing current of Induction Machines by shrink fitting of rotor cores

M. Reinlein, M. Regnet, T. Hubert, A. Kremser, U. Werner, J. Bönig
In: 2016 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM)
Capri, Italy

Eddy current loss analysis in permanent magnets of synchronous machines

T. Gerlach, R. Steckel, T. Hubert, A. Kremser
In: 2016 6th International Electric Drives Production Conference (EDPC)
Nuremberg, Germany

PUBLIKATIONEN

Drehzahlvariable Kaskadenmaschine als Generatorsystem für Kleinwasserkraftwerke

P. Löhdefink, A. Dietz

In: 19. Internationales Anwenderforum Kleinwasserkraftwerke
Innsbruck, Austria

2015

Flexible design of reluctance synchronous machines using constrained genetic algorithm optimization

T. Hubert, M. Reinlein, A. Kremser, H.-G. Herzog

In: 2015 18th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)
Pattaya, Thailand

Evaluation of model based predictive control algorithms for fractional horse power drives

M. Blank, A. Dietz

In: Green Factory Kolloquium
Nuremberg, Germany

Magnetic flux distribution between rotor and shaft in two-pole induction machines with axial cooling vents

M. Reinlein, T. Hubert, A. Kremser, T. Bauer

In: 2015 IEEE 5th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG)
Riga, Latvia

Energetic Simulation of Complex Mechatronic Drive Systems over Complete Drive Cycles

S. Hörlin, A. Dietz

In: Green Factory Kolloquium
Nuremberg, Germany

Preliminary design of reluctance synchronous machines using simplified magnetic circuit analysis

T. Hubert, M. Reinlein, A. Kremser, H.-G. Herzog

In: 2015 IEEE 5th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG)
Riga, Latvia

Torque ripple minimization of reluctance synchronous machines by continuous and discrete rotor skewing

T. Hubert, M. Reinlein, A. Kremser, H.-G. Herzog

In: 2015 5th International Electric Drives Production Conference (EDPC)
Nuremberg, Germany

Nonlinear reluctance network method for synchronous reluctance machine analysis

T. Hubert, R. Steckel, M. Reinlein, A. Kremser, H.-G. Herzog

In: 2015 18th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)
Pattaya, Thailand

Modeling and power flow analysis of cascaded doubly-fed induction machines

P. Löhdefink, A. Dietz, A. Möckel

In: 2015 5th International Electric Drives Production Conference (EDPC)
Nuremberg, Germany

Predictive Control for fractional horse power drives (FHP)

S. Wendel, A. Dietz

In: Internationale Kleinmaschinen-Tagung (IKMT)
Colonge, Germany

2014

Evaluation of a new microcontroller based solution for sensorless control of electrical drives

M. Blank, P. Löhdefink, B. Reinhardt, A. Dietz

In: 2014 6th European Embedded Design in Education and Research Conference (EDERC)
Milano, Italy

Betrachtung der Systemkomplexität bei elektrischen Antriebssträngen

A. Dietz

In: Workshop Leichtbau in der Antriebstechnik, Cluster Mechatronik und Automation
Augsburg, Germany

Auslegung einer kontaktlosen induktiven Übertragung der Erregerleistung in den Rotor einer fremderregten Synchronmaschine

A. Dietz, A. Littau, B. Wagner, S. Köhler, S. Weber

In: CoFAT Konferenz
Munich, Germany

Smart Home Precipitator for Biomass Furnaces. Design Considerations on a Small-Scale Electrostatic Precipitator

T. Fischer, N. Grass, N. Zouzou, L. Dascalescu,

R. Greil, N. Hopf

In: IEEE Transactions on Industry Applications (Volume: 50, Issue: 3, May-June 2014)

High voltage power supply and control technologies for electrostatic precipitators in biomass applications

N. Grass, T. Fischer

In: 2014 IEEE Industry Application Society Annual Meeting
Vancouver, BC, Canada

Full scale power quality emulation system for testing of low voltage grid components

N. Grass, S. Rehmet

In: 2014 IEEE International Energy Conference (ENERGYCON)
Cavtat, Croatia

Modular and scalable interleaved operating AC/DC or DC/DC power converter array for HVDC systems

N. Grass, C. Raum, S. Rehmet

In: 2014 IEEE 36th International Telecommunications Energy Conference (INTELEC)
Vancouver, BC, Canada

High voltage battery storage system for dual use

S. Hörlin, N. Grass, A. Dietz, S. Rehmet, C. Raum

In: 2014 IEEE 36th International Telecommunications Energy Conference (INTELEC)
Vancouver, BC, Canada

Modulares Batteriespeichersystem zum dual use

S. Hörlin, A. Dietz, N. Grass, R. Gross, B. Schultes

In: NEIS Konferenz
Hamburg, Germany

Stationäre Speicher als Schnellladestation für Elektrofahrzeuge

S. Hörlin, A. Dietz, N. Grass, R. Gross, B. Schultes, S. Rehmet, C. Raum

In: Elektromobilitätsausstellung EMA
Nuremberg, Germany

Abschätzung und Bewertung der Leistungsfähigkeit von Synchron-Reluktanzmaschinen als Traktionsantrieb

T. Hubert, M. Reinlein, R. Steckel, A. Kremser

In: Elektromobilitätsausstellung EMA
Nuremberg, Germany

Eisen- und Zusatzverluste von Asynchronmaschinen

A. Kremser

In: ANSYS Anwendertag
Nuremberg, Germany

Aktuelle Motorenentwicklung

A. Kremser

In: IE3/ IE4
Amberg, Germany

Energy-efficient electric drives and powertrains in variable speed drive applications

A. Kremser

In: Green Factory Kolloquium
Nuremberg, Germany

A study of regenerative energy systems and Pump applications in distributed DC-microgrids

S. Oberlander-Hörath, P. Löhdefink, M. Grillenberger, J. Fürst, A. Dietz, S. Hörlin, A. Gröger

In: 2014 6th European Embedded Design in Education and Research Conference (EDERC)
Milano, Italy

Evaluation einer neuen Controller basierten sensorlosen Motorsteuerung für Drehfeldmaschinen

B. Reinhardt, M. Blank, P. Löhdefink, A. Dietz

In: Elektromobilitätsausstellung EMA
Nuremberg, Germany

2013

Elektrische Maschinen und Antriebe

A. Kremser

In: Auflage 4, korr. und verb. Aufl.: Springer Vieweg

Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik

A. Dietz

In: Fachtagung Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik
Beiträge der 9. GMM-ETG-Fachtagung
19. - 20. September 2013 in Nuremberg, Germany

Optimization of analytical iron loss approaches for electrical machines

M. Reinlein, A. Hoffmann, T. Hubert, A. Kremser

In: 2013 3rd International Electric Drives Production Conference (EDPC)
Nuremberg, Germany

Systematic error of analytical iron loss approaches in electrical machines

M. Reinlein, A. Hoffmann, T. Hubert, A. Kremser

In: Innovative Small Drives and Micro-Motor Systems - 9. GMM/ETG-Fachtagung
Nuremberg, Germany

PUBLIKATIONEN

2012

High average power high voltage modulator using a dual pulse transformer circuit

W. Hartmann, K.-D. Rohde, N. Grass, M. Schwendner
In: 2012 IEEE International Power Modulator and High Voltage Conference (IPMHVC)
San Diego, CA, USA

Smart Home Precipitator for biomass-furnaces: Design considerations on a small scale electrostatic precipitator

T. Fischer, N. Grass, N. Zouzou, L. Dascalescu,
R. Greil, N. Hopf
In: 2012 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting
Las Vegas, NV, USA

Harmonic compensation in a load emulation system using different control techniques

M. Hausmann, N. Grass, B. Piepenbreier
In: INTELEC 2012 - 2012 IEEE International Telecommunications Energy Conference
Scottsdale, AZ, USA

Sensorless vector control of a permanent magnet synchronous generator for micro hydro power

P. Löhdefink, M. Grillenberger, A. Dietz, A. Gröger, A. Hoffmann, T. Hubert
In: 2012 5th European DSP Education and Research Conference (EDERC)
Amsterdam, Netherlands

2011

Efficiency improvement of small hydroelectric power stations with a permanent-magnet synchronous generator

A. Dietz, A. Groeger, C. Klingler
In: 2011 1st International Electric Drives Production Conference
Nuremberg, Germany

2010

Electrostatic Precipitator Control Systems

N. Grass, A. Zintl, E. Hoffmann
In: IEEE Industry Applications Magazine (Volume: 16, Issue: 4, July-Aug. 2010)

A New Mobile IGBT Inverter HV Test System for ESPs

N. Grass, M. Steingraeber, R. Metz
In: 2010 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting
Houston, TX, USA

2008

Enhanced Performance for Electrostatic Precipitators by Means of Conventional and Fuzzy Logic Control

N. Grass, A. Zintl, E. Hoffmann
In: 2008 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting
Edmonton, Alberta, Canada

2007

150kV/ 300kW High Voltage Supply with IGBT Inverter for Large Industrial Electrostatic Precipitators

N. Grass
In: 2007 IEEE Industry Applications Annual Meeting
New Orleans, LA, USA

2005

Electrostatic precipitator diagnostics based on flashover characteristics

N. Grass
In: Fourtieth IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2005 Industry Applications Conference, 2005
Hong Kong, China, 2-6 Oct, 2005

2004

Application of Different Types of High-Voltage Supplies on Industrial Electrostatic Precipitators

N. Grass, W. Hartmann, M. Klockner
In: IEEE Transactions on Industry Applications (Volume: 40, Issue: 6, Nov.-Dec. 2004)

2002

Fuzzy-logic-based power control system for multifield electrostatic precipitators

N. Grass
In: IEEE Transactions on Industry Applications (Volume: 38, Issue: 5, Sep/Oct 2002)

Application of different types of high voltage supplies on industrial electrostatic precipitators

N. Grass, W. Hartmann, M. Klockner

In: Conference Record of the 2002 IEEE Industry Applications Conference. 37th IAS Annual Meeting (Cat. No.02CH37344)
Pittsburgh, PA, USA, 13-18 Oct. 2002

Lifetime considerations of high voltage semiconductor diodes for pulsed power applications

W. Hartmann, W. Haas, M. Romheld, N. Grass

In: Conference Record of the Twenty-Fifth International Power Modulator Symposium, 2002 and 2002 High-Voltage Workshop
Hollywood, CA, USA, 30 June-3 July 2002

2001

Microsecond pulsed power supply for electrostatic precipitators

N. Grass, W. Hartmann, M. Romheld

In: Conference Record of the 2001 IEEE Industry Applications Conference. 36th IAS Annual Meeting (Cat. No.01CH37248)
Chicago, IL, USA, 30 Sept.-4 Oct. 2001

1999

Fuzzy logic-optimising IGBT inverter for electrostatic precipitators

N. Grass

In: Conference Record of the 1999 IEEE Industry Applications Conference. Twenty-Forth IAS Annual Meeting (Cat. No.99CH36370)
Phoenix, AZ, USA, 3-7 Oct. 1999



IMPRESSUM

Herausgeber

Institut für leistungselektronische Systeme ELSYS
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß
Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz

Keßlerplatz 12
90489 Nürnberg
Telefon: +49 (0)911 5880-1814
Internet: www.th-nuernberg.de/elsys

Konzeption und Gestaltung
Isabella Deufel
Dennis Jagosz
Silvia Lühring

Druck
Fa. MOG-MBH

